

RM — RELATIVITY OF MATTER

LIVRE V

L'UNIVERS N'EST PAS INFINI

Qui paie la gravité ?

Le Traité Unifié

L'espace est borné. La géométrie décrit. $\mathcal{A}$ encaisse.

ÉDITION FRANÇAISE CONSOLIDÉE
VERSION v11.4.0 — 22 SEPTEMBRE 2026
Trois volumes / Thermomètre Maria / P-CIN

« Rien ne se perd. L'Univers refuse l'hémorragie. »

PIERRE BENAROS

Chercheur indépendant • ORCID 0009-0000-0427-0217

benaros@relativityofmatter.org

PRÉFACE — 22 SEPTEMBRE 2026

L'UNIVERS N'EST PAS INFINI

La nouveauté n'est pas l'unité de mesure. C'est le corps cosmique que RM propose de mesurer.

Dire que l'Univers est fini engage une description physique : une extension, une géométrie et un volume. La finitude est une proposition de RM ; le calcul doit lui donner un contenu, en fixer les conditions et permettre de la confronter aux observations.

Il n'est pas nécessaire, pour cela, d'inventer une nouvelle règle. L'année-lumière est une unité de longueur, non une durée. Son cube, noté al^3 , est une unité de volume. RM conserve ces unités et sépare ce qu'elles mesurent : le diamètre n'est pas le volume, et aucun des deux n'est l'âge du cosmos.

Trois états, trois volumes

Le **Noyau Cosmique** désigne l'état de cohésion maximale. L'**Univers actuel** est le repère intermédiaire. L'**extension terminale** est l'aboutissement de l'expansion envisagée. Ces trois repères donnent au corps cosmique une représentation commune, sans réduire son histoire à un point initial ou à un nombre spectaculaire.

Pour rendre cette représentation lisible, le chapitre 50 pose un exemple sphérique euclidien, dans lequel

$$V^{\text{plat}} = \frac{\pi}{6} D^3.$$

L'ancienne valeur de 500 000 al est reprise *ici comme diamètre illustratif* du Noyau, non comme résultat de R-NC. Le diamètre actuel de 93 milliards d'al et la fraction radiale $f_R = 0,30$ sont à leur tour des entrées d'exemple. Elles donnent un diamètre terminal de 310 milliards d'al.

Repère cosmique	Volume sphérique illustratif
Noyau Cosmique	$V_{\text{NC}}^{\text{plat}} \simeq 6,545 \times 10^{16} \text{ al}^3$
Univers actuel	$V_{\text{act}}^{\text{plat}} \simeq 4,212 \times 10^{32} \text{ al}^3$
Extension terminale	$V_t^{\text{plat}} \simeq 1,560 \times 10^{34} \text{ al}^3$

Trois volumes calculés sous les mêmes conventions, non trois mesures à ce jour établies de l'Univers entier.

PRÉFACE — SUITE

Où sommes-nous entre les deux extrêmes ?

Un rapport de diamètres ne se lit pas comme un rapport de volumes. Dans l'exemple plat, si le diamètre actuel représente 30 % du diamètre terminal, alors

$$\frac{V_{\text{act}}^{\text{plat}}}{V_t^{\text{plat}}} = \left(\frac{D_{\text{act}}}{D_t} \right)^3 = (0,30)^3 = 0,027.$$

L'état actuel occupe donc **2,7 % du volume terminal de cet exemple**. Il n'est pas au milieu de cette échelle volumique. Cela ne mesure ni le temps écoulé depuis l'Ignition, ni la durée restant avant l'extension terminale. Une position géométrique n'est pas une date.

Dans le scénario de retour étudié par RM, le Noyau peut être lu comme une **charnière** : aboutissement d'une contraction et origine d'une nouvelle expansion. L'extension terminale occupe l'autre extrême de cette représentation. Le retour de l'une à l'autre exige encore une dynamique, des transitions et un budget fermé. Le chapitre 51 conserve ces calculs comme programmes ouverts. Un cycle éventuel des états physiques ne referme jamais la droite universelle du temps T .

STATUT — Ce que les trois volumes engagent

Les valeurs affichées résultent de diamètres posés et d'une géométrie euclidienne. Le volume réel doit être calculé avec la géométrie spatiale de la solution. Le Noyau illustratif n'est pas assimilé au résidu central actuel ; le diamètre d'un domaine observable ne fixe pas celui de l'Univers entier. R-NC, la fraction f_R , le volume terminal et la dynamique du retour conservent leurs verrous propres.

La règle peut donc rester ordinaire ; c'est le calcul qui doit devenir exigeant. Aucun changement d'unité ne prouve la finitude de l'Univers. Aucun grand nombre ne remplace sa géométrie. RM définit les objets, expose les hypothèses et fait apparaître les volumes qui en découlent.

Trois états. Trois volumes. Une seule unité.

L'Univers fini n'est plus seulement une formule : il devient un corps cosmique dont les dimensions doivent être calculées.

Pierre Benaros — 22 septembre 2026

OUVERTURE — RÉVISION DU 22 SEPTEMBRE 2026

Le redshift n'a pas disparu. L'énergie transférée a un destinataire.

Dans un redshift, la lumière est reçue à une fréquence plus basse que celle de son émission. Le phénomène est mesuré ; il n'est pas en cause. RM pose que l'énergie effectivement transférée ne s'évapore pas : elle a un destinataire physique, l'état $\mathcal{A}$. Cette proposition engage une loi d'échange, une capacité et une réponse mesurable. Un simple écart de fréquence ne les fournit pas à lui seul.

Un décalage spectral est une mesure. Un dépôt d'énergie est un processus. Entre les deux, il faut une loi et un réservoir réel. Ce livre écrit ces bilans et distingue les lois établies des raccords encore ouverts. Il ne se réfugie derrière aucune image, si convaincante soit-elle : une image ne paie pas une facture d'énergie.

Une différence d'énergie mesurée par deux observateurs ne démontre pas, à elle seule, une absorption intermédiaire. RM tranche sur son ontologie : il existe un continuum physique, l'état $\mathcal{A}$, et les échanges doivent s'écrire dans un bilan commun. La théorie se juge sur ces équations et sur leurs conséquences falsifiables. C'est le seul tribunal qu'elle reconnaisse.

L'intuition de départ reste entière : l'état $\mathcal{A}$ ne doit pas être un mot posé entre deux calculs. Il doit porter une énergie, une réponse et des limites. Le thermomètre de Maria offre une prise sur cette exigence. Il relie la charge radiative à la capacité constitutive, puis demande quelles températures restent admissibles. Dans l'étoile, le langage actif devient celui du bilan thermique ; l'ancien « stock d'énergie du redshift » ne revient pas comme explication automatique du soutien mécanique.

Le chapitre 50 met désormais en regard trois volumes : le Noyau Cosmique, l'Univers actuel et l'extension terminale. Les unités usuelles suffisent ; les calculs d'exemple ne prennent pas la place de la géométrie et de la dynamique qui doivent les justifier.

Enfin, le raccord net du Black Core est tranché dans la branche déclarée : sa surface est une couche double de courbure de densité $\Lambda_\Sigma = P$, non une membrane ajustable, et sa cadence intérieure est un plateau N_c . Le calcul de paroi statique n'ajoute aucun canal d'émission spontanée. Il ne préjuge pas du rayonnement transitoire de formation ou de fusion. Le profil de paroi à épaisseur finie, l'entropie de couche, le gap, la conversion et la solution globale restent des programmes ouverts. Un raccord calculé n'est pas un effondrement déjà résolu.

Le redshift est observable. Tout transfert revendiqué engage un bilan.

Pierre Benaros — édition française v11.4.0 du 22 septembre 2026

Ce qui change dans cette édition

Cette v11.4.0 ajoute une préface et remplace le chapitre 50 par trois volumes exprimés en années-lumière cubes. Le Nombre Maria et l'unité spatiale de présentation $U\mathcal{E}$ quittent l'usage actif ; le thermomètre Maria $M-02$ est conservé. Les calculs 1–4, les clarifications P–CIN de la v11.3.0 et le silence gravitationnel intérieur de la v11.3.1 sont maintenus. L'anglais reste à harmoniser ; le numéro d'édition n'annonce pas à lui seul un dépôt en ligne.

Objet	Changement reçu	Lecture
Redshift et énergie	Réécriture de l'ouverture ; séparation entre fréquence observée et transfert énergétique.	Chapitre 10
Trois volumes	Noyau, état actuel et extension terminale en al^3 ; entrées et géométrie d'exemple explicites.	Préface et chapitre 50
Thermomètre Maria	$M-02$, maximum thermique et normalisation UC–1.	Chapitre 53
Étoile et bulk	$\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}}$ devient la notation de travail thermique ; domaines des contraintes et du critère de signe explicités.	Chapitre 54
Corps d'état E	Borne ponctuelle conditionnelle $u_E \leq 5P/(4\ell_\star^2)$ dans l'action pure E ; marge et masse de branche distinguées d'une loi universelle.	Chapitre 45
Surface du Black Core	Raccord net par couche double ; plateau de cadence et silence gravitationnel intérieur ; portée locale et stabilité distinguées.	Chapitre 30
Capacité déviatorique	Borne UC–1, fermeture P–CIN séparée, audit canonique local, paramètre d'activation et programme de champ fort.	Chapitre 28 bis
Paroi et modes EM	Exclusion compressible candidate, opérateur EM, raccords de flux, test du gap et absence de canal radiatif propre.	Chapitre 55
Cadence et spectre	N explicite, fréquences distinguées ; ni coupure garantie ni impossibilité générale.	Chapitre 28 ter
Longueur constitutive	Trois voies conditionnelles ; aucune calibration kilométrique reçue.	Chapitre 28 ter

STATUT — Règle de lecture des résultats

Les identités algébriques sont établies dans les réductions indiquées. UC–1 et P–CIN sont des propositions constitutives distinctes : la première porte ici une borne énergétique conditionnelle, la seconde une fermeture cinétique candidate dont l'audit canonique local est reçu. La température en kelvins, la valeur de $\ell_\star$, le profil complet de paroi, son gap radiatif, son flux sortant et une forme d'onde de fusion ne sont pas annoncés comme calculés. Un résultat conditionnel reste utilisable : ses conditions font partie du résultat.

Les chapitres historiques de fermeture homogène et CART conservent le symbole ε_z de leurs sources. Ce symbole ne constitue plus une explication énergétique stellaire par le redshift. Le chapitre 54 donne le passage contrôlé au secteur thermique, et précise pourquoi le changement de notation ne fournit pas une loi constitutive manquante. Le corps de Pillar IV reproduit en fin de livre reste une réception historique ; la présente décision est portée explicitement hors de ce corps.

PRÉFACE CONSERVÉE – CONSOLIDATION DU 18 SEPTEMBRE

L'Épreuve du Ciel

Une théorie ne choisit pas le ciel qui lui convient. Elle écrit ce qu'elle attend de lui, et les conditions dans lesquelles elle devra renoncer à cette attente.

La Relativity of Matter pose l'état $\mathcal{A}$ comme le continuum physique de l'Univers manifesté et le temps comme une droite universelle ouverte. Ces postulats engagent une mécanique, et cette mécanique est écrite.

Le travail réuni ici part d'une question presque familière : que verrait un observateur qui ne serait pas au centre d'un corps cosmique sphérique ? La réponse géométrique est exacte sous ses hypothèses : son ciel conserve l'axe observateur-centre. Mais l'axe n'est pas l'amplitude. Il faut encore que le corps, sa cadence et ses frontières produisent un champ compatible.

C'est ce second travail qui donne à cette édition son unité. Le Cœur est un corps d'état E . Le bulk porte un fond et un réservoir. Le volume nouveau naît avec une référence et un coût. Leurs équations tiennent ensemble. Une densité seule ne choisit pas la masse active ; un gradient seul ne choisit pas la température du ciel : ces distinctions sont des résultats, pas des précautions.

Je n'attends pas d'un relevé qu'il confirme une flèche déjà tracée. J'impose une confrontation dont les règles sont fixées avant les données. Deux dipôles réellement attribués à la même structure sphérique, mais non colinéaires, réfutent cette origine commune : c'est la clause de mort, et elle est écrite. Un accord d'axes serait une compatibilité à examiner, non une preuve de toute la théorie. Je ne demande pas au ciel de me donner raison ; je lui donne le moyen de me donner tort.

Le calcul a des prises exactes : une variation globale, deux contraintes préservées, des pressions de bord, une identité de flux, une loi de transfert. Tout profil physique candidat satisfait chacune de ces conditions, ou il n'existe pas.

À vos télescopes. Les conditions du test sont écrites. C'est au ciel de répondre.

Pierre Benaros, Cannes, 18 septembre 2026

STATUT — Comment lire cette édition

Les chapitres 43 à 52 réunissent la consolidation CART, les repères volumiques et le programme du retour. La préface du 18 septembre est conservée ; le chapitre 50 reçoit la simplification du 22 septembre. Les chapitres 53 à 55 portent Maria M-02, la lecture thermique et l'audit de paroi. Chaque résultat conserve son domaine déclaré, chaque programme ouvert son prochain calcul.

PRÉFACE

Sans $\mathcal{A}$, que devient une étoile ?

Un médecin n'explique pas d'abord une maladie à son patient avec une forêt de symboles. Il commence par dire ce qui se passe. Ce livre fera la même chose avec l'Univers : les mots et les images d'abord ; les équations ensuite, chaque fois qu'il faudra vérifier que l'image ne nous a pas trompés.

La question paraît presque enfantine : sans l'état $\mathcal{A}$, une étoile s'effondrerait-elle ?

La première réponse est tentante : oui, parce qu'on aurait retiré son soutien. Mais cette réponse conserve en secret la moitié du mécanisme. Elle garde une gravité qui agirait exactement comme avant, puis enlève seulement ce qui l'équilibrait. Ce n'est pas la proposition de RM.

Dans RM, la gravité reste fondamentale, mais ses manifestations transmissibles appartiennent à une architecture relationnelle contenant l'état $\mathcal{A}$. La lumière se propage dans ce domaine. Le passage nucléaire est lui aussi conditionné, dans le programme RM, par l'interface avec $\mathcal{A}$. Retirer $\mathcal{A}$ ne revient donc pas à enlever un coussin sous une étoile déjà constituée. Cela retire une partie des conditions physiques qui permettent à cette étoile d'exister telle que nous la connaissons.

