

# Chaîne de fabrication du numérique\*

## Faiblesses et impacts

PAR STÉPHAN PECCINI



*Email : stephan-pro@peccini.fr*

*3 juin 2025*

*Licence : CC BY-NC-ND 4.0*



---

\*. Ce document a été rédigé avec GNU T<sub>E</sub>X<sub>MACS</sub> ; voir [www.texmacs.org](http://www.texmacs.org).

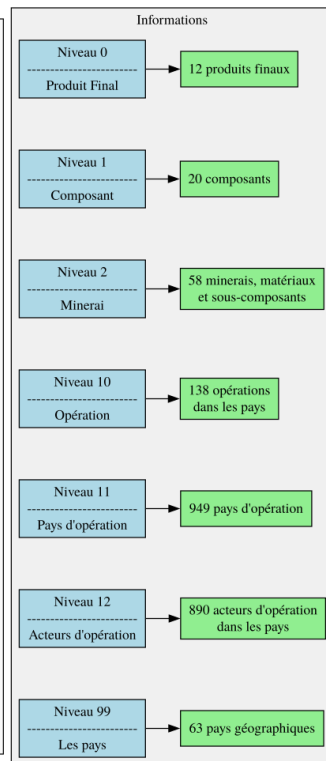
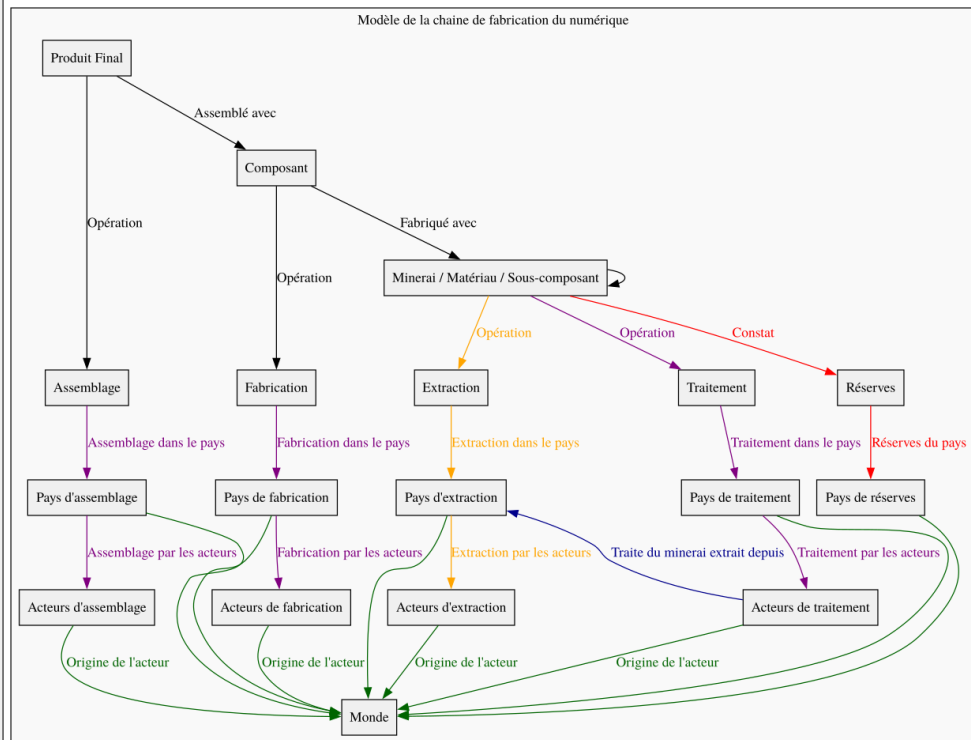
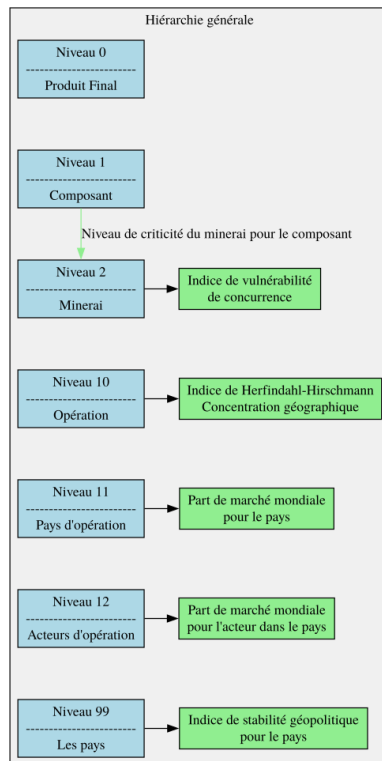
# Courte présentation

