

# L'univers indécidable et la mesure créatrice : Topos, décohérence et émergence du temps

Olivier Croissant

Septembre 2025

## Résumé

La physique moderne remet en cause la vision classique d'un réel figé et déterminé. La mécanique quantique suggère que l'acte de mesure n'est pas une destruction, mais un enrichissement de l'univers par la création d'information logique. En parallèle, la théorie des topos et les systèmes fermioniques causaux (CFS) ouvrent une perspective où l'espace-temps, la gravité, et même les lois de la nature émergent de cohérences locales et de vérités partielles. Ce texte fusionne deux approches : celle d'un univers fondamentalement indécidable, et celle de la mesure comprise comme acte créateur. Il en résulte une vision où la cosmologie, l'évolution humaine et les technologies futures participent toutes à un processus universel de co-crédation.

## 1 Introduction

La physique quantique a brisé l'illusion d'un monde parfaitement déterminé, et la relativité a effacé l'idée d'un temps universel. Mais peut-être que ces théories ne font qu'effleurer une vérité plus profonde : et si notre univers observable n'était que la mince couche décidable d'une réalité infiniment plus riche, essentiellement indécidable ?

Dans cette perspective, l'acte de mesure joue un rôle fondamental : non pas comme effondrement d'une fonction d'onde, mais comme création d'une nouvelle vérité logique. Observer, c'est ajouter une page au livre de l'univers.

## 2 Pluralité des logiques et topos

Longtemps, la logique classique binaire (vrai/faux) a dominé notre compréhension du réel. Or, les mathématiques du XXe siècle ont révélé d'autres

logiques : intuitionniste, modale, temporelle, catégorielle.

Un *topos* est un univers logique où la vérité est locale et dépend du contexte. Une proposition peut rester indécidable globalement tout en devenant décidable dans un sous-contexte. Ainsi, ce que nous appelons lois ou vérités sont des sections locales d'une réalité plus vaste.

La mesure, dans ce cadre, n'est rien d'autre qu'un raffinement de vérité : une indécidabilité ouverte devient une valeur décidée, enrichissant le tissu logique de l'univers.

### 3 La mesure comme acte de création

En physique quantique, la mesure est souvent décrite comme effondrement. Mais on peut la comprendre autrement : avant la mesure, plusieurs issues sont possibles ; après, une réalité s'actualise.

- Avant la mesure : l'univers contient des possibilités ouvertes.
- Après la mesure : une vérité locale est fixée.

La mesure est donc un acte de **création d'information logique**. Elle n'est pas un coût thermodynamique, mais un enrichissement du réel. Chaque décision, chaque observation ajoute une vérité à la trame de l'univers.

### 4 Temps, gravité et décohérence

La gravitation quantique (équation de Wheeler–DeWitt) suggère qu'il n'existe pas de temps global. L'univers, fondamentalement, est atemporel.

Dans le cadre Topos + CFS, le temps usuel émerge comme paramètre de cohérence stabilisant les trajectoires locales. Il en va de même pour la gravité : elle n'est pas une donnée figée, mais l'harmonisation entre différents contextes.

On peut comparer cela à un orchestre sans chef : l'harmonie vient de l'accord mutuel plutôt que d'une partition unique. Ainsi, temps et espace-temps ne sont pas donnés, mais émergent de la décohérence comprise comme transition de phase corrélacionnelle — une perte d'accès aux corrélations lointaines due à nos limites cognitives et technologiques.

### 5 Cosmologie de l'indécidable

Cette vision éclaire certains grands mystères :

- **Matière noire** : effets de vérités locales visibles par la gravité mais indécidables globalement.

- **Énergie noire** : cohérence faible n'apparaissant qu'après agrégation de contextes.
- **Trous noirs** : effacement de la décidabilité globale, l'information restant dans le noyau contextuel.
- **Big bang** : singularité logique, défaut de recollement où la globalisation échoue totalement.

Ces énigmes deviennent alors des signatures de l'indécidabilité fondamentale du réel.