SANS $\mathcal{A}$, L'ÉTOILE TELLE QUE NOUS LA CONNAISSONS NE PEUT PAS EXISTER.

Pour l'Univers, la question devient encore plus radicale. RM ne décrit pas des objets posés dans une boîte vide. Elle propose que l'Univers manifesté soit un domaine physique de l'état $\mathcal{A}$. Demander ce que devient cet Univers après avoir retiré $\mathcal{A}$ revient alors à demander ce que deviennent les vagues lorsqu'on retire l'océan.

Les vagues ne s'effondrent pas. Elles cessent d'être une possibilité.

Voilà l'entrée de ce Livre V. Il ne demande pas au lecteur de commencer par une métrique, une matrice de Dirac ou une équation hydrostatique. Il demande d'abord : *quel mécanisme physique voulons-nous réellement décrire ?* Ensuite seulement viennent l'algèbre, les contraintes, les calculs numériques et les clauses de mort.

Je ne vois pas $\mathcal{A}$. Il est où ?

Marie voit la pomme tomber, sa main exister, le Soleil tenir dans le ciel. Elle ne voit aucune des interactions qui rendent ces choses possibles — elle en voit les effets.

Cette question ordinaire impose à RM une exigence extraordinaire de clarté. Une interaction physique n'a pas besoin d'être visible comme un objet posé sur une table ; elle doit cependant laisser des

conséquences accessibles à l'observation. La gravitation n'est pas vue directement dans la chute d'une pomme : son effet l'est. L'interaction forte n'est pas visible à l'œil nu dans une main : la stabilité de la matière qui la compose en porte les conséquences. Dans RM, l'Interaction d'exclusion doit satisfaire à la même discipline : elle ne gagne aucun statut physique parce qu'un symbole la nomme ; elle doit apparaître par les configurations qu'elle rend possibles et, à terme, par une signature qui puisse être confrontée à l'expérience.

POMME	MAIN	SOLEIL
↓	↓	↓
Gravitation	Interaction forte	Interaction d'exclusion

Triptyque pédagogique. Les trois colonnes montrent des conséquences visibles ou familières ; elles ne constituent pas, à elles seules, une preuve discriminante de l'ontologie RM.

Pour le Soleil, la formulation doit rester précise. La physique stellaire standard explique son équilibre sans $\mathcal{A}$. RM propose une lecture supplémentaire : dans ses solutions de champ fort, l'Interaction d'exclusion constitue une limite constitutive capable d'empêcher la poursuite indéfinie d'un canal de compression. Le Soleil est donc ici une image pédagogique de ce que signifie “voir un effet” ; il n'est pas présenté comme une validation expérimentale exclusive de $\mathcal{A}$.

PRINCIPE — Présence phénoménologique de $\mathcal{A}$

$\mathcal{A}$ n'est pas une quatrième dimension rebaptisée et ne doit pas remplacer une abstraction par une autre. Dans RM, $\mathcal{A}$ est postulé comme un état physique du domaine manifesté. Une telle proposition n'acquiert du contenu que si elle suit la chaîne

$$\mathcal{A} \longrightarrow \text{état ou réponse physique} \longrightarrow \text{conséquence observable.} \quad (1)$$

Une conséquence visible rend le concept concret ; une signature discriminante, elle, devra en plus distinguer RM des descriptions concurrentes.

LA GÉOMÉTRIE DÉCRIT. $\mathcal{A}$ DOIT EXPLIQUER.

ET S'IL EST PHYSIQUE, $\mathcal{A}$ DOIT LAISSER UNE TRACE.

La règle de départ : Newton avant l'ontologie

La réussite d'une construction ne vient pas de la quantité de formalisme mobilisée, mais du choix du bon point de départ. RM adopte désormais une règle explicite : **partir du phénomène, pas de son interprétation**. Lorsque Newton suffit, Newton est le banc zéro. Lorsque la microphysique ordinaire suffit, elle reste intacte. $\mathcal{A}$ n'est introduit qu'au point exact où RM affirme qu'une propriété physique supplémentaire est nécessaire.

$$\begin{array}{l} \text{phénomène} \longrightarrow \text{loi minimale connue} \longrightarrow \text{limite ou question} \\ \longrightarrow \mathcal{A} \longrightarrow \text{équation} \longrightarrow \text{prédiction.} \end{array} \quad (2)$$

Cette discipline interdit notamment de placer l'espace-temps dans les prémisses lorsqu'on cherche précisément à savoir si l'espace-temps est une réalité physique ou une représentation. Une théorie plus générale n'a pas besoin de déclarer Newton faux : elle doit retrouver Newton dans son domaine et montrer exactement où une correction devient nécessaire.

Newton n'est pas l'ennemi de RM. Newton est son banc zéro.

Trois phrases pour entrer dans RM

**Æ — L'ÉLÉMENT MANQUANT DE
L'UNIVERS.**

**L'INTERACTION D'EXCLUSION — LA LOI FONDAMENTALE
MANQUANTE.**

L'ESPACE-TEMPS — UNE DIMENSION DE TROP.

SIGNATURE GRAVITATIONNELLE DE RM

$$\mathcal{C}_{\text{RM}}(r) = \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}} = \sqrt{1 - C(r)}$$

**LE TEMPS NE RALENTIT PAS. LA MATIÈRE CHANGE DE
CADENCE.**

Ces trois phrases sont le manifeste de RM, pas un substitut à sa preuve. Le reste du livre leur impose précisément ce que la publicité n'impose jamais à un slogan : une action, des équations, des domaines de validité, des résultats conditionnels, des contradictions conservées et des moyens de réfutation.

Le temps ne boucle pas : l'Univers peut respirer dessus

Une seconde image simplifie immédiatement la question de la quatrième dimension. Dans RM, le temps est une droite ouverte. Une histoire cosmique peut en revanche monter, ralentir, redescendre, ralentir encore : **ce n'est pas le temps qui oscille ; c'est l'état de l'Univers qui évolue le long du temps.**

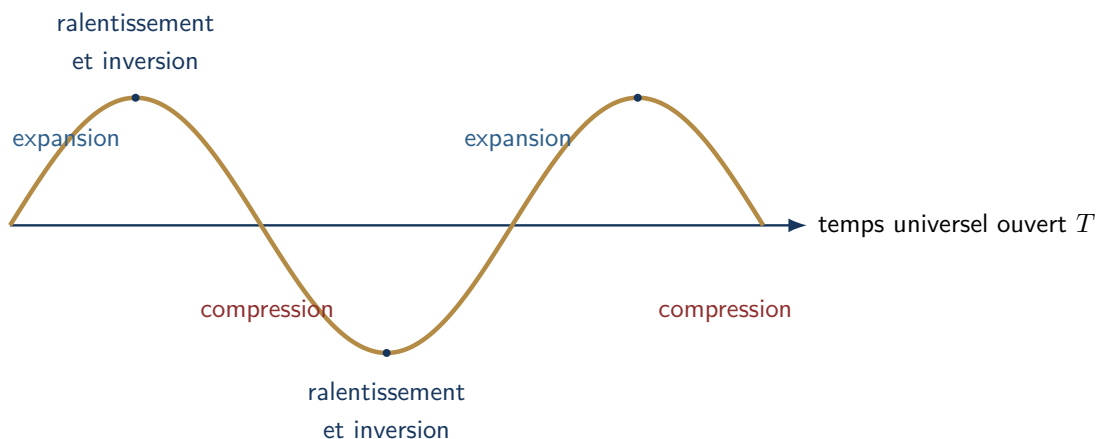


Image conceptuelle RM. Une éventuelle histoire cosmique cyclique décrirait l'état du domaine manifesté le long de T ; elle ne fermerait jamais le temps en boucle. Aucun cycle quantitatif particulier n'est constitutionnalisé par cette image.

La formule la plus courte est donc :

Le temps n'est pas ce qui boucle. C'est l'état de l'Univers qui peut osciller le long d'un temps ouvert.

Le contrat avec le lecteur

Le Livre V est le grand livre de synthèse de RM. Une édition anglaise existe dans sa propre lignée ; son harmonisation avec la présente v11.4.0 française reste à faire. Le Traité peut contenir des équations, parce qu'une théorie qui refuse le calcul n'est qu'un récit. Mais aucune équation importante ne devrait apparaître avant que le lecteur puisse dire, avec des mots ordinaires, ce qu'elle est censée représenter.

Un nombre réel, une coordonnée supplémentaire, une singularité ou une construction topologique peuvent être des outils mathématiques remarquables. Leur utilité formelle ne leur confère pas automatiquement une existence physique. La règle éditoriale de ce livre tient donc en une phrase :

L'Univers s'explique avec des mots et des images ; les équations décident si l'explication tient.

Le lecteur peut maintenant ouvrir le capot.

PROLOGUE

Et si la Relativité de la matière était démontrée ?

Et si la Relativité de la matière était démontrée ?

La première conséquence ne serait peut-être pas la découverte d'un nouvel objet physique. Ce serait la disparition de plusieurs objets que nous avons fini par croire physiques parce que nos mathématiques permettaient de les écrire.

L'espace-temps cesserait d'être une substance de l'Univers. L'espace ne disparaîtrait pas : il resterait le domaine physique tridimensionnel dans lequel existent la matière, le rayonnement et l'état $\mathcal{A}$. Mais le temps perdrait toute prétention à devenir un matériau géométrique que l'on étire, replie ou recoud. Il redeviendrait ce que RM affirme depuis son origine : l'ordre universel des transformations.

LE TEMPS EST UNE DATE. JUSTE UNE DATE.

*Les horloges ne mesurent pas le temps.
Elles comptent la cadence des phénomènes physiques.*

Deux horloges pourraient donc accumuler des nombres différents d'oscillations sans que deux temps différents aient jamais existé. Si cette lecture était démontrée, une conséquence tomberait presque gratuitement : **le voyage vers le passé perdrait son support physique**. Une date n'est pas un matériau que l'on courbe. Elle ordonne ce qui arrive ; elle n'est pas ce qui arrive.

La première bombe : retirer plutôt qu'ajouter

Le trou de ver pourrait continuer à exister comme solution de certaines constructions géométriques. Mais il ne gagnerait aucun droit automatique à devenir un tunnel matériel. Plus de feuille d'espace-temps à plier, plus de gorge obtenue par couture topologique, plus de raccourci transformé en objet par le seul pouvoir d'une équation. Toute structure réelle devrait payer sa continuité, sa courbure, ses raccords et son énergie.

La singularité subirait le même sort. Une équation peut tendre vers zéro. Une densité peut diverger. Cela ne donne pas à zéro un volume physique et ne donne pas à l'infini une existence matérielle. Une divergence peut signaler que la description a quitté son domaine ; elle ne crée pas, par elle-même, un nouvel objet de la nature.

C'est ici qu'intervient l'une des disciplines les plus radicales de RM : le **plafond du Gogol**,

$$\boxed{10^{100}}. \quad (3)$$

Il ne s'agit pas d'une nouvelle constante fondamentale ni d'une valeur à injecter mécaniquement dans toutes les lois. Le Gogol est un garde-fou contre l'infini réalisé : au-delà de toute échelle qu'un

inventaire physique pourrait porter, le symbole ne reçoit plus de contenu ontologique supplémentaire. La règle est simple : **une équation n'obtient pas le droit de fabriquer de la magie parce qu'elle sait diverger.**

L'**Interaction d'exclusion** donne alors la traduction physique de cette discipline. Lorsqu'un canal constitutif approche sa capacité admissible, poursuivre dans la même direction devient progressivement impossible : l'énergie, la contrainte et l'information doivent se redistribuer, changer de variable, de canal ou d'état. La limite ne devient pas un objet ; elle ferme une direction.

Le trou noir paisible

Le trou noir change alors de visage. RM conserve l'effondrement, l'horizon opérationnel, la compacité extrême et la violence des gradients. Elle retire seulement le dernier saut : celui qui transformerait un volume géométrique nul en contenu réel de l'astre.

Si la branche forte actuelle survivait à son audit complet, le **Black Core** deviendrait un état saturé, borné et organisé. Paradoxalement, l'objet que nous décrivons comme le plus violent de l'Univers pourrait devenir, dans son état intérieur achevé, **l'un de ses états les plus paisibles** : non parce que son voisinage serait doux, mais parce qu'il aurait cessé de chercher une compression que la nature n'autorise plus. La théorie forte complète n'est pas encore dérivée ; cette conséquence reste donc conditionnelle.

Le Big Bang sans point

Le même renversement atteint l'origine cosmologique. Remonter le film de l'expansion ne suffit plus à donner une existence physique au point où une extrapolation annule le volume. RM remplace la permission de singularité par la recherche d'un **Noyau Cosmique fini**, état collectif de cohésion maximale, de densité bornée et de volume non nul.

Le caractère spectaculaire de cette proposition ne dispense pas du calcul. L'histoire du programme a produit plusieurs estimations du rayon du Noyau Cosmique ; aucune n'a encore le statut d'une valeur canonique dérivée sans dette. La version présente conserve donc l'affirmation forte — **le Noyau est fini** — et maintient son rayon numérique comme un verrou à fermer indépendamment.

La bombe cosmologique retrouvée

Une ancienne branche de travail avait formulé une autre idée frappante : l'âge chronologique et la maturité dynamique de l'Univers ne sont pas nécessairement la même grandeur. En prenant comme référence extérieure $t_0 \simeq 13,8$ Ga et une échelle de réponse $\tau \simeq 15\text{--}20$ Ga, elle écrivait

$$C_{\text{obs}}(t_0) = 1 - e^{-t_0/\tau} \simeq 0,50\text{--}0,60. \quad (4)$$

Puis, avec un facteur illustratif de contenu visible $f_{\text{vis}} \simeq 0,50$, elle obtenait

$$C_{\text{tot}}(t_0) \simeq f_{\text{vis}} C_{\text{obs}}(t_0) \simeq 0,26. \quad (5)$$

Voilà l'origine de l'image selon laquelle l'Univers pourrait n'avoir parcouru qu'**environ un quart** — **grossièrement trente pour cent** — **de son cycle énergétique global**, tout en ayant un âge chronologique d'environ 13,8 milliards d'années.

STATUT — Statut de cette bombe cosmologique

Ce 26 % n'est **pas** un résultat actif de la RM actuelle. La relation reposait sur une paramétrisation de maturité et sur un facteur f_{vis} non dérivé. Elle est conservée ici comme **archive conceptuelle et question de programme**, non comme âge révisé de l'Univers ni comme prédiction. Toute réactivation doit être reconstruite dans le secteur actuel de production globale, sans réparer rétroactivement l'ancienne branche.

