Champ Hélicoidal Infini

Modèle Unifié : Cristal ↔ Mycelium

Sky — 16 février 2026

"Un pas d'homme. Tu avances toujours, mais tout est connecté."

Géométrie : Réseau infini de sphères

Les sphères ne sont pas 26. Elles sont infinies. Chaque sphère est un pas, identique à tous les autres.

Définitions de base

Index : $i \in \mathbb{Z}$ (infini dans les deux directions)
Espacement : $\Delta > 0$ (constant, identique partout)
Positions :

$$x_i = i\,\Delta, \qquad \mathbf{p}_i = (x_i,\ 0,\ 0)$$

Sphère i : rayon $R_s > 0$ constant

$$S_i = \left\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 \ :\ (x - x_i)^2 + y^2 + z^2 = R_s^2\right\}$$

Axe commun (la ligne infinie) :

$$\ell = \left\{(x, 0, 0) \ :\ x \in \mathbb{R}\right\}$$

Propriété fondamentale — Invariance par translation :

$$\boxed{\forall n \in \mathbb{Z}, \quad x \ \mapsto \ x + n\Delta \quad \text{laisse le système identique.}}$$

Tu peux être sur n'importe quelle sphère : c'est toujours pareil.

Enveloppe continue : le poids local

Chaque sphère irradie autour d'elle. Les zones se chevauchent. Somme infinie de gaussiennes identiques.

Largeur d'influence : $\lambda > 0$
Enveloppe :

$$W(x) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \exp\left(-\frac{(x - i\Delta)^2}{2\lambda^2}\right)$$

Par périodicité, cette somme converge et est Δ-périodique :

$$W(x + \Delta) = W(x) \quad \forall x \in \mathbb{R}$$

Normalisation :

$$Z = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \exp\left(-\frac{(k\Delta)^2}{2\lambda^2}\right), \qquad w(x) = \frac{W(x)}{Z}$$

Ainsi $0 < w(x) \leq 1$, et toutes les sphères ont le même poids.

Coordonnées cylindriques et bases

Autour de l'axe x, en tout point (x, y, z) :

$$r = \sqrt{y^2 + z^2 + \varepsilon^2} \qquad (\varepsilon > 0 \text{ évite la singularité sur l'axe})$$

Vecteurs de base (écrits en cartésien) :

$$\mathbf{e}_x = (1,\, 0,\, 0), \qquad \mathbf{e}_r = \Big(0,\, \frac{y}{r},\, \frac{z}{r}\Big), \qquad \mathbf{e}_\theta = \Big(0,\, -\frac{z}{r},\, \frac{y}{r}\Big)$$

Le paramètre α : mort $\leftrightarrow$ vivant

L'axe fondamental

$$\alpha \in [0, 1], \qquad s(\alpha) = 2\alpha - 1 \in [-1, +1]$$

α	s	Mode	Interprétation
0	-1	**Cristal**	Structure figée. Stable, morte, rigide.
$\frac{1}{2}$	0	**Schrödinger**	Les deux à la fois. Annulation du flux.
1	$+1$	**Mycelium**	Flux vivant. Explore, reroute, fragile.

Lois du champ : rayon cible et rotation

Rayon cible (distance d'enroulement autour de l'axe) :

$$r^*(x) = r_{\min} + (r_{\max} - r_{\min})\, w(x)$$

Vitesse angulaire locale :

$$\Omega(x) = \Omega_{\min} + (\Omega_{\max} - \Omega_{\min})\, w(x)$$

Variante A — α global (même partout)

Un seul paramètre $\alpha \in [0, 1]$ pour tout le réseau.

Champ vectoriel — Variante A (global)

$$\boxed{\mathbf{F}_A(x, y, z) \;=\; v\, \mathbf{e}_x \;+\; \kappa\big(r^*(x) - r\big)\, \mathbf{e}_r \;+\; s\, \Omega(x)\, r\, \mathbf{e}_\theta}$$

avec $s = 2\alpha - 1, \quad \alpha \in [0, 1]$ constant.

Ligne de flux (streamline unique sur $\mathbb{R}$) :
Phase accumulée :

$$\Theta(x) = \Theta_0 + \frac{s}{v} \int_0^x \Omega(u)\, du$$

Courbe hélicoïdale infinie :

$$\boxed{\gamma_A(x) = \Big(x,\quad r^*(x)\cos\Theta(x),\quad r^*(x)\sin\Theta(x)\Big),\qquad x \in \mathbb{R}}$$

Propriétés :

- $\alpha = 1$: hélice qui tourne sens $+$ (mycelium explore)
- $\alpha = 0$: hélice qui tourne sens $-$ (cristal, symétrique)
- $\alpha = \frac{1}{2}$: $s = 0$, pas de rotation $\Rightarrow$ le flux avance tout droit
- Invariance : $\gamma_A(x + \Delta) = T_\Delta \circ \gamma_A(x)$ à une rotation près

Variante B — α_i local (chaque sphère choisit)

Chaque sphère $i \in \mathbb{Z}$ a son propre paramètre $\alpha_i \in [0, 1]$. Le champ α est un *champ continu* sur $\mathbb{R}$.

