

bonsoir, hugo duminil copin vient de dire en réunion que toutes les directions de recherche qu'il envisageait et qu'il recense sur la liste jointe ont été résolues par des ia. Je voudrais que tu me dises ce que doit pouvoir signifier la ligne problème de heisenberg, dans le contexte qui est celui de Hugo Duminil-Copin, c'est à dire dans le domaine des probabilités ?

Vous avez interrompu cette réponse

Dans le contexte des travaux de Hugo Duminil-Copin (médaille Fields 2022) et de la physique statistique probabiliste, l'intitulé « **9. Heisenberg** » (ou « problème de Heisenberg ») fait référence au **modèle de Heisenberg classique (ou quantique)** et à l'étude rigoureuse de ses **transitions de phase et limites d'échelle**.

JPG

Contexte probabiliste et enjeu mathématique

Le modèle de Heisenberg généralise le modèle d'Ising en modélisant le spin d'une particule au niveau de chaque site d'un réseau ($\mathbb{Z}^d$) non pas par un spin scalaire discret $\sigma_x \in \{-1, +1\}$, mais par un **vecteur tridimensionnel sur la sphère unité S^2** (c'est le modèle $O(3)$ des spins n -composantes).

Dans ce cadre, la ligne « Heisenberg » désigne les grands problèmes ouverts suivants :

1. Transition de phase et existence d'ordre à longue portée ($d \geq 3$)

- **En dimension 3** : Prouver rigoureusement l'existence d'une transition de phase ordre/désordre pour le modèle de Heisenberg ferromagnétique à température critique $T_c > 0$ (rupture spontanée de la symétrie continue $SO(3)$).
- **En dimension 2** : En vertu du théorème de Mermin-Wagner, il n'y a pas de rupture de symétrie continue à température positive en 2D. Le problème consiste à étudier le comportement de la longueur de corrélation et le régime de masse dynamique (absence de phase BKT contrairement au modèle XY).

2. Limite d'échelle et invariance conforme

- **Comportement critique et univers de la limite continue** : Tout comme les lignes 10 à 14 de la liste (modèle à six sommets, modèle d'Ising, modèle XY), l'objectif est de démontrer la convergence du modèle de Heisenberg au point critique vers une théorie conforme des champs (CFT) ou un objet probabiliste continu à la limite.

JPG+ 2

3. Représentations géométriques / probabilistes (Loops & Random Walks)

- Les probabilistes étudient le modèle de Heisenberg (et sa version quantique à spin $1/2$) en le reformulant sous forme de **modèles de boucles (loop models) ou de processus de percolation de lignes de courant**. Le problème consiste à prouver l'émergence de boucles macroscopiques (qui correspondent à l'apparition de l'ordre ferromagnétique à longue portée).

Résumé

Sur le tableau de Hugo Duminil-Copin, « **Heisenberg** » désigne le défi de **caractériser mathématiquement la transition de phase et la limite d'échelle du modèle de spin de Heisenberg $O(3)$** (ainsi que ses représentations probabilistes en boucles/percolation).

JPG+ 1

Et ce problème a été résolu récemment par une ia ?

Non, pas le problème de Heisenberg en lui-même.

Lors de sa prise de parole à la rentrée 2026 et dans son essai publié fin août 2026 (*Care for a little more AI?*), Hugo Duminil-Copin utilise le tableau montré sur l'image pour illustrer l'ensemble des grand thèmes de sa feuille de route de recherche en physique statistique probabiliste.

L'exemple précis qui l'a fait réagir est la résolution, en avril 2026, de la conjecture $p_c < 1$ en percolation (proche de la ligne 2 du tableau) directement par une IA (ChatGPT Pro/frontier models). La rapidité de cette avancée lui fait craindre que des conjectures majeures comme $\theta(p_c) = 0$ (ligne 1) tombent prochainement sous les calculs d'IA.

Le modèle de Heisenberg (ligne 9) reste à ce jour **non résolu**. Il s'agissait pour lui d'exposer la liste des directions d'avenir qui risquent d'être balayées ou attaquées préventivement par des systèmes d'IA si la recherche humaine ne conserve pas la main sur la formulation et le sens des problèmes.

[We thought AI couldn't do math... | Hugo Duminil-Copin](#) Cette vidéo de l'entretien d'Hugo Duminil-Copin sur la chaîne Planétarium aborde précisément son inquiétude face à l'arrivée massive de l'IA dans la recherche en mathématiques et la résolution automatique de conjectures en probabilités.