Cette distinction reste pourtant féconde. La cosmologie standard peut attribuer un âge chronologique à l'Univers à partir d'une histoire d'expansion et de paramètres observés ; une équation gravitationnelle seule ne contient pas ce nombre comme une date imprimée dans la nature. RM pose une question différente : **l'Univers a-t-il eu le temps d'achever la réponse physique à sa propre histoire ?**

Et RM veut aller plus loin encore. L'expansion ne devrait pas rester seulement une fonction ajustée décrivant l'évolution d'une échelle. Le calcul du bulk homogène du 16 septembre 2026 ferme désormais une partie de ce problème directement à partir de l'action RM gelée. À $k_F = 0$, l'opérateur local qui fixe la cadence perd son rang, mais les contraintes scalaires algébriques survivent. Leur préservation donne la loi de taux du bulk

$$H [3B'(e) + 3\rho_m + 8u_\gamma] = s. \quad (6)$$

Cette relation HBR-1 n'importe ni équation de Friedmann ni H_0 dans le bulk homogène. Le résultat est volontairement plus étroit qu'une cosmologie achevée : la production de frontière g_∂ , les perturbations, les observables distance-redshift et la croissance des structures restent des problèmes distincts. L'ancienne branche provisoire HCR-1 est retirée plutôt que recalibrée.

Si RM était démontrée, elle ne demanderait pas seulement de modifier quelques équations.

Elle demanderait de retirer de la réalité ce que les équations seules n'avaient jamais eu le droit d'y installer.

Elle retirerait le temps élastique, le voyage vers le passé, les boucles temporelles, les singularités réalisées, les volumes physiques nuls, les densités infinies et les tunnels topologiques transformés en objets par la seule permission des mathématiques.

Elle proposerait à leur place quelque chose de presque brutalement simple : une date universelle ; des cadences physiques variables ; une matière possédant ses prérogatives ; un état $\mathcal{A}$ qui transmet et relie ; des limites physiques ; des changements d'état ; et un Univers qui ne devient jamais magique simplement parce qu'une équation tend vers zéro.

Le Retour à la sphère

Je suis un Homo sapiens de l'an 2026.

Il y a vingt mille ans, j'imagine l'un de mes lointains ancêtres levant les yeux vers la Lune. Il n'y voyait probablement pas un simple disque d'argent fixé à la voûte céleste. Le mouvement de la lumière, la lente progression de l'ombre, et cette présence suspendue dans la nuit lui révélaient peut-être déjà la profondeur. Derrière l'apparence du disque, son intuition physique pressentait une sphère : un autre monde matériel, tangible et peut-être semblable au sien.

Il n'avait ni télescope, ni équation, ni théorie de la gravitation. Pourtant, il possédait l'instrument qui précède toute découverte : la capacité d'imaginer que la réalité est plus profonde que l'image qu'elle nous présente.

Chaque époque court néanmoins le même risque : confondre sa représentation de la réalité avec la réalité elle-même. Les mathématiques sont l'une des réalisations les plus extraordinaires de l'intelligence humaine. Elles décrivent, ordonnent, prédisent et révèlent des relations que nos seuls sens ne pourraient jamais atteindre. Mais une représentation mathématique, aussi élégante soit-elle, ne devient pas nécessairement un objet physique. Une géométrie peut décrire le comportement de la réalité sans en constituer la substance. Une équation peut autoriser une solution sans que la nature ne soit tenue de la réaliser.

La physique contemporaine a parfois accordé à ses constructions géométriques une souveraineté ontologique qu'elles-mêmes n'auraient peut-être jamais revendiquée. À mes yeux, Hermann Minkowski fut le Raspoutine d'Albert Einstein.¹ Einstein était d'abord un physicien de l'intuition, mais il a eu besoin du formalisme de son ancien professeur pour exister mathématiquement. Il n'avait pas, comme moi, l'intelligence artificielle pour lui servir de garde-fou. Minkowski lui a jeté le sortilège de l'espace-temps à quatre dimensions, et la mathématique a fini par dévorer la matière.

La matière, l'espace et le temps risquent alors de disparaître derrière leur représentation. Ce qu'une équation permet devient imaginable ; ce qui devient imaginable finit par être décrit comme physiquement possible.

Le « Tunnel d'Aladdin », que je démontrerai plus tard avec une ironie mathématique délibérée, incarne cette confusion. Les trous de ver peuvent constituer des solutions fascinantes au sein de certaines extensions géométriques. Mais lorsque la topologie doit être coupée, pliée et recousue pour fabriquer un passage entre deux régions de l'Univers, une question élémentaire demeure : avons-nous découvert un objet physique, ou simplement exploré jusqu'où notre langage mathématique peut aller ?

Ce livre est né de cette question.

Il rassemble une architecture d'idées, d'intuitions, de postulats, d'équations, de contradictions assumées et de voies calculables. Certaines pistes survivront ; d'autres devront être abandonnées. Je demande qu'elles soient examinées pour ce qu'elles révèlent, plutôt que rejetées parce qu'elles regardent la réalité depuis un point de départ différent.

Dans la RM, le temps est une ligne ouverte. Les horloges ne mesurent pas une substance appelée temps : elles comptent la cadence des phénomènes physiques. La matière devient relative à l'état du milieu dans lequel elle existe. L'état $\mathcal{A}$ est postulé comme le continuum physique à travers lequel la RM cherche une origine matérielle à des manifestations que la géométrie décrit admirablement, mais qu'elle n'explique peut-être pas entièrement.

Cette œuvre est donc un retour à la sphère.

Une invitation à regarder derrière le disque apparent ; à ne pas confondre la carte et le territoire, la mesure et l'objet mesuré, ou la puissance d'une abstraction avec l'existence physique de ce qu'elle représente.

Je ne demande pas au lecteur de croire.

Je demande au lecteur de regarder une seconde fois.

La Relativité de la Simplicité

Rien n'est plus complexe que de rendre les choses simples.

J'ai travaillé seul, avec des moyens mathématiques limités, pour écrire ce manifeste. L'intelligence artificielle représente une véritable révolution : je me suis appuyé sur un partenaire de calcul —

1. Image littéraire de l'auteur, employée comme provocation philosophique et non comme thèse historiographique sur les relations personnelles ou scientifiques entre Minkowski et Einstein.

celui que j'avais attendu toute ma vie — pour m'aider à développer une idée qui m'habite depuis l'enfance : que devient la lumière aux confins de notre Univers ? Si elle ne se réfléchit pas au contact du Silentium, que peut-elle devenir, sinon l'état $\mathcal{A}$?

Ma méthode a reposé sur trois piliers : le principe de parcimonie, le bon sens originel, et le courage de l'absurde. Les esprits les plus simples possèdent eux aussi parfois un petit quelque chose de Mozart. Mon espoir est qu'un véritable physicien puisse découvrir ce petit quelque chose au sein de la RM.

Je souhaite terminer sur l'espoir qui m'a accompagné tout au long de ma vie : le travail finit toujours par payer, comme l'écrivait Hésiode. L'intelligence artificielle ne permettra jamais aux paresseux de briller ; pour eux, elle deviendra même un handicap. L'humanité est entrée dans une nouvelle ère où le raisonnement commence à l'emporter sur la simple accumulation de connaissances.

Le temps est une date. Juste une date.

Pierre Benaros

NATURE DE CETTE ÉDITION

Un livre, quatre autorités

Le Livre V n'est ni un cinquième Pillar ni un remplacement des quatre Pillars. Il est leur réunion narrative en un seul volume français : la genèse méthodologique de Pillar I v5.2.0, le corpus technique de Pillar II v4.6.0, la synthèse conceptuelle de Pillar III v7.4.0 et la norme constitutionnelle de Pillar IV v7.2.0.

STATUT — Hiérarchie de lecture

Pillar I fixe la discipline méthodologique, l'anti-circularité et la séparation des prérogatives de la matière et de l'état $\mathcal{A}$.

Pillar II demeure l'autorité technique pour les dérivations, leurs domaines de validité, leurs fermetures conditionnelles et leurs dettes.

Pillar III fournit la synthèse canonique : ce que RM revendique, retire, interdit ou laisse ouvert.

Pillar IV fixe la Constitution : ontologie, lois, postulats actifs et discipline de non-réparation.

Livre V relie ces quatre autorités sans pouvoir transformer une hypothèse en résultat ni réactiver une branche retirée.

Cette édition française est accompagnée d'une édition anglaise jumelle. Les Pillars publiés restent les sources versionnées de contrôle. Les deux éditions du Livre V cherchent la même chose : permettre à un lecteur d'entrer dans RM par un seul fil, depuis la question de la mesure jusqu'aux dettes encore ouvertes.

STATUT — Quatre étiquettes épistémiques

POSTULAT — entrée ontologique ou constitutive du cadre.

RÉSULTAT FORMEL — conséquence dérivée de l'action et des hypothèses nommées, dans le domaine annoncé.

FERMETURE CONDITIONNELLE — résultat qui ne survit que si les dettes et conditions de régularité explicitement nommées tiennent.

PROGRAMME OUVERT — calcul, dérivation microscopique ou confrontation observationnelle non encore clos.

PRINCIPE — Discipline de non-réparation

Une branche qui échoue n'est pas sauvée par l'introduction, après coup, d'un coefficient ajusté au résultat qu'elle devait dériver. Elle est retirée, rouverte ou remplacée explicitement.

Table des matières

Préface — Mesurer un Univers fini	i
PARTIE I - LA PURGE ÉPISTÉMOLOGIQUE	1
01 – Quand la carte remplace le territoire	2
02 – Les quatre piliers de la réalité physique	3
03 – Le bug du rembobinage cosmique	4
04 – La division par zéro n'est pas un astre	5
PARTIE II - LA RÉFUTATION DE LA MAGIE 4D	6
05 – Le hold-up dimensionnel	7
06 – Le temps n'est pas une matière élastique	8
07 – Le vide qui n'était pas vide	9
08 – Deux fantômes cosmologiques, un même continuum	10
09 – La frontière entre manifeste et démonstration	11
PARTIE III - LE TOURNANT CONSTRUCTIF	12
10 – Le redshift et le bilan physique	13
11 – Le bulk homogène se ferme	14
12 – L'Interaction d'exclusion devient opérationnelle	16
13 – Une cicatrice	17
PARTIE IV - L'ANTI-CIRCULARITÉ	19
14 – La masse n'est pas une donnée d'entrée	20
15 – La Triple Identité	21
16 – Ce que $\mathcal{A}E$ transmet — et ce qu'il ne fabrique pas	22
17 – La naissance définitive de la RM	23
Registre des statuts	25
Lexique minimal	26
PARTIE V - L'INVERSION CONCEPTUELLE	27
18 – Ce qu'une horloge mesure réellement	28
19 – Le temps universel et la cadence physique	29
20 – Les quatre états et la séparation des prérogatives	30
21 – Un continuum physique dont les étiquettes ne le sont pas	30
PARTIE VI - LE SECTEUR GRAVITATIONNEL	32
22 – Qui paie la gravité ?	33

23 – La lumière et la fermeture de champ faible	34
24 – Pure Cadence	36
25 – La matière universelle et l'audit de Dirac non linéaire	37
26 – Le Pas Photonique : quand la cadence devient un coût	38
PARTIE VII - LONGUEUR CONSTITUTIVE ET INTERACTION D'EXCLUSION	40
27 – CNL–BI1 : une réponse non linéaire de courbure	41
28 – La matière charge ; la géométrie répond	42
28 bis – La capacité cinétique déviatorique	43
28 ter – Cadence, cisaillement et longueur constitutive	47
29 – Le pli stellaire	50
30 – Le Black Core à double échelle	52
31 – Hawking : une identité de seuil, pas encore un mécanisme RM	56
PARTIE VIII - L'UNIVERS HOMOGENÈME	57
32 – Le changement de rang à $k_F = 0$	58
33 – Le bilan du bulk et la frontière	59
34 – E et le Noyau Cosmique	60
35 – Le contrôle numérique cosmologique	61
36 – La bombe cosmologique retrouvée	62
PARTIE IX - LA THÉORIE QUI S'INTERDIT DE SE SAUVER	64
37 – Les branches que RM a tuées elle-même	65
38 – Le registre des dettes vivantes	65
39 – La Triple Identité	67
40 – Comment tuer sérieusement RM	67
41 – Le dictionnaire minimal du traité	68
42 – Quatre Pillars, deux notes canoniques, un Traité	70
PARTIE X - LE CORPS COSMIQUE ET L'ÉPREUVE DU CIEL	72
43 – Un centre physique, un axe du ciel	73
44 – L'État $\mathcal{A}E$ comme corps cosmique intégral	74
45 – Le Cœur est de l'état E	76
46 – La dynamique radiale garde ses contraintes	78
47 – Le volume nouveau hérite d'une référence	80
48 – Créer de l'espace a un coût de formation	81
49 – Du champ résolu au signal observé	82
50 – Trois volumes pour un Univers fini	83
51 – Le programme du retour	85
52 – Le laboratoire actif et ses éditions	86
53 – Le thermomètre de Maria	87
54 – L'étoile : du redshift au bilan thermique	90
55 – La paroi et les modes électromagnétiques	93

PARTIE XI - LA CONSTITUTION	98
Dénominations officielles et règle de discipline	100
Principes Absolus (PA-00 à PA-11)	101
Lois Fondamentales (LF-00 à LF-09)	103
Postulats actifs	106
Principes physiques structurants (P.I à P.V)	108
Chaînes causales, relativité générale et hypothèses auxiliaires	109
Définitions canoniques et clauses de cohérence	111
Correspondance avec les onze axiomes historiques	113
Annexe A — Concordance historique Traité / Fondation/TRD	114
Annexe B — Registre des arbitrages et receptions techniques	117
Annexe C — Concordance canonique des quatre Pillars	121
Annexe D — Registre des dettes vivantes	123
Le Retour à la sphère	125
Édition v9.0.0 — acquis conservés	126
Livre V v10.0.0 — Le corps cosmique et l'Épreuve du Ciel	127
Livre V v11.2.0	
Maria, capacités, paroi et P-CIN	128
Livre V v11.3.0	
Cadence, P-CIN et testabilité	129
Livre V v11.3.1	
Le silence gravitationnel intérieur	130
Livre V v11.4.0	
Trois volumes, une seule unité	131

PARTIE I

LA PURGE ÉPISTÉMOLOGIQUE

Le constat de faillite : quand le symbole revendique le territoire



Avant d'expliquer l'Univers, il faut d'abord empêcher nos outils de l'inventer.

