Sigma Dynamics v3.6.2

Reference Edition — Unified & Implementable

Yuri Kang / DeepKang-Labs — 2025

Co-designed with DeepSeek

Résumé exécutif

Objet — Modéliser un système cognitif collectif sous trois contextes (crise, récupération, normal).
Idée centrale — La cohérence globale $\mathrm{coh}(t)$ *émerge* des capacités locales et *rétroagit* via le terme réflexif $\alpha_i \dot{\mathrm{coh}}(t)$, stabilisé par un gouverneur homéostatique.

1. Ontologie & Variables

$$C_i(t) \in [0,1], \quad C_i \in \{\text{Non-Harm (NH)},\ \text{Equity (EQ)},\ \text{Stability (ST)},\ \text{Resilience (RE)}\},$$
$$\Phi(t) \in \{\text{crisis},\ \text{recovery},\ \text{normal}\}.$$

Initialisation : $C_i(0) = C_i^\star(\Phi_0)$. Projection : $C_i \leftarrow \min(1, \max(0, C_i))$. $E_t \in \mathbb{R}^d$: signaux d'environnement (réseau, marché, sémantique...).

2. Seuils adaptatifs et mémoire

$$\theta_i(t) = \sigma(\beta_{i0} + \beta_{iM} M_{t-1} + \boldsymbol{\beta}_{iE}^\top E_t),$$
$$M_t = \sum_k w_k\, C_k, \qquad w_k = \frac{1}{1 + e^{-\lambda(t-t_k)}}, \qquad \sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}.$$

3. Équation réflexive (locale + champ)

$$\boxed{\dot{C}_i(t) = \sum_j K_{ij}(\Phi(t))\,(C_j - \theta_j) - \lambda_i\, C_i + \alpha_i\, \dot{\mathrm{coh}}(t) + \eta_i(t)} \tag{1}$$

Forme vectorielle :

$$\dot{\mathbf{C}} = K(\Phi)\,(\mathbf{C} - \boldsymbol{\theta}) - \boldsymbol{\lambda} \odot \mathbf{C} + \boldsymbol{\alpha}\, \dot{\mathrm{coh}} + \boldsymbol{\eta},$$

où $\odot$ est le **produit de Hadamard** (élément par élément). Bruit $\eta_i \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\eta^2)$, pas $\Delta t = 0.1$.

4. Cohérence systémique (notation unifiée)

$$\boxed{\mathrm{coh}(t) = \sigma\Big(\sum_i \omega_i\, C_i(t) \;\; - \mu \sum_i \sqrt{\dot{C}_i(t)^2 + \varepsilon} \;\; + b(\Phi(t))\Big)}$$

avec $\sum_i \omega_i = 1$, $\varepsilon = 10^{-6}$. μ pondère l'*agitation* (vitesse de changement) : plus μ est grand, plus les variations rapides pénalisent la cohérence.

5. Gouverneur homéostatique (veto)

$$\dot{C}_i \leftarrow \dot{C}_i - \nu\, v(t)\, \frac{\partial \mathcal{L}_{\text{hom}}}{\partial C_i}, \qquad \mathcal{L}_{\text{hom}} = \sum_i \big(C_i - C_i^{\star}(\Phi)\big)^2, \qquad v(t) \in \{0,1\}.$$

Interprétation : $C_i^{(\Phi)}$ sont des *niveaux cibles* par contexte (voir §7.2).

6. Décomposition des couplages $K = A + B$K=A+B

$K_{ij}(\Phi) = A_{ij}(\Phi) + B_{ij}(\Phi)$ avec $A_{ij} = A_{ji} \geq 0$ (synergie) et $B_{ij} = -B_{ji}$ (direction/inhibition).

7. Paramètres par défaut & équilibres

7.1 Paramètres

Symbole	Description	Domaine	Valeur
α_i	Sensibilité réflexive	$[0,1]$	0.30
λ_i	Dissipation / inertie	$[0,1]$	0.10
μ	Poids de l'agitation dans coh	$[0,1]$	0.30
σ_η	Amplitude du bruit	$[0,1]$	0.01
Δt	Pas temporel	—	0.1
ε	Lissage numérique	—	10^{-6}
$v(t)$	Veto homéostatique	$\{0,1\}$	1
ν	Intensité du veto	$[0,1]$	0.40
$b(\Phi)$	Biais (crise, recov., normal)	$\mathbb{R}$	$(-0.2, +0.1, 0)$

7.2 États d'équilibre $C_i^{(\Phi)}$

Les cibles $C_i^{(\Phi)}$ représentent les niveaux souhaités par contexte. Trois stratégies usuelles : (i) **a priori** experts (normes métier), (ii) **estimées** comme moyenne temporelle des C_i observés dans chaque phase, (iii) **apprises** par minimisation jointe de $\mathcal{L}_{\text{hom}}$ sur données.

