



Séminaire professionnel

Economiste-data scientist

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. Conjoncture et perspectives (cours 2)

- La méthode RiskMonitor
- Vue globale et perspectives 2026
- Application: construction d'un polygone de risques



Introduction et concepts





Présentation de TAC Economics





Présentation de TAC Economics

1. Marché emergents

- Analyse du risque pays via RiskMonitor (outil interne, ratings, signaux de crise, plus de 100 pays à travers le monde)

2. Economies matures

- Conjoncture (croissance, inflation, change, soutenabilité fiscale...)

3. Matières premières

- Veille matières premières (pétrole, CRB, gaz, charbon)

4. Risque géopolitique

- Outils quantitatifs et analyse

5. Conseil stratégique aux entreprises

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

6. Base de données

- Datalab TAC Economics

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, BERT
- IA générative (collaboration avec Gwenlake)

Méthode de travail (3)

3. Recherche

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

4. Informatique

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



Parcours scolaire et professionnel



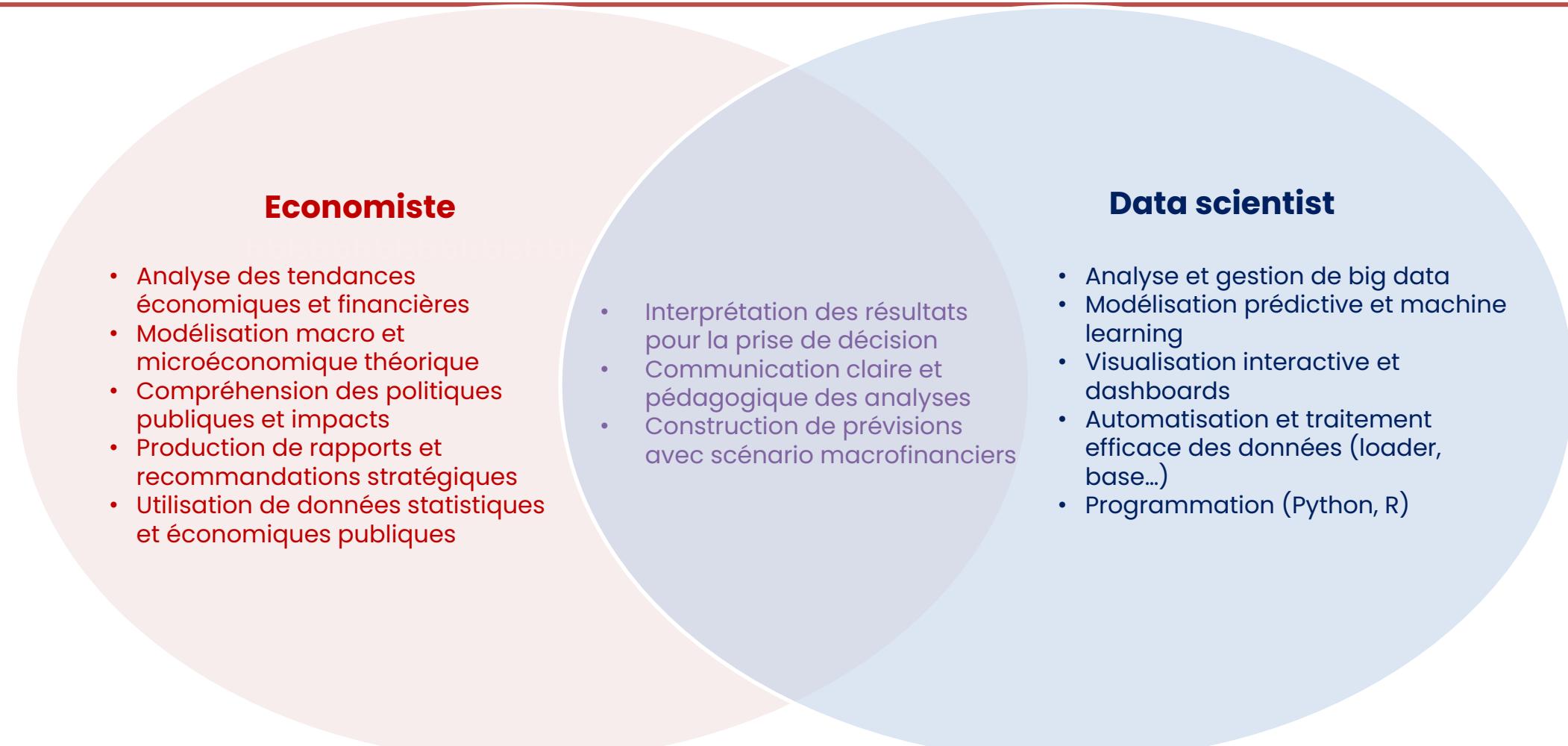
Parcours scolaire et professionnel (1)

- 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
- Economiste-data scientist chez **TAC Economics** (depuis 2022)
 - Suivi quotidien de l'activité économique des US, Zone Euro, UK et Japon. Rédaction des notes hebdomadaires, mensuelles et trimestrielles sur les économies matures 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 matures et les 10 gros émergents.
 - Recherche quant
 - Demandes clients et études: Construction d'outil de stress-test climatique, score FX-ESG, outil d'analyse du ton des banques centrales...

Economiste/Data scientist: Deux métiers complémentaires au service de l'analyse et de la décision



- Prévision des taux d'intérêt : L'économiste définit le modèle théorique, le data scientist implémente le modèle sur des datasets et optimise la prédiction.
- Conseil banque et fonds d'investissement : L'économiste définit les scénarios économiques (PIB, inflation, taux, change), le data scientist calcule les probabilités, simule les stress tests, et crée des dashboards pour suivre le risque en temps réel.



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

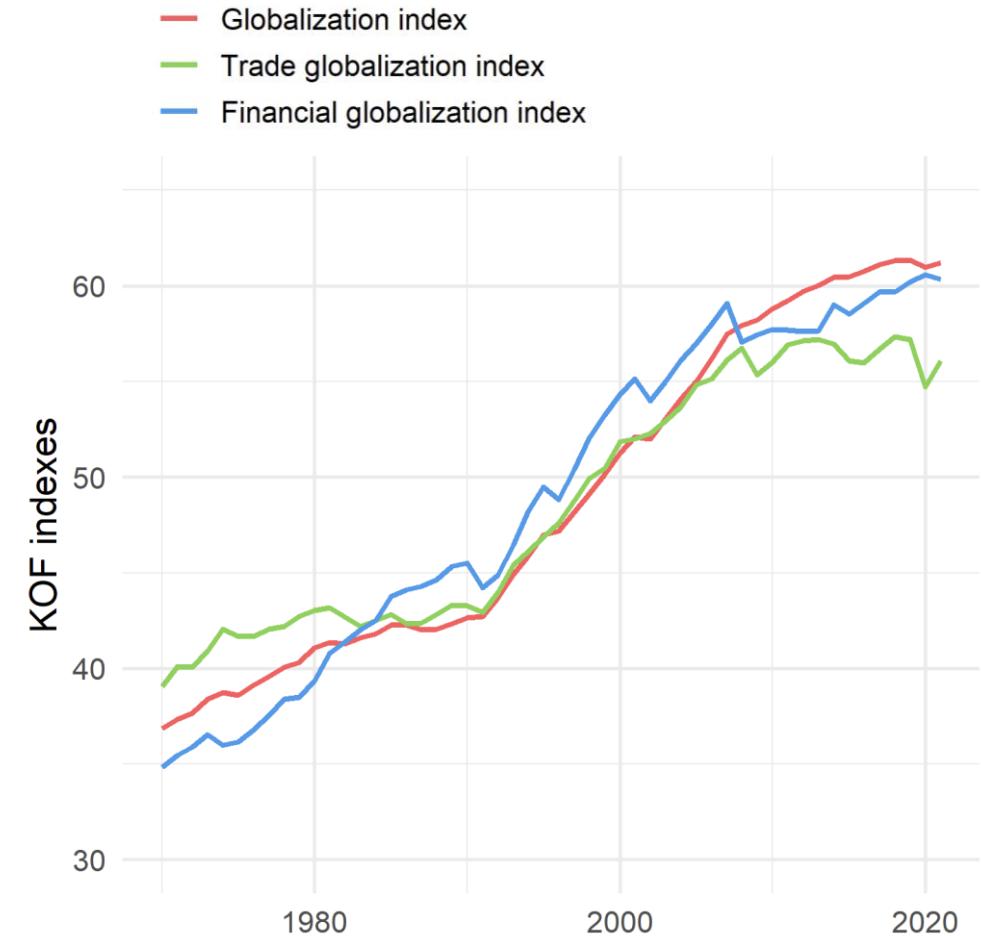
Risque pays: définition (2)

- 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)

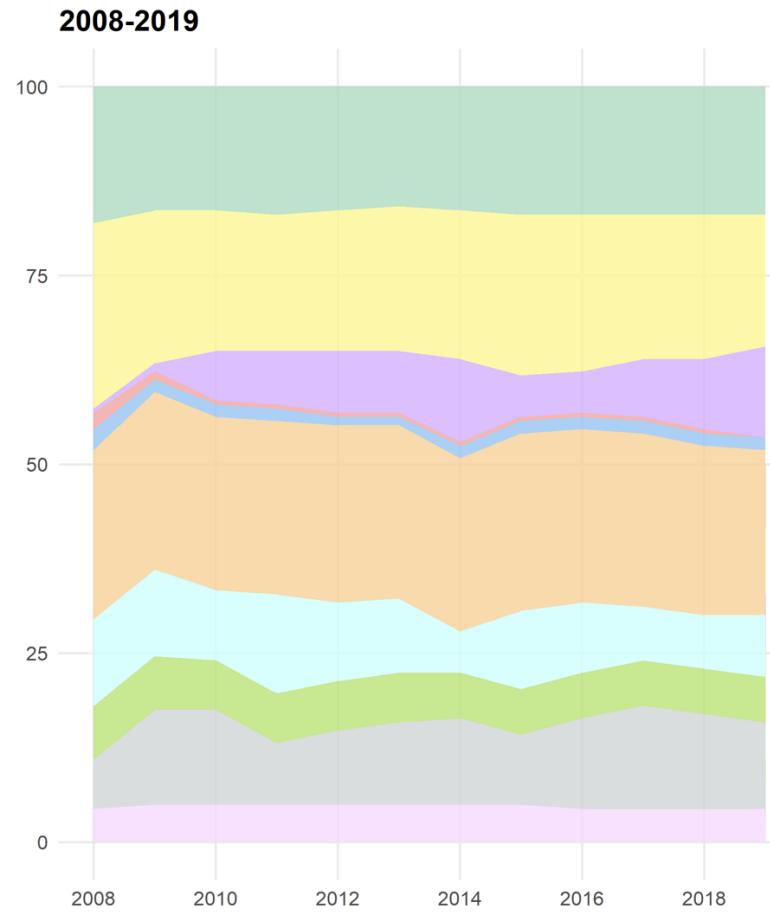
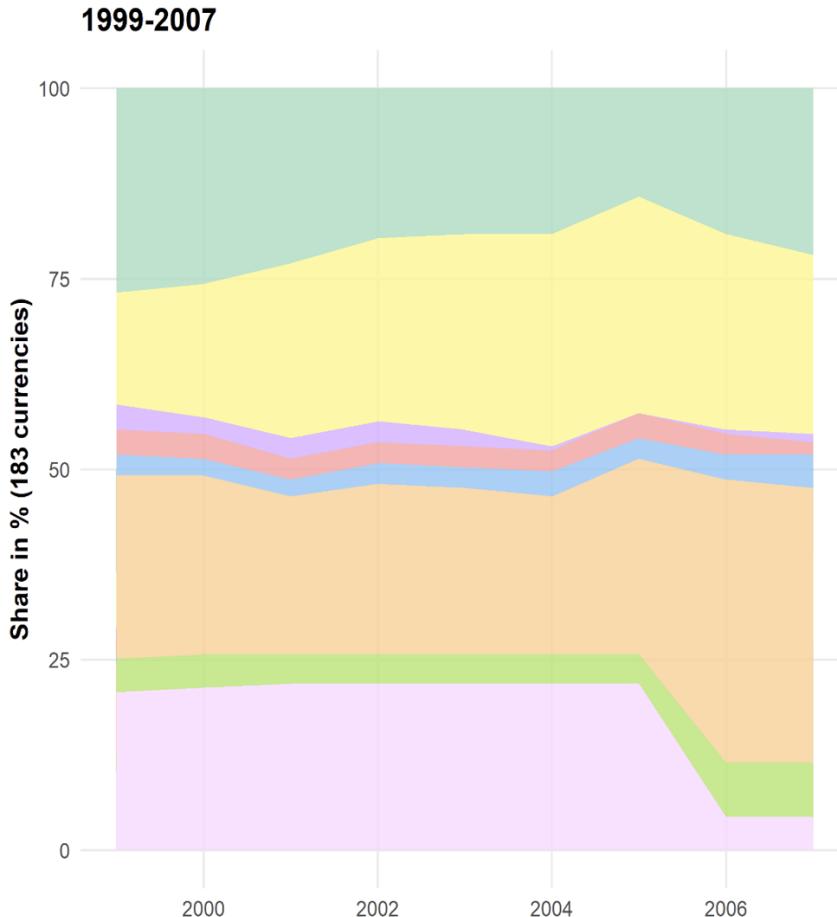
Indice des prix de l'économie étrangère en t (devise de cotation)

- 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

Source: IMF AREAER.



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).

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

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:**

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

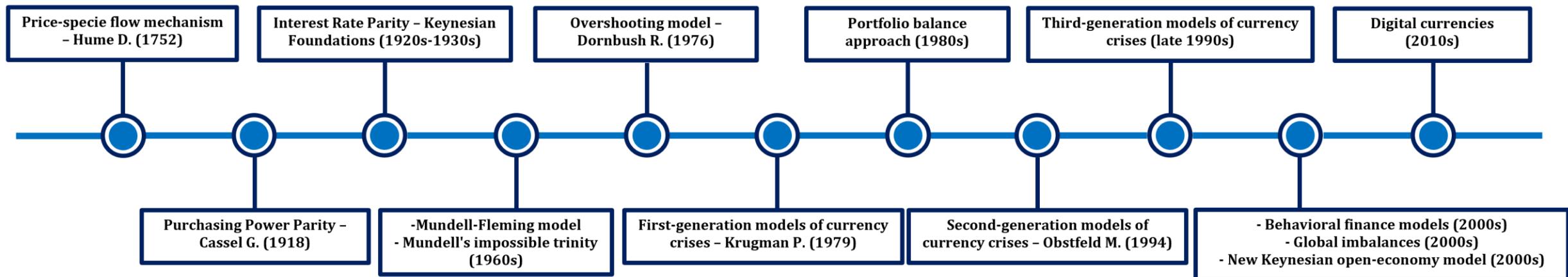
Taux d'inflation domestique

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).



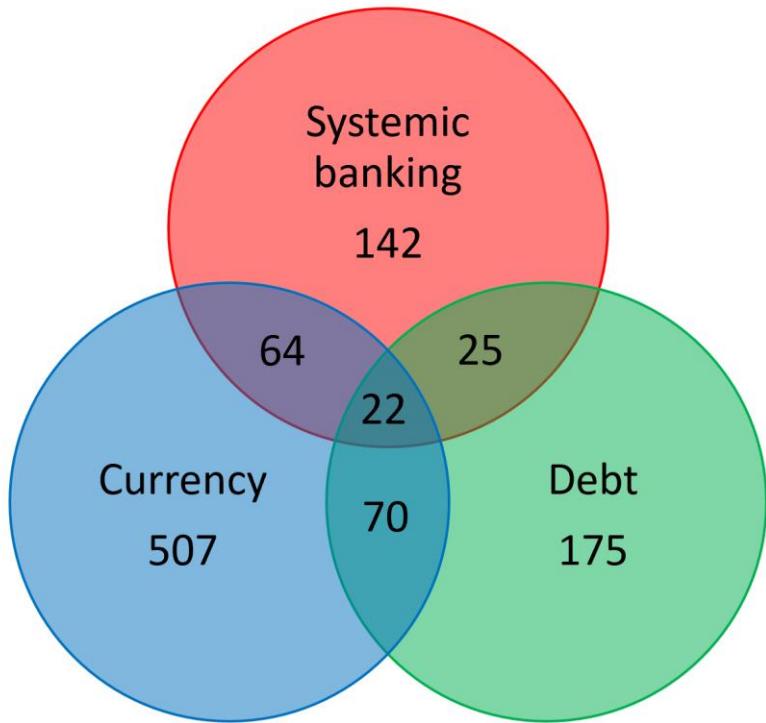
Crises de change et EWS

Crises de change: définitions

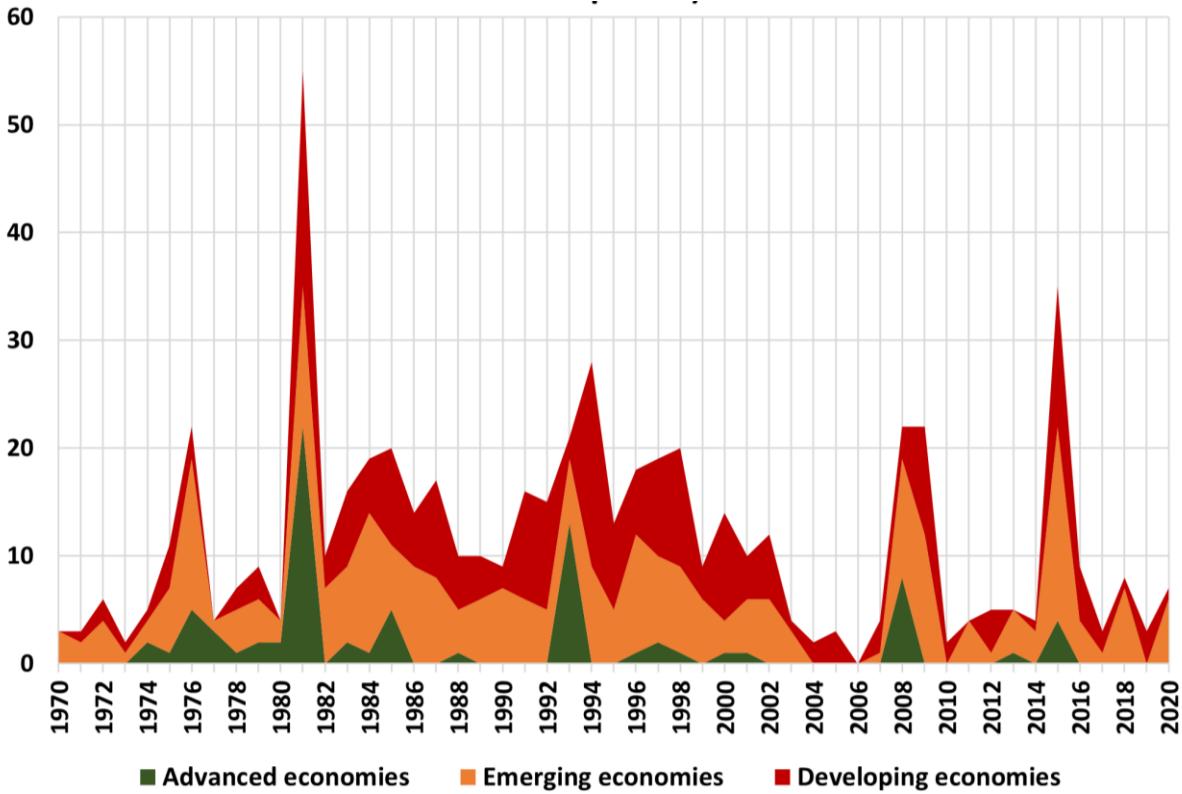
- **Crise de change:** Perte subite et massive de la valeur d'une monnaie par rapport à une autre. Les conséquences sont nombreuses et peuvent affecter à la fois la sphère financière et la sphère réelle (perte de crédibilité de la banque centrale, insoutenabilité de la dette, manque de capitaux, inflation 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: visualisation