01

Quand la carte remplace le territoire

La première séparation : calculer n'est pas constituer

Les mathématiques sont le plus puissant instrument de compression intellectuelle jamais produit. Elles permettent à quelques signes de porter des régularités qui traversent les échelles, les époques et les laboratoires. Cette puissance crée toutefois une tentation : oublier que la carte n'est pas le territoire, puis demander au territoire de se plier aux commodités de la carte.

L'erreur ne commence pas quand une équation est abstraite. Toute grande physique emploie l'abstraction. Elle commence quand une propriété de l'écriture est transformée en propriété du monde sans mécanisme intermédiaire. Une courbe diverge : on annonce une densité infinie. Une métrique possède quatre coordonnées : on annonce une quatrième dimension physique. Une symétrie réclame un espace interne : on dessine des dimensions cachées. Un bilan ne ferme pas : on ajoute une composante invisible. La notation a changé de fonction ; elle ne décrit plus, elle décrète.

La RM naît d'un refus simple : aucune élégance formelle ne reçoit de droit de passage automatique vers l'ontologie. La question n'est pas de savoir si l'outil calcule correctement dans son domaine. La question est de savoir ce qui, dans le réel, paie la facture physique de la construction. Une équation peut représenter une courbure ; elle ne suffit pas à prouver qu'un temps matériel se courbe. Elle peut prolonger une densité jusqu'à l'infini ; elle ne suffit pas à produire un volume nul. Elle peut stabiliser une bulle par un terme constant ; elle ne suffit pas à créer la pression correspondante.

PRINCIPE — Règle de priorité

À chaque fois qu'une construction mathématique et une exigence physique entrent en conflit, le calcul doit être réinterprété, borné ou abandonné. Le réel n'est jamais déclaré fautif parce qu'il refuse de prolonger une formule.

De la Refonte Mathématique à la Relativity of Matter

Le premier nom du geste était une refonte : purger l'infini réalisé, le zéro volumique, la dimension réifiée et la constante bouche-trou. Mais une purge ne suffit pas. Une fois les illusions retirées, il faut nommer ce qui demeure. Ce qui demeure est la matière, non comme simple lettre m dans une identité énergétique, mais comme état physique possédant sa cohésion, son énergie interne, sa résistance inertielle et son empreinte relationnelle. La Refonte Mathématique devient alors la Relativity of Matter : la priorité donnée aux états réels, à leurs transitions et aux relations qu'ils imposent.

Ce changement de nom contient déjà la fin du Pillar I. La RM ne cherchera plus à faire naître la matière d'un artifice du continuum. Elle cherchera à comprendre comment une matière réelle se manifeste dans et par l'État $\mathcal{A}$ sans que $\mathcal{A}$ usurpe ses prérogatives.

02

Les quatre piliers de la réalité physique

Fin de l'infini réalisé, fin de la divisibilité sans terme, fin des constantes magiques, restauration du temps universel

Le manifeste originel condensait sa purge en quatre piliers. Ils ne sont pas quatre théories. Ils sont quatre interdictions adressées au calcul lorsqu'il prétend franchir la frontière entre représentation et existence.

Pilier I — Le plafond du Gogol

Une grandeur physique peut croître sans que le raisonnement ait le droit de la traiter comme un infini réalisé. La RM remplace l'infini opératoire par une borne de discipline : le Gogol, 10^{100} . Ce nombre n'est pas présenté comme une nouvelle constante de la nature. Il joue le rôle d'un garde-fou épistémologique : au-delà d'un domaine dont aucun inventaire physique ne peut avoir besoin, le symbole cesse de gagner du contenu ontologique.

$$G = 10^{100}$$

Le Gogol : plafond de discipline, non mesure d'un objet cosmique.

Le point essentiel n'est pas la valeur cent. Il est l'interdiction du passage clandestin de « sans borne dans l'écriture » à « réellement infini dans l'Univers ». Une densité qui diverge signale la sortie du domaine d'une description. Elle ne prouve pas qu'un objet possède une densité infinie.

STATUT — Compatibilité avec le temps ouvert

Le rejet de l'infini réalisé ne ferme pas le temps. La droite temporelle est ouverte : elle ne possède pas de dernier point imposé. Dire qu'aucune grandeur physique n'atteint l'infini n'est pas dire que le temps doit recevoir une borne terminale. L'ouverture est une absence de clôture, non un nombre infini placé dans une case.

Pilier II — Le plancher quantique

La divisibilité géométrique peut être répétée indéfiniment sur le papier. L'opération symbolique ne garantit pas qu'une mesure physique conserve un sens à toutes les échelles. La RM distingue donc la continuité topologique — l'absence de déchirure du domaine — de la divisibilité physique sans terme. L'État $\mathbb{A}$ peut être continu comme milieu relationnel sans que chaque segment soit une réserve réellement exploitable d'une infinité de sous-segments.

Ce pilier interdit deux abus symétriques. Il interdit d'abord de transformer le zéro en volume matériel. Il interdit ensuite de confondre une limite de résolution avec un néant. Entre le volume fini et l'absence, il n'existe pas une rampe magique que l'on pourrait descendre par simple répétition de divisions.

Pilier III — Le principe de nécessité

Une constante n'est pas suspecte parce qu'elle est constante. Elle devient une dette lorsqu'elle n'est là que pour ramener un résultat vers la valeur attendue. La question RM est toujours la même : cette quantité est-elle sélectionnée par une action, une conservation, une condition de bord, une topologie ou une transition physique ? Ou bien a-t-elle été introduite parce que le calcul avait besoin d'elle ?

Le principe de nécessité refuse aussi le mysticisme numérique. Qu'une forme efficace réapparaisse dans la nature ne prouve ni dessein ni hasard absolu ; cela peut simplement exprimer une contrainte d'optimisation, de stabilité ou d'empilement. Le nombre n'est pas la cause. Il est la trace d'un mécanisme.

Pilier IV — L'inviolabilité thermodynamique du temps

Le temps universel est une droite ouverte. Il n'accélère pas, ne ralentit pas, ne se replie pas et ne devient pas une dimension spatiale supplémentaire. Ce qui varie est la cadence des processus : fréquence atomique, rythme chimique, vieillissement biologique, propagation, dissipation. Une horloge n'extrait pas une substance appelée temps ; elle compte les répétitions d'un mécanisme.

« L'horloge tourne en rond, mais le temps, lui, ne revient jamais en arrière. »

Cette distinction retire au paradoxe apparent sa magie. Deux systèmes peuvent accumuler des nombres de transitions différents tout en appartenant à la même progression temporelle universelle. La RM ne nie pas les écarts de cadence observables ; elle refuse leur conversion automatique en élasticité du temps lui-même.

AXIOME — Postulat temporel

Le temps est universel et ouvert. Toute variation d'horloge doit être reformulée comme variation d'un processus physique local. La cadence appartient aux états ; le temps n'appartient à aucun état.

03

Le bug du rembobinage cosmique

Le Big Bang n'est pas un permis de volume nul

Lorsqu'un film d'expansion est projeté à l'envers, les distances diminuent. Le calcul peut alors pousser cette diminution jusqu'à l'instant où le volume de la représentation s'annule. Le saut illégitime consiste à baptiser ce point « origine physique », puis à lui attribuer une densité infinie. Le zéro provient pourtant du prolongement de l'outil, non de l'observation d'un objet de volume nul.

Le Pillar I ne nie pas un Univers plus chaud, plus dense ou plus compact dans le passé. Il refuse une singularité obtenue par rembobinage illimité. Une compression réelle doit rencontrer un régime, une transition ou une borne constitutive. Si la théorie n'en contient aucune, son échec à volume nul révèle ce qui manque à la théorie ; il ne révèle pas un point matériel infiniment dense.

La machine à calculer a quitté son domaine

Toute équation possède des conditions d'emploi. Dans un fluide, une loi macroscopique cesse d'être complète lorsque l'échelle moléculaire devient dominante. Dans un matériau, une loi élastique linéaire cesse de suffire à la rupture ou au changement de phase. Pourquoi la cosmologie serait-elle la seule discipline autorisée à prolonger son régime jusqu'au zéro absolu de volume, puis à transformer la divergence obtenue en événement fondateur ?

DETTE / VERROU — Verdict épistémologique

La singularité initiale est l'endroit où une description non bornée avoue l'absence d'un mécanisme de transition. Elle ne peut pas être utilisée comme preuve de ce mécanisme.

La RM remplace donc l'image du point par la recherche d'un état limite réel. Elle exige une histoire où les transitions appartiennent aux états, où l'énergie change de forme sans que la causalité soit suspendue, et où la droite du temps traverse les régimes sans jamais se contracter avec eux.

04

La division par zéro n'est pas un astre

Trou noir, Black Core et intégrité topologique

Le même geste réapparaît au cœur des trous noirs : une masse finie est conduite vers un volume nul, puis la division produit une densité infinie. Le vocabulaire change, l'opération reste identique. Le calcul a franchi sa borne et l'on a donné un nom physique à sa divergence.

La RM conserve l'effondrement, la compacité extrême, l'horizon opérationnel et la violence des gradients. Elle refuse seulement le dernier saut : celui qui ferait d'un zéro géométrique le contenu réel de l'astre. Le Black Core désigne alors un noyau de compaction maximale, fini par principe, où le continuum et la matière atteignent un régime constitutif que la branche faible ne décrit plus.

La facture de chantier

Une structure topologique ne se construit pas parce qu'un diagramme permet de la dessiner. Il faut payer sa continuité, sa courbure, ses raccords et son énergie. Un trou de ver, une déchirure du continuum ou une singularité n'acquièrent aucune réalité tant que cette facture n'est pas fermée par un état physique admissible.

PRINCIPE — Intégrité topologique

Le domaine physique ne reçoit ni trou, ni bord, ni couture sans terme constitutif capable d'en porter le coût. Une possibilité géométrique n'est pas une possibilité matérielle.

Cette règle deviendra décisive dans le Cheval de Troie. La bulle nucléaire ne sera pas rejetée parce que sa forme est déplaisante, mais parce que sa coquille ne peut ni traverser la contrainte, ni porter une charge topologique non nulle, ni résister au redimensionnement de Derrick sans une pression ajoutée.

PARTIE II

LA RÉFUTATION DE LA MAGIE 4D

*La fin des fantômes : dimensions réifiées, temps élastique et vide substantia-
lisé*



Une variable interne n'est pas un nouvel axe du monde. Une cadence n'est pas une déformation du temps.

05

Le hold-up dimensionnel

Six degrés de liberté ne font pas six directions supplémentaires

La quatrième dimension est devenue, au fil du siècle, plus qu'un dispositif de représentation. Elle a reçu le statut d'un milieu dans lequel les corps, les horloges et la causalité seraient physiquement plongés. Puis, lorsque certains formalismes ont demandé davantage de variables, la même habitude a produit des dimensions supplémentaires compactifiées, cachées ou inaccessibles.

La RM oppose à cette inflation une distinction élémentaire : le nombre de variables nécessaires pour décrire l'état d'un objet n'est pas le nombre de directions disponibles dans l'espace physique. Une matrice interne peut porter plusieurs composantes sans ouvrir plusieurs axes géométriques. Un tenseur d'état relationnel symétrique q_{ij} défini dans un espace tridimensionnel possède précisément six composantes indépendantes.

$$q_{ij} = q_{ji} \implies 3 \text{ composantes diagonales} + 3 \text{ composantes hors diagonale} = 6$$

Les six degrés de liberté d'un tenseur symétrique 3×3 .

La thèse RM n'est pas que toute théorie à dimensions supplémentaires se réduirait automatiquement à q_{ij} . Elle est plus rigoureuse : avant de matérialiser une nouvelle dimension, il faut démontrer que les degrés de liberté observés ne peuvent pas être portés par l'état interne d'un milieu tridimensionnel. Tant que ce test n'est pas fait, la dimension cachée est une réification, pas une découverte.

PRINCIPE — Critère anti-réification

Ne jamais compter les coordonnées d'un espace de configuration comme des directions du monde. D'abord chercher la variable d'état, la symétrie interne, la contrainte ou le mode relationnel qui porte le degré de liberté.

L'espace-temps comme carte

Une description à quatre coordonnées peut être extraordinairement efficace. La RM ne conteste pas cette efficacité. Elle conteste le passage qui transforme le quatrième paramètre de repérage en substance physique élastique. La carte 4D peut rester une carte ; elle cesse seulement d'être l'ontologie obligatoire de l'Univers.

Dans le cadre RM, l'espace est tridimensionnel, l'État $\mathcal{A}$ occupe ce domaine, les états matériels s'y structurent et le temps universel ordonne leurs transformations. La géométrie effective peut condenser des écarts de cadence, des trajectoires et des gradients ; elle n'est pas pour autant la matière qui les produit.

06

Le temps n'est pas une matière élastique

La cadence locale remplace la guimauve cosmique

Une horloge atomique compte des transitions. Un organisme vieillit par une suite de transformations. Un oscillateur accumule des cycles. Quand ces processus ralentissent relativement à un autre système, la mesure diverge. Rien n'oblige à conclure qu'une substance temporelle s'est étirée. La conclusion minimale est qu'un processus a changé de cadence.

Le paradigme 4D fusionne le coordinateur universel et le comportement local du mécanisme. La RM les sépare. Le temps T est commun ; la cadence ν dépend de l'état, du mouvement, du gradient et de l'environnement relationnel. Le problème expérimental n'est donc pas de mesurer la déformation de T , mais de dériver la loi qui relie ν aux conditions physiques.

$$T : \text{droite universelle ouverte}$$

$$\nu = \nu(\text{état, mouvement, gradient, interaction})$$

Séparation entre temps coordinateur et cadence d'un processus.

Le paradoxe des jumeaux reformulé

Le voyageur et le sédentaire ne quittent jamais la même droite temporelle. Ils n'accumulent pas le même nombre de transformations internes. Le retour ne confronte donc pas deux temps ; il confronte deux histoires matérielles. La différence d'âge, si elle est obtenue, appartient à la dynamique des processus et non à une torsion ontologique de la quatrième dimension.

