

1 Galaxies dominées par matière noire et halos hypercomplexes dans la RGH

1.1 Contexte observationnel

Certaines galaxies récemment observées présentent une fraction baryonique extrêmement faible. Ces objets sont souvent désignés comme :

- *dark galaxies*,
- *ultra-diffuse galaxies* (UDG),
- halos dominés par matière noire.

Les indices observationnels sont essentiellement gravitationnels :

- amas globulaires orbitant autour d'un centre gravitationnel,
- dispersion de vitesse mesurée,
- parfois lentille gravitationnelle faible,
- estimation dynamique de la masse du halo.

Ces observations impliquent généralement

$$M_{\text{halo}} \gg M_{\text{baryon}} \quad (1)$$

Dans certains systèmes extrêmes :

$$\frac{M_{\text{baryon}}}{M_{\text{halo}}} \sim 10^{-3} - 10^{-4} \quad (2)$$

alors que la fraction baryonique cosmologique attendue est

$$\frac{M_{\text{baryon}}}{M_{\text{halo}}} \approx 0.15. \quad (3)$$

Ces estimations proviennent d'analyses dynamiques (dispersion de vitesse, dynamique des amas globulaires) et non d'une mesure directe de la masse invisible.

1.2 Interprétation standard dans le modèle Λ CDM

Dans le cadre cosmologique standard, la formation des galaxies suit le scénario hiérarchique

$$\text{halo de matière noire} \rightarrow \text{capture du gaz baryonique} \rightarrow \text{formation stellaire}. \quad (4)$$

Dans les galaxies extrêmement diffuses, ce processus baryonique semble avoir échoué. Trois mécanismes principaux sont généralement invoqués.

Feedback stellaire violent Les premières générations d'étoiles peuvent expulser le gaz par :

- vents stellaires
- explosions de supernova
- rayonnement ultraviolet intense.

Stripping gravitationnel Dans un environnement d’amas de galaxies :

$$\text{pression dynamique} + \text{forces de marée} \quad (5)$$

peuvent arracher le gaz baryonique au halo.

Suppression par réionisation Lors de l’époque de réionisation cosmique, le gaz chauffé peut rester trop énergétique pour être capturé par certains halos.

1.3 Limites conceptuelles

Ces objets extrêmes sont souvent interprétés comme un argument en faveur d’une composante matérielle réelle (matière noire) plutôt qu’une modification universelle de la gravité.

Cependant la variabilité observée des fractions baryoniques suggère également que la structure gravitationnelle peut exister indépendamment de la matière visible.

Cela ouvre la possibilité d’interprétations géométriques plus fondamentales.

1.4 Cadre de la Relativité Générale Hypercomplexe

Dans la Relativité Générale Hypercomplexe (RGH), la gravité effective peut contenir une contribution provenant d’un champ hypercomplexe.

La métrique effective peut être écrite sous la forme

$$g_{\mu\nu} = g_{\mu\nu}^{(R)} + g_{\mu\nu}^{(\mathbb{H})} \quad (6)$$

où $g_{\mu\nu}^{(\mathbb{H})}$ représente la contribution hypercomplexe.

Le tenseur énergie-impulsion effectif devient alors

$$T_{\mu\nu}^{\text{eff}} = T_{\mu\nu}^{\text{baryon}} + T_{\mu\nu}^{\mathbb{H}}. \quad (7)$$

Dans certains régimes :

$$T_{\mu\nu}^{\mathbb{H}} \gg T_{\mu\nu}^{\text{baryon}}. \quad (8)$$

Un halo gravitationnel peut donc exister même en absence quasi complète de matière baryonique.

1.5 Hypothèse : halos hypercomplexes

Hypothèse H1.

Il peut exister des domaines astrophysiques où la densité d’énergie hypercomplexe domine la contribution baryonique :

$$\rho_{\mathbb{H}} \gg \rho_{\text{baryon}}. \quad (9)$$

Dans ce cas, la structure gravitationnelle observable correspondrait à un condensat du champ hypercomplexe.

1.6 Structure possible

Une galaxie dominée par le champ hypercomplexe pourrait suivre le schéma :

condensation du champ hypercomplexe \rightarrow puits gravitationnel \rightarrow capture partielle de baryons. (10)

Si la capture baryonique est inefficace, l'objet apparaît presque invisible.

1.7 Défaut de couplage baryonique

Il est également possible que le couplage

$$\mathbb{H} \leftrightarrow T_{\mu\nu}^{\text{baryon}} \quad (11)$$

soit faible dans certains domaines.

La structure gravitationnelle peut alors se former sans accumulation significative de matière ordinaire.

1.8 Domaines topologiques

Dans certaines extensions géométriques, ces structures pourraient correspondre à :

- défauts topologiques,
- solitons gravitationnels,
- domaines de Weyl ou de torsion.

Ces structures produisent une perturbation métrique

$$\Delta g_{\mu\nu} \quad (12)$$

générant une gravité effective similaire à celle d'un halo de matière noire.

1.9 Prédictions observationnelles

Si cette interprétation est correcte, plusieurs signatures observables pourraient apparaître :

1. dispersion dynamique atypique,
2. relation masse–amas globulaires anormale,
3. profil de masse non compatible avec un halo NFW standard,
4. signatures de lentille gravitationnelle modifiées.

1.10 Intérêt pour la RGH

Ces galaxies représentent des laboratoires astrophysiques particulièrement intéressants car elles minimisent les effets baryoniques et isolent la structure gravitationnelle pure.

Elles constituent donc des systèmes privilégiés pour tester des extensions géométriques de la relativité générale.

1.11 Analogie conceptuelle

Une analogie simple consiste à comparer une galaxie à un sapin de Noël :

- dans le modèle Λ CDM, l'arbre correspond au halo de matière noire et les guirlandes à la matière baryonique ;
- dans MOND, la gravité modifiée affecte la luminosité apparente des guirlandes ;
- dans la RGH, la structure même de l'arbre pourrait provenir d'une géométrie hypercomplexe du champ gravitationnel.