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



Cumulative currency crises per year (by level of development)



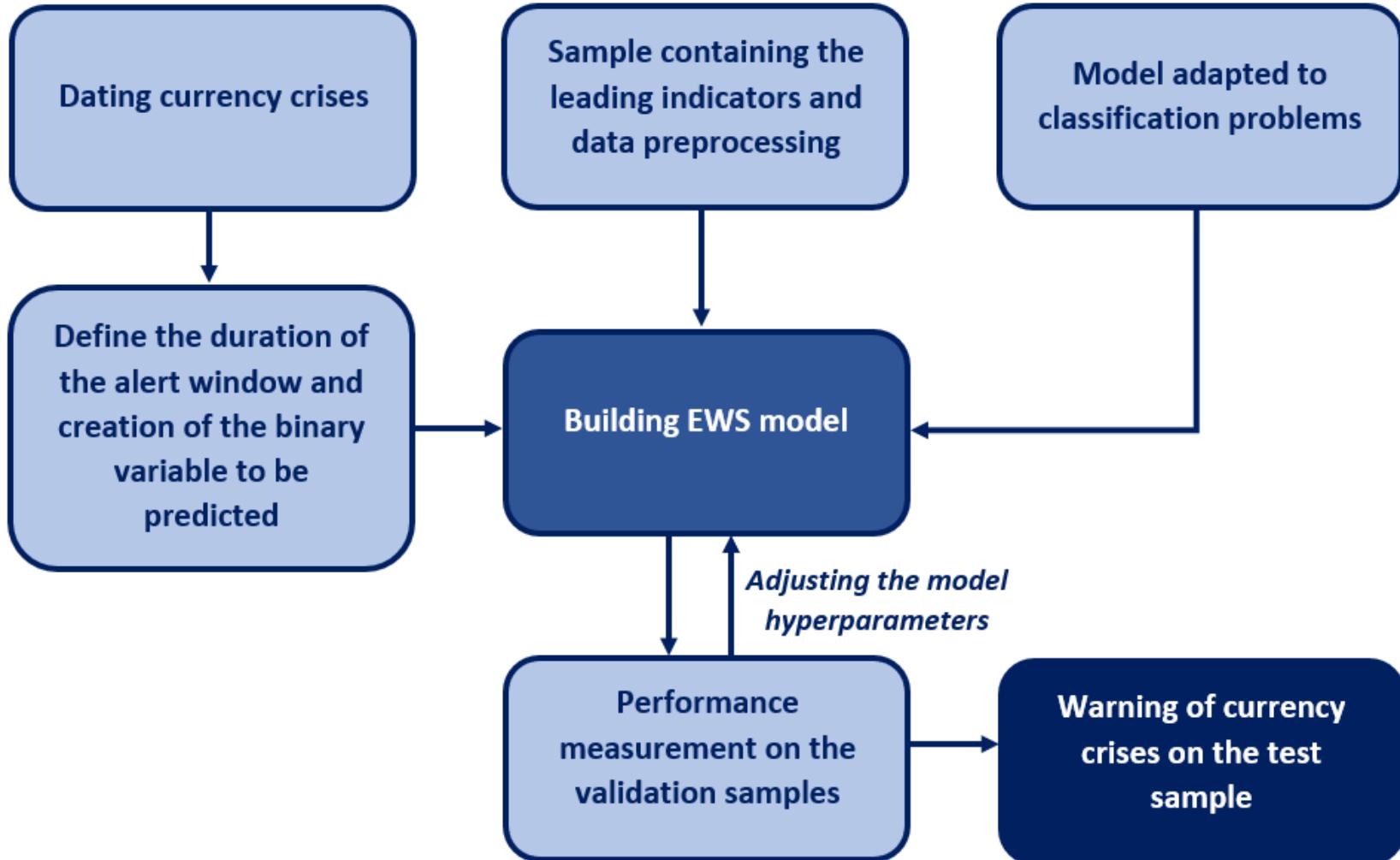
- Source: https://github.com/vgautier1/financial_crises

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: Early Warning System



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.

$$\text{EMPt} = \mathbf{w1} \times \Delta e_t / e_{t-1} - \mathbf{w2} \times \Delta R_t / R_{t-1} + \mathbf{w3} \times \Delta i_t$$

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

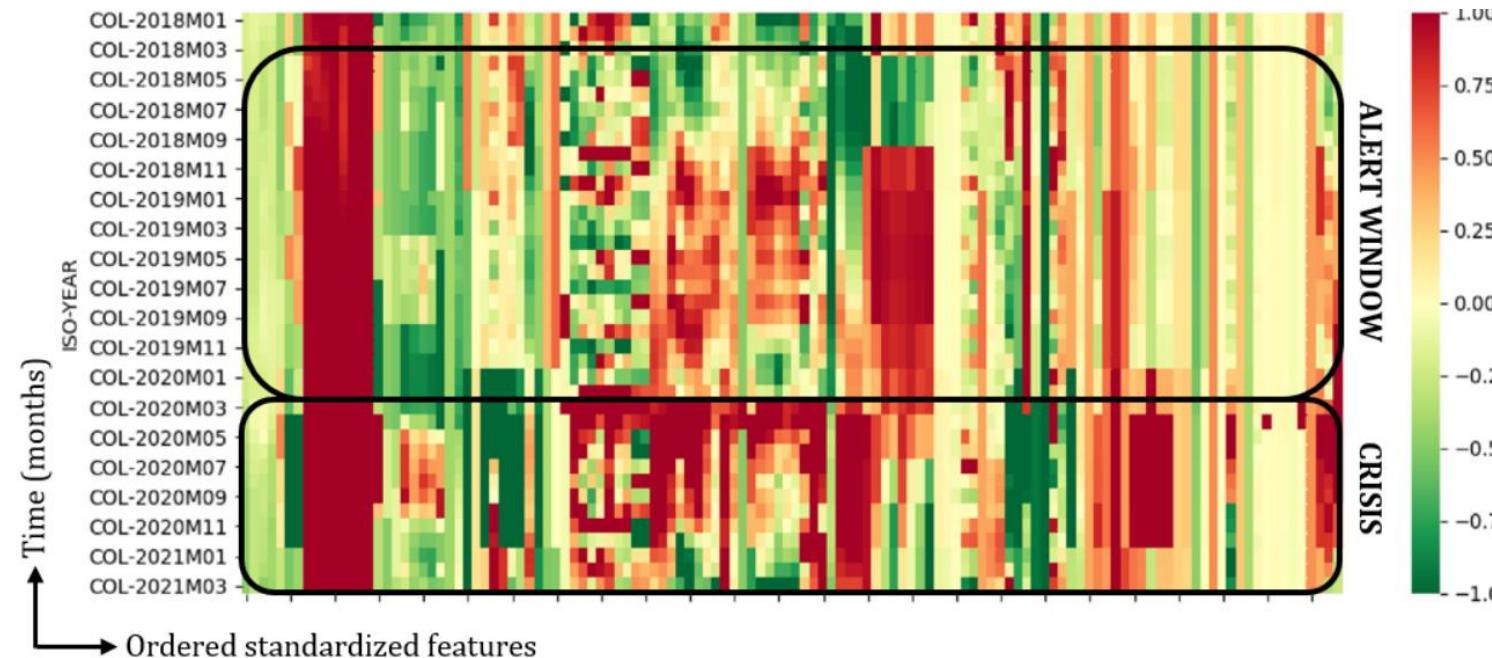
Différents courants ou générations de modèles pour expliquer et prévoir les crises de change:

- **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: Chapitre 1 – Convolution

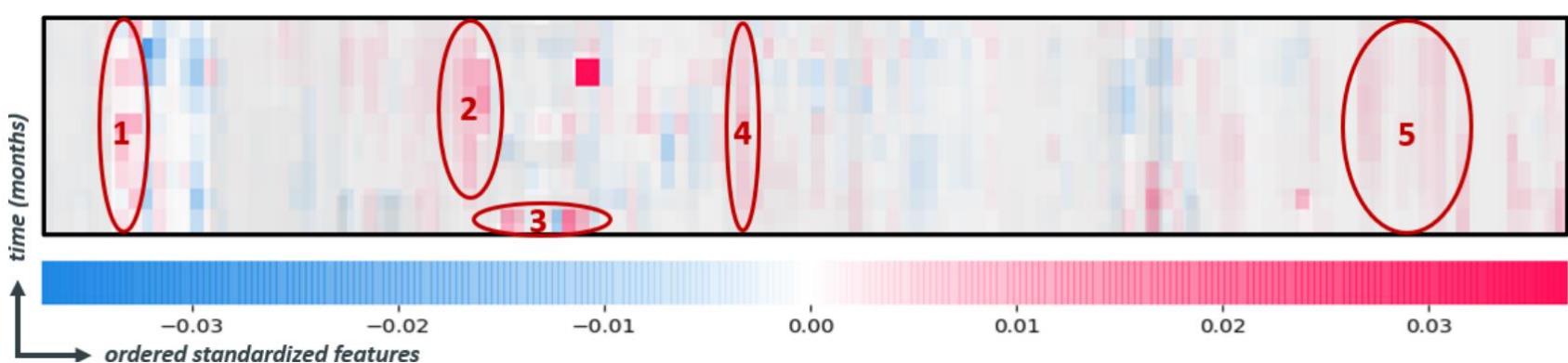


Exemple du peso colombien (USD/COP) pendant la crise covid:

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

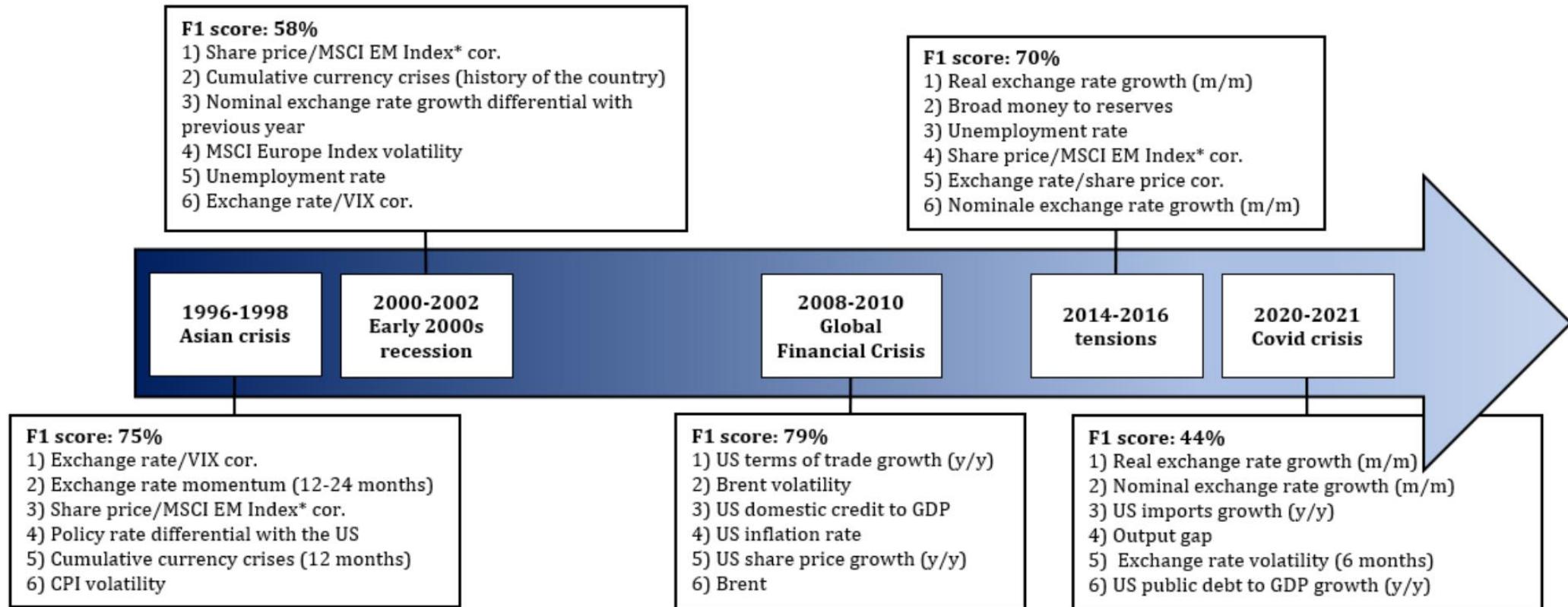
Zones de l'images jugées pertinentes par le CNN pour envoyer un signal d'alerte:

- 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

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**)

Crises de change: Chapitre 1 – Performance prédictive

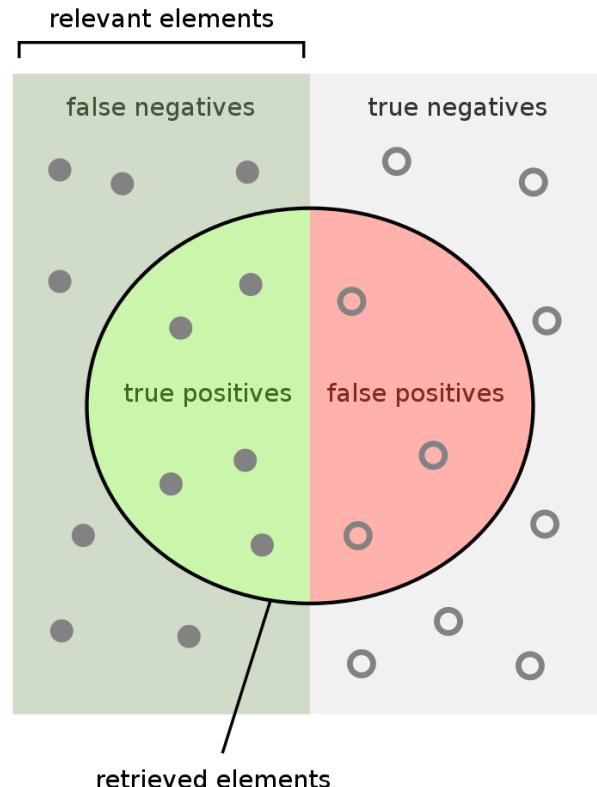
| | F1 | Precision | Recall | AUC | Crises detected ¹ | False signals ² | Post-crisis bias ³ |
|----------------------------|------|-----------|--------|------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| All variables | | | | | | | |
| Logistic regression | 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?

How many relevant items are retrieved?

$$\text{Precision} = \frac{\text{true positives}}{\text{true positives} + \text{false positives}}$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{true positives}}{\text{true positives} + \text{false negatives}}$$

Rappels sur la modélisation – Types de modélisation

1) Est-ce que je connais la cible à prévoir/analyser?

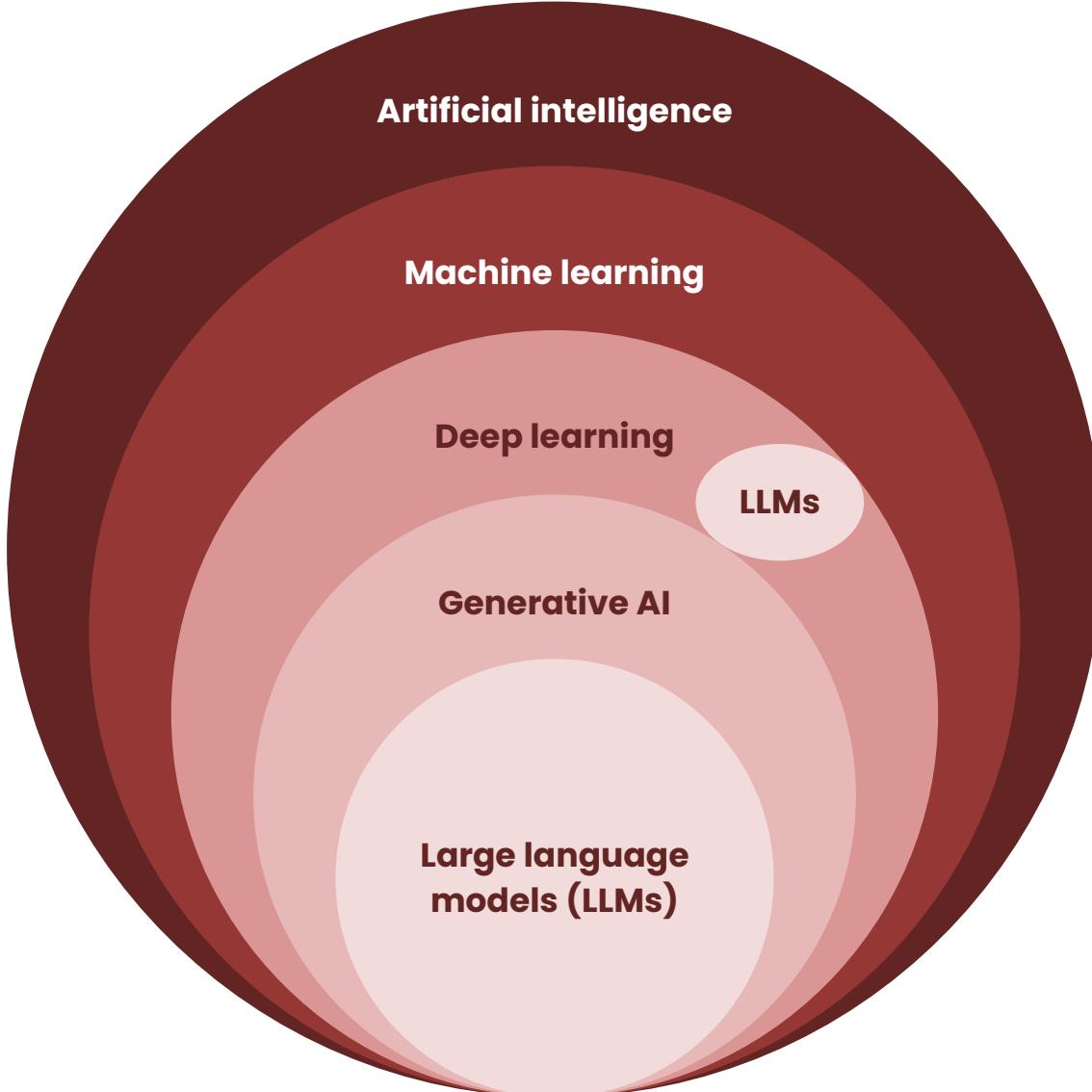
- Non -> analyse non supervisée. On cherche à découvrir des structures cachées dans les données, réduire les dimensions (ex: identification de groupes caractéristiques dans une population, créer des indicateurs homogènes réduits à partir d'un grand nombre...).
- Oui -> analyse supervisée (ex: prévision de l'inflation, taux de change, probabilité de crise...).