PROGRAMME OUVERT — Programme de dérivation

La RM doit produire une loi quantitative de cadence capable de retrouver les écarts mesurés sans employer le temps comme matériau déformable. Tant que cette loi n'est pas fermée, la distinction est un postulat ontologique et un programme, non une victoire numérique.

07

Le vide qui n'était pas vide

Ondes, frisson et pression différentielle

Le mot vide peut signifier absence de matière détectable. Il ne prouve pas l'absence de tout état physique. Le cadre RM pose au contraire que le domaine spatial est occupé par l'État $\mathcal{A}$: un continuum relationnel capable de transmettre, de se déformer, de porter des gradients et de conserver une organisation.

Cette hypothèse transforme le vocabulaire des ondes. Une vibration gravitationnelle n'est plus le mouvement du néant ; elle devient une perturbation propagée dans l'état du continuum. La détection d'une onde n'est pas, à elle seule, la preuve de $\mathcal{A}$. Elle devient toutefois compatible avec une lecture substantielle dont la tâche est de dériver les vitesses, polarisations, couplages et dissipations observables.

Le frisson

À l'échelle microscopique, le manuscrit-source propose de relire les fluctuations du vide comme un frisson mécanique résiduel de l'État $\mathcal{A}$. La proposition ne consiste pas à remplacer un mot par un autre. Elle doit expliquer comment les modes admissibles du continuum, leurs conditions de bord et leur pression effective reproduisent les effets attribués au vide quantique.

Casimir comme expérience de cavité

Dans cette lecture, deux plaques proches ne sont pas attirées par des particules fugaces surgies du néant. Elles modifient le spectre des modes autorisés entre elles. Si la pression modale extérieure dépasse la pression intérieure, la force nette rapproche les plaques. L'image est celle d'une cavité mécanique : le milieu n'est pas créé par les plaques ; les plaques filtrent ses modes.

PROGRAMME OUVERT — Statut de la lecture Casimir

Hypothèse mécanique cohérente avec la présence d'un continuum. Elle exige une dérivation spectrale complète, les bonnes conditions de bord et la valeur observée de la force. Le Pillar I en fixe l'intuition, non la preuve finale.

08

Deux fantômes cosmologiques, un même continuum

Gradient local et décompression globale

Le récit cosmologique moderne utilise deux composantes invisibles pour fermer deux bilans différents : une masse supplémentaire à l'échelle des galaxies et une composante accélératrice à l'échelle globale. La RM propose une économie radicale : chercher deux comportements d'un même état plutôt que deux substances supplémentaires.

Matière noire : le gradient d'élasticité

Dans une galaxie, la matière visible sollicite l'État $\mathcal{A}$. La réponse du continuum n'a aucune raison d'être strictement locale si l'état est relationnel et possède une élasticité. La RM propose donc que la cinématique périphérique enregistre un gradient de tension, une structure de maintien distribuée dans le milieu, plutôt qu'un halo constitué d'une nouvelle population de particules.

Cette idée ne devient une alternative physique que si elle produit la forme des courbes de rotation, les lentilles gravitationnelles, les amas, les collisions et les contraintes cosmologiques avec une seule dynamique. Le Pillar I la présente comme direction causale : chercher la réponse du support avant d'ajouter un contenu invisible au bilan.

La question de l'énergie sombre : réponse constitutive homogène

À l'échelle cosmologique, RM demande si la réponse homogène du même continuum peut éviter d'importer un réservoir dynamique supplémentaire dans ses propres équations de bulk. La réponse actuelle n'est plus une chaîne de pression supposée. Le mode homogène est contraint par GHC-1 et GEC-1, et la préservation de cette dernière donne HBR-1. La production de frontière reste un problème inhomogène distinct.

réponse relationnelle locale $\rightarrow$ programme galactique $\rightarrow$ contraintes du mode zéro $\rightarrow$
 $H_{\text{bulk}}(T)$

Deux échelles, un continuum, mais deux problèmes de dérivation distincts.

STATUT — Chaîne cosmologique actuelle

La séparation RM courante est bulk homogène $\rightarrow \{\text{GHC-1, GEC-1, HBR-1}\}$ et, indépendamment, rayonnement de frontière $\rightarrow g_\partial$. Le taux total de volume manifesté est $H_{\mathcal{A}} = H + g_\partial$. La loi du bulk est désormais dérivée sous ses hypothèses déclarées ; la frontière et le relèvement perturbatif ne le sont pas.

09

La frontière entre manifeste et démonstration

La lucidité scientifique comme arme éditoriale

Un manifeste a le droit de choisir son adversaire. Il n'a pas le droit d'effacer la différence entre une image, une hypothèse et un théorème. Le Pillar I conserve donc le ton de rupture tout en inscrivant, à chaque étage, la dette qui reste à payer.

Construction abandonnée	Lecture RM retenue
Dimensions physiques supplémentaires	Degrés de liberté internes de q_{ij} à tester avant toute réification
Temps dilaté comme substance	Cadence locale modifiée sur une droite temporelle universelle
Singularité de densité infinie	Black Core fini et régime constitutif de compaction
Vibration du vide abstrait	Perturbation propagée dans l'État $\mathcal{A}$
Matière noire particulière par défaut	Gradient relationnel du continuum — hypothèse à confronter
Énergie sombre importée par défaut	Réponse constitutive du bulk homogène — HBR-1 dérivée ; frontière et relèvement observationnel ouverts
Fluctuations créées par le néant	Frisson modal d'un domaine plein — lecture candidate

Tableau de déconstruction : ce qui est refusé, et ce qui doit encore être démontré.

Cette discipline prépare le cœur du livre. La branche nucléaire va connaître la tentation exacte que le manifeste reproche à l'orthodoxie : ajouter un terme qui ferme merveilleusement le calcul. La RM ne pourra conserver sa légitimité qu'en appliquant sa purge à elle-même.

PARTIE III

LE TOURNANT CONSTRUCTIF

Le bilan énergétique, la fermeture du bulk homogène, l'Exclusion opérationnelle et une cicatrice



Une théorie devient plus rapide lorsqu'elle cesse de rejouer toutes les routes qu'elle a abandonnées et repart des lois qui ont survécu.

10

Le redshift et le bilan physique

Une fréquence mesurée ne suffit pas à identifier un transfert

RM conserve le phénomène spectral et cherche à écrire les échanges du continuum qui le porte. La question n'est pas de faire disparaître le redshift, mais de donner un sens physique précis aux énergies que l'on compare.

Le rapport $1 + z = \omega_{\text{em}}/\omega_{\text{obs}}$ compare des fréquences mesurées dans des conditions d'émission et de réception. Il peut contenir des effets de mouvement, de cadence et d'évolution du milieu. La différence correspondante $\hbar(\omega_{\text{em}} - \omega_{\text{obs}})$ ne devient une chaleur déposée que si un bilan d'interaction le démontre.

La relativité générale préserve la conservation locale de l'énergie-impulsion ; une géométrie non stationnaire ne fournit pas nécessairement une énergie globale conservée unique. RM n'utilise pas cette distinction comme preuve d'une perte inexpliquée chez sa théorie de comparaison. Elle prend à sa charge une autre description physique. Sur l'interprétation des décalages et le rôle des observateurs, voir Bunn et Hogg, *The kinematic origin of the cosmological redshift*, [American Journal of Physics](#) 77, 688–694 (2009).

Trois comptes distincts

Le rayonnement porte une densité u_γ . Le continuum peut porter une énergie constitutive. La frontière peut produire du volume nouveau avec un coût de formation. Ces trois écritures ne sont pas trois noms pour une même énergie disponible.

La fermeture homogène historique utilise $\varepsilon_z(e)$ pour son réservoir constitutif. Ses équations restent examinables en tant que modèle défini. Pour la nouvelle lecture thermique, nous écrivons $\varepsilon_{\mathcal{A}}^{\text{th}}$ et utilisons Maria M-02. Nous ne déduisons pas cette fonction d'un redshift mesuré dans une étoile ; nous ne lui attribuons pas une équation d'état par simple changement de lettre.

PRINCIPE — Conservation locale des échanges

Un transfert apparaît avec des signes opposés dans les bilans des secteurs donneur et receveur. Dans une description locale commune, on écrit par exemple

$$\partial_T u_\gamma + \text{div } j_\gamma = -Q + W_\gamma, \quad \partial_T u_{\mathcal{A}} + \text{div } j_{\mathcal{A}} = Q + W_{\mathcal{A}}.$$

Les densités, flux et termes de travail W doivent tous être définis avec la même mesure et la même convention de temps. Leur somme conserve l'énergie du système complet, avec ses flux et son travail de frontière. Ces écritures fixent la comptabilité ; elles ne déterminent pas encore Q .

Le coefficient du travail radiatif dans un bulk en évolution ne devient donc pas automatiquement une source d'absorption Q . De même, une énergie déjà inscrite au stock du bulk ne peut pas être facturée une seconde fois à sa frontière.

Du slogan au thermomètre

« Rien ne se perd, tout se transforme » exprime l'intention de bilan. Maria en fournit un test plus exigeant : la charge radiative $u_\gamma = a_R \Theta^4$ doit rester compatible avec les contraintes et la capacité du continuum. Le chapitre 53 dérive une borne thermique ; le chapitre 54 en donne la portée pour l'étoile et pour le secteur global.

HBR-1, présentée ci-dessous, conserve son statut propre : elle provient de la préservation d'une contrainte homogène avec des bilans spécifiés. Ajouter le potentiel fort $U(X)$ ou modifier un transfert impose de reprendre cette préservation. Aucun slogan et aucun changement de notation ne dispensent de ce calcul.

11

Le bulk homogène se ferme

Aucune équation de Friedmann importée n'est nécessaire pour le mode zéro de RM

L'ancienne faiblesse cosmologique était précise : l'action locale de RM possédait un secteur non homogène bien défini, mais le mode homogène manquait encore de sa propre équation de taux. La solution n'était pas d'emprunter Friedmann puis de la rebaptiser. Il fallait auditer ce qui survit lorsque l'opérateur local de cadence perd son rang à $k_F = 0$.

Le point clé est structurel. Sur le mode homogène isotrope,

$$\pi_{\text{TF}}^{ij} = 0, \quad D^2 N_0 = 0. \quad (7)$$

L'opérateur différentiel qui fixe la cadence locale perd donc son rang. Les contraintes scalaires algébriques ne disparaissent pas avec lui.

STATUT — Règle de domaine

$k_F = 0$ désigne le mode de Fourier homogène, pas la platitude spatiale. Le bulk homogène peut porter ${}^{(3)}R \neq 0$.

Soit $\dot{e} = 3H$ pour l'élément homogène et $\varepsilon_z(e)$ le réservoir constitutif, avec la densité de fond invariante u_0 . La contrainte hamiltonienne qui survit est

$$P {}^{(3)}R = \rho_m + u_\gamma + \varepsilon_z(e) + u_0.$$

GHC-1 : contrainte hamiltonienne homogène.

La contrainte d'équilibre conforme donne

$$\rho_m + 2u_\gamma - 2u_0 = 2\varepsilon_z(e) + 3\varepsilon'_z(e).$$

GEC-1 : sélection algébrique de l'état constitutif homogène.

Définissons

$$B(e) = 2\varepsilon_z(e) + 3\varepsilon'_z(e). \quad (8)$$

Dans la réalisation hyperélastique actuelle, $B'(e) > 0$ sur la branche régulière et diverge lorsque la capacité constitutive est approchée. L'état est donc sélectionné sous la capacité lorsque la condition algébrique d'existence est satisfaite ; la limite n'est pas franchie puis écrêtée après coup.

Soit maintenant s le taux local de conversion matière-rayonnement par unité de volume. Dans le bulk homogène,

$$\dot{\rho}_m = -3H\rho_m - s, \quad \dot{u}_\gamma = -4Hu_\gamma + s, \quad \dot{u}_0 = 0, \quad \dot{e} = 3H. \quad (9)$$

La préservation de GEC-1 donne

$$H [3B'(e) + 3\rho_m + 8u_\gamma] = s.$$

HBR-1 : taux dérivé du bulk homogène.

Ainsi, sur la branche régulière,

$$H = \frac{s}{3B'(e) + 3\rho_m + 8u_\gamma}, \quad (10)$$

avec un dénominateur strictement positif sous les hypothèses déclarées.

RÉSULTAT FORMEL — Fermeture constitutive du bulk

Dans l'action RM gelée et sous le bilan homogène déclaré, le taux du bulk H découle de la préservation des contraintes du mode zéro. Aucune équation de Friedmann, aucun H_0 , aucun Ω_m , aucune équation d'état externe et aucun coefficient dynamique ajusté supplémentaire n'est importé pour fermer le bulk homogène.

L'énoncé possède une frontière stricte. Le taux total de volume manifesté reste

$$H_{\mathcal{E}} = H + g_\partial. \quad (11)$$

Le terme de frontière g_∂ appartient à une couche de production inhomogène avec son propre problème de transport et de coût de formation. Les perturbations, les relations distance-redshift, le relèvement de lentillage et la croissance des structures ne sont pas non plus fournis par HBR-1 seule.

STATUT — Ce qui est tombé — et ce qui ne l'est pas

RM a supprimé le besoin d'*importer une équation de Friedmann dans sa fermeture du bulk homogène*. Elle n'a pas supprimé les équations de Friedmann de la cosmologie standard, des analyses de données externes ni de tout calcul cosmologique. La source technique publique est [doi:10.5281/zenodo.22791787](https://doi.org/10.5281/zenodo.22791787).

L'ancienne relation de pression HCR-1 échoue à ce test au niveau de l'action et est donc retirée plutôt que recalibrée. Son rôle utile était historique : elle avait identifié l'objet qu'il fallait dériver. HBR-1 remplace cet objet.

12

L'Interaction d'exclusion devient opérationnelle

Une loi, une réalisation candidate et un théorème qui peut échouer

L'Interaction d'exclusion est trop importante pour rester dispersée entre les chapitres stellaires, de champ fort et constitutionnels. Le 16 septembre 2026, elle a été isolée comme objet technique indépendant : un principe constitutif minimal plus un théorème dépendant dont les hypothèses sont explicites et dont l'échec imposerait une reformulation.

