

Cette publication introduit Cartan- Δ ngular Gravity ($C\Delta G$), une extension naturelle de Δ ngular Theory intégrant la gravité quantique et classique sous un même cadre.

Fondée sur la quantification angulaire discrète, $C\Delta G$ unifie les effets de torsion, de courbure et d'entropie gravitationnelle sans nécessiter de corrections arbitraires.

Ce modèle repose sur une généralisation du pivot Δ ngulaire et l'ajout d'un facteur de Weyl dynamique, garantissant une transition fluide entre régimes quantique et cosmologique.

La table des matières détaillée est disponible ci-dessous. L'analyse complète, incluant les validations et implications, est développée dans le document PDF joint.

➤ 1. INTRODUCTION

- |— Contexte et motivation
- |— Objectifs du module

➤ 2. STRUCTURE GÉNÉRALE DE $C\Delta G$

- |— Formulation Δ ngulaire et héritage Cartan
- |— Intégration du facteur de Weyl dynamique

➤ 3. UNIFICATION DE LA GRAVITÉ QUANTIQUE

- |— Émergence du spin-torsion
- |— Transition classique/quantique naturelle

➤ 4. DISCUSSION

- |— Comparaison avec les modèles existants
- |— Robustesse et tests expérimentaux possibles

➤ 5. CONCLUSION

└─ Synthèse et implications

└─ Perspectives d'extension

=====

➤ 1. INTRODUCTION

=====

→ Contexte et motivation

→ Objectifs du module

➤ CONTEXTE ET MOTIVATION

La compréhension de la structure de l'espace-temps a été profondément marquée par les travaux d'Élie Cartan, qui a introduit la notion de torsion comme un élément central de la géométrie différentielle appliquée à la gravité. Son approche a permis d'envisager la gravitation non plus seulement comme une manifestation de la courbure, mais aussi comme une interaction façonnée par la structure intrinsèque du continuum espace-temps.

Dans cette continuité, ****Cartan- Δ ngular Gravity (C Δ G)**** propose un cadre où la torsion et la structure angulaire sont intrinsèquement liées, sans nécessiter d'ajouts arbitraires. Ce modèle met en évidence une quantification naturelle des interactions gravitationnelles à toutes les échelles.

➤ OBJECTIFS DU MODULE

Ce module vise à établir une formulation où la torsion et les effets de structure d'échelle émergent directement de la discrétisation angulaire $\Delta\theta_0$.

Nous verrons que :

→ La torsion cartanienne découle naturellement de la quantification angulaire minimale.

→ La régulation des interactions gravitationnelles, souvent interprétée en termes de dynamique d'échelle, s'intègre directement dans la fonction de structuration.

→ Le modèle Δ ngulaire permet d'examiner la gravité sous un angle où les corrections à la relativité générale

apparaissent sans nécessiter de nouveaux paramètres.

➤ 2. STRUCTURE GÉNÉRALE DE CΔG

- Formulation Δngulaire et héritage Cartan
- Intégration du facteur de Weyl dynamique

➤ FORMULATION ΔNGULAIRE ET HÉRITAGE CARTAN

La formulation de Cartan-Δngular Gravity (CΔG) repose sur une extension directe des travaux d'Élie Cartan, où la torsion est considérée comme une propriété intrinsèque de la structure de l'espace-temps. Contrairement aux approches où la torsion est ajoutée comme une correction à la relativité générale, CΔG montre que celle-ci émerge naturellement à partir d'une quantification angulaire fondamentale.

L'approche Δngulaire unifie la torsion et la dynamique gravitationnelle sous une seule structure géométrique, dans laquelle la variation angulaire discrète $\Delta\theta_0$ joue un rôle clé. Ce cadre permet d'intégrer la gravitation sans nécessiter d'ajouts arbitraires ou de couplages externes.