2) Si je connais la cible, est-elle?

- Continue (numérique). L'objectif est de prédire une valeur.
- Catégorielle (classe). L'objectif est d'attribuer une étiquette.

| Supervisé vs. non supervisé | Nature de la cible | Modèle(s) |
|-----------------------------|--------------------|---|
| Non supervisé | | ACP, K-means, graphe acyclique dirigé.. |
| Supervisé | Continue | Régression linéaire, KNN, forêt aléatoire en quantiles, réseaux de neurones... |
| Supervisé | Catégorielle | Régression logistique, KNN, arbre de décision, forêt aléatoire, SVM, réseaux de neurones... |

Rappels sur la modélisation – Familles de modèles



Artificial Intelligence (AI): AI involves techniques that enable computers to emulate human behavior, allowing them to learn, make decisions, and recognize patterns.

Machine Learning (ML): ML is a subset of AI that uses advanced algorithms to detect patterns in large datasets, enabling machines to learn and adapt. ML algorithms can operate under supervised or unsupervised learning paradigms.

Deep Learning (DL): DL is a subset of ML that employs neural networks for advanced data processing and analytical tasks. It leverages multiple layers of artificial neurons to extract high-level features from raw input data, simulating the way the human brain perceives and understands the world.

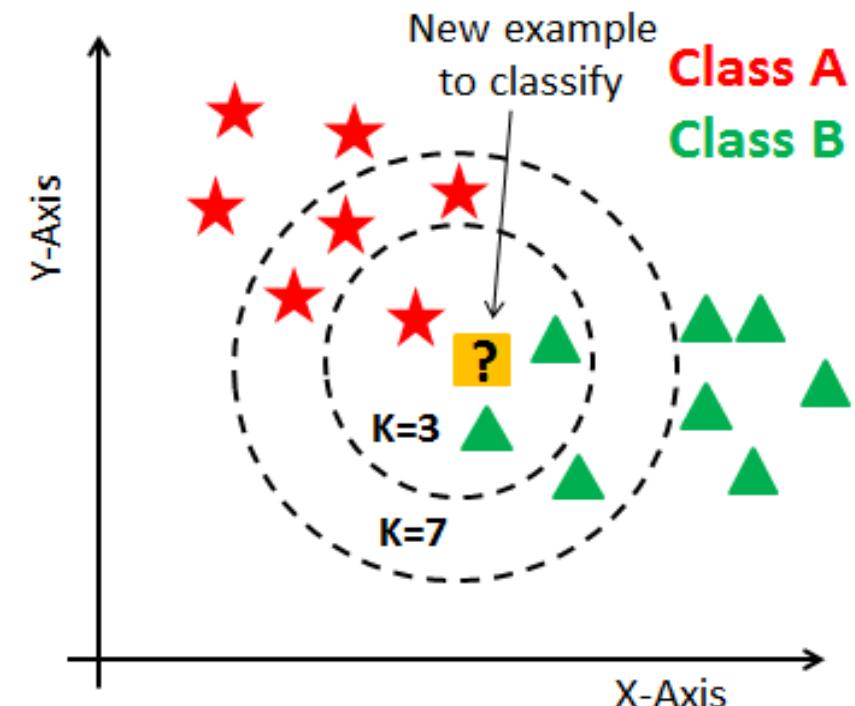
Generative AI: Generative AI is a subset of DL models designed to generate new content such as text, images, or code based on given input. Trained on vast datasets, these models detect patterns and create outputs without explicit instructions, using a combination of supervised and unsupervised learning approaches.

Large language models (LLMs): LLMs are a class of deep learning models designed to understand and generate human language. Built primarily on the Transformer architecture, they are trained on vast text corpora to learn grammar, context, and semantics. LLMs can be decoder (GPT) or encoder-decoder models (Seq2Seq / T5-style). BERT is a specific type of LLM because it is not a generative model like GPT. It is an encoder-only Transformer focused on understanding text, not producing long responses.

Rappels sur la modélisation – Machine learning

K plus proches voisins (KNN)

- Principe: « Dis-moi à qui tu ressembles, et je dirai qui tu es. »
- **Fonctionnement:**
 1. Toutes les observations de la phase d'entraînement sont stockées dans la mémoire.
 2. Calcul de la distance entre le nouveau point et toutes les observations passées.
 3. Identification des K plus proches voisins (distance les plus courtes)
 4. Vote (classification) ou moyenne (régression)
- **Distances courantes:**
 - Euclidienne
 - Manhattan



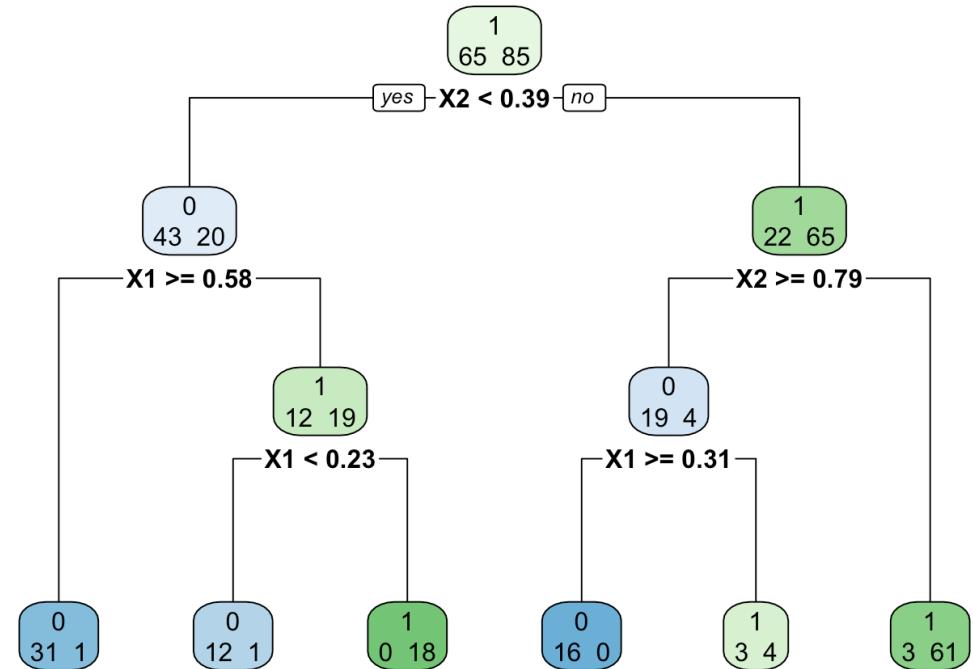
(+) Simple et rapide, fonctionne bien sur les grandes bases

(-) Nécessite de choisir k à l'avance, sensible aux valeurs extrêmes, ne fonctionne que sur les clusters sphériques, pas de dépendances temporelles

Rappels sur la modélisation – Machine learning

Arbre de décision

- **Objectif:** Diviser l'espace des données en zones homogènes en prenant des décisions successives.
- **Fonctionnement:**
 1. Choisir la variable explicative la plus discriminante
 2. Diviser les données (ex : revenu > 45 000 €)
 3. Répéter sur chaque nœud
 4. Jusqu'à une feuille (classe ou valeur prédite)
- **Critère pour diviser un nœud:**
 - Gini
 - Entropie
 - MSE (si cible continue)



(+) Facile à interpréter, relations non-linéaires, normalisation non nécessaire
 (-) Très sensible aux données, pas de dépendances temporelles

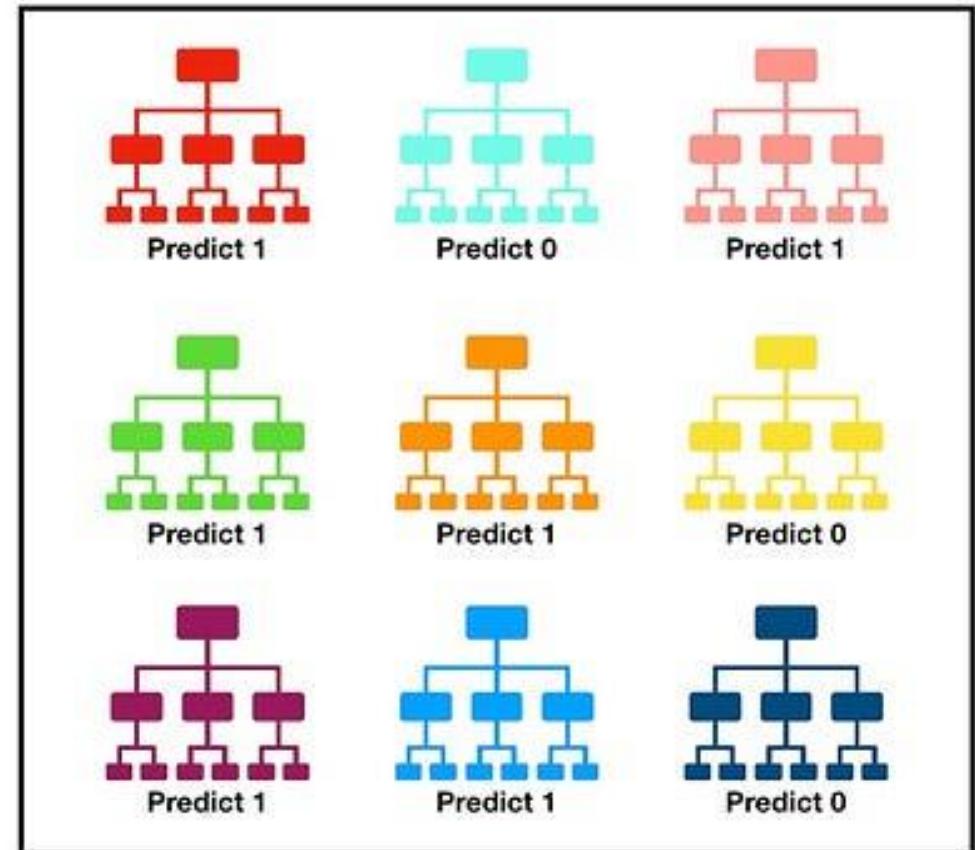
Rappels sur la modélisation – Machine learning

Forêt aléatoire (*random forest*)

- Au lieu d'entraîner un seul arbre, on en entraîne des centaines, chacun sur un sous-échantillon différent (d'observations et de variables)
- **Fonctionnement:**
 1. Tirage aléatoire de données (bootstrap)
 2. Tirage aléatoire de variables à chaque split
 3. Entraînement d'un arbre complet
 4. Vote ou moyenne des résultats (des arbres)

(+) Non-linéarité, meilleure performance qu'un arbre seul, moins sensible au bruit, gère les grandes dimensions

(-) Perte d'intéprétabilité, plus lourd en calcul, pas de dépendances temporelles

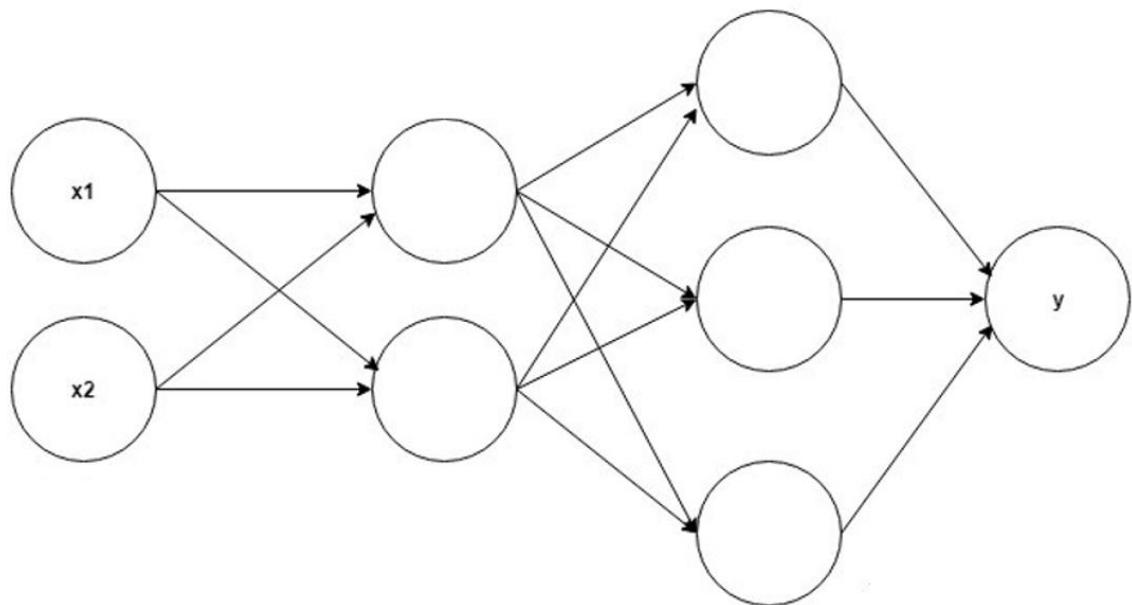


Tally: Six 1s and Three 0s

Prediction: 1

Rappels sur la modélisation – Deep learning, réseaux feedforward vs. récurrent

Réseau à propagation en avant (feedforward)



Input layer

Hidden layer 1

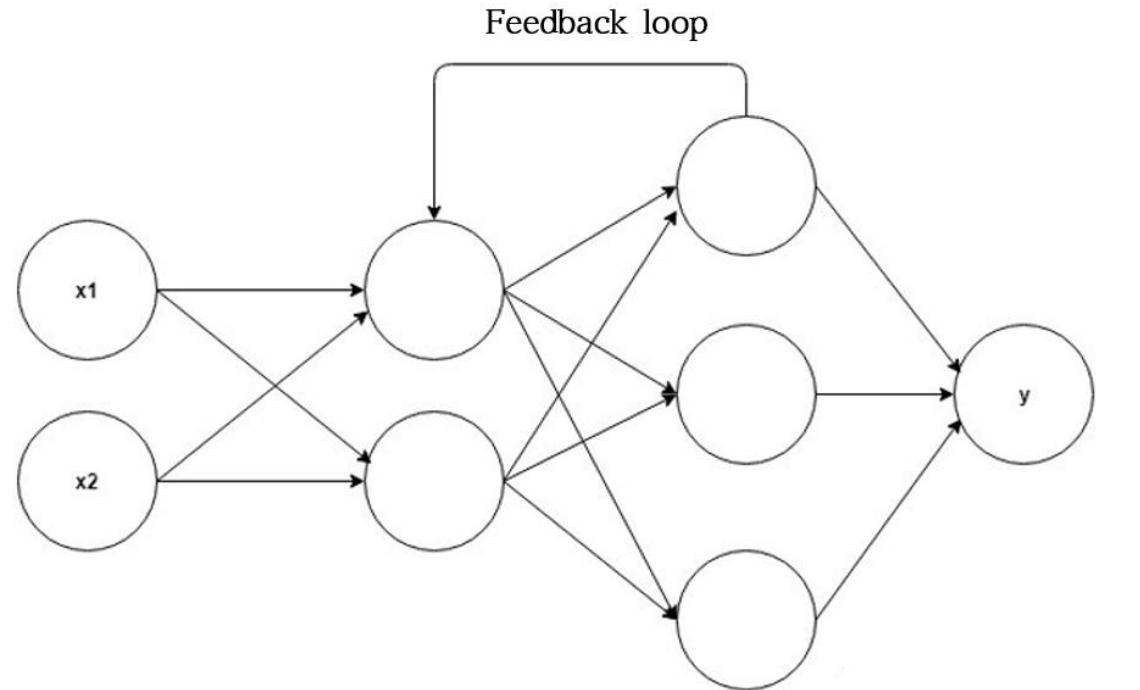
Hidden layer 2

Output layer

(+) Simple à comprendre et à implémenter, non-linéarité, peut approximer toute fonction continue

(-) Pas efficace pour des données structurées (images et séquences), sensible au sur-apprentissage, interprétabilité, pas de dépendances temporelles

Réseau récurrent (RNN)