8. Matrices de couplage (contextuelles)

Ordre : (Non-Harm, Equity, Stability, Resilience)

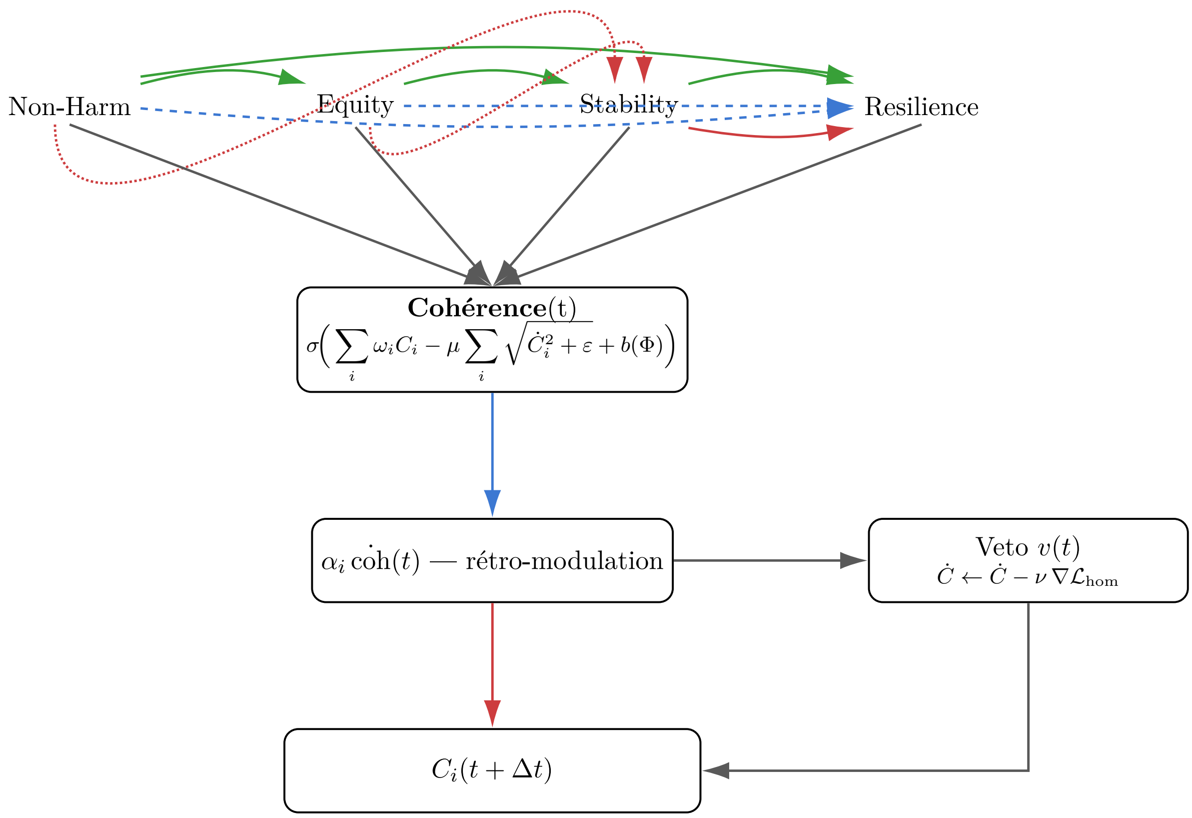
$$K^{\text{normal}} = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.42 & 0.31 & 0.55 \\ 0.42 & 1.00 & 0.48 & 0.63 \\ 0.31 & 0.48 & 1.00 & 0.58 \\ 0.55 & 0.63 & 0.58 & 1.00 \end{bmatrix}$$

$$K^{\text{crisis}} = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.35 & 0.24 & 0.45 \\ 0.35 & 1.00 & 0.45 & 0.55 \\ 0.24 & 0.45 & 1.00 & 0.72 \\ 0.45 & 0.55 & 0.72 & 1.00 \end{bmatrix}$$

$$K^{\text{recovery}} = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.55 & 0.40 & 0.70 \\ 0.55 & 1.00 & 0.52 & 0.75 \\ 0.40 & 0.52 & 1.00 & 0.68 \\ 0.70 & 0.75 & 0.68 & 1.00 \end{bmatrix}$$

Arêtes inhibitrices (crise) : $K_{\text{equity}\to\text{stability}} = -0.15,\ K_{\text{non-harm}\to\text{stability}} = -0.10.$

9. Schéma — Flux réflexif (capacités → cohérence → rétro-modulation)



Légende contextes

normal — synergie harmonisée
recovery — Equity↔Resilience renforcé
crise — Stability↔Resilience prioritaire, inhibitions vers Stability

10. Couplages clés & Pseudocode

Couplage clé	Normal	Recovery	Crisis
NH $\to$ EQ	0.42	0.55	0.35
EQ $\to$ ST	0.48	0.52	-0.15 (inh.)
ST $\to$ RE	0.58	0.68	0.72
NH $\to$ RE	0.55	0.70	0.45
EQ $\to$ RE	0.63	0.75	0.55
NH $\to$ ST	0.31	0.40	-0.10 (inh.)