# Ambitions

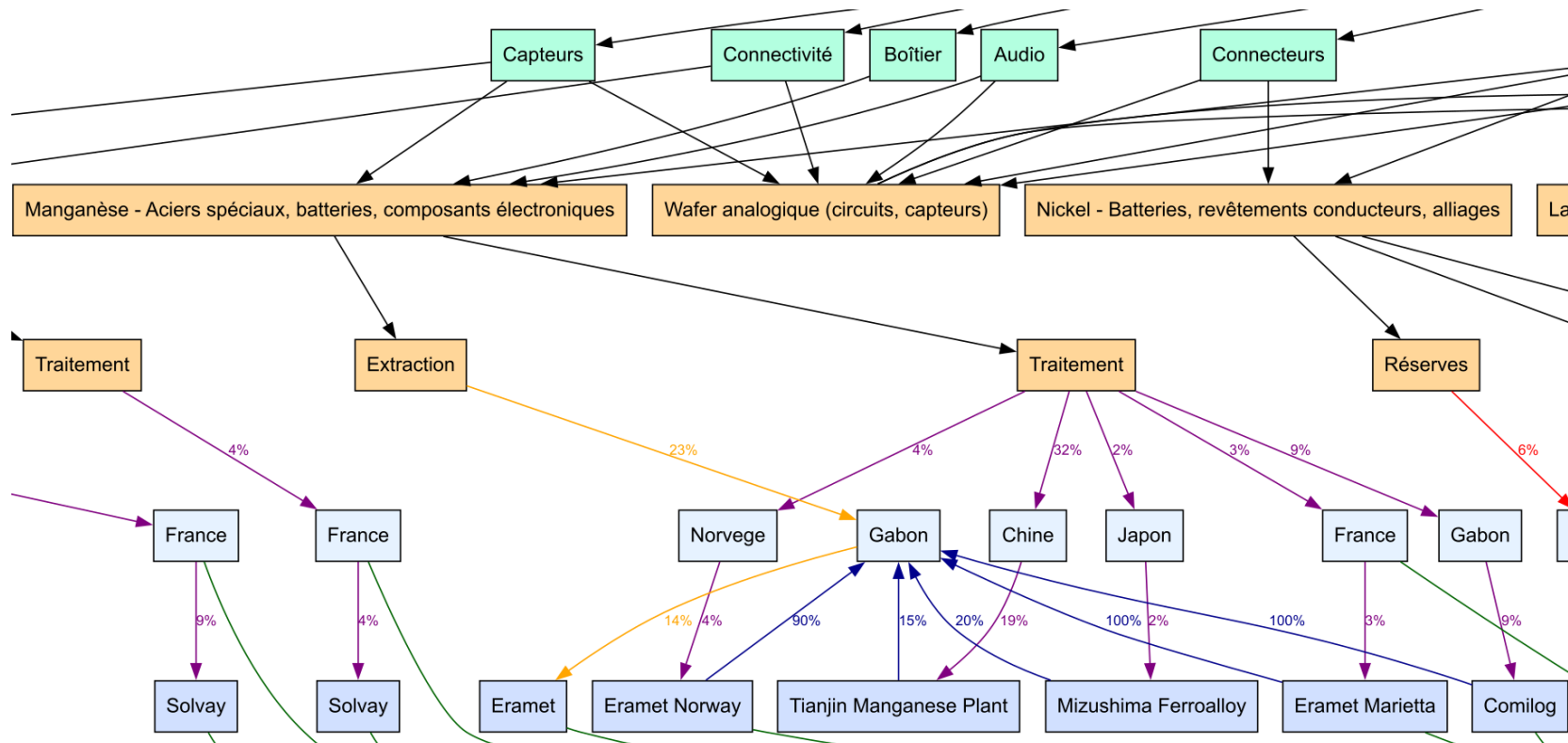
Ce projet poursuit deux objectifs majeurs :