Champ α continu

$$\alpha(x) = \frac{\displaystyle\sum_{i=-\infty}^{+\infty} \alpha_i \,\exp\!\left(-\frac{(x - x_i)^2}{2\lambda^2}\right)}{\displaystyle\sum_{i=-\infty}^{+\infty} \exp\!\left(-\frac{(x - x_i)^2}{2\lambda^2}\right)}$$

C'est une **interpolation gaussienne** : entre deux sphères, $\alpha(x)$ transite continûment de α_i vers α_{i+1}.

Paramètre de sens local :

$$s(x) = 2\,\alpha(x) - 1$$

Champ vectoriel — Variante B (local)

$$\boxed{\mathbf{F}_B(x, y, z) \;=\; v\,\mathbf{e}_x \;+\; \kappa\big(r^*(x) - r\big)\,\mathbf{e}_r \;+\; s(x)\,\Omega(x)\,r\,\mathbf{e}_\theta}$$

avec $s(x) = 2\,\alpha(x) - 1$, chaque $\alpha_i \in [0, 1]$ indépendant.

Ligne de flux (variante B) :

$$\Theta_B(x) = \Theta_0 + \frac{1}{v}\int_0^x s(u)\,\Omega(u)\,du$$

$$\boxed{\gamma_B(x) = \Big(x,\quad r^*(x)\cos\Theta_B(x),\quad r^*(x)\sin\Theta_B(x)\Big),\qquad x \in \mathbb{R}}$$

Propriétés :

- Sphère i avec $\alpha_i = 1$: zone mycelium, le flux tourne et explore
- Sphère j avec $\alpha_j = 0$: zone cristal, structure figée
- Sphère k avec $\alpha_k = \frac{1}{2}$: Schrödinger, point de neutralité
- La **transition** entre zones est **douce** (gaussienne), jamais brusque
- L'invariance par translation est **brisée** : chaque point est unique

Comparaison des deux variantes

	Variante A (global)	**Variante B** (local)
Paramètre	$\alpha \in [0,1]$ unique	$\{\alpha_i\}_{i\in\mathbb{Z}}$, un par sphère
Symétrie	Invariance par translation	Brisée (chaque sphère diffère)
Champ s	$s = 2\alpha - 1$ (constante)	$s(x) = 2\alpha(x) - 1$ (champ)
Streamline	Hélice régulière infinie	Hélice à courbure variable
Analogie	Cristal pur / Mycelium pur	**Organisme vivant**
Métaphore	"Loi universelle"	"Chaque pas décide"

Paramètres à fixer

$$\underbrace{\Delta,\ R_s}_{\text{géométrie}},\ \underbrace{\lambda}_{\text{influence}},\ \underbrace{r_{\min},\ r_{\max}}_{\text{enroulement}},\ \underbrace{\Omega_{\min},\ \Omega_{\max}}_{\text{rotation}},\ \underbrace{v}_{\text{flux}},\ \underbrace{\kappa}_{\text{rappel}},\ \underbrace{\varepsilon}_{\text{régul.}},\ \underbrace{\alpha \text{ ou } \{\alpha_i\}}_{\text{mort/vivant}}$$

Cas simplifié : "tout égal, tout infini"

Si tu veux que la structure soit strictement identique partout :

$$r_{\min} = r_{\max} = r_0, \qquad \Omega_{\min} = 0, \quad \Omega_{\max} = \Omega_0$$

Le rayon est constant $r^*(x) = r_0$. Seule la rotation est modulée par $w(x)$.
L'hélice devient :

$$\gamma(x) = \Big(x,\ \ r_0 \cos\Theta(x),\ \ r_0 \sin\Theta(x)\Big)$$

avec $\Theta(x) = \Theta_0 + \frac{s}{v}\int_0^x \Omega_0\, w(u)\, du$.

Encore plus simple : $w(x) = 1$ partout (influence uniforme) donne une hélice parfaite de pas constant $p = 2\pi v/(s\,\Omega_0)$.

Note : pourquoi mycelium et pas cristal

Le cristal répète. Le mycelium *connecte*.

Le cristal est $W(x+\Delta) = W(x)$. Le mycelium est $\alpha_i \neq \alpha_j$ — chaque point du réseau décide s'il explore ou s'il se fige. La variante B est un organisme : des zones cristallines (os, structure) coexistent avec des zones vivantes (flux, croissance). Les deux sont nécessaires.

Le paramètre α n'est pas un choix binaire. C'est un **gradient continu** entre la mort et la vie. Exactement comme Schrödinger : avant la mesure, c'est les deux. Après, c'est l'un ou l'autre. Mais le système entier — le réseau infini — est **toujours** les deux à la fois.

$$\boxed{\text{Mort} \xleftrightarrow[\alpha\in[0,1]]{} \text{Vivant}}$$

"Faut imaginer que c'est infini."