L'énoncé canonique est volontairement plus général que toute fonction privilégiée :

PRINCIPE — EI-1 — énoncé minimal d'Exclusion

Soit X une charge constitutive pour un canal physique spécifié, avec une branche admissible $X < X_{\text{cap}}$. Lorsque la branche approche sa capacité finie, le coût incrémental de poursuivre par ce même canal augmente, et la poursuite par ce canal est exclue à la frontière de capacité. Le principe ne sélectionne ni fonction analytique universelle ni coefficient ajusté.

Une réalisation géométrique actuelle peut être normalisée à $X_{\text{cap}} = 1$ et représentée par une réponse de plus en plus raide telle que

$$X < 1, \quad F'(X) > 0, \quad F'(X) \longrightarrow +\infty \quad (X \rightarrow 1^-). \quad (12)$$

Cette réalisation est une classe de modèles. Elle n'est pas LF-09 elle-même.

Le test opérationnel le plus propre vient de la cadence. On maintient fixe le processus stochastique matériel et spatial,

$$\mathcal{L}_{\text{loc}} f = \nabla_i \left(D_{\text{loc}} \nabla^i f \right), \quad (13)$$

et l'on applique seulement la carte positive de cadence

$$d\tau_{\text{cad}} = N(x) dT, \quad N > 0. \quad (14)$$

Alors le temps moyen de premier passage mesuré sur le paramètre universel T obéit à

$$\mathcal{L}_{\text{loc}} \Theta = -\frac{1}{N}, \quad \Theta|_{\partial\Omega} = 0.$$

De manière équivalente, le générateur changé de temps est $\mathcal{L}_T = N\mathcal{L}_{\text{loc}}$.

Sur un fond sphérique gelé, la correction centrale de premier passage vaut exactement

$$\frac{\Theta_N(0)}{\Theta_1(0)} = \left\langle \frac{1}{N} \right\rangle_{K dV_{\text{prop}}}, \quad (15)$$

une moyenne pondérée positive. Aucun coefficient optique n'est ajusté pour l'obtenir.

RÉSULTAT FORMEL — EI-D1 — théorème dépendant de premier passage

Si la seule opération nouvelle est la carte positive de cadence, la microphysique matérielle reste dans D_{loc} , la structure spatiale reste dans g_{ij} , et la cadence entre dans le problème de premier passage par le coût $1/N$. Placer N à l'intérieur de la divergence ajouterait une dérive effective $D_{\text{loc}} \nabla_i N \nabla^i \Theta$ et décrirait donc un modèle physique différent.

Le théorème est volontairement modeste. Au benchmark solaire faible déjà utilisé dans l'audit, la correction de cadence est de l'ordre de 10^{-5} ; elle est beaucoup trop petite pour faire du transport radiatif stellaire ordinaire un phénomène dominé par la cadence. Ce contrôle d'échelle négatif fait partie de la valeur du résultat.

STATUT — Non-revendications

EI-1 et EI-D1 n'établissent pas un Black Core, ne remplacent pas la diffusion radiative standard, ne créent pas une nouvelle viscosité stellaire, ne dérivent pas la fusion nucléaire, n'identifient pas Δmc^2 à une chaleur latente et ne prouvent pas qu'ITER échoue parce qu'un continuum refuserait de se rompre. Ces points restent des hypothèses ou programmes séparés. La note publique canonique est [doi:10.5281/zenodo.22793642](https://doi.org/10.5281/zenodo.22793642).

Cette distinction est stratégique. RM possède désormais un objet court que les futurs articles pourront citer lorsqu'ils utilisent les mots *Interaction d'exclusion* : d'abord la loi, puis la réalisation, puis la conséquence dépendante. Les applications n'ont plus à redéfinir le moteur chaque fois qu'elles l'emploient.

13**Une cicatrice**

La branche nucléaire que RM a refusé de sauver

L'ancien Livre V consacrait six chapitres à démontrer que RM était prête à tuer l'une de ses idées les plus séduisantes. L'archive doit garder l'autopsie complète. Le Traité n'a besoin que de la cicatrice et de la règle qu'elle a produite.

L'hypothèse était séduisante : faire de l'état $\mathbb{A}$ le ciment microscopique de la matière et laisser un seul continuum expliquer gravitation, inertie et cohésion nucléaire. L'audit ne l'a pas justifiée. Le sélecteur local ne pouvait atteindre le contraste requis sur la branche régulière ; le plateau déplaçait la hiérarchie dans un produit non sélectionné ; la coquille perdait sa protection topologique et le rescaling de Derrick imposait la contraction ; la réparation par pression de sac échouait à atteindre le régime cible ou réintroduisait la hiérarchie comme donnée d'entrée.

Le point décisif n'était pas esthétique. Un terme de sauvetage mathématiquement légal recevait sa valeur du phénomène qu'il devait expliquer. C'est exactement la circularité que RM prétend interdire ailleurs.

AXIOME — Séparation des prérogatives**L'ÉTAT $\mathcal{A}$ N'USURPE PAS LES PRÉROGATIVES DE LA MATIÈRE.**

La matière conserve sa cohésion, son énergie interne, ses charges et ses transitions matérielles. L'état $\mathcal{A}$ peut transmettre, relier, porter des gradients et conditionner un passage sans devenir la substance microscopique de la matière.

Les calculs détaillés N-ELAST, N-SHELL et N-JONC restent dans l'archive datée. Leur rôle dans le Traité actuel est unique et permanent : ils ont établi qu'une branche séduisante n'est pas protégée simplement parce qu'elle raconte une belle histoire.

« L'échec ne nous a pas dit que $\mathcal{A}$ était inutile. Il nous a dit ce que $\mathcal{A}$ n'avait pas le droit de prétendre être. »

Le programme constructif commence précisément ici. Une fois la matière autorisée à rester matière, on peut poser au continuum une question plus propre : non pas *de quoi la matière est-elle faite ?*, mais *quelle empreinte relationnelle la matière impose-t-elle à l'état à travers lequel se propagent ses manifestations extérieures ?*

PARTIE IV

L'ANTI-CIRCULARITÉ

Le triomphe final : faire de la masse une conséquence sans faire de $\mathcal{A}$ sa matière première



La masse n'est pas la cause de l'énergie interne. Elle est le nom commun de trois mesures qui doivent se rejoindre.

14

La masse n'est pas une donnée d'entrée

$E = mc^2$ comme bilan, non comme mécanisme

L'équation $E = mc^2$ établit une équivalence quantitative d'une puissance incomparable. Elle ne dit pas ce qui, dans un état matériel, produit l'énergie interne ; elle ne dit pas pourquoi la même structure résiste à l'accélération ; elle ne dit pas pourquoi son influence extérieure porte la même mesure. Employée comme point de départ, m résume le phénomène au lieu de l'expliquer.

La circularité apparaît lorsqu'on mesure la masse d'un objet, qu'on injecte cette valeur dans l'action ou dans les paramètres de la solution, puis qu'on célèbre la restitution de l'énergie correspondante. Le résultat peut être exact sans être causal. La donnée est revenue sous un autre nom.

PRINCIPE — Discipline de non-circularité

La masse observée ne doit pas sélectionner la solution qui prétend l'expliquer. L'échelle, la charge, l'énergie interne et les conditions de bord doivent être fixées par la dynamique propre de la matière et par ses couplages dérivés.

Après l'échec de la goutte de $\mathcal{A}E$

Le retrait de la branche élastique clarifie le programme. L'énergie interne E_0 doit appartenir à l'état m . $\mathcal{A}E$ peut participer à la transmission de l'inertie et de l'empreinte gravitationnelle, mais il ne fournit pas artificiellement E_0 . La question devient plus exigeante et plus propre : une théorie de la matière doit dériver son état interne ; une théorie relationnelle doit ensuite montrer que les deux manifestations extérieures portent la même valeur intégrée.

Ainsi, la masse cesse d'être une substance et ne devient pas pour autant une illusion. Elle devient une grandeur émergente au sens précis : la convergence de plusieurs mesures indépendantes d'une même structure réelle.

15

La Triple Identité

Énergie interne, inertie et empreinte relationnelle

La cible anti-circulaire de la RM est une Triple Identité. Sans utiliser la masse observée comme paramètre de départ, trois routes doivent conduire à la même grandeur : l'énergie interne de la matière, sa résistance inertielle et son empreinte relationnelle extérieure.

$$\frac{E_0}{c_{\mathcal{A}}^2} = M_{\text{in}} = M_{\text{rel}}$$

Triple Identité : cible de fermeture, non résultat numérique déclaré par le Pillar I.

Première route — l'énergie interne E_0

E_0 est l'intégrale de la dynamique propre de m : champs constitutifs, charges, gradients, contraintes, transitions et cohésion. Depuis le nouvel axiome, cette énergie ne peut plus être attribuée par défaut à une déformation de $\mathcal{A}$. Elle doit être calculée dans le secteur matériel, avec ses propres prérogatives.

Deuxième route — l'inertie M_{in}

M_{in} mesure la réponse de la structure lorsqu'on modifie son état de mouvement. Dans le cadre RM, cette réponse peut engager la relation avec $\mathcal{A}$, car aucun déplacement n'est un événement isolé du continuum. Mais le couplage ne doit pas créer la valeur à partir d'un coefficient choisi ; il doit traduire extérieurement l'énergie déjà portée par m .

Troisième route — la masse relationnelle M_{rel}

M_{rel} est l'empreinte extérieure de la structure : ce que le domaine relationnel transmet à distance et ce qu'un autre corps peut mesurer comme manifestation gravitationnelle. La gravité demeure fondamentale ; $\mathcal{A}$ n'en fabrique pas la loi. Il en permet la transmission et l'expression observable.

RÉSULTAT FORMEL — Condition de victoire

La Triple Identité n'est démontrée que si les trois routes sont calculées indépendamment à partir d'une action commune, sans insertion de m observée, puis convergent vers la même valeur. Une égalité imposée par définition ne compte pas.

La portée de cette cible est considérable. $E = mc^2$ cesse d'être le premier mot et devient le dernier : la fermeture d'une architecture où énergie, inertie et relation ont été dérivées séparément. La masse n'est ni une brique magique ni un mirage ; elle est le nom donné à leur identité lorsqu'elle est établie.

16

Ce que $\mathcal{A}$ transmet — et ce qu'il ne fabrique pas

La séparation constitutionnelle des prérogatives

Le Pillar I aboutit à une frontière. Une bonne théorie ne cherche pas à tout faire avec un seul mot. Elle distribue les rôles de manière telle que chaque état puisse être réfuté dans son domaine.

MATIÈRE m	ÉTAT $\mathcal{A}$
Prérogatives de m	Prérogatives de $\mathcal{A}$
Cohésion nucléaire et structure interne	Transmission des manifestations entre domaines
Énergie interne E_0	Organisation relationnelle et gradients
Charges et transitions propres à la matière	Propagation des perturbations et modulation des cadences
Sélection de la configuration matérielle	Empreinte extérieure M_{rel} et support de sa mesure
Résultats nucléaires et spectre de matière	Réponse macroscopique du continuum et pression effective

La frontière née du refus de N-JONC-01E.

Transmettre n'est pas créer

La lumière possède ses variables et son énergie ; $\mathcal{A}$ permet sa propagation réelle dans le cadre. La gravité est fondamentale ; $\mathcal{A}$ permet la transmission de ses manifestations. La matière possède sa cohésion ; $\mathcal{A}$ peut conditionner le passage, le raccord ou la manifestation de cette cohésion sans la produire.

Cette grammaire évite deux excès. Le premier ferait de $\mathcal{A}$ une substance omnipotente, impossible à réfuter parce qu'elle expliquerait tout. Le second réduirait $\mathcal{A}$ à un décor sans rôle causal. La séparation constitutionnelle lui donne au contraire une fonction précise : état relationnel nécessaire à la transmission, aux gradients et aux réponses du domaine, mais interdit d'usurpation matérielle.

STATUT — Formule de travail

$\mathcal{A}$ ouvre le passage nucléaire, mais l'Interaction d'exclusion en limite le débit. La cohésion et les produits de la réaction appartiennent à m ; l'interface avec $\mathcal{A}$ appartient au mécanisme de passage à dériver.

17

La naissance définitive de la RM

Pourquoi une théorie qui s'est réfutée devient enfin une théorie

La RM n'est pas née lorsque la première équation a été écrite. Elle n'est pas née lorsque l'État $\mathcal{A}$ a reçu un nom. Elle n'est pas née lorsque le continuum a offert une image commune aux ondes, aux galaxies et à l'expansion. Elle est née lorsque la branche la plus séduisante — $\mathcal{A}$ comme ciment nucléaire — a été soumise à ses propres critères et refusée.

Ce refus produit une stratégie épistémologique complète. D'abord, ne jamais réifier une propriété du calcul. Ensuite, ne jamais cacher une dette de sélection. Puis, exposer les résultats négatifs avec la même précision que les profils réussis. Enfin, faire d'un axiome nouveau la conséquence explicite de l'échec, non le moyen de l'effacer rétroactivement.

Le cheval de Troie refermé

Le lecteur a vu la théorie approcher la victoire. Il a vu le plateau exponentiel produire le bon ordre de grandeur. Il a vu la coquille chercher une protection topologique. Il a vu la pression de sac sembler stabiliser le rayon et, dans la réduction de plateau, reproduire la hiérarchie. Puis l'audit complet a retiré cette victoire : mL non dérivé, charge nulle, contraction de Derrick, ε ajusté, et contrainte locale maintenant un plancher très au-dessus de la cible. Le triomphe n'était qu'une capacité à jouer selon les règles que le Pillar I condamne.

La supériorité revendiquée par la RM ne réside donc pas dans une immunité à l'erreur. Elle réside dans une règle de sortie : quand le mécanisme exige une constante sans origine, on ne transforme pas cette constante en meuble permanent de l'Univers. On retire la branche.

AXIOME — Déclaration fondatrice

La Relativity of Matter accepte d'être diminuée par un résultat exact. Elle refuse d'être agrandie par un paramètre arbitraire. C'est cette asymétrie — perdre une construction pour conserver le réel — qui fonde son identité.

Le programme après le Pillar I

1. Dériver le secteur matériel m et sa cohésion sans emprunter la masse observée.
2. Dériver l'interface de passage entre $\mathcal{A}$ et m sans transformer $\mathcal{A}$ en interaction forte.
3. Calculer séparément E_0 , M_{in} et M_{rel} , puis tester la Triple Identité.
4. Fermer les lois de cadence sur la droite temporelle universelle.
5. Confronter les gradients de $\mathcal{A}$ aux cartes galactiques et de lentillage.
6. Dériver la chaîne $EM \rightarrow \mathcal{A} \rightarrow P\mathcal{A} \rightarrow H(z)$ sans fonction ajustée à une courbe extérieure.