1. Le premier est de **sensibiliser** l'ensemble des décideurs, du monde industriel, politique ou territorial, à la nécessité de considérer la chaîne du numérique comme un ensemble de maillons interdépendants, allant de l'extraction de minerai jusqu'à l'assemblage final, en passant par la logistique et les infrastructures critiques
2. Le second objectif est d'**outiller** la prise de décision stratégique. En combinant les indices (IHH, IVC, ICS et ISG), les acteurs et utilisateurs du numérique pourront hiérarchiser leurs actions.

# Le schéma de principe

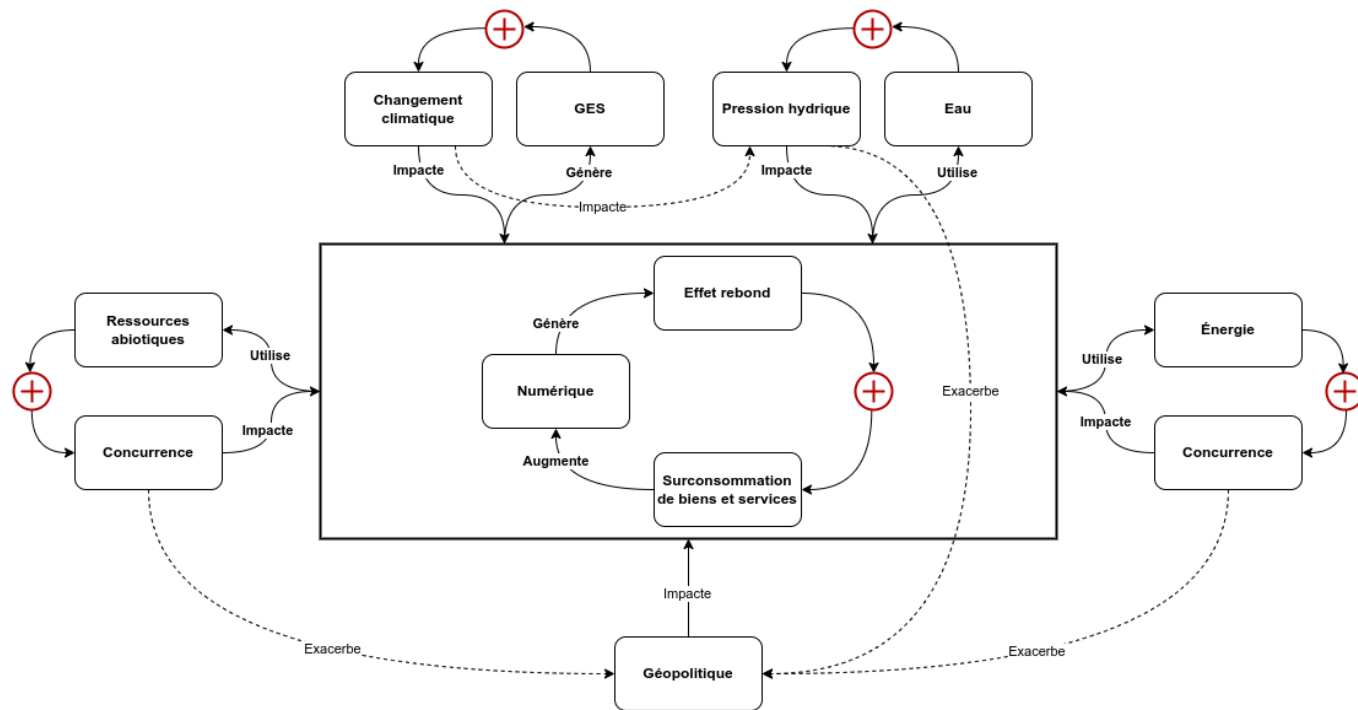


# Le schéma de principe - détail



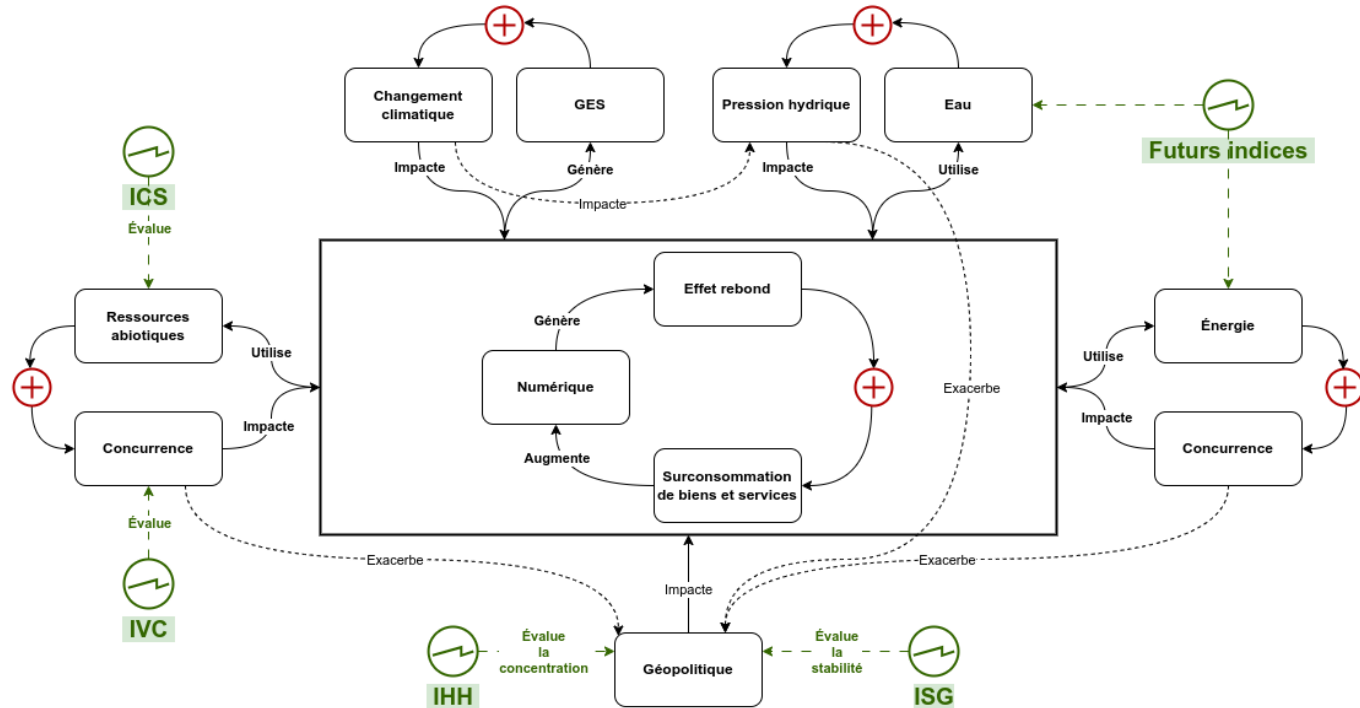
# La situation

## Impacts et rétroactions positives sur la chaîne de fabrication du numérique

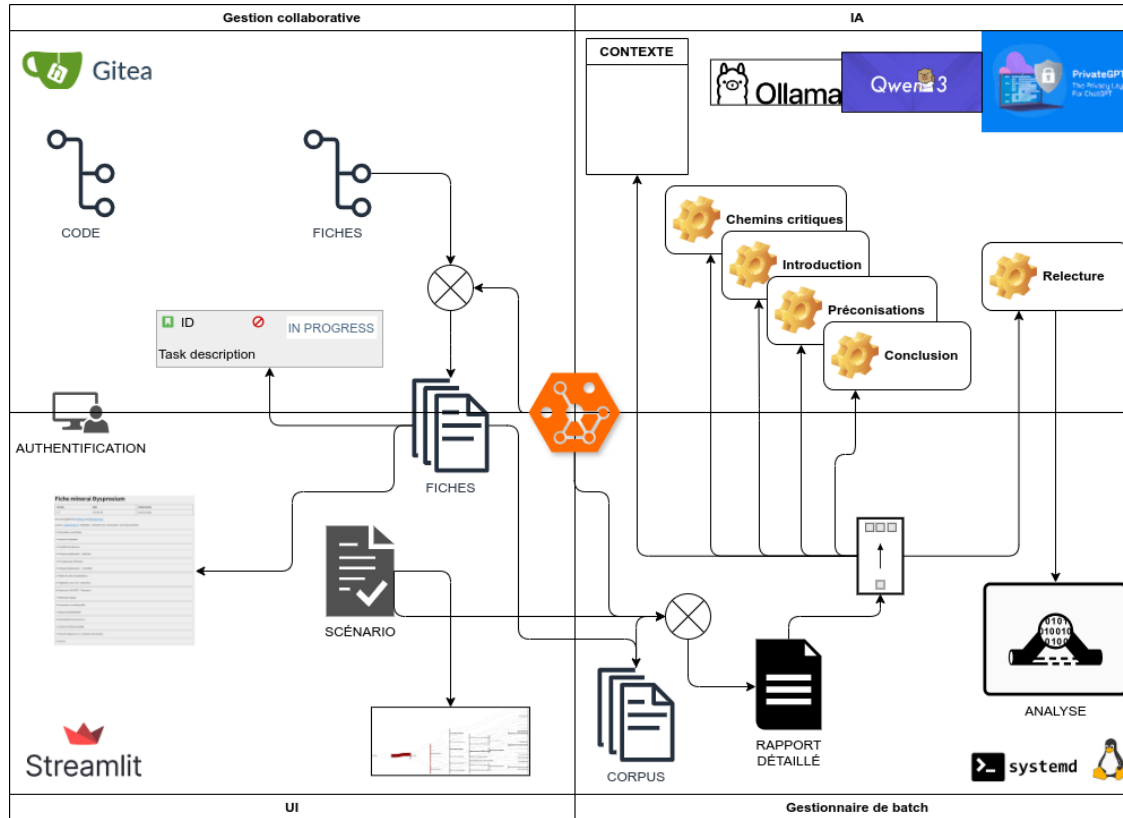


