



GHI MATHEMATICAL MODEL v1.0

Global Hashcost Index – Official Mathematical Specification

(FR + EN – Bilingual Institutional Release)

PART 2 — ENGLISH VERSION (Official Institutional Text)

1. Objective

The Global Hashcost Index (GHI) measures the **real production cost of one Bitcoin**, weighted by:

- global hashrate distribution,
- regional machine efficiency profiles,
- electricity prices per region,
- standardized operational overhead,
- Bitcoin network difficulty.

Three variants exist: **GHI-min**, **GHI-avg**, **GHI-max**.

2. Model Variables

2.1 Network variables

Symbol	Meaning
D	Network difficulty
HR	Global hashrate (TH/s)
R	Block subsidy (BTC)
H _r	Regional hashrate share

2.2 Regional variables

Each region r exposes min/avg/max values :

Symbol	Meaning
η_r	Machine efficiency (W/TH)
$P_{\{e_r\}}$	Electricity price (USD/kWh)

3. Hashes required for 1 BTC

Hashes per block

$$H_{\{block\}} = D \times 2^{32}$$

Hashes per BTC

$$H_{\{BTC\}} = \frac{H_{\{block\}}}{R}$$

4. Energy consumption per BTC

$$E_{\{BTC\}}(\text{kWh}) = H_{\{BTC\}} \times \eta_r \times 10^{-15}$$

5. Energy cost per BTC

$$C_{\{\text{energy},r\}} = E_{\{BTC\}} \times P_{\{e_r\}}$$

6. Total cost with standardized overhead

Industry-standard overhead multiplier :

$$K_{\{\text{overhead}\}} = 1.25$$

$$C_{\{BTC,r\}} = C_{\{\text{energy},r\}} \times K_{\{\text{overhead}\}}$$

7. Global weighting

$$GHI = \sum_{r=1}^N H_r \times C_{\{BTC,r\}}$$

Min/avg/max variants:

$$GHI_x = \sum H_r \times C_{\{BTC,r\}}^x \quad x \in \{\min, \text{avg}, \max\}$$

8. Final institutional formula

$$C_{\{BTC,r\}} = \left(\frac{D \times 2^{\{32\}}}{R} \right) \times \eta_r \times 10^{\{-15\}} \times P_{\{e_r\}} \times 1.25$$

$$GHI_x = \sum_r H_r \times C_{\{BTC,r\}}^{\{x\}}$$

PARTIE 1 — VERSION FRANÇAISE (officielle)

1. Objectif

Le Global Hashcost Index (GHI) est un indice institutionnel mesurant **le coût réel de production d'un Bitcoin**, pondéré par :

- la distribution mondiale du hashrate,
- les caractéristiques techniques des machines utilisées,
- les prix de l'électricité par région,
- les coûts opérationnels normés,
- la difficulté du réseau.

L'indice est publié en trois variantes :

GHI-min, GHI-avg, GHI-max.

2. Variables du modèle

2.1 Variables réseau

Symbole	Signification
D	Difficulté du réseau Bitcoin
HR	Hashrate total mondial (TH/s)
R	Récompense par bloc (BTC)
H _r	Part du hashrate de la région r

2.2 Variables régionales

Chaque région r possède un triplet (min / avg / max) :

Symbole	Signification
η_r	Efficacité machine (W/TH)
$P_{\{e_r\}}$	Prix électricité (USD/kWh)
$\eta_r^{\{min/avg/max\}}$	Mix machine régional
$P_{\{e_r\}}^{\{min/avg/max\}}$	Prix élec régional

3. Hashes nécessaires pour produire 1 BTC

3.1 Hashes par bloc

$$H_{\{block\}} = D \times 2^{\{32\}}$$

3.2 Hashes par BTC

$$H_{\text{BTC}} = \frac{H_{\text{block}}}{R}$$

4. Énergie consommée pour produire 1 BTC

L'efficacité machine (W/TH) convertie en kWh :

$$E_{\text{BTC}}(\text{kWh}) = H_{\text{BTC}} \times \eta_r \times 10^{-15}$$

5. Coût énergétique régional par BTC

$$C_{\text{energy}, r} = E_{\text{BTC}} \times P_{\text{e}_r}$$

6. Coût total standardisé (overheads)

Norme GHI, basée sur les publications CCAF et données industrielles :

- 12% cooling + infrastructures
- 8% maintenance indirecte
- 5% divers (réseau, sécurité)

Soit un multiplicateur :

$$K_{\text{overhead}} = 1.25$$

Coût total :

$$C_{\text{BTC},r} = C_{\text{energy},r} \times K_{\text{overhead}}$$

7. Pondération mondiale

$$GHI = \sum_{r=1}^N H_r \times C_{\text{BTC},r}$$

On obtient les trois variantes :

$$GHI_{\text{min}} = \sum H_r \times C_{\text{BTC},r}^{\text{min}}$$

$$GHI_{\text{avg}} = \sum H_r \times C_{\text{BTC},r}^{\text{avg}}$$

$$GHI_{\text{max}} = \sum H_r \times C_{\text{BTC},r}^{\text{max}}$$

8. Formule institutionnelle finale

$$C_{\text{BTC},r} = \left(\frac{D \times 2^{\{32\}}}{R} \right) \times \eta_r \times 10^{-15} \times P_{\text{e}_r} \times 1.25$$

$$GHI_{\{x\}} = \sum_r H_r \times C_{\text{BTC},r}^{\{x\}} \quad \text{où } x \in \{\text{min, avg, max}\}$$

9. Hypothèses standards du modèle

✓ **Mix machine basé sur :**

- Antminer S19 XP
- Antminer S21
- Whatsminer M50 & M60

✓ **Prix élec régionaux :**

- Données publiques + bilans énergétiques

✓ **Données réseau BTC :**

- API GHI Engine
- Valeurs confirmées via plusieurs sources indépendantes