Input layer

Hidden layer 1

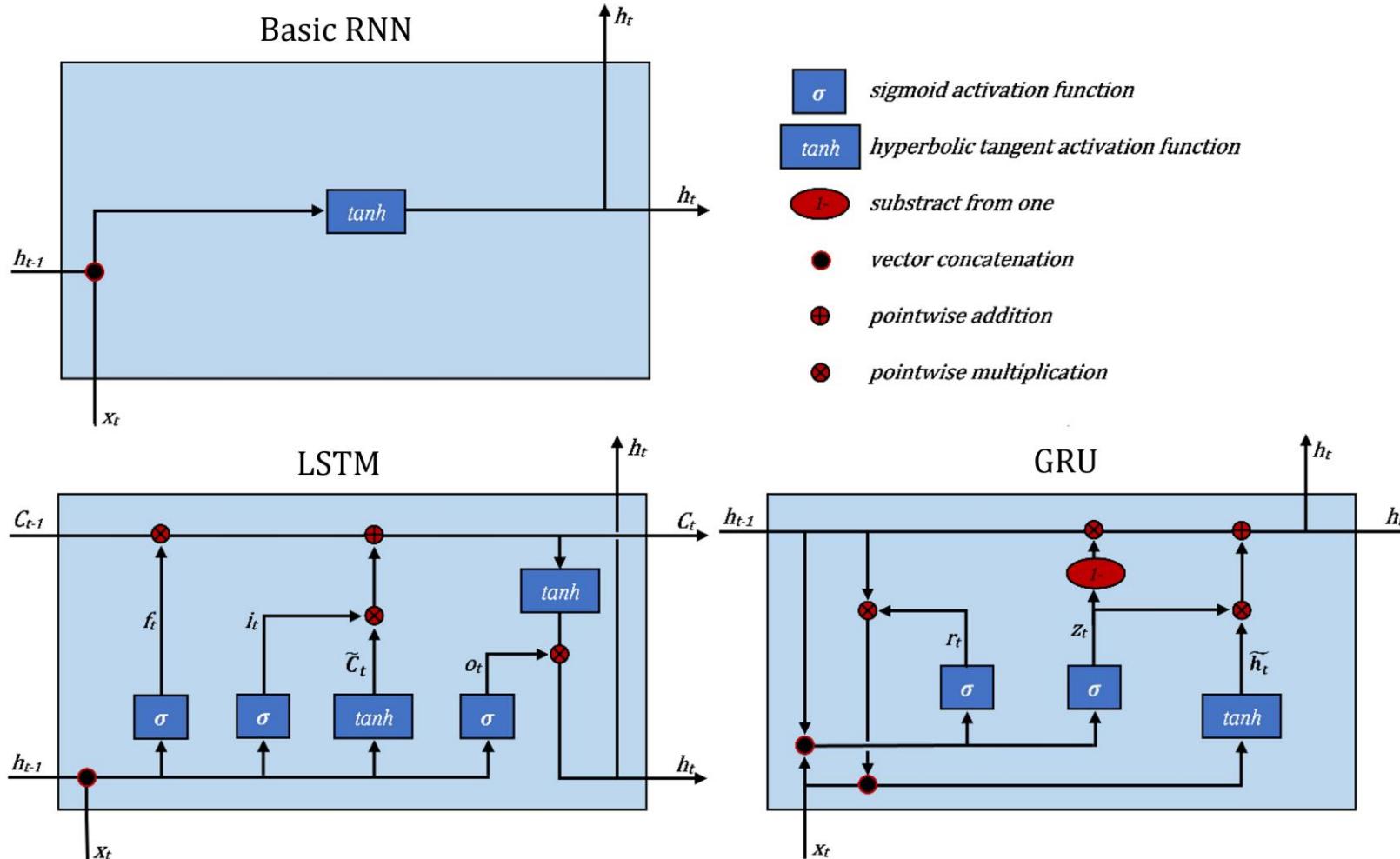
Hidden layer 2

Output layer

(+) Capture les dépendances séquentielles courtes, non-linéarité

(-) Problème du gradient évanescence (difficulté à apprendre les dépendances longues), interprétabilité

Rappels sur la modélisation – Deep learning, réseaux récurrents élaborés



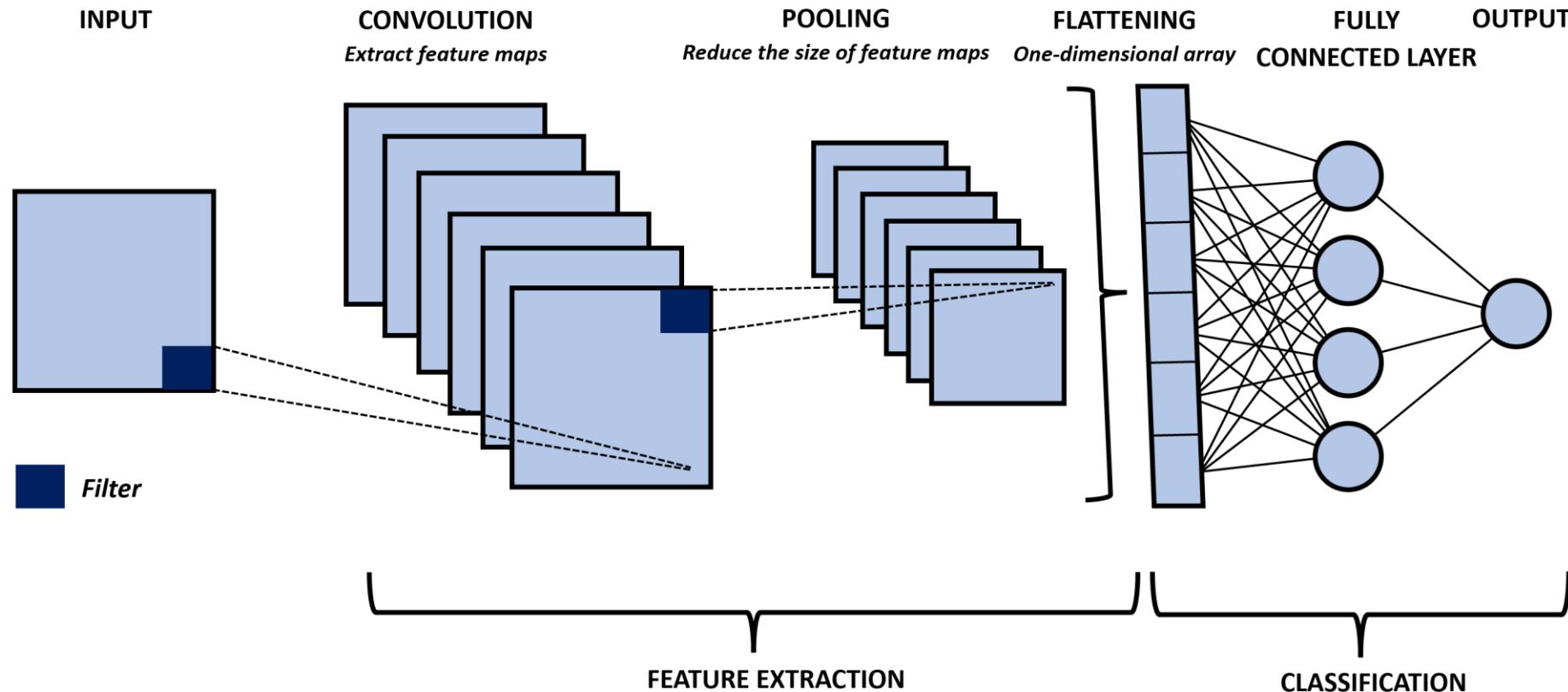
Source: Gautier V. (2022).

(+) Résout le problème du gradient évanescence, non-linéarité

(-) Plus complexe et lent à entraîner, besoin de plus de données pour la généralisation, interprétabilité

Rappels sur la modélisation – Deep learning, réseau à convolution (feedforward élaboré)

Réseau feedforward avec couche convulsive



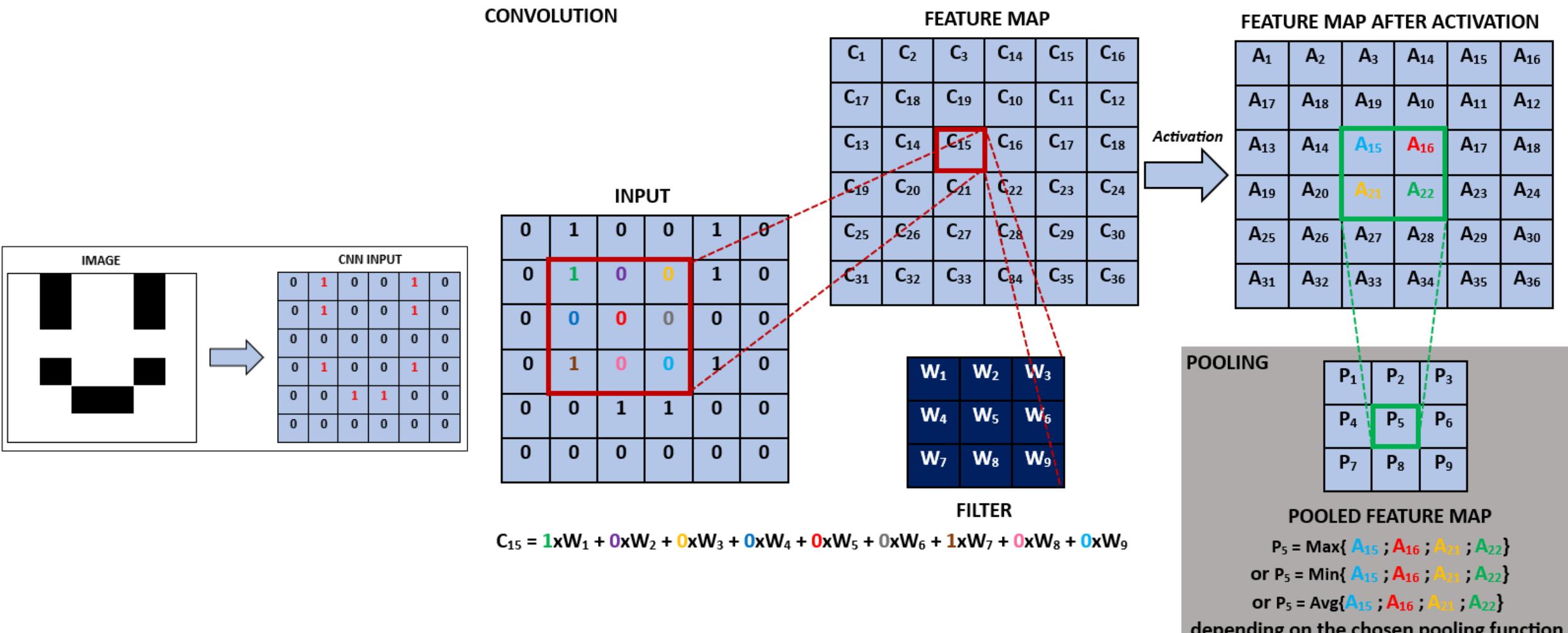
(+) Capture les patterns spatiaux locaux, partage des poids (moins de paramètres)

(-) Interprétabilité, besoin de plus de données pour la généralisation, pas de dépendances temporelles

Source: Gautier V. (2022).

Rappels sur la modélisation – Deep learning, réseau à convolution (feedforward élaboré)

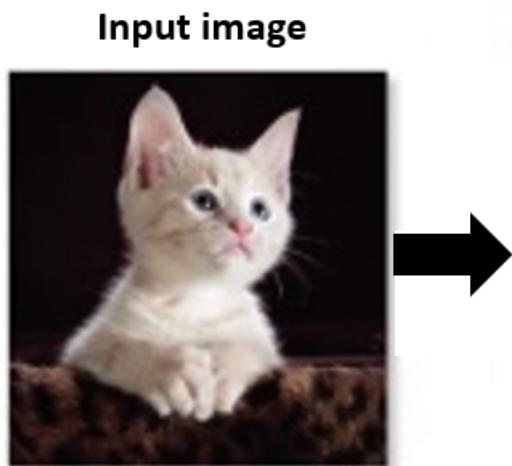
Two-dimensional input (black and white image)



Source: Gautier V. (2022).

Rappels sur la modélisation – Deep learning, réseau à convolution (feedforward élaboré)

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} |



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

Contagion et crises de change: Chapitre 3- 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.

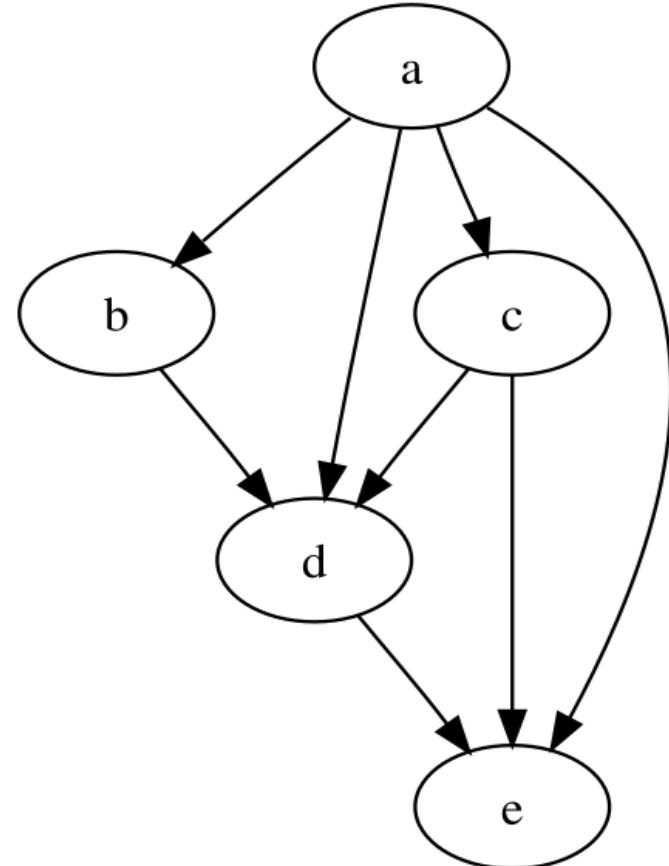
Définition très restrictive: La contagion doit être interprétée comme la modification des mécanismes de transmission qui a lieu pendant une période de turbulences. Par exemple, la contagion peut être déduite d'une augmentation significative de la corrélation entre les marchés.

Contagion et crises de change: Chapitre 3 – 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

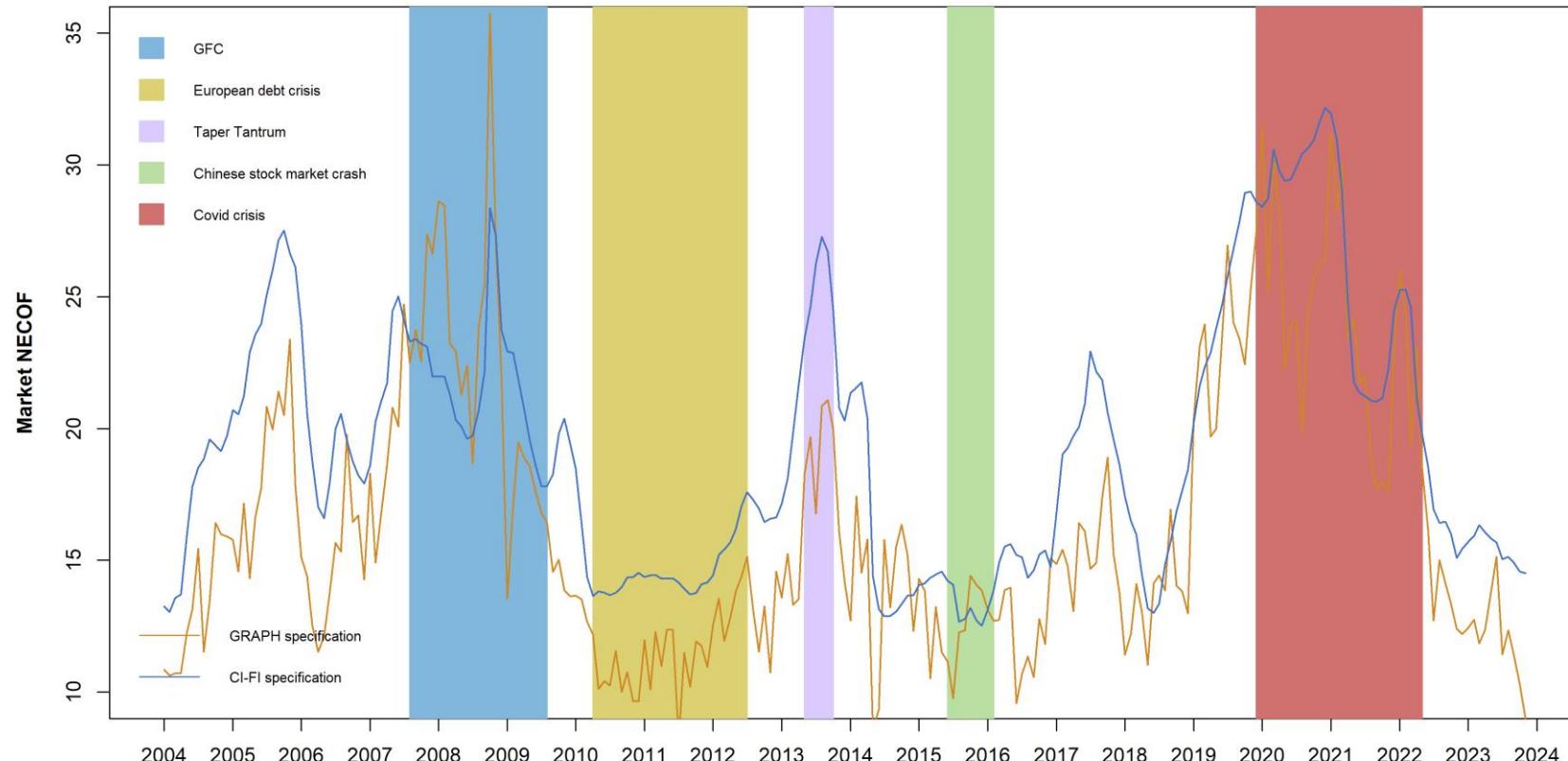


*a est un parent de b, c, d et e.
d est un enfant de a, b et c.*

Contagion et crises de change: Chapitre 3 – 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.

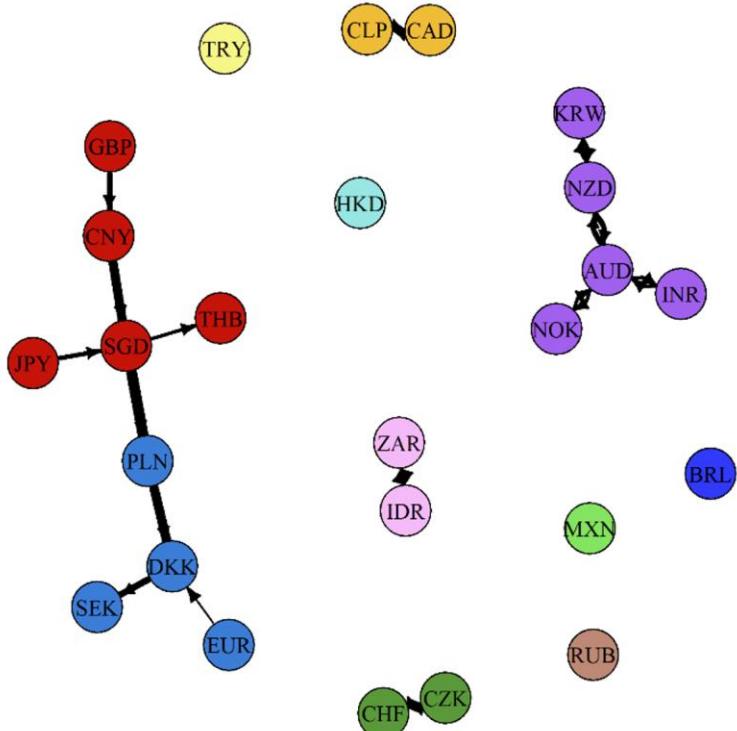


Source: Gautier V. (2025).