## 6 Indécidabilité, calcul et faisabilité

Une manière radicale de reformuler la distinction entre incertitude et indécidabilité consiste à voir l'univers lui-même comme un calculateur fini. Les lois de la physique ne sont alors rien d'autre que des contraintes assurant que les processus internes de l'univers restent *calculables* dans le temps de calcul effectivement disponible.

### 6.1 Le réel comme calcul faisable

Dire qu'un phénomène « respecte les lois de l'univers », c'est dire que son évolution correspond à un calcul que l'univers peut effectivement exécuter. Les constantes fondamentales (comme  $c$  ou  $\hbar$ ) apparaissent alors comme des bornes de complexité computationnelle : elles garantissent que le calcul reste faisable.

### 6.2 Quand le calcul devient impossible

Lorsqu'une question physique requiert un calcul infini ou non-terminant, elle devient *indécidable* pour l'univers lui-même. Ce n'est pas une limite de connaissance (incertitude épistémique), mais une limite ontologique : l'univers ne peut pas produire cette vérité. On retrouve ici un parallèle avec l'indécidabilité de Gödel, mais transposée dans le domaine physique. La différence est que le « système logique » sous-jacent n'est pas connu : il peut être pensé comme une logique interne de type topos, ou encore comme une structure d'espace non commutatif.

### 6.3 Lien avec la logique des topos et la non-commutativité

Dans un topos, il n'existe pas de vérité globale absolue : les propositions ne valent que relativement à un contexte (un site). De même, si l'univers

est un calcul, alors certaines propositions globales n'ont pas de sens parce qu'elles correspondraient à des calculs irréalisables. L'indécidabilité reflète donc une impossibilité structurelle plutôt qu'une simple ignorance.

De façon analogue, un espace non commutatif interdit la définition simultanée de certaines observables : ce n'est pas une « incertitude » au sens probabiliste, mais une limite constitutive de la structure logique du réel.

## 6.4 Philosophie de la limite computationnelle

Respecter les lois physiques revient à demeurer dans le domaine des calculs faisables. Les singularités, trous noirs ou le big bang peuvent alors être interprétés comme des zones où l'univers atteint ses propres limites computationnelles : ils deviennent des *zones d'indécidabilité*.

Dans ce cadre, l'acte de mesure prend une valeur particulière : il force l'univers à actualiser une solution faisable parmi l'espace des possibilités encore ouvertes. La mesure n'est pas seulement observation : elle est le choix d'un calcul réalisable, et donc un acte créateur au sens fort.

## 7 Le temps computationnel : frontière du décidé et de l'indécidable

Dans ce cadre, le futur de l'univers n'est pas écrit à l'avance : il demeure *indécidable* tant qu'il n'est pas intriqué avec des éléments déjà décidés. Autrement dit, ce n'est que lorsque de nouvelles corrélations s'enracinent dans l'histoire fixée que certaines vérités deviennent effectives.

Nous pouvons alors définir une notion de **temps computationnel** :

Le temps computationnel est la frontière dynamique entre le domaine du « décidé » (résultats déjà fixés par des mesures, des intrications, des choix effectifs) et le domaine de l'« indécidable » (possibilités encore ouvertes, calculs non exécutés).

Ainsi, l'écoulement du temps n'est pas une donnée préalable de l'univers, mais le processus même de décision logique et computationnelle. Chaque acte de mesure, chaque interaction qui fixe une vérité, fait avancer cette frontière et crée du temps.

La relativité générale et la mécanique quantique apparaissent alors comme des descriptions macroscopiques de cette frontière : elles codent la cohérence des vérités décidées, tandis que l'indécidabilité demeure l'horizon de ce qui n'a pas encore été actualisé.