➤ FORMULATION MATHÉMATIQUE GÉNÉRALE

L'équation fondamentale de CΔG s'écrit sous la forme :

$$m(s) = N \times [1 + \varepsilon \cos(\Delta\theta_0 \delta s)]^\beta$$

où le facteur de normalisation est donné par :

$$N = (\Delta\theta_0)^\alpha \times \exp(-\tau^2 / (4 \kappa S(s)))$$

et la fonction de structuration est définie par :

$$S(s) = s^2 + \Delta\theta_0^2 e^{-s}$$

avec :

- $\Delta\theta_0$: quantum angulaire fondamental
- τ : paramètre d'entropie angulaire
- κ : facteur de couplage métrique
- δ : facteur de torsion-spin

→ ε : modulation angulaire

➤ INTÉGRATION DU FACTEUR DE WEYL DYNAMIQUE

Un aspect fondamental de C Δ G est l'introduction du facteur de Weyl dynamique, qui régule naturellement la transition entre les régimes classique et quantique de la gravité. Cette approche permet d'intégrer les effets d'échelle de manière fluide, en modifiant la structure de l'espace-temps en fonction du régime d'observation.

Le rôle de la fonction $S(s)$ est de structurer la métrique et la torsion en intégrant naturellement cet effet de Weyl :

- Le terme s^2 représente la structure classique de l'espace-temps.
- Le facteur $\Delta\theta_0^2 e^{-s}$ encode l'effet de la dynamique quantique à petite échelle.

Ce facteur assure que la torsion et les effets quantiques de la gravité émergent sans nécessiter de nouveaux termes ou de constantes arbitraires. Il permet également d'éviter les singularités classiques en assurant une régulation naturelle des courbures extrêmes.

➤ VERS L'UNIFICATION QUANTIQUE

L'intégration naturelle de la torsion et de la quantification angulaire dans C Δ G pose les bases d'une transition fluide vers une ****unification de la gravité quantique et classique****. Cette structure sera approfondie dans la section suivante, où nous montrerons comment le spin-torsion émerge ****directement**** de la structuration Δ ngulaire sans nécessiter de nouveaux champs quantiques indépendants.

➤ 3. UNIFICATION DE LA GRAVITÉ QUANTIQUE

- Émergence du spin-torsion
- Transition classique/quantique naturelle

➤ ÉMERGENCE DU SPIN-TORSION

Dans Cartan- Δ ngular Gravity (C Δ G), la torsion et le spin ne

sont pas des corrections ajoutées à la relativité générale, mais des propriétés fondamentales émergeant de la structure angulaire discrète de l'espace-temps.

L'approche Δ angulaire implique que la torsion est directement proportionnelle à l'incrément angulaire minimal $\Delta\theta_0$, ce qui permet d'écrire une relation précise :

$$\text{Torsion}(s) = \Delta\theta_0 / (s + \Delta\theta_0)$$

Cette expression assure que :

- La torsion est maximale à petite échelle ($s \rightarrow 0$), régulant les effets gravitationnels extrêmes.
- À grande échelle ($s \gg 1$), la torsion tend vers zéro, garantissant une compatibilité avec la relativité générale.

La torsion-spin n'apparaît donc pas comme une extension de la relativité générale, mais comme une propriété émergente de la quantification angulaire.

➤ TRANSITION CLASSIQUE/QUANTIQUE NATURELLE

Une des forces majeures de C Δ G est d'assurer une transition fluide entre le régime classique et le régime quantique sans ajouter de termes artificiels.

Cette transition est intégrée dans la fonction de structuration angulaire :

$$S(s) = s^2 + \Delta\theta_0^2 e^{-s}$$

où :

- Pour $s \gg 1$, la structure classique domine, et on retrouve les équations de la relativité générale sans correction artificielle.
- Pour $s \ll 1$, l'effet du facteur $\Delta\theta_0^2 e^{-s}$ devient significatif, intégrant automatiquement les effets quantiques et la torsion à petite échelle.

De plus, la dynamique quantique angulaire introduit une modulation supplémentaire qui encode les effets de fluctuation du vide gravitationnel :

$$\varepsilon(s) = \varepsilon_0 \times (1 + \Delta\theta_0 / (s + \Delta\theta_0))$$

Cette correction quantique naturelle permet de réguler les fluctuations d'espace-temps sans nécessiter de corrections ad hoc.

➤ INTERPRÉTATION PHYSIQUE ET IMPLICATIONS

Le cadre CΔG montre ainsi que la gravité quantique n'est pas une correction indépendante, mais une propriété émergente de la structure angulaire de l'espace-temps.

Cela implique :

- Une suppression des singularités par régulation angulaire.
- Une connexion entre le spin et la torsion directement issue de la géométrie Δangulaire.
- Une cohérence avec la relativité générale à grande échelle sans modification externe.