Contagion et crises de change: Chapitre 3 – Analyse (2)

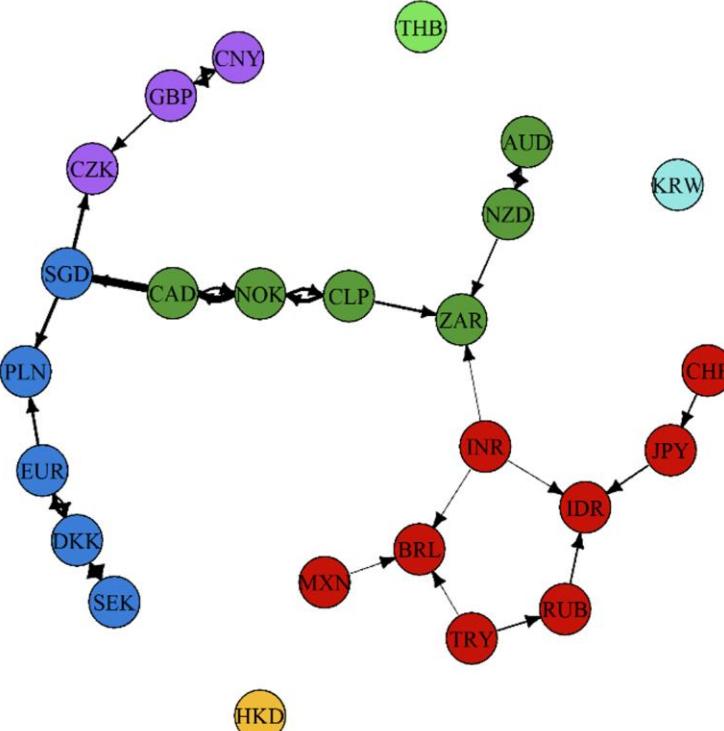
Avant le Covid

January 2019



Pendant le Covid

January 2021



- Beta > 0
- Beta < 0
- cluster 1
- cluster 2
- cluster 3
- cluster 4
- cluster 5
- cluster 6
- cluster 7
- cluster 8
- cluster 9
- cluster 10
- cluster 11

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. |



Travaux en cours



Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage

- **Objectif:** Comprendre la politique monétaire à travers les déclarations et discours de la Banque Centrale et automatiser l'évaluation di stance des annonces de la Fed.
 - **Stance:** Le stance d'une banque centrale décrit l'orientation générale de sa politique monétaire à un moment donné.
 - *Hawkish* (aigle): politique monétaire restrictive. L'objectif est de freiner l'inflation en augmentant les taux d'intérêt ou en les maintenant à des niveaux élevés.
 - *Dovish* (colombe): politique monétaire accommodante. L'objectif et de soutenir la croissance et l'emploi en réduisant les taux ou en les maintenant à des niveaux faibles.
 - *Neutral*: politique monétaire équilibrée. La banque centrale surveille l'inflation et la croissance en maintenant les taux stables.
- > Influence directement les marchés financiers (actions, obligations, devises), affecte l'économie réelle (crédits, consommation, investissement) et permet d'anticiper les décisions futures de la banque centrale. **Comprendre le stance permet de mieux anticiper les décisions économiques et financières.**

Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage

- **Mandat de la Fed:**
 - Plein emploi
 - Stabilité des prix
 - + superviser et réguler le système bancaire, maintenir la stabilité du système financier
- **Outils:**
 - Taux directeurs: Taux d'intérêt auxquels la banque centrale prête aux banques commerciales ou accepte leurs dépôts.
 - Opération de marché ouvert: Achat ou vente de titres financiers par la BC sur le marché secondaire pour réguler la liquidité bancaire.
 - Communication et forward guidance pour influencer les anticipations de marché et rassurer/alerter les investisseurs.
- **Prise de décision**: 8 ou 9 réunions de politique monétaire dans l'année avec prise de décision sur les taux et achats. 12 votants (7 officiels + Fed New York + 4 Fed régionales tournantes). Décision publiée dans le *statement* + détails 21j après dans les *minutes* + *speeches* individuels des gouverneurs toute l'année.

Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage

- **Pourquoi utiliser un modèle de langage?**
 - Les déclarations de la Fed sont textuelles et nombreuses
 - Les nuances (hawkish/dovish) sont subtiles et parfois implicites
 - L'analyse automatique permet une évaluation rapide et systématique
- **Modèle BERT** (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*)
 - Modèle de langage basé sur l'architecture des *transformers*, conçu par Google en 2018.
 - Lit le texte dans les deux sens simultanément pour mieux comprendre le contexte d'un mot en fonction des mots qui l'entourent.
 - Pré-entraîné sur de grandes quantités de texte pour la prédiction de mots masqués et la prédiction de la phrase suivante, permettant une solide compréhension du langage naturel.
- **RoBERTa**
 - Variante améliorée de BERT
 - Plus de données et epochs d'entraînement
 - Meilleure robustesse pour l'analyse textuelle

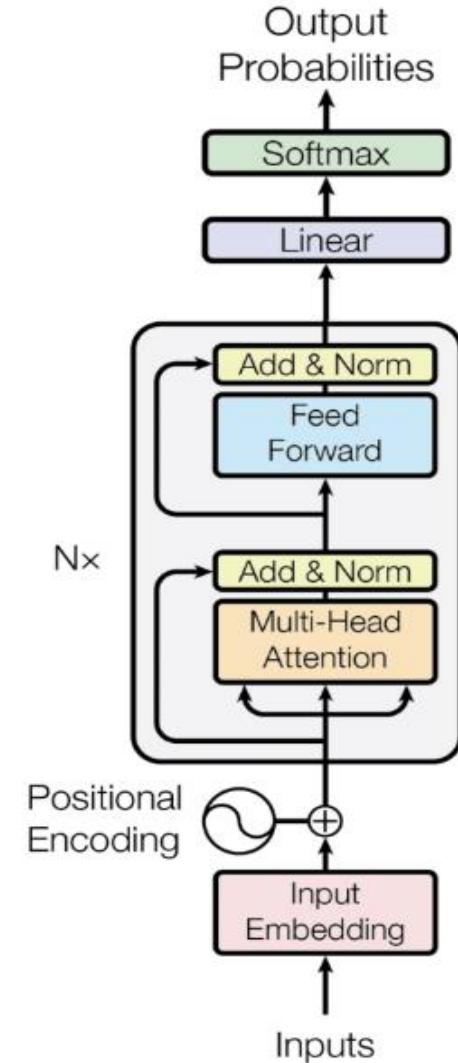
Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage

Fonctionnement d'un BERT (1):

1. **Tokenisation:** Le texte d'entrée est découpé en « tokens » (mots ou sous-mots). Chaque token reçoit un identifiant numérique associé à un vocabulaire connu du modèle.
2. **Embeddings:** Chaque token est transformé en vecteur dense qui capture le sens du mot et sa position dans la phrase.
3. **Couche Transformer** (encoder): Chaque couche comporte :
 - *Self-attention* : chaque mot regarde les autres mots de la phrase pour comprendre le contexte
 - *Feedforward layer* : transforme l'information contextualisée
 - *Residual connections + Layer normalization* : stabilise l'apprentissage

Plusieurs couches empilées permettent de capturer des relations complexes entre mots.

=> Chaque token est maintenant représenté par un vecteur contextuel qui tient compte du mot lui-même et des mots environnants dans la phrase.



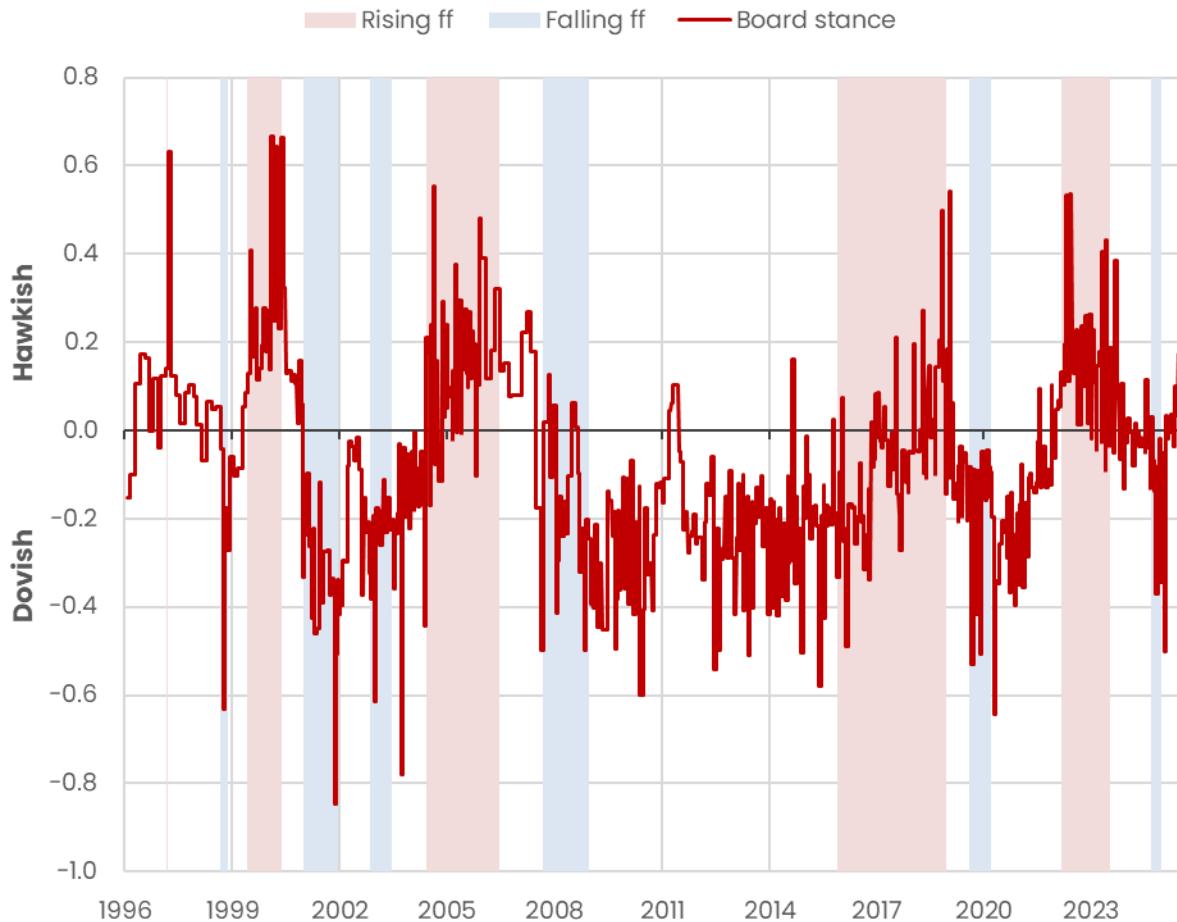
Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage – Outil TAC

1. **Collecte des données:** Les communiqués de presse du FOMC liés à la politique monétaire ainsi que les discours des 7 gouverneurs officiels ont été collectés à partir de 2009 (automatisation de l'extraction).
2. **Filtrage et extraction:** Les documents pertinents sont filtrés (sujet lié à la politique monétaire) + Les phrases clés sont identifiées à l'aide d'une approche basée sur un dictionnaire (Gorodnichenko et al., 2021) afin d'éliminer le bruit.
3. **Fine-tuning du modèle:** Un modèle RoBERTa-small est affiné sur un jeu de données labelisé de 2 480 phrases issues de comptes rendus, conférences de presse et discours de la Fed. Chaque phrase est classée comme hawkish, neutre ou dovish.
4. **Application:** Le modèle affiné est appliqué à l'ensemble historique des discours et communiqués. Chaque phrase retenue à l'étape 2 reçoit un score allant de -1 (dovish) à +1 (hawkish).
5. **Scoring au niveau du document:** Les scores de stance de politique monétaire au niveau du document sont construits suivant Shah et al. (2023) et Silva et al. (2025) (moyenne des stances sur phrase).
6. **Scoring Board vs. Gouverneur:** Un score par gouverneur est calculé comme la moyenne des stances des 5 derniers discours publiés de chaque gouverneur. Le score du Board n'inclue que la communication officielle au nom du Board.

Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage – Outil TAC

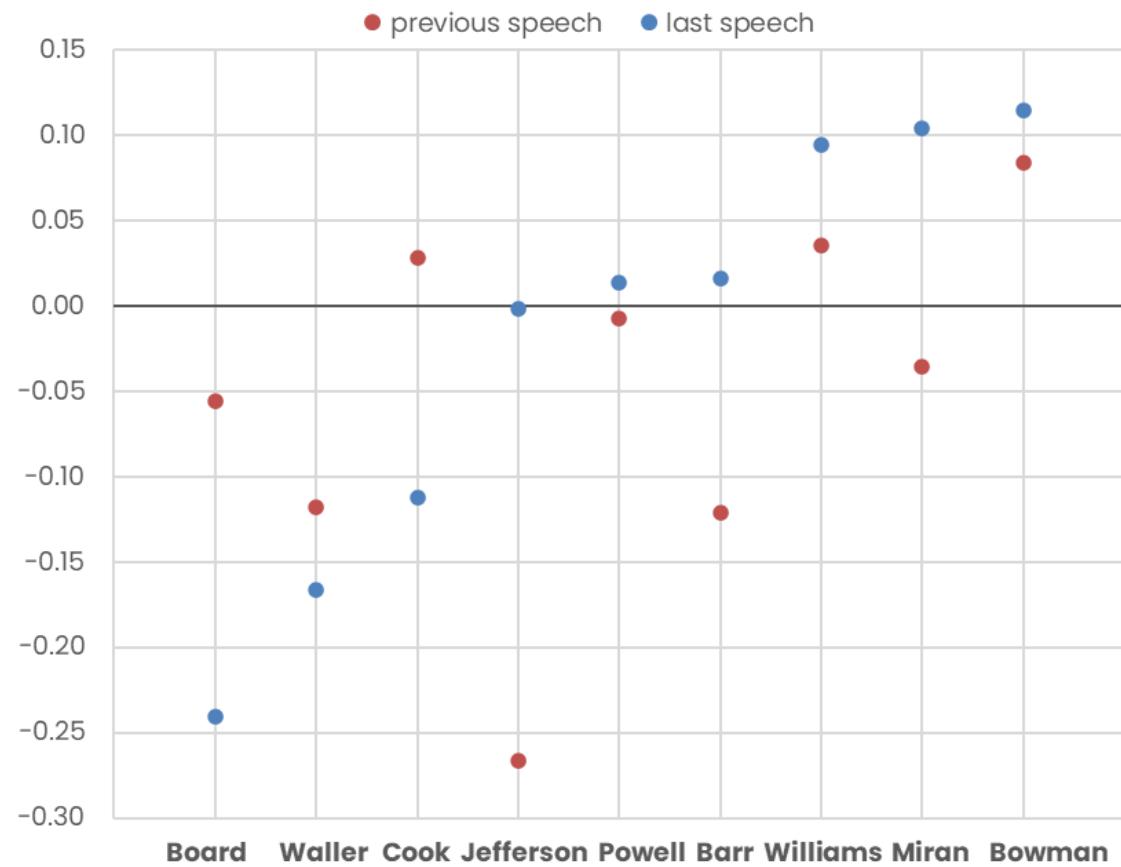
Indicateur de tonalité FOMC

De -1 (très dovish) à 1 (très hawkish), 0 comme neutralité



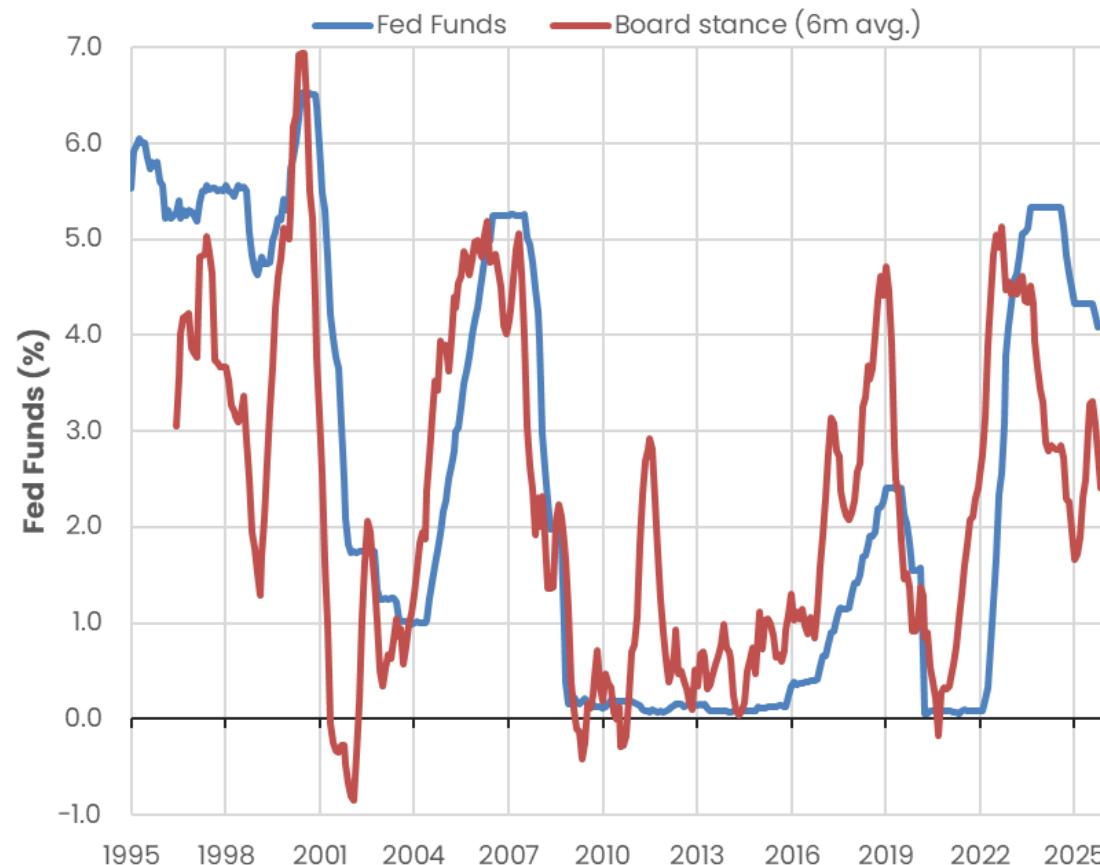
Détail par gouverneur

De -1 (très dovish) à 1 (très hawkish), 0 comme neutralité

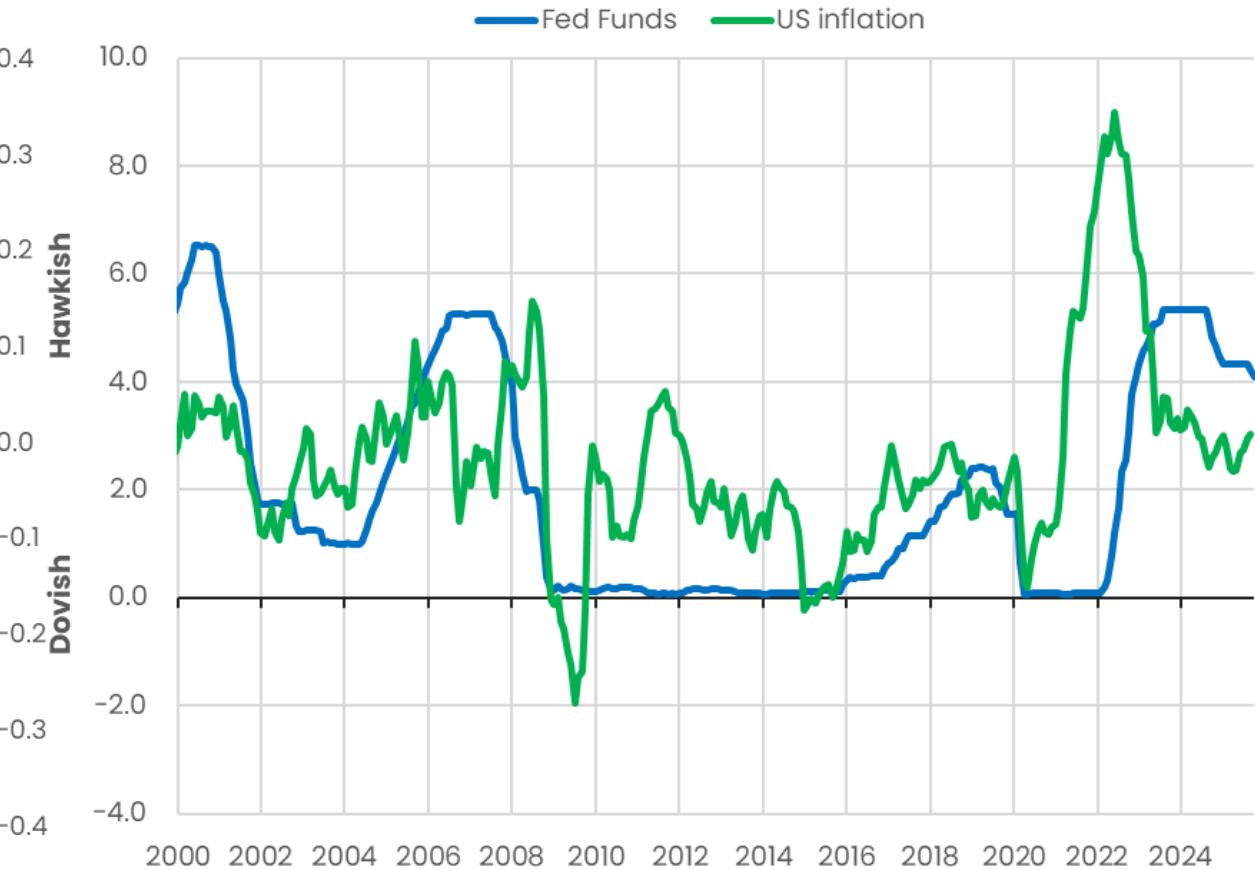


Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage – Outil TAC

Indicateur de tonalité FOMC vs Fed Funds



Fed Funds et inflation



Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage – Outil TAC

- La réunion du FOMC d'octobre a abouti à une **réduction de 25pb**, mais l'évolution la plus significative est **l'apparition d'une division interne** rare et parfaitement symétrique. Un membre plaiddait pour une baisse de 50 pb, un autre pour aucune baisse, et la majorité a opté pour 25 pb. Un tel degré de dispersion est historiquement inhabituel et n'apparaît généralement que lorsque le signal macroéconomique est suffisamment ambigu pour que le jugement subjectif prenne davantage de poids que les modèles dans la fonction de réaction.
- Le contexte a amplifié ce mouvement. Le **blackout statistique** a forcé les membres du FOMC à débattre avec une visibilité partielle, ce qui élargit mécaniquement la gamme de points de vue, chacun s'appuyant sur des sources différentes : enquêtes privées, données haute fréquence, enquêtes régionales ou indicateurs de marché. Parallèlement, **l'environnement macro devient moins directionnel** : l'inflation s'est stabilisée autour de 3 %, le marché du travail se modère sans rupture nette, et aucun des deux volets du double mandat ne justifie un cycle d'assouplissement rapide. Le rapport NFP de septembre témoigne d'un essoufflement sans cassure qui renforce ce diagnostic d'ambiguïté.
- C'est précisément dans ce type d'environnement que notre indicateur de tonalité devient particulièrement informatif. Après une phase durablement dovish jusqu'à octobre 2025, **l'indicateur revient nettement en zone de neutralité**. Ce signal est apparu dans nos mesures bien avant qu'il ne soit explicitement mentionné dans les Minutes d'octobre, où il est reconnu qu'une baisse en décembre « n'a rien d'acquis ».

Analyse du stance de la Fed avec modèle de langage – Outil TAC

- La Fed est entrée dans une phase où le **rythme de l'assouplissement est conditionnel**, mais où **l'atterrissement reste clair**. Nos indicateurs confirment qu'une baisse en décembre est possible mais loin d'être acquise, et soulignent le rôle croissant des divergences internes dans la séquence des décisions. Ce qu'ils ne remettent pas en cause, en revanche, est le message central de nos perspectives 2026 : le cycle d'assouplissement se poursuit (taux terminal autour de 3,00-3,25%), mais sa trajectoire est plus disputée et plus dépendante des données.

Anticipations de marché sur la Fed (01/12/2025)
Actuel: 3,75-4,00%

| | CME FEDWATCH TOOL - CONDITIONAL MEETING PROBABILITIES | | | | | | | | | | |
|--------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| MEETING DATE | 175-200 | 200-225 | 225-250 | 250-275 | 275-300 | 300-325 | 325-350 | 350-375 | 375-400 | 400-425 | |
| 10/12/2025 | | | | | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 87,6% | 12,4% | 0,0% |
| 28/01/2026 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 21,3% | 69,3% | 9,3% | 0,0% | |
| 18/03/2026 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 7,1% | 37,3% | 49,4% | 6,2% | 0,0% | |
| 29/04/2026 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 1,6% | 14,0% | 40,0% | 39,6% | 4,8% | 0,0% | |
| 17/06/2026 | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 1,0% | 9,3% | 30,3% | 39,7% | 17,8% | 1,8% | 0,0% | |
| 29/07/2026 | 0,0% | 0,0% | 0,4% | 4,1% | 17,2% | 33,8% | 31,5% | 11,8% | 1,1% | 0,0% | |
| 16/09/2026 | 0,0% | 0,2% | 1,9% | 9,6% | 24,1% | 32,9% | 23,3% | 7,3% | 0,7% | 0,0% | |
| 28/10/2026 | 0,0% | 0,6% | 3,6% | 12,8% | 26,1% | 30,7% | 19,8% | 5,9% | 0,5% | 0,0% | |
| 09/12/2026 | 0,2% | 1,3% | 5,8% | 15,9% | 27,2% | 28,2% | 16,5% | 4,6% | 0,4% | 0,0% | |
| 27/01/2027 | 0,2% | 1,5% | 6,4% | 16,5% | 27,2% | 27,5% | 15,8% | 4,4% | 0,4% | 0,0% | |
| 17/03/2027 | 0,4% | 2,1% | 7,6% | 17,8% | 27,3% | 26,1% | 14,4% | 3,9% | 0,3% | 0,0% | |
| 28/04/2027 | 0,4% | 2,1% | 7,4% | 17,5% | 27,0% | 26,1% | 14,8% | 4,2% | 0,4% | 0,0% | |
| 09/06/2027 | 0,5% | 2,3% | 7,9% | 18,0% | 26,9% | 25,6% | 14,3% | 4,0% | 0,4% | 0,0% | |
| 28/07/2027 | 0,4% | 2,0% | 6,8% | 16,0% | 25,1% | 25,8% | 16,5% | 6,1% | 1,1% | 0,1% | |
| 15/09/2027 | 0,4% | 1,9% | 6,8% | 15,9% | 25,1% | 25,8% | 16,6% | 6,2% | 1,2% | 0,1% | |
| 27/10/2027 | 0,3% | 1,8% | 6,3% | 15,1% | 24,2% | 25,8% | 17,5% | 7,1% | 1,6% | 0,2% | |

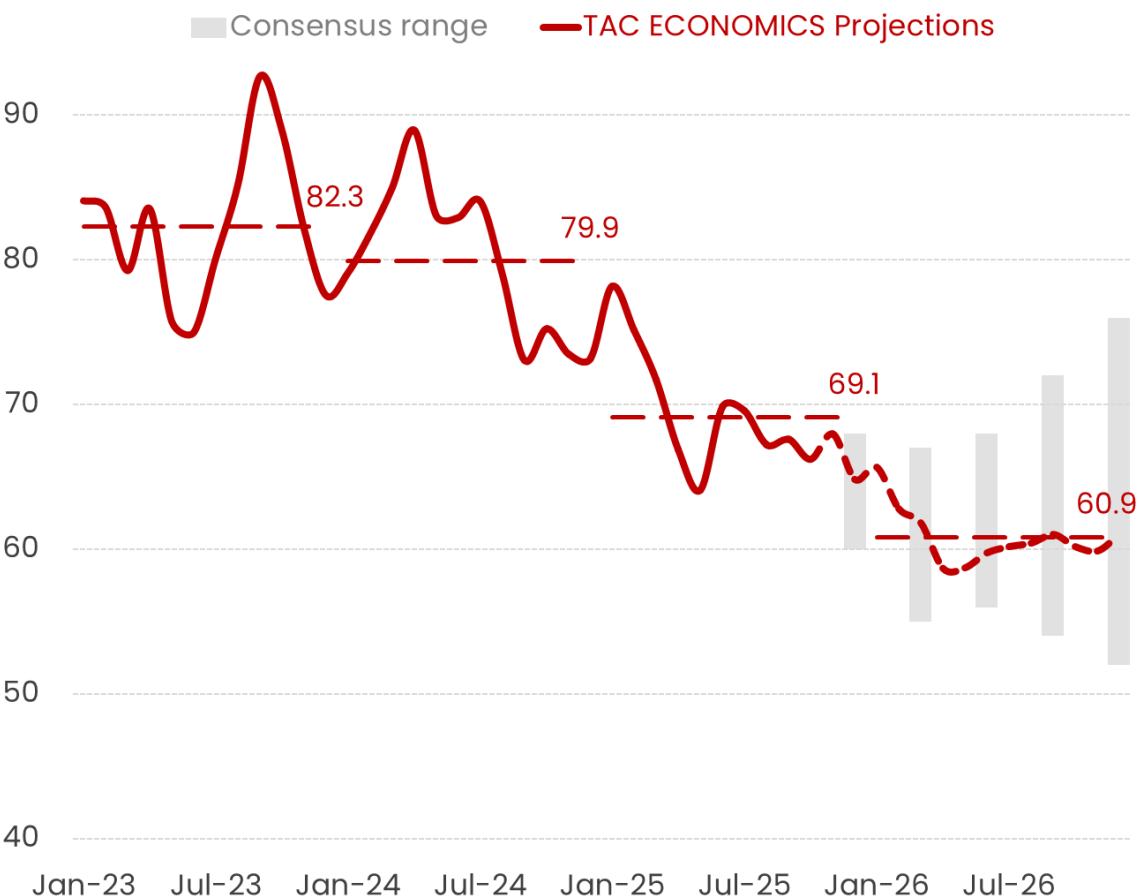


**Vue globale sur les 10 key
émergents 4 matures**

Prix du pétrole: Poursuite de la baisse

TAC ECONOMICS Global Oil Price projections

Brent is \$/bl, until March 2027



- **Changements structurels du marché** : stratégie ajustée de l'OPEP+ dans un contexte de transition énergétique et de déséquilibres croissants entre offre et demande.
- **Offre en forte hausse** : OPEP+ lève progressivement ses quotas pour regagner des parts de marché et compenser des prix bas ; forte croissance de la production hors OPEP+ (États-Unis +1,3 mb/j, autres producteurs +1,7 mb/j).
- **Russie fragilisée** : sanctions renforcées et attaques sur infrastructures → réduction des exportations vers l'Inde, compensée par la capacité de réserve de l'OPEP.
- **Demande affaiblie** : révisions à la baisse, stagnation dans l'OCDE, ralentissement en Chine, croissance portée surtout par Chine & Inde mais à un rythme plus modéré.
- **Sur-offre 2025–2026** : excédent massif entraînant un Brent autour de 60 \$/bbl ; pression baissière sur les revenus des exportateurs mais amélioration des comptes extérieurs des importateurs asiatiques.

Economies matures – Etat des lieux fin 2025

- L'économie mondiale s'est révélée **plus résistante qu'anticipé** en 2025, déjouant les nombreuses prévisions d'un ralentissement plus marqué dans un contexte de tensions commerciales, de politique monétaire restrictive et de contraintes budgétaires. Le PIB mondial a progressé d'environ 3 %, porté par un mélange de:
 - Commandes anticipées avant les hausses de tarifs => coup de pouce temporaire à l'industrie.
 - Soutien budgétaire persistant: « *One Big Beautiful Bill* » aux US, « *Next Generation EU* » en Europe.
 - Investissements liés à l'IA et la technologie.
- Ensemble, ces facteurs ont **retardé le ralentissement** et permis une nouvelle année de croissance supérieure au potentiel aux États-Unis, ainsi qu'une stabilisation modérée dans les autres grandes économies. Mais il s'agissait de **moteurs transitoires**, non structurels. Une grande partie de la vigueur observée en 2025 relève d'une "résilience d'anticipation", un cycle avancé qui laisse désormais peu de marge de manœuvre pour 2026.

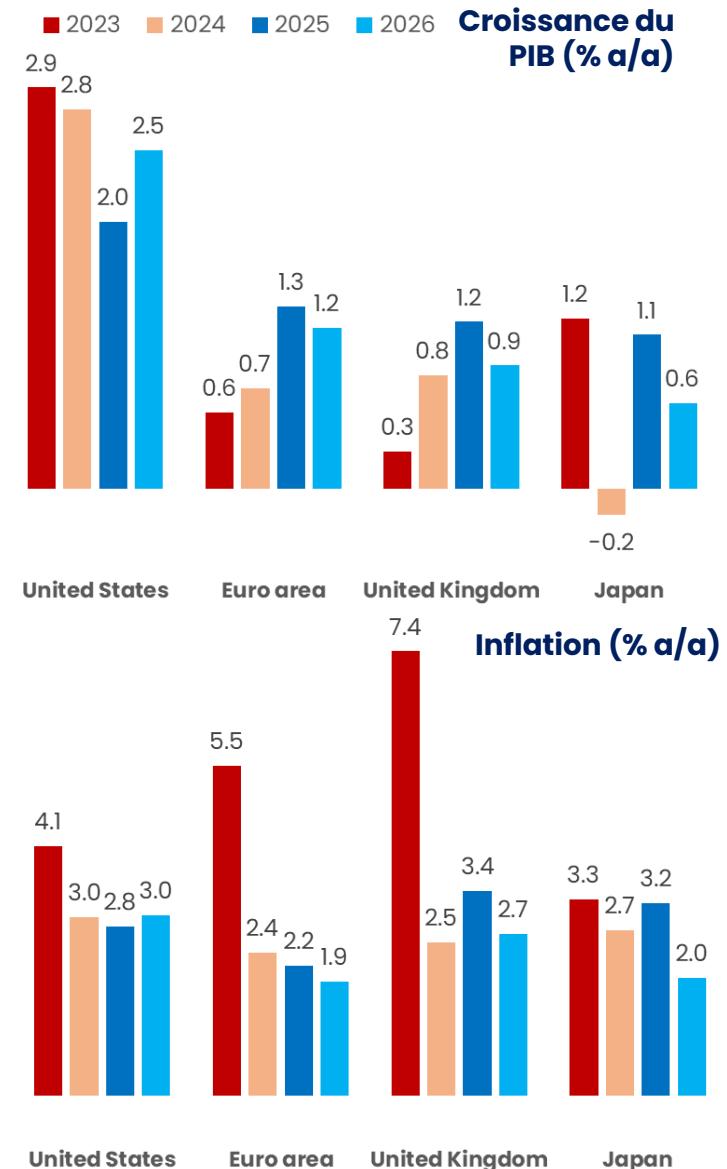
Economies matures – Perspectives 2026

- Dans notre scénario central, les **États-Unis réaccélèrent légèrement** sous l'effet de l'assouplissement monétaire et du maintien d'investissements robustes dans les secteurs à forte productivité (IA et technologie). La **zone euro** conserve un **léger biais haussier** grâce à la désinflation, qui soutient les revenus réels, et à l'expansion des programmes d'investissement public. Le **Royaume-Uni ralentit**, freiné par une inflation des services persistante et des marges budgétaires limitées. Le **Japon poursuit sa normalisation** de politique monétaire avec prudence dans une nouvelle dynamique budgétaire.
- Pour autant, la **marge d'erreur est étroite** : c'est l'interaction entre les taux, la liquidité et la confiance qui déterminera si la résilience actuelle se prolonge, ou si elle cède la place à un réajustement désordonné sur les marchés.
- L'économie mondiale entre désormais dans une phase où la **croissance reste positive, mais où l'architecture financière qui l'entoure devient plus fragile**. Les grands équilibres macroéconomiques (activité, inflation, taux directeurs) demeurent relativement stables ; ce qui change, c'est le contexte de marché dans lequel ils s'exercent.
- Dans les principales économies, les **taux longs restent élevés**, non pas en raison d'anticipations d'inflation désancrées, mais parce que les **primes de risque se sont nettement accrues**. Les investisseurs exigent désormais une **compensation face aux incertitudes budgétaires**, à la **fragmentation politique** et à une **crédibilité institutionnelle perçue comme affaiblie**. Cette revalorisation marque la fin de l'ère de la « liquidité gratuite » qui a dominé les années 2010.