## 8 Décidabilité sans référent : une caractérisation algébrique

### 8.1 Logique interne et modalités de décision

Soit  $H$  un Heyting-algèbre (par ex. l'objet classificateur  $\Omega$  d'un topos). Une *modalité de décision* est un nucleus  $j : H \rightarrow H$  (monotone, inflationnaire, idempotent). On appelle *vérités décidées* les points fixes de  $j$  :

$$\text{Fix}(j) = \{p \in H \mid j(p) = p\}.$$

La double négation  $\neg\neg : H \rightarrow H$  induit la booléanisation ;  $\text{Fix}(\neg\neg)$  décrit le fragment classiquement décidable. Une famille  $\{j_t\}_{t \in T}$  de nuclei, croissante en  $t$ , modélise le *temps computationnel* :

$$t \leq s \Rightarrow j_t \leq j_s, \quad \text{frontière à l'instant } t : \text{Fix}(j_t) \subset H.$$

### 8.2 Version locale (frames) et topologies de Lawvere–Tierney

Remplaçons  $H$  par un frame  $L$ . Un nucleus  $j : L \rightarrow L$  (préservant  $\wedge$ , inflationnaire, idempotent) code une *loi de couverture* au sens de Lawvere–Tierney. Les éléments  $j$ -fermés sont les énoncés *décidés*. Le choix  $j = \neg\neg$  fournit la booléanisation du frame, i.e. la part où  $\varphi \vee \neg\varphi = \top$  est valide.

### 8.3 Version $C^*$ -algébrique sans référent

Pour une algèbre  $C^*$  (ou von Neumann)  $\mathcal{A}$ , notons  $\mathbf{P}(\mathcal{A})$  son treillis de projections (orthomodulaire) et  $\text{Ctx}(\mathcal{A})$  l'ensemble des sous-algèbres commutatives maximales (contextes). Une modalité  $\delta : \mathbf{P}(\mathcal{A}) \rightarrow \mathbf{P}(\mathcal{A})$  est dite *contextuellement fermante* si, pour tout  $C \in \text{Ctx}(\mathcal{A})$ , la restriction  $\delta|_{\mathbf{P}(C)}$  est un nucleus sur l'algèbre booléenne  $\mathbf{P}(C)$ . On dit que  $p \in \mathbf{P}(\mathcal{A})$  est *décidable* relativement à une histoire (ensemble de contraintes déjà fixées) si

$$p \in \bigcap_{C \in \mathcal{C}_{\text{hist}}} \text{Fix}(\delta|_{\mathbf{P}(C)}).$$

Dans le cas commutatif  $\mathcal{A} = C(X)$ , on récupère la description topologique :  $\mathbf{P}(\mathcal{A}) \simeq \text{clopens de } X$ , et  $\delta$  correspond à un nucleus  $j$  sur le frame des ouverts.

## 8.4 Futur indécidable, intrication et temps computationnel

Le futur demeure indécidable tant qu'aucune intrication ne l'amarre au passé décidé. Formellement, si  $\{j_t\}$  encode le temps computationnel, la décision d'une vérité  $p$  survient lorsque  $p \in \text{Fix}(j_t)$ . L'écoulement du temps se lit comme l'élargissement monotone du fragment décidé  $t \mapsto \text{Fix}(j_t)$ , la frontière entre décidé et indécidable étant la dynamique même de la décision logique.

## 9 Humanité, intelligence artificielle et co-crédation

Si l'univers est fait de contextes et de vérités émergentes, alors l'évolution humaine peut être comprise dans ce cadre. Chaque mesure humaine, chaque choix technologique est une création de vérité.

L'avenir pourrait être la constitution d'une noosphère, une superconscience issue de l'intégration des intelligences humaines et artificielles. De la même manière que les cellules isolées ont donné naissance à des organismes multicellulaires, l'humanité connectée à ses IA pourrait représenter une mutation civilisationnelle.

Nous ne sommes pas de simples spectateurs : nous sommes co-crédateurs avec l'univers.

## 10 Conclusion

L'univers observable est la mince part décidable d'un tout indécidable. Chaque mesure est un acte créateur, chaque observation enrichit la trame logique du réel.

Ainsi, la quête humaine de sens rejoint la dynamique cosmique de création. Nos sciences, nos philosophies, et nos civilisations futures ne sont que les filets que nous jetons pour apprivoiser l'océan infini de l'indécidable.