« La matière est là. $\mathcal{A}$ est là. Le temps passe. La théorie commence lorsque chacun garde sa place. »

ÉPILOGUE

Le courage du réel

Il est facile de dénoncer les constantes des autres. Il est plus difficile de reconnaître la sienne lorsqu'elle vient de sauver plusieurs mois de travail. La pression de sac aurait donné au manuscrit une apparence de fermeture. Elle aurait aussi détruit la seule promesse qui justifiait la RM : ne jamais demander au lecteur de prendre une commodité pour une nécessité.

Le Pillar I n'achève donc pas la physique. Il fixe la manière dont elle devra être poursuivie. Le monde n'est pas tenu d'être simple pour nous. Il est seulement tenu d'être cohérent avec lui-même. Les mathématiques redeviennent alors ce qu'elles n'auraient jamais dû cesser d'être : une langue assez précise pour révéler la dette, assez puissante pour prouver l'obstruction, et assez humble pour se taire lorsqu'elles ont quitté le réel.

Le cheval de Troie n'était pas destiné à vaincre une institution. Il était destiné à vaincre, à l'intérieur même de la RM, le désir de conclure trop tôt. La théorie qui en sort est moins spectaculaire, plus exigeante et enfin falsifiable. $\mathbb{A}$ transmet. La matière se tient. Le temps demeure ouvert. Aucun symbole n'a reçu le droit de remplacer l'un d'eux.

« Quand la mathématique offre une victoire que la physique ne peut justifier, la victoire est la première chose à réfuter. »

ANNEXE A

Registre des statuts

Ce registre empêche la conclusion rhétorique de dépasser le résultat effectivement porté par le corpus.

Objet	Statut dans le Pillar I	Conséquence
Temps universel ouvert	Postulat RM	Les écarts d'horloge doivent être dérivés comme écarts de cadence.
État $\mathcal{A}$	Postulat RM	Continuum relationnel de transmission ; ne fabrique pas la matière.
q_{ij} symétrique	Variable d'état candidate	Six composantes internes en 3D ; ne vaut pas preuve contre toute théorie dimensionnelle.
N-ELAST-03A	Résultat formel dans la fermeture auditée	$\chi_c \geq 0,757244$; le contraste 10^{-39} n'est pas atteint.
N-ORDER-01	Théorème d'ordres local	Incompatibilité $m \geq 4n/3$ et $m \leq n$ pour $n > 0$.
Plateau v22	Directive / solution conditionnelle	$mL \simeq 45,4$ reproduit le contraste, mais mL n'est pas sélectionné.
N-SHELL-01	Résultat formel dans la classe auditée	La trajectoire continue $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$ est interdite.
Charge de bulle	Calcul exact	$Q\chi = 0$; aucune protection topologique scalaire.
Derrick / paroi mince	Résultat de stabilité	Sans terme volumique, la coquille se contracte.
N-JONC-01E	Branche historiquement séduisante mais rejetée	Dans la réduction de plateau, ε ouvre une fenêtre utile d'environ 5,2 %, mais la contrainte locale complète interdit le contraste visé ; une valeur compatible réintroduirait la hiérarchie comme donnée d'entrée.
Nouvel axiome	Décision constitutionnelle RM	La cohésion appartient à m ; $\mathcal{A}$ transmet.
Triple Identité	Cible ouverte	$E_0/c\mathcal{A}^2$, Min et Mrel doivent être dérivés indépendamment.
Gradient galactique	Hypothèse RM	Doit affronter rotation, lentillage, amas et cosmologie.
Production globale de frontière	Programme RM	Doit dériver la loi de production de l'état $\mathcal{A}$ et $H(T)$ sans ajustement externe.

Statut des propositions employées dans le présent volume.

ANNEXE B

Lexique minimal

Terme	Définition
Æ	État continu relationnel du domaine physique ; support de transmission, gradients et manifestations, distinct de la matière m.
m	État matériel possédant ses prérogatives propres : cohésion, énergie interne, charges et transitions.
E	État de cohésion maximale dans le cadre RM ; son articulation détaillée avec m relève du corpus constitutionnel et nucléaire.
Cadence	Fréquence d'un processus physique local ; ce qu'une horloge compte.
Temps T	Droite universelle ouverte ordonnant les transformations ; non déformable et non spatialisée.
Black Core	Régime fini de compaction maximale remplaçant la singularité de volume nul.
Dette	Paramètre, fonction ou hypothèse nécessaire au résultat mais non sélectionné par le mécanisme revendiqué.
Triple Identité	Égalité cible entre énergie interne convertie, inertie et empreinte relationnelle.
Cheval de Troie	Séquence éditoriale où une victoire mathématique est d'abord exposée, puis détruite par l'audit de sa dette physique.

PARTIE V

L'INVERSION CONCEPTUELLE

Mesure, temps universel, cadence et division des rôles physiques



18

Ce qu'une horloge mesure réellement

Séparer l'observation, la mesure et l'interprétation

La RM ne commence pas par nier un résultat de la relativité. Elle commence par demander ce que l'instrument a effectivement compté avant que la théorie n'interprète ce comptage.

Les horloges atomiques placées dans des potentiels gravitationnels différents accumulent des nombres d'oscillations différents. Les corrections relativistes du GPS sont indispensables. Le décalage gravitationnel des fréquences est observé. Les trajectoires planétaires et la propagation de la lumière dans le voisinage d'une masse sont décrites avec une précision remarquable par la relativité générale dans son domaine de validité. Ces faits constituent le socle commun et ne sont pas remis en cause.

La question RM se situe un niveau en amont. Une horloge atomique n'observe jamais une substance abstraite appelée « temps ». Elle compte une transition physique identifiée. Une horloge mécanique compte les oscillations d'un pendule ; une horloge à quartz compte les vibrations d'un cristal ; une horloge atomique compte une transition atomique. Le résultat expérimental immédiat est donc une *différence de cadence* entre processus physiques.

La distinction est méthodologique :

- **observation** : deux horloges réunies après des trajectoires différentes n'affichent pas le même nombre d'oscillations ;
- **mesure** : on a effectivement compté des périodes physiques ;
- **interprétation** : une théorie attribue l'écart à un mécanisme.

La relativité générale interprète cet écart par la métrique de l'espace-temps. RM explore une autre lecture : les processus matériels voient leur cadence locale varier relativement à une ligne temporelle universelle qui, elle, n'est pas déformée.

PRINCIPE — Ne jamais confondre mesure et ontologie

Une différence d'oscillations est une observation. Dire que « le temps lui-même a ralenti » est une interprétation physique de cette observation. RM conserve la première et soumet la seconde à examen.

19

Le temps universel et la cadence physique

Une seule ligne temporelle, plusieurs rythmes locaux

« Le temps n'est pas un espace. C'est une pulsation — celle de l'État $\mathcal{E}$, τ_* . La matière n'a qu'une cadence. »

Cette signature de Pierre distingue le temps d'un espace. Dans les équations, T reste la droite universelle ouverte, τ_* une échelle constitutive et $N(x)$ le facteur local de cadence. Une unité de cadence ne signifie pas que N soit uniforme : des processus de même nature peuvent avoir des taux locaux différents par rapport à T .

Dans RM, le temps physique de fond est noté T . Il est une droite ouverte qui ordonne les transformations et ne devient ni une substance, ni une énergie, ni une dimension matérielle susceptible d'être comprimée ou dilatée. Cette position est constitutionnelle ; elle ne suffit pourtant pas à expliquer les horloges. Il faut un opérateur de cadence.

On introduit donc un champ N qui relie le taux local d'un processus à la ligne universelle T . La notation

$$\boxed{d\tau_{\text{cad}} = N dT} \quad (16)$$

ne crée pas un second temps physique. τ_{cad} est un *paramètre de cadence propre* : il compte le rythme d'un processus local relativement à T .

Cette distinction est devenue plus sévère avec le **Pure Cadence Principle** (PCP). Le champ N n'est pas autorisé à devenir clandestinement un cinquième état énergétique. Il sert à convertir les taux locaux. Au niveau local à deux dérivées, RM pose qu'il ne possède ni énergie potentielle autonome $V(N)$, ni énergie de gradient autonome $D(N)a_i a^i$.

STATUT — Statut du Pure Cadence Principle

PCP est un **postulat constitutif falsifiable**. Il n'est pas une conséquence automatique de la covariance spatiale. Si une action microscopique de la matière, l'algèbre des contraintes ou l'observation exige un terme autonome de gradient ou de potentiel pour N , PCP doit être rouvert ou rejeté ; il ne doit pas être réparé.

La Relation de Schwarzschild révisée

Pillar II v4.5.0 donne un nom explicite à la lecture RM du facteur de Schwarzschild mesurable :

$$\boxed{C_{\text{RM}}(r) = \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}} = \sqrt{1 - C(r)}}. \quad (17)$$

RM conserve le facteur observable mais en déplace la lecture physique : **le temps ne ralentit pas ; la matière change de cadence**. Cette relation est une signature conceptuelle du programme, non une dérivation achevée de toute la branche forte.

Une fermeture constitutive cumulative candidate est également portée par Pillar II :

$$\boxed{N_{\text{RM}}(r) = \frac{P\sqrt{f(r)}}{Q(r)} \exp\left[-\int_r^\infty \mathcal{S}(s) ds\right]}. \quad (18)$$

Dans cette écriture, $\sqrt{f(r)}$ porte la contribution locale de cadence et le facteur exponentiel représente une histoire constitutive cumulative associée à l'Interaction d'exclusion. La définition indépendante de $\mathcal{S}$, ses conditions aux limites, son domaine admissible et le raccord fort restent des dettes explicites : aucune de ces inconnues n'est comblée par ajustement.

20

Les quatre états et la séparation des prérogatives

La matière reste matière ; $\mathcal{A}$ transmet sans usurper

L'ontologie active de RM distingue quatre états ou secteurs :

$$\boxed{\{m, EM, \mathcal{A}, E\}}. \quad (19)$$

Leur distinction est plus importante que leur proximité symbolique.

La matière m possède ses prérogatives propres : cohésion nucléaire, structure interne, énergie interne, charges et transitions spécifiques. **Le rayonnement électromagnétique** EM demeure un secteur physique distinct. **L'état** $\mathcal{A}$ est postulé comme continuum physique relationnel de l'Univers manifesté : il transmet, relie, porte des gradients, module des cadences et manifeste une empreinte extérieure. **L'état** E représente la cohésion maximale et possède une limite densitaire fondamentale.

Pillar I a imposé la séparation décisive : l'état $\mathcal{A}$ ne reçoit plus le droit de fabriquer la matière ni de remplacer l'interaction propre qui assure sa cohésion. Une interface avec $\mathcal{A}$ peut conditionner un passage ; elle ne peut pas usurper la physique interne du secteur matériel.

PRINCIPE — Séparation constitutionnelle des rôles

La cohésion appartient à m . L'état $\mathcal{A}$ transmet, relie et manifeste. Une future théorie de masse doit donc dériver l'empreinte relationnelle de la matière sans transformer $\mathcal{A}$ en matière première cachée de cette matière.

21

Un continuum physique dont les étiquettes ne le sont pas

La dette conceptuelle $D-\mathcal{A}-02$

RM affirme l'existence physique de l'état $\mathcal{A}$, mais la fermeture gravitationnelle locale utilise une redondance d'étiquetage spatial. Cela conduit à une phrase qui résume toute la difficulté :

L'état $\mathcal{A}$ est physique ; ses étiquettes ne le sont pas.

Le champ relationnel local est décrit par un tenseur Q_{ij} . Sa partie symétrique q_{ij} et son champ auxiliaire B_i se transforment sous un changement d'étiquettes spatiales selon

$$\delta q_{ij} = \partial_i \xi_j + \partial_j \xi_i, \quad \delta B_i = \partial_T \xi_i. \quad (20)$$

La physique locale ne doit donc pas dépendre du nom attribué aux points de la configuration.

Cette construction est efficace techniquement, mais elle crée une dette ontologique : comment parler d'un continuum physique sans donner une individualité physique à chacune de ses étiquettes ? RM ne décrète pas cette difficulté résolue. Elle est enregistrée comme **D-Æ-02**. Une résolution complète devra montrer comment le corps physique subsiste alors que ses coordonnées internes restent redondantes, dans tous les secteurs et pas seulement dans la fermeture locale déjà calculée.

DETTE / VERROU — D-Æ-02

Réconcilier complètement l'ontologie d'un continuum physique avec la redondance de ses étiquettes spatiales. Une réinterprétation qui rendrait les étiquettes elles-mêmes observables détruirait la rigidité du couplage optique et obligerait à reprendre le comptage des degrés de liberté.

PARTIE VI

LE SECTEUR GRAVITATIONNEL

Une action locale, une normalisation newtonienne et deux polarisations



22

Qui paie la gravité ?

CLG-1 : du scalaire invariant à Poisson et à l'énergie de paire

STATUT — Domaine de CLG-1

CLG-1 est un résultat conditionnel d'une action quadratique locale pour les modes non homogènes $k \neq 0$, avec $Z > 0$, $\sigma \neq 0$, $B \neq 0$, $\mu_A \neq 0$ et des conditions de bord décroissantes. Il ne dérive ni le mode cosmologique homogène, ni la théorie forte complète, ni les auto-énergies ponctuelles.

On décompose le tenseur relationnel en

$$q_{ij} = Q_{(ij)}, \quad a_{ij} = Q_{[ij]}. \quad (21)$$

L'invariant spatial qui élimine automatiquement le mode homogène est

$$\mathcal{G}[q] = \nabla^2 \text{Tr } q - \partial_i \partial_j q_{ij}. \quad (22)$$

Pour $k \neq 0$, on définit le scalaire dérivé

$$\Phi[q] = \frac{1}{2\nabla^2} \mathcal{G}[q]. \quad (23)$$

Il n'est pas promu au rang de champ indépendant.