- **La divergence des cycles monétaires ne fera qu'accentuer les tensions financières.**
- La Fed assouplit sa politique en réponse à des données sur l'emploi plus faibles et à une fonction de réaction qui privilégie désormais l'emploi par rapport aux variations de prix de court terme. Nous anticipons un taux Fed funds autour de 3,00–3,25 % à mi-2026.
- À l'inverse, la BCE estime que le niveau actuel de ses taux est approprié, l'inflation convergeant vers 2 %, ce qui suggère une stabilité tout au long de 2026.
- La BoE procédera à une modeste réduction de taux en décembre puis début 2026, mais reste contrainte par les conditions budgétaires et par une inflation des services toujours élevée.
- Parallèlement, la BoJ devrait relever ses taux de 25 pb d'ici décembre, poursuivant sa normalisation vers 1 % fin 2026.
- **Cette asynchronie aura des effets sur les taux de change.** Le dollar devrait continuer à se déprécier jusqu'à mi-2026, la Fed assouplissant plus rapidement que ses homologues, avant de se renforcer à nouveau au second semestre à mesure que l'écart de croissance se creuse en faveur des États-Unis. L'euro devrait rester dans une fourchette étroite (1.17-1.18 fin 2026), la livre sterling sous-performe, le yen s'apprécie brièvement avant de reprendre du terrain lorsque les stratégies globales de carry trade se reforment.

Economies matures – Perspectives 2026

- Notre scénario central reste cohérent avec une croissance mondiale d'environ 2,9 % en 2026, après 3,0 % en 2025, un rythme supérieur à la croissance potentielle aux États-Unis et proche de la tendance ailleurs.
- L'inflation poursuit sa modération** : autour de 3,3 % aux US au S12026 avant de refluer vers 2,7 % fin 2026 ; proche de la cible en zone euro ; au-dessus de 3 % au Royaume-Uni jusqu'à fin 2026 ; et autour de 2 % au Japon. Les divergences de politique monétaire maintiennent des différentiels de taux élevés, mais les conditions financières mondiales ne devraient s'assouplir qu'à la marge.
- Les **principaux risques pèsent du côté financier**. Nous attribuons **une probabilité faible à une récession mondiale, mais une probabilité croissante à un épisode d'instabilité de marché**, déclenché par un regain de tensions commerciales, un épisode budgétaire désordonné ou un choc de liquidité sur les marchés souverains ou du crédit. Les **vulnérabilités structurelles se sont déplacées du secteur privé vers le domaine public** : soutenabilité budgétaire, cohésion politique et confiance institutionnelle constituent désormais les contraintes déterminantes pour la croissance.
- Ainsi, l'économie mondiale en 2026 évoluera dans un corridor étroit : suffisamment de momentum pour éviter la contraction, mais **pas assez de crédibilité pour assurer une stabilité durable**. Le défi des décideurs n'est plus de stimuler la demande, mais de **préserver la confiance dans des marchés** qui ne tiennent plus la stabilité pour acquise.

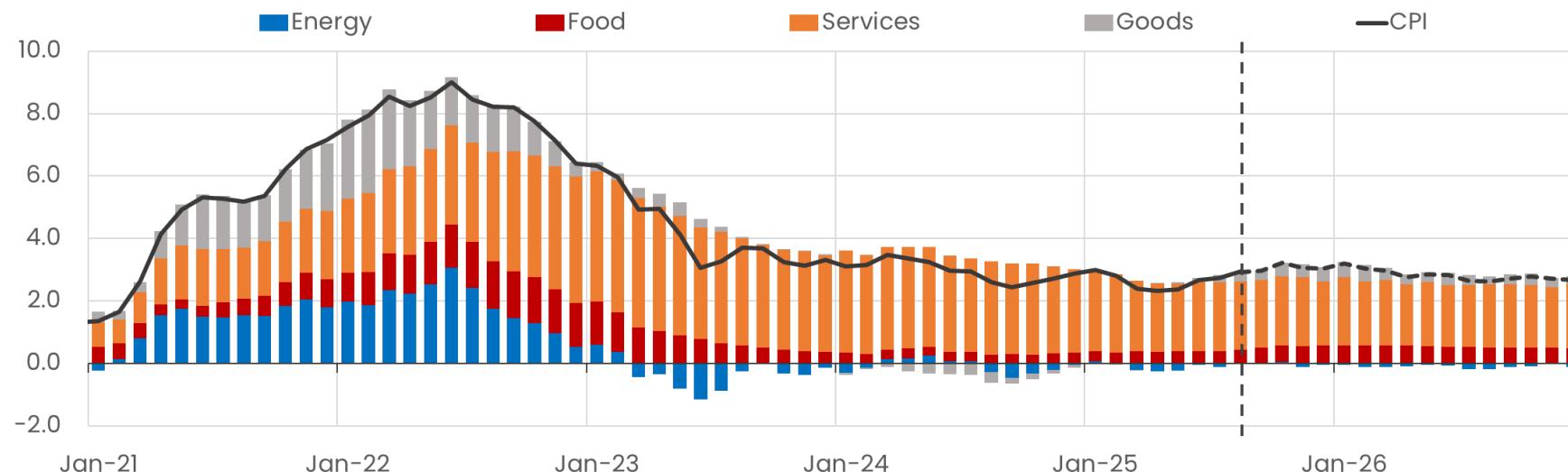


Economies matures – Activité US

- Avec la fin du **shutdown** et la reprise progressive des publications statistiques, l'analyse peut enfin se déplacer des questions de disponibilité des données vers les dynamiques macroéconomiques sous-jacentes que la période de blackout avait momentanément masquées. Les premiers indicateurs officiels disponibles (en particulier le rapport sur l'emploi de septembre) confirment le schéma que les indicateurs privés et régionaux suggéraient déjà : le **marché du travail américain se refroidit de manière progressive et ordonnée**.
- Ces éléments confirment une **économie qui ralentit mais ne se dégrade pas**. A noter, même si le shutdown est terminé, l'accord de financement actuel expire le 19 janvier 2026, ce qui laisse planer un risque non négligeable de nouvel épisode.
- Nos modèles continuent d'anticiper une trajectoire située entre stabilisation et réaccélération en raison:
 - **Les effets richesse restent un amortisseur important** : la hausse des **prix de l'immobilier et des marchés actions** continue de soutenir la consommation. Ensuite, **l'investissement** demeure robuste, notamment dans les logiciels, les infrastructures cloud, les centres de données, les dépenses liées à l'IA et certaines composantes de l'écosystème des semi-conducteurs. Ces secteurs apparaissent systématiquement dans les branches fortement contributives des modèles, reflétant leur lien étroit avec la performance des marchés d'actifs.
 - **Les conditions financières restent globalement résilientes** et le début de l'assouplissement monétaire réduit la probabilité qu'un durcissement du crédit oriente l'économie vers des scénarios plus risqués.

Economies matures – Inflation US

- Nous continuons d'anticiper une inflation globale proche mais légèrement supérieure à 3 % durant le premier semestre 2026, avant une décrue graduelle vers 2,7 % fin 2026.
- **Le pass-through tarifaire** maintient la fermeté des biens sous-jacents à court terme. À mesure que les stocks pré-tarifs sont remplacés par des importations plus coûteuses et que le contrôle des contournements s'intensifie, nos élasticités indiquent un impact de +0,6 point sur le CPI, étalé sur deux trimestres et concentré sur le T1 2026.
- **La désinflation des services reste progressive.** La croissance salariale ralentit et les démissions demeurent faibles, mais les services sous-jacents restent au-dessus de leur norme prépandémie. Les **loyers poursuivent leur normalisation**, conformément aux indices de loyers privés, mais la transmission retardée implique un ajustement lent. Hors logement, les services montrent un mélange de catégories en décélération (assurance, services médicaux) et d'autres stabilisées à des niveaux élevés (tarifs aériens, loisirs).



Economies matures – Taux directeur US

- La réunion du FOMC d'octobre a abouti à une **réduction de 25pb**, mais l'évolution la plus significative est **l'apparition d'une division interne** rare et parfaitement symétrique. Un membre plaideait pour une baisse de 50 pb, un autre pour aucune baisse, et la majorité a opté pour 25 pb. Un **tel degré de dispersion est historiquement inhabituel** et n'apparaît généralement que lorsque le signal macroéconomique est suffisamment ambigu pour que le jugement subjectif prenne davantage de poids que les modèles dans la fonction de réaction.
- Le contexte a amplifié ce mouvement. Le **blackout statistique** a forcé les membres du FOMC à débattre avec une visibilité partielle, ce qui élargit mécaniquement la gamme de points de vue, chacun s'appuyant sur des sources différentes : enquêtes privées, données haute fréquence, enquêtes régionales ou indicateurs de marché. Parallèlement, **l'environnement macro devient moins directionnel** : l'inflation s'est stabilisée autour de 3 %, le marché du travail se modère sans rupture nette, et aucun des deux volets du double mandat ne justifie un cycle d'assouplissement rapide. Le rapport NFP de septembre témoigne d'un essoufflement sans cassure qui renforce ce diagnostic d'ambiguïté.
- La Fed est entrée dans une phase où le **rythme de l'assouplissement est conditionnel**, mais où **l'atterrissement reste clair**. Nos indicateurs confirment qu'une baisse en décembre est possible mais loin d'être acquise, et soulignent le rôle croissant des divergences internes dans la séquence des décisions. Ce qu'ils ne remettent pas en cause, en revanche, est le message central de nos perspectives 2026 : le cycle d'assouplissement se poursuit (taux terminal autour de 3.00-3.25%), mais sa trajectoire est plus disputée et plus dépendante des données.

Economies matures – Taux long US

- La décision de la Fed de mettre **fin au quantitative tightening** le 1er décembre doit être interprétée avant tout comme un ajustement technique visant à stabiliser la liquidité de court terme, et **non comme un changement d'orientation de la politique monétaire**. En réinvestissant les remboursements de MBS dans des T-bills (bons du Trésor américain à court terme), la Fed évite un resserrement involontaire des conditions financières. Ces mesures sont importantes pour la stabilité du marché repo, mais elles n'ont qu'un impact limité sur les taux longs.
- La trajectoire des taux longs américains reste déterminée par des forces structurelles bien ancrées. Dans cette configuration, nous maintenons donc nos projections de taux longs. Nous anticipons un rendement du Treasury à 10 ans autour de 4,1 % fin 2025, dérivant progressivement vers 4,4 %-4,5 % fin 2026. Après s'être re-pentifiée en 2025, la courbe devrait conserver une **pente légèrement positive**. Une pentification plus marquée reste possible en cas de surprises macroéconomiques ou de re-pricing de la politique monétaire, mais un scénario de bull-steepling durable exigerait soit une révision importante à la baisse de la croissance, soit une compression brutale des primes de terme, deux hypothèses absentes de notre scénario central.

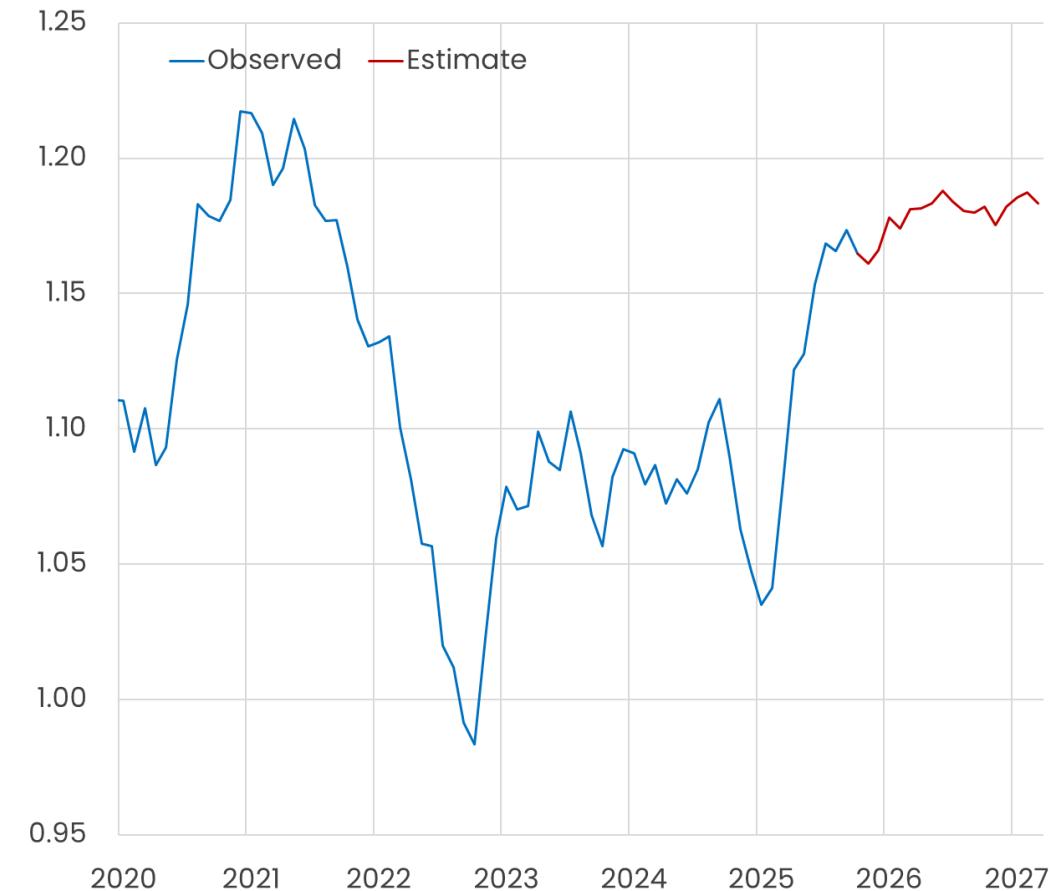
Le **quantitative tightening** (QT) est une politique monétaire par laquelle la banque centrale **réduit la taille de son bilan** en retirant de la liquidité du système financier. Il s'agit de l'inverse du *quantitative easing* (QE).

- Mécanisme: La banque centrale peut vendre des obligations ou ne pas renouveler les titres arrivant à maturité. Ce processus retire de l'argent du système et réduit la liquidité disponible.
- Impacts: La mise en œuvre du QT provoque généralement une hausse des taux longs et exerce une pression à la hausse sur les rendements obligataires. Elle freine la croissance monétaire et contribue à réduire l'inflation. Les marchés financiers peuvent subir une baisse des prix des actions et obligations et rencontrer des tensions sur le crédit. Enfin, l'économie réelle peut ralentir, avec un effet modérateur sur la consommation et l'investissement.

Economies matures – EUR/USD

- Notre modèle continue d'indiquer que **l'euro conserve un potentiel de hausse modeste**, vers 1,18-1,19, car l'inflation américaine devrait connaître une hausse début 2026 en raison de l'impact différé de la politique tarifaire.
- La normalisation de la BCE et le cycle d'assouplissement de la Fed restent les principaux soutiens de l'EUR à court terme.** L'écart entre les taux devrait continuer de se réduire, la Fed poursuivant ses baisses pour atteindre 3,0-3,25 % d'ici mi-2026, tandis que la BCE maintiendra son taux à 2,0 %. Les rendements à long terme de la zone euro restent élevés (2,8-3,0 %) en raison du soutien limité de la BCE et des émissions souveraines en cours. Cependant, les rendements américains restent plus élevés, reflétant une **croissance plus forte et des primes de terme**. Ainsi, l'EUR/USD devrait rester dans une fourchette étroite à moyen terme.
- Un euro plus fort, tout en réduisant les prix à l'importation et en soutenant temporairement les revenus réels, offre **peu d'avantages macroéconomiques** compte tenu du contexte inflationniste actuel. L'inflation étant déjà proche de l'objectif et la demande intérieure modérée, une nouvelle appréciation aurait plutôt pour effet de resserrer les conditions financières et de nuire à la compétitivité des exportateurs européens.

EUR/USD projections



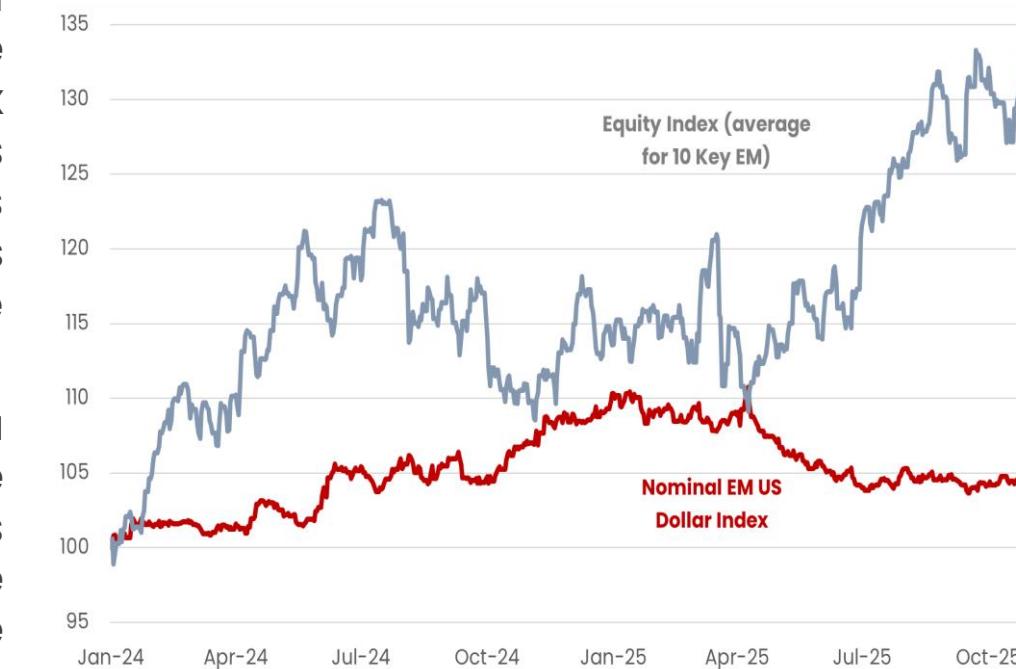
Economies émergentes – Etat des lieux fin 2025

- 10key EMs: Brésil, Chine, Inde, Indonésie, Corée du Sud, Mexique, Pologne, Russie, Afrique du Sud et Turquie.
- Les **performances économiques des marchés émergents (ME) ont été particulièrement résilientes** compte tenu du **contexte international morose**. Des vents conjoncturels contraires étaient attendus après l'élection du Président américain D. Trump, notamment via l'impact négatif de la **hausse historique des droits de douane américains** sur la demande de marchandises en provenance des ME. Cependant, le commerce international s'est amélioré, notamment grâce au **renforcement des relations commerciales intra-asiatiques**, ce qui a permis d'améliorer les comptes extérieurs des ME.
- En outre, la **confiance favorable des consommateurs et des entreprises** a entraîné une demande domestique soutenue, permettant au PIB des 10 Key EM de se stabiliser à +4,7% en moyenne au cours des trois derniers trimestres.
- Les **politiques économiques des marchés émergents ont été favorables**. Malgré un niveau d'endettement public plus élevé, les mesures de soutien budgétaire ont été renforcées en 2025 (à -6,1% du PIB en 2025).
- Parallèlement, les **pressions inflationnistes sont restées limitées** grâce à une baisse régulière des prix des denrées alimentaires et de l'énergie ; **l'assouplissement des politiques monétaires** dans les ME (à l'exception notable du Brésil qui maintient une politique restrictive) a été prudent afin de gérer le risque de volatilité financière.