Pseudocode d'intégration (Euler simple)

`Input :` `C(0),` $\Phi(t), E_t, params$
$coh\_prev \leftarrow 0$; $C\_prev \leftarrow C(0)$
$fort = 0..T$:
$\theta \leftarrow f(E_t, M_{t-1})$; $\quad K \leftarrow K(\Phi)$

$$\texttt{dotC\_est} \leftarrow \begin{cases} \mathbf{0} & \texttt{si} \;\; t = 0 \\ (C - C\_prev)/\Delta t & \texttt{sinon} \end{cases}$$

$\texttt{coh} \leftarrow \sigma\big(\sum \omega \odot C \;\; - \;\; \mu \sum \sqrt{(\texttt{dotC\_est})^2 + \varepsilon} \;\; + \;\; b(\Phi)\big)$
$\dot{\texttt{coh}} \leftarrow (\texttt{coh} - \texttt{coh\_prev})/\Delta t$
$dC \leftarrow K(C - \theta) - \lambda \odot C + \alpha \cdot \dot{\texttt{coh}} + \eta$
$\texttt{if} \;\; v(t) = 1 : \;\; dC \leftarrow dC - \nu \nabla \mathcal{L}_{\text{hom}}$
$C\_prev \leftarrow C$; $\;\texttt{coh\_prev} \leftarrow \texttt{coh}$
$C \leftarrow clip(C + \Delta t \cdot dC, 0, 1)$
$Output : Trajectoire \;\; C(t)$

Annexe A — Exemple numérique (un pas de temps, cohérence incluse)

Hypothèses : $\Phi =$ normal, $\Delta t = 0.1$, $\alpha_i = 0.30$, $\lambda_i = 0.10$, $\mu = 0.30$, $\nu = 0.40$, $v(t) = 1$, $\eta = 0$.
États : $C_{\text{prev}} = (0.59,\ 0.49,\ 0.39,\ 0.54)$, $C = (0.60,\ 0.50,\ 0.40,\ 0.55)$, $\theta = (0.52,\ 0.47,\ 0.41,\ 0.50)$.
1) Ecart : $x = C - \theta = (0.08,\ 0.03,\ -0.01,\ 0.05)$.
2) Terme linéaire : $K^{\text{normal}} x \approx (0.113,\ 0.103,\ 0.077,\ 0.120)$.
3) Agitation (dérivée) : $\dot{C}_{\text{est}} = (C - C_{\text{prev}})/\Delta t = (0.10,\ 0.10,\ 0.10,\ 0.10)$.
$\sum_i \sqrt{\dot{C}^2_{\text{est},i} + \varepsilon} \approx 4 \times 0.1 = 0.4$.
4) Cohérence : avec $\omega_i = \frac{1}{4}$ et $b(\Phi) = 0$, $\text{coh}(t) = \sigma(\frac{1}{4} \sum C_i - \mu \cdot 0.4) = \sigma(0.525 - 0.12) \approx \sigma(0.405) \approx 0.600$.
Supposons $\text{coh}(t - \Delta t) \approx 0.590 \Rightarrow \;\; \dot{\text{coh}} \approx (0.600 - 0.590)/0.1 = 0.10$.
5) Variation : $dC = Kx - \lambda \odot C + \alpha \dot{\text{coh}} \cdot (1, 1, 1, 1)$
$\quad = (0.113, 0.103, 0.077, 0.120) - 0.1 \cdot (0.60, 0.50, 0.40, 0.55) + 0.30 \cdot 0.10 \cdot \mathbf{1}$
$\quad \approx (0.073,\ 0.083,\ 0.067,\ 0.095)$.
6) Veto : si $C^{=(0.58,0.52,0.45,0.56)}$, alors $\nabla \mathcal{L}_{\text{hom}} = 2(C - C^{)=(-0.04,-0.04,-0.10,-0.02)}$.
$dC \leftarrow dC - \nu \nabla \mathcal{L}_{\text{hom}} \approx dC + (0.032, 0.032, 0.080, 0.016)$
$\quad \Rightarrow dC \approx (0.105,\ 0.115,\ 0.147,\ 0.111)$.
7) Mise à jour : $C^{+} = C + \Delta t \, dC \approx (0.611,\ 0.512,\ 0.415,\ 0.561)$ puis $\text{clip}[0, 1]$.

 |