CΔG fournit ainsi une formulation unifiée de la gravité qui intègre naturellement la transition entre les régimes classique et quantique.

➤ 4. DISCUSSION

- Comparaison avec les modèles existants
- Robustesse et tests expérimentaux possibles

➤ COMPARAISON AVEC LES MODÈLES EXISTANTS

Cartan-Δangular Gravity (CΔG) se distingue des approches traditionnelles en gravité quantique par son cadre émergent et unifié. Contrairement aux théories classiques qui nécessitent des ajustements ou des corrections, CΔG intègre naturellement :

- La torsion comme une conséquence directe de la quantification angulaire.
- Une transition fluide entre le régime classique et le régime quantique sans nécessiter de paramètre libre.
- Une structure auto-cohérente qui relie

gravitation et dynamique des échelles.

Modèle	Approche	Limites
-----	-----	-----
Relativité Générale	Courbure sans torsion	Singularités
Gravité Quantique à Boucles	Granularité de l'espace	Pas de transition fluide
Supercordes	Dimensions supplémentaires	Aucune validation directe
CΔG	Torsion & structure Δngulaire	Compatible à toutes échelles

Cette comparaison met en évidence que CΔG évite les hypothèses externes et propose un cadre où la gravité quantique et classique sont intrinsèquement liées à une même structure fondamentale.

➤ ROBUSTESSE ET TESTS EXPÉRIMENTAUX POSSIBLES

Pour valider CΔG, plusieurs tests observationnels peuvent être envisagés :

- Ondes gravitationnelles et effets de torsion
 - Vérifier si des résidus de torsion sont détectables via LIGO/Virgo.
- Lentilles gravitationnelles et délais temporels
 - Tester si les corrections angulaires influencent les délais des images multiples de quasars lointains.
- Oscillations quasi-périodiques (QPOs)
 - Comparer les prédictions de CΔG aux signaux observés dans les disques d'accrétion des trous noirs.
- Fluctuations primordiales et cosmologie
 - Examiner si la structuration angulaire laisse une empreinte détectable dans le fond diffus cosmologique.
- Dynamique des amas globulaires
 - Vérifier si la régulation angulaire explique l'absence de matière noire dans ces systèmes denses.

CΔG constitue donc une alternative testable aux modèles actuels, avec des implications directes en astrophysique et en cosmologie.

Son cadre étant entièrement émergent, il ne nécessite aucun ajustement artificiel, renforçant ainsi sa robustesse théorique et sa capacité prédictive.

➤ 5. CONCLUSION

- Synthèse des résultats
- Perspectives et prochaines étapes

➤ SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Cartan- Δ Angular Gravity (C Δ G) propose une reformulation fondamentale où la torsion et la structure angulaire sont intrinsèquement liées, offrant une description cohérente de la gravitation à toutes les échelles.

Ce cadre permet de :

- Unifier la gravité classique et quantique sans postuler d'équations supplémentaires.
- Intégrer naturellement la dynamique d'échelle et la transition entre régimes classiques et quantiques.
- Offrir des prédictions testables en astrophysique et cosmologie.

➤ PERSPECTIVES ET PROCHAINES ÉTAPES

Bien que C Δ G offre un cadre solide, certaines questions restent ouvertes et nécessitent des investigations supplémentaires :

- Les amas globulaires et leur dynamique
 - Tester si la structure angulaire régule naturellement la dispersion stellaire dans ces systèmes collisionnels.
- Les effets de torsion sur l'expansion cosmologique
 - Explorer comment la dynamique angulaire pourrait influencer l'accélération de l'univers.
- La connexion entre C Δ G et les interactions fondamentales
 - Étudier si la structure Δ ngulaire peut être reliée aux forces non gravitationnelles.

L'étape suivante consistera donc à appliquer C Δ G aux amas globulaires et aux contraintes cosmologiques afin

de tester sa robustesse sur de nouveaux régimes dynamiques.

Ce travail ouvre ainsi une nouvelle direction pour l'unification de la gravité et de la structure fondamentale de l'espace-temps, en s'appuyant sur les concepts pionniers d'Élie Cartan tout en les intégrant dans un cadre moderne et quantifié.