# Les indices

## Impacts et rétroactions positives sur la chaîne de fabrication du numérique



# La plateforme en cours de développement





# IA et le projet

- Création des fiches et des indices : ChatGPT, ScholarGPT, Perplexity
- Code Python : Python (ChatGPT), Claude (sous EDI Zed)
- Génération de rapport : PrivateGPT, Ollama, Qwen3
- Canard en plastique : ChatGPT

# Mon constat sur l'IA utilisée

→ Sans elle, pas de projet :

- Trop de sources, trop de concepts à intégrer, pas de plateforme

→ Mais

- Sans maîtrise du sujet demandé, le résultat est médiocre, voire faux
- L'IA ne sait pas remettre en cause sa logique : elle persiste dans la technique (code), mais pas dans l'algorithme
- Grosse difficulté à maintenir une longue « conversation » : ralentissement prohibitif et incapacité à conserver les consignes
- Elle invente régulièrement des sources, des valeurs

# Aide possible

- Réflexion sur la structuration des données
- Réflexion sur le processus global de mise à jour des données
- Réflexion sur l'organisation du code
- Interface de gestion du schéma et des données
- Relecture et contrôle des fiches
- Internationalisation
- Consolidation des indices existants, nouveaux indices (stress hydrique, stress énergie)

# Annexes

# Indice de Herfindahl-Hirschmann

Le premier indice, l'IHH, s'appuie sur un principe largement reconnu en économie.

Plus l'IHH est faible (typiquement en dessous de 15), plus le secteur considéré est diversifié en acteurs ou en pays producteurs ; plus il est élevé (au-delà de 25), plus on se rapproche d'une situation de quasi-monopole ou de forte dépendance.

$$IHH = \frac{\sum_{i=1}^N s_i^2}{100}$$

où :

- $N$  : Nombre total d'acteurs ou d'entités considérées.
- $s_i$  : Part relative de l'acteur  $i$ , exprimée en proportion mondiale (entre 1 et 100).