Economies émergentes – Etat des lieux fin 2025

- Le « *Liberation Day* », associé à des **inquiétudes croissantes concernant la soutenabilité de la politique budgétaire américaine et l'indépendance de la Réserve Fédérale**, a déclenché un **affaiblissement important du Dollar américain** au second trimestre 2025, accompagnée d'une réallocation des flux de capitaux mondiaux. En effet, les **entrées soutenues de capitaux vers les ME** ont permis une appréciation nominale des devises émergentes (environ 5% contre USD en moyenne), tandis que leurs marchés boursiers ont enregistré des performances considérables depuis lors, grâce à l'écart favorable entre les taux de croissance du PIB des marchés émergents et des économies avancées.
- La conséquence est toutefois une **vulnérabilité accrue des ME à la volatilité financière**, même si celle-ci est partiellement compensée par une politique monétaire prudente. Alors que la volatilité des marchés boursiers émergents a coïncidé avec le pic d'incertitude commerciale début avril, la récente résurgence de l'indice de volatilité des ETF témoigne des tensions financières accumulées en octobre 2025 en raison du regain de tensions commerciales entre les États-Unis et la Chine, des sanctions imposées aux plus grands producteurs de pétrole russes qui ont fait grimper les prix des matières premières, et du sentiment d'inquiétude des investisseurs.

EM exchange rate and stock market index
100 in January 2024



Economies émergentes – Perspectives 2026

- Le **contexte exogène des ME se détériore**. La montée des **tensions géopolitiques**, l'éclatement de manifestations sociopolitiques avec le **renversement des dirigeants** dans plusieurs pays, la **hausse des droits de douane américains** et la **remise en cause de l'ordre commercial mondial** fondé sur des règles de droit, ainsi que la **réallocation mondiale des flux de capitaux** pèsent fortement sur les perspectives conjoncturelles à court terme. En outre, la **baisse des prix mondiaux du pétrole**, due à une offre excédentaire, aura un impact significatif sur les pays exportateurs nets de matières premières.
- La **croissance économique des ME devrait ralentir** au cours des prochains trimestres. La croissance moyenne du PIB dans les 10 Key EM passera de +4,5% a/a au premier et deuxième trimestres 2025 à +3,5% au T3 et T4 2026, avec une reprise potentielle début 2027. Les répercussions directes du **ralentissement conjoncturel en Chine**, de la **baisse de la demande mondiale** et d'une **politique budgétaire moins accommodante** ne seront que **partiellement compensées** par l'impact de l'assouplissement monétaire en cours et de la reconstitution progressive des stocks de biens. Les ME à croissance rapide (Chine, Inde et Indonésie) connaîtront un ralentissement plus significatif en 2026, tandis que l'activité dans les ME à croissance relativement plus lente (Mexique, Pologne, Afrique du Sud, Corée du Sud) devrait se consolider modérément. Cette convergence au sein des 10 Key EM suggère un **renforcement potentiel de la résilience économique à moyen terme**.

GDP and inflation projections

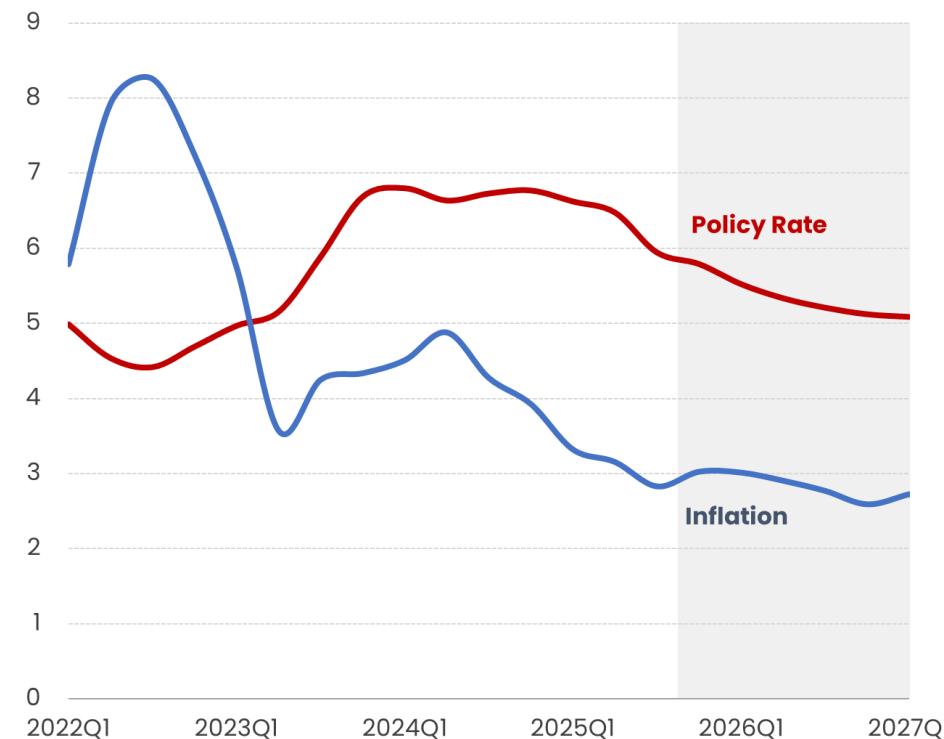
| | | Croissance du PIB | | | Inflation | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|------|------|-----------|------|------|
| | | 2024 | 2025 | 2026 | 2024 | 2025 | 2026 |
| | Brésil | 3,4 | 2,4 | 1,3 | 4,5 | 5,3 | 4,5 |
| | Chine | 4,9 | 5,0 | 3,9 | 0,3 | 0,0 | 0,4 |
| | Inde | 6,7 | 7,9 | 6,2 | 4,9 | 3,1 | 4,5 |
| | Indonésie | 5,0 | 4,9 | 4,6 | 2,3 | 1,8 | 2,5 |
| | Corée du Sud | 2,0 | 0,8 | 2,0 | 2,4 | 2,0 | 1,7 |
| | Mexique | 1,2 | 0,6 | 1,1 | 4,8 | 3,9 | 3,8 |
| | Pologne | 2,9 | 3,3 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 2,8 |
| | Russie | 4,3 | 1,2 | 1,0 | 8,4 | 9,0 | 6,1 |
| | Afrique du Sud | 0,5 | 1,0 | 1,4 | 4,4 | 3,3 | 3,9 |
| | Turquie | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 60,0 | 34,8 | 24,4 |
| 10 Key EM (pondéré par le PIB) | | 4,5 | 4,3 | 3,6 | 4,4 | 3,1 | 2,8 |

Economies émergentes – Perspectives 2026

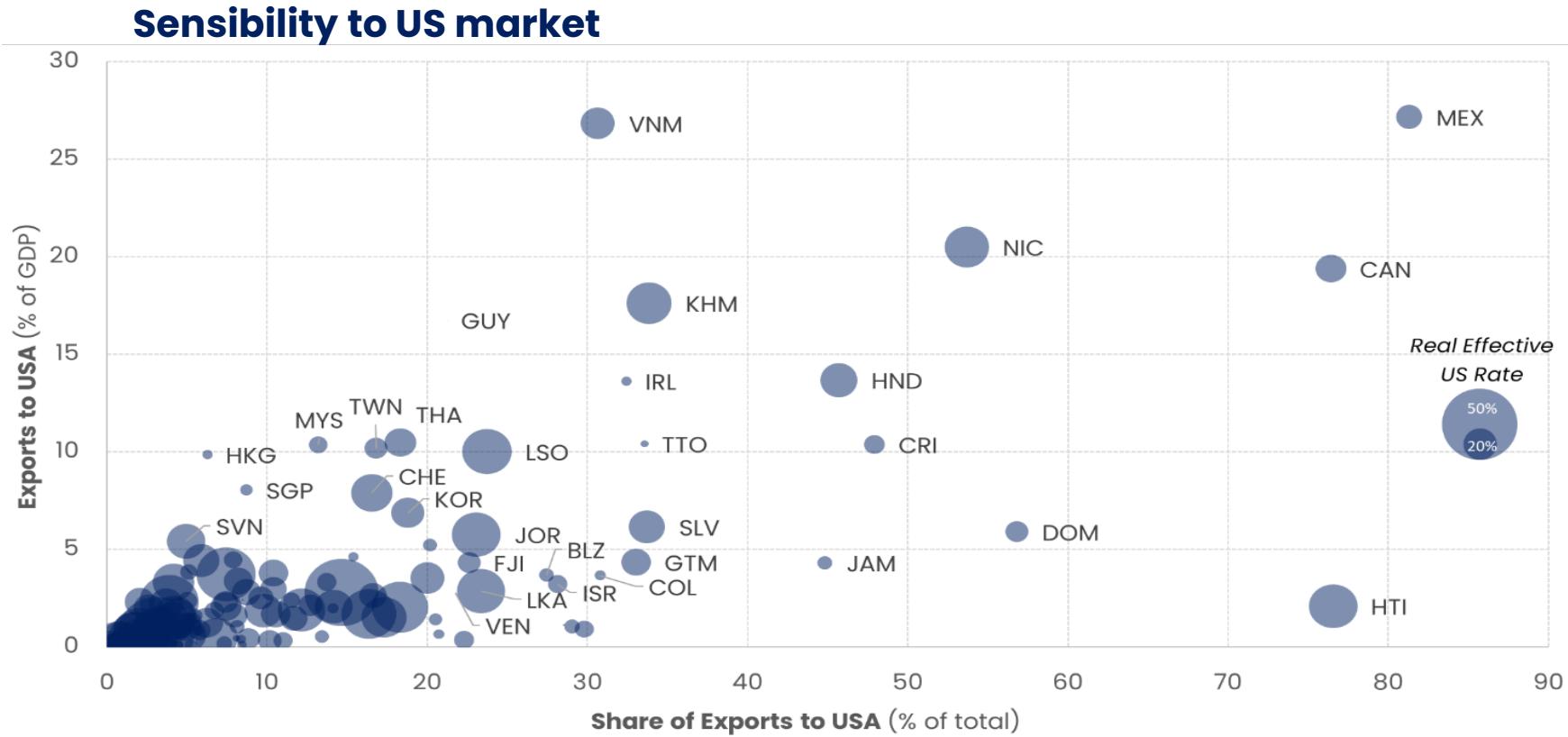
- La **réduction plus limitée de l'inflation** dans les mois à venir entraînera une **érosion de la croissance des revenus nominaux**, qui devrait s'accompagner d'un **ralentissement de la confiance** des consommateurs et de la consommation privée. Bien que le resserrement de la politique monétaire ait permis de maîtriser les pressions inflationnistes en 2022 et 2023, la phase d'assouplissement monétaire (taux d'intérêt réels actuellement relativement élevés) qui a suivi a ramené **la politique monétaire dans une position au mieux neutre** (et à une position toujours restrictive dans certains pays émergents).
- Même si cette politique monétaire prudente permettra certainement de **contenir les bulles spéculatives potentielles et la volatilité financière**, elle pèsera également de manière significative sur les perspectives d'investissement privé. En conséquence, la dynamique de la demande intérieure devrait s'éroder, avec une baisse de la contribution de la consommation et de l'investissement.
- Combinée à la **détérioration des conditions extérieures** (incertitudes persistantes liées à la politique commerciale américaine, tensions géopolitiques, faiblesses conjoncturelles dans les économies avancées), cette situation entraînera un ralentissement temporaire de l'activité dans les ME.

GDP and inflation projections

%, weighted average for 10 Key EM



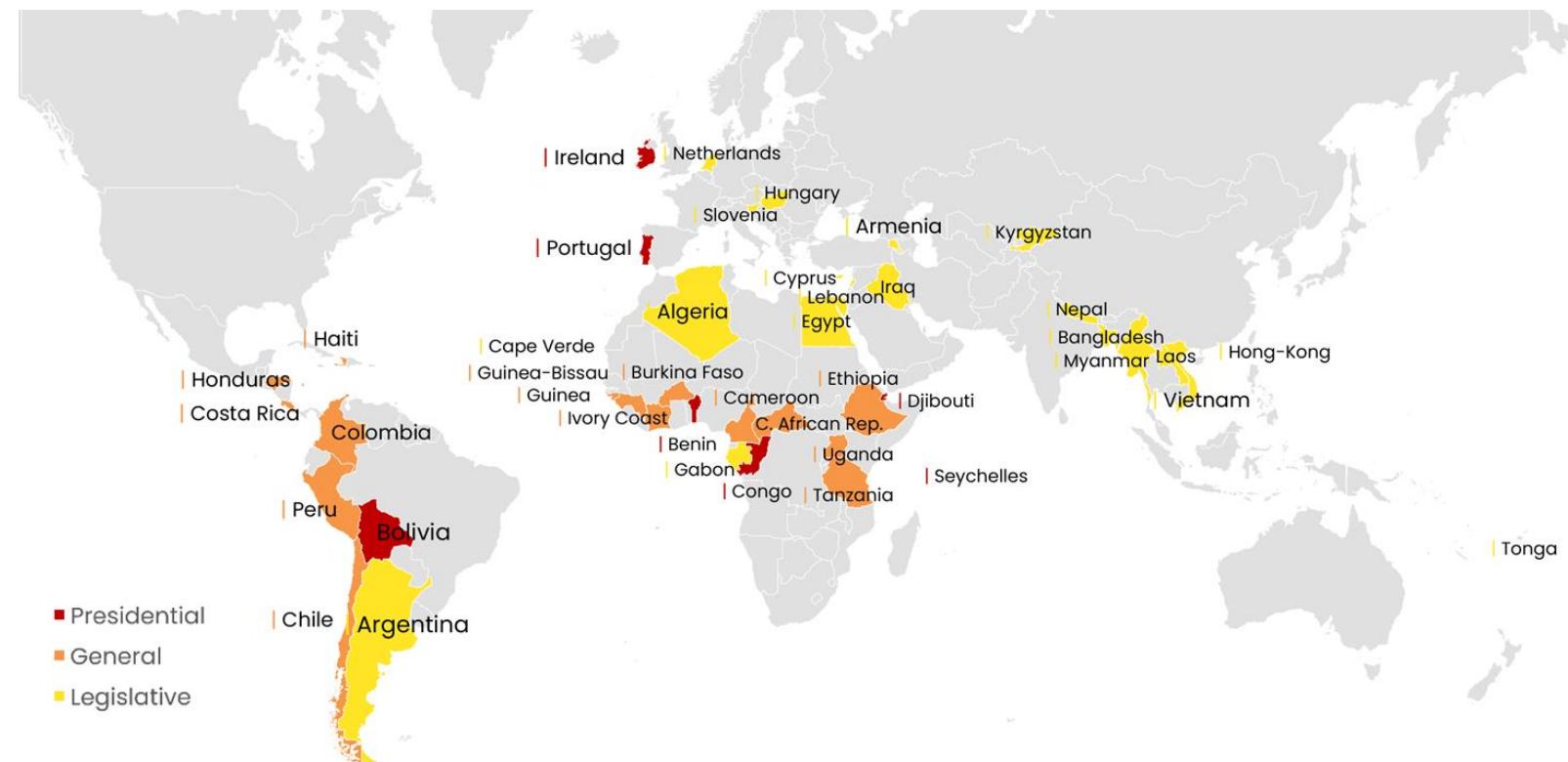
Economies émergentes – Perspectives 2026, tensions commerciales



- En raison des différents droits de douane appliqués aux divers produits importés aux US et des **relations commerciales hétérogènes** des ME avec les US, la sensibilité à la politique commerciale US et son impact économique varient considérablement.
- Des **exceptions notables** sont mises en œuvre dans le cadre d'accords commerciaux bilatéraux (avec des droits de douane moins élevés ou certaines marchandises exemptées) ou, à l'inverse, des mesures tarifaires plus restrictives imposées à certains pays (Chine, Inde, Brésil et 50 autres) et à certaines catégories de produits (acier, aluminium et produits dérivés, automobiles et pièces détachées, cuivre, etc.).

- **US-Chine** : tensions accrues autour de Taïwan, mer de Chine méridionale, restrictions sur semi-conducteurs et métaux rares.
 - **Moyen-Orient** : plan de paix Israël-Hamas en phase humanitaire ; sanctions rétablies contre l'Iran après affrontements directs ; hostilités persistantes Israël-Houthis et tensions Égypte-Éthiopie sur l'eau.
 - **Asie du Sud-Est** : conflit Thaïlande-Cambodge avec cessez-le-feu ; guerre civile au Myanmar reste active ; tensions Afghanistan-Pakistan liées au terrorisme et au commerce suspendu.
 - **Guerre en Ukraine** : conflit asymétrique prolongé ; gains territoriaux limités pour la Russie malgré lourdes pertes ; impact des livraisons d'armes occidentales et absence de progrès diplomatique.
 - **Tensions sociopolitiques et élections** : manifestations dans plusieurs pays émergents (Asie, Afrique, Amérique latine) liées à corruption et services publics ; élections à venir susceptibles de provoquer des changements de dirigeants et politiques.
 - **Impact global** : incertitudes géopolitiques, commerciales et politiques pèsent sur les marchés financiers, les matières premières et la croissance des marchés émergents.

Election calendar (October 2025–June 2026)





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@taceconomics.com

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

TAC ECONOMICS

<https://taceconomics.com/en/>

<https://app.taceconomics.com/> (datalab)