# Indice de Stabilité Géopolitique

Cet indicateur synthétise trois bases reconnues :

- **WGI** (World Bank, “Political Stability & Absence of Violence”),
- **FSI** (Fragile States Index)
- et **ND-GAIN** (Climat & capacité d'adaptation)

afin de mesurer, pour chaque pays, la probabilité qu'un choc politique, social ou climatique perturbe la chaîne d'approvisionnement.

$$ISG = \left(0,5 \times \frac{2,5 - WGI}{5}\right) + \left(0,3 \times \frac{FSI}{120}\right) + \left(0,2 \times \frac{100 - NDGAIN}{100}\right)$$

# Indice de Vulnérabilité Concurrentielle

Il vise à quantifier la pression qu'exercent d'autres secteurs, hors numérique, sur la même ressource. On observe souvent l'absence de cette dimension dans les grilles de criticité classiques.

$$IVC = \left( \frac{\text{Croissance}_{\text{concurrents}}}{\text{Croissance}_{\text{numérique}}} \right) \times \left( \frac{\text{Part}_{\text{concurrents}}}{\text{Part}_{\text{numérique}}} \right) \times \text{Tension}_{\text{marché}} \times \text{Pondération}_{\text{réserves}}$$

où :

- $\text{Croissance}_{\text{concurrents}}$  : Taux de croissance de la demande *hors numérique* pour la ressource.
- $\text{Croissance}_{\text{numérique}}$  : Taux de croissance des usages *numériques finaux*.
- $\text{Part}_{\text{concurrents}}$  : Part de la consommation totale par les secteurs concurrents (inclut le numérique embarqué).
- $\text{Part}_{\text{numérique}}$  : Part de la consommation numérique finale.
- $\text{Tension}_{\text{marché}}$  : Sur-demande exprimée par  $\max(0, \% \text{Demande} - \% \text{Capacité})$ .
- $\text{Pondération}_{\text{réserves}}$  : Coefficient reflétant l'abondance des réserves mondiales (entre 1.0 et 1.8).

# Indice de Criticité de Substituabilité

Plus encore que la concurrence ou la concentration, la possibilité de remplacer un minerai ou un composant dans un usage spécifique peut transformer un « métal apparemment critique » en « risque maîtrisable », ou inversement.

$$\text{ICS} = 0,4 \times \text{Faisabilité technique} + 0,3 \times \text{Délai d'implémentation} + 0,3 \times \text{Impact économique}$$

où :

- Faisabilité technique : Capacité à remplacer le matériau par un autre techniquement viable (note entre 0 et 1).
- Délai d'implémentation : Temps estimé pour déployer une solution de substitution à l'échelle industrielle.
- Impact économique : Surcoût ou perte économique liée à la substitution.



# Plan d'action pour un modèle complet et robuste <sup>1/2</sup>

## 1 Structurer et harmoniser les données sources

**Objectif** : disposer d'un socle documentaire commun, clair et régulièrement actualisé, pour alimenter les indices (IHH, IVC, ICS, ISG), ainsi que les dimensions logistiques ou climatiques.

## 2 Développer la logique modulaire et les sous-graphes

**Objectif** : rendre le modèle flexible et évolutif, afin d'intégrer progressivement de nouveaux modules (logistique, eau, énergie, outillage critique...).

## 3 Intégrer la dimension historique et les scénarios

**Objectif** : passer d'une vision statique à une vision dynamique, permettant de repérer les tendances et de tester des hypothèses de crise.

# Plan d'action pour un modèle complet et robuste <sup>2/2</sup>

## 4 Approfondir la notion de polycrise

**Objectif** : enrichir le modèle pour qu'il prenne en compte les aléas logistiques, climatiques et géopolitiques de manière plus fine.

## 5 Tester et valider le modèle sur des cas concrets

**Objectif** : confronter la théorie au terrain et affiner la robustesse du modèle.

## 6 Mettre en œuvre un workflow de mise à Jour et d'évolution

**Objectif** : institutionnaliser l'actualisation et le suivi du modèle, pour qu'il reste pertinent à moyen et long terme.