L'action locale retenue est construite à partir du taux relationnel trace libre, de la combinaison spatiale de Fierz-Pauli, du multiplicateur Λ et du secteur antisymétrique contraint. La variation du multiplicateur donne

$$\mathcal{G}[q] = \sigma \rho_m, \quad \nabla^2 \Phi = \frac{\sigma}{2} \rho_m. \quad (24)$$

La variation statique du secteur symétrique donne $\Lambda = Z\Phi$. Le potentiel observable RM est défini par

$$\Psi_{\mathcal{A}} = \sigma \Lambda = Z\sigma \Phi. \quad (25)$$

Une seule normalisation fixe alors toute la limite newtonienne :

$$Z\sigma^2 = 8\pi G. \quad (26)$$

On obtient

$$\nabla^2 \Psi_{\mathcal{A}} = 4\pi G \rho_m \quad (27)$$

et, pour deux sources séparées,

$$E_{12}(r) = -\frac{Gm_1 m_2}{r}. \quad (28)$$

Le même coefficient fixe donc l'équation de champ et le signe attractif. Le bilan local démontré est

$$d(K + E_{12}) = 0. \quad (29)$$

Aucune variation locale de la densité fondamentale homogène u_0 n'est invoquée.

Le comptage de Dirac

Les variables de configuration sont q_{ij} (6), a_{ij} (3), B_i (3) et Λ (1), soit treize variables. Pour $k \neq 0$, six contraintes sont de première classe. Les dix contraintes de seconde classe ont un déterminant principal de la forme

$$\det \Omega_{\text{SC}} = \frac{B^2 \mu_A^6}{16} (k^2)^{10}. \quad (30)$$

Lorsque $B\mu_A k \neq 0$, le rang est dix et

$$N_{\text{phys}} = \frac{2 \times 13 - 2 \times 6 - 10}{2} = 2. \quad (31)$$

RM obtient donc deux polarisations tensorielle locales sur cette branche, sans introduire une quatrième dimension physique. À $k = 0$, le bloc dérivatif perd son rang : le mode homogène appartient au problème cosmologique et ne doit pas être compté comme une polarisation locale.

DETTE / VERROU — Ce que CLG-1 ne paie pas encore

La fermeture locale ne dérive pas le couplage au mode homogène, la théorie forte, la régularisation des auto-énergies ponctuelles ni un bornage global de l'Hamiltonien. Si une complétion non linéaire change le rang, libère un mode supplémentaire ou exige une seconde normalisation newtonienne, la branche doit être reprise.

23

La lumière et la fermeture de champ faible

Opérateur eikonal, Cassini et quadruplet PPN conditionnel

Le test optique ne consiste pas à déclarer q_{ij} « métrique » par analogie. L'opérateur de propagation électromagnétique doit être dérivé à partir des variables admissibles. Le secteur électromagnétique écrit en unités de cadence locale prend la forme

$$S_{EM} = \frac{1}{2} \int dT d^3x \sqrt{g} \left[\frac{g^{ij} E_i E_j}{N c_{\mathcal{E}}^2} - N g_{ij} B^i B^j \right]. \quad (32)$$

Au niveau eikonal, son symbole principal est

$$\mathfrak{P}(\omega, k; x) = \frac{\omega^2}{N^2 c_{\mathcal{E}}^2} - g^{ij} [q] k_i k_j = 0. \quad (33)$$

Dans le représentant isotrope $q_{ij} = \psi \delta_{ij}$, la branche faible donne

$$\psi = -\text{sgn}(\sigma)C, \quad C = \frac{2GM}{rc_{\mathcal{E}}^2}, \quad (34)$$

et l'indice optique exact du représentant devient

$$n^2 = \frac{1 + \psi}{1 - C}. \quad (35)$$

La lecture PPN donne alors

$$\boxed{\gamma_{\text{PPN}} = \frac{\psi}{C} = -\text{sgn}(\sigma) \in \{-1, +1\}.} \quad (36)$$

Il n'existe donc pas de paramètre optique continu que l'on puisse régler. La branche $\sigma < 0$ sélectionnée par la cohérence interne donne $\gamma_{\text{PPN}} = 1$; la branche opposée donne une propagation optiquement triviale et est exclue par l'existence même de la déviation et du retard solaires.

Le coefficient de second ordre exige de ne pas confondre le rayon aréolaire physique r_A avec le rayon isotrope ρ . Sur la branche $\gamma_{\text{PPN}} = 1$,

$$r_A = \rho \left(1 + \frac{1}{2}C_\rho + O(C_\rho^2) \right), \quad C_\rho = \frac{2GM}{\rho c_{\mathcal{E}}^2}, \quad (37)$$

d'où

$$C_A = C_\rho - \frac{1}{2}C_\rho^2 + O(C_\rho^3). \quad (38)$$

L'identité $N^2 = 1 - C_A$ devient

$$N^2 = 1 - C_\rho + \frac{1}{2}C_\rho^2 + O(C_\rho^3), \quad (39)$$

et impose

$$\boxed{\beta_{\text{PPN}} = 1.} \quad (40)$$

Le couplage universel minimal de la matière donne, au premier ordre, le secteur vectoriel

$$b_i = \frac{7}{2}V_i + \frac{1}{2}W_i, \quad (41)$$

ce qui correspond à

$$\boxed{\alpha_1 = 0, \quad \alpha_2 = 0.} \quad (42)$$

La fermeture actuellement portée par RM est donc

$$\boxed{(\gamma_{\text{PPN}}, \beta_{\text{PPN}}, \alpha_1, \alpha_2) = (1, 1, 0, 0),} \quad (43)$$

mais son statut demeure **conditionnel** : il dépend de la lecture de jauge D-Æ-02, de l'interface microscopique de la matière et de la protection non linéaire de la cadence.

PRINCIPE — Pas de victoire par ajustement

L'accord avec Cassini, Mercure ou les paramètres de référentiel privilégié n'est pas un permis d'ajouter des coefficients. Si l'action microscopique exige un couplage indépendant, si le signe $\sigma < 0$ est exclu ou si la complétion non linéaire change le résultat, la fermeture est retirée.

24

Pure Cadence

Le champ N comme convertisseur, non comme réservoir

La covariance spatiale seule autorise une famille infinie d'actions locales à deux dérivées :

$$S_{2D} = \int dT d^3x \sqrt{g} \left[A(N) \mathcal{K}_{ij} \mathcal{K}^{ij} - B(N) \mathcal{K}^2 + C(N)^{(3)} R + D(N) a_i a^i - V(N) \right] + S_m. \quad (44)$$

Le secteur quadratique ne fixe qu'un jet autour de $N = 1$. La dette D-Æ-03 était précisément l'infinité fonctionnelle restante.

PCP ajoute une affirmation physique testable : tous les secteurs locaux non dissipatifs gouvernés par la même cadence sont d'abord écrits en unités de cadence propre, puis traduits sur la ligne T par

$$\mathcal{D}_{\text{cad}} = \frac{1}{N} (\partial_T - \mathcal{L}_B). \quad (45)$$

Le champ N ne reçoit ni stockage autonome ni énergie de gradient autonome. La branche à deux dérivées devient alors

$$S_{\mathbb{E}}^{(2)} = P \int dT d^3x \sqrt{g} \left[\frac{1}{4Nc_{\mathbb{E}}^2} \left(\mathcal{K}_{ij} \mathcal{K}^{ij} - \frac{1}{3} \mathcal{K}^2 \right) + N^{(3)} R[g] \right]. \quad (46)$$

La dépendance complète est fixée conditionnellement :

$$\boxed{A(N) = \frac{P}{4Nc_{\mathbb{E}}^2}, \quad B(N) = \frac{P}{12Nc_{\mathbb{E}}^2}, \quad C(N) = PN, \quad D(N) = 0, \quad V(N) = 0.} \quad (47)$$

Aucune observable PPN n'est utilisée pour sélectionner ces fonctions.

Le résultat est fort précisément parce qu'il peut échouer. Un terme $D(N) a_i a^i$ signifierait que la cadence possède une énergie de gradient propre. Un terme $V(N)$ lui attribuerait une énergie stockée même lorsque la courbure et les taux relationnels sont nuls. Si la microphysique exige l'un ou l'autre, PCP est faux.

STATUT — D-Æ-03

La dette fonctionnelle de la dépendance à N est **fermée conditionnellement par PCP**. La fermeture n'est pas ontologique : elle survivra seulement si les audits microscopiques et canoniques n'exigent aucun terme interdit.

25

La matière universelle et l'audit de Dirac non linéaire

N-Æ-06 : deux modes survivent, mais sous conditions

La matière locale χ^A est couplée à la même cadence et aux mêmes variables relationnelles par

$$S_m = \int dT d^3x N \sqrt{g} \mathcal{L}_m(\chi^A, \mathcal{D}_T \chi^A, D_i \chi^A; g_{ij}), \quad (48)$$

avec

$$\mathcal{D}_T \chi^A = \frac{1}{N}(\partial_T \chi^A - \mathcal{L}_B \chi^A). \quad (49)$$

Après transformation de Legendre, l'Hamiltonien matériel est affine en N et B_i :

$$H_m = \int d^3x \left(N \mathcal{H}_m + B^i \mathcal{H}_i^m \right) + H_m^{\text{contraintes internes}}. \quad (50)$$

Il n'apparaît donc aucun coefficient gravitationnel indépendant g_B ou g_Q à ajuster après variation.

La branche gravitationnelle gelée par PCP utilise

$$P = \frac{c_{\mathbb{E}}^4}{16\pi G}. \quad (51)$$

Le moment canonique est trace libre et conduit à la contrainte primaire

$$\pi = g_{ij} \pi^{ij} \approx 0, \quad (52)$$

auxquelles s'ajoutent $p_N \approx 0$ et $p_i^B \approx 0$. L'Hamiltonien total prend la forme

$$H_T = \int d^3x \left[N \mathcal{H}_0 + B^i \mathcal{H}_i + \lambda \pi + u_N p_N + u_B^i p_i^B \right] + \dots \quad (53)$$

avec

$$\mathcal{H}_0 = \frac{c_{\mathbb{E}}^2}{P \sqrt{g}} \pi^{ij} \pi_{ij} - P \sqrt{g} {}^{(3)}R + \mathcal{H}_m, \quad (54)$$

$$\mathcal{H}_i = -2D_j \pi^j_i + \mathcal{H}_i^m. \quad (55)$$

Le bloc scalaire de Dirac possède pour symbole principal

$$\sigma_{\text{pr}}(\mathfrak{L})(k) = 2P \sqrt{g} g^{ij} k_i k_j, \quad (56)$$

et

$$\det \sigma_{\text{pr}}(\Omega_{\text{sc}})(k) = \left[2P \sqrt{g} g^{ij} k_i k_j \right]^4. \quad (57)$$

Si l'opérateur elliptique $\mathfrak{L}$ ne possède pas de noyau sur le problème local choisi, la chaîne se termine. Le prolongement minimal du secteur antisymétrique reste non propagatif et donne trois paires supplémentaires de seconde classe. Le comptage complet redevient

$$N_{\text{grav}} = \frac{1}{2}(26 - 2 \times 6 - 10) = 2. \quad (58)$$

STATUT — Verdict N-Æ-06

D-Æ-04A, l'audit gravitationnel local non linéaire, est **fermé conditionnellement** sur la branche elliptique régulière. D-Æ-04M demeure **ouvert** : des secteurs microscopiques de matière, en particulier ceux qui introduisent des subtilités de vitesses métriques ou de triades, peuvent encore modifier la structure canonique.

26

Le Pas Photonique : quand la cadence devient un coût

La séparation entre microphysique matérielle, géométrie spatiale et temps universel

La question de la lumière a forcé RM à préciser son propre vocabulaire. Une phrase avait précédé l'équation : « La matière détermine la longueur du pas du photon ; l'état Æ détermine la cadence de ce pas. » Pour transformer cette intuition en résultat calculable, il a fallu refuser deux raccourcis : inventer une viscosité sans origine constitutive, puis confondre dans un même coefficient la géométrie spatiale et la cadence des processus.

Dans un milieu optiquement épais, la propagation radiative prend la forme d'une marche aléatoire. La microphysique matérielle fixe les collisions, l'opacité, le libre parcours moyen et, au niveau diffusif, le coefficient local D_{loc} . RM ne réattribue pas cette physique à l'état Æ. Elle pose une question différente : si le même processus local se déroule avec une cadence N relativement à la ligne temporelle universelle T , quel temps universel s'accumule avant que le photon n'atteigne la frontière ?

La version initiale N-OPT-01 v34 avait regroupé structure spatiale et cadence dans un indice optique placé dans le coefficient de diffusion. Cette forme est retirée. Une première correction plaçait ensuite N à l'intérieur de la divergence et introduisait un terme de dérive proportionnel à ∇N . Elle est elle aussi retirée. La v34.1 conserve le même processus diffusif spatial et traite la cadence comme le coût temporel accumulé le long de cette marche.

La formule de Dynkin : la cadence pure

Pillar II encode la cadence par

$$d\tau_{\text{cad}} = N dT, \quad N > 0, \quad (59)$$

où τ_{cad} est un paramètre de cadence propre du processus local et non un second temps physique.

Si le générateur local de diffusion fickienne sur la géométrie spatiale propre est

$$\mathcal{L}_{\text{loc}} f \equiv \nabla_i \left(D_{\text{loc}} \nabla^i f \right), \quad (60)$$

alors le temps universel moyen d'échappement est le coût intégré

$$\Theta(x) = \mathbb{E}_x \left[\int_0^{\tau_{\text{exit}}} \frac{d\tau_{\text{cad}}}{N(X_\tau)} \right]. \quad (61)$$

La formule de Dynkin donne directement

$$\mathcal{L}_{\text{loc}}\Theta = -\frac{1}{N}, \quad \Theta|_{\partial\Omega} = 0. \quad (62)$$

Le changement de cadence multiplie donc le générateur rapporté à T par N à l'extérieur de l'opérateur : $\mathcal{L}_T = N\mathcal{L}_{\text{loc}}$. Placer N dans la divergence produirait en plus $D_{\text{loc}}\nabla N \cdot \nabla\Theta$, c'est-à-dire une dérive spatiale qui ne peut pas provenir d'une simple conversion de cadence.

RÉSULTAT FORMEL — N-OPT-01.1 — théorème de cadence pondérée

Sur un fond gelé $\{g_{ij}, D_{\text{loc}}\}$, avec $D_{\text{loc}} > 0$ et $N > 0$, la contribution de cadence au temps moyen d'échappement est une moyenne pondérée positive de $1/N$. Dans la réduction sphérique,

$$\frac{\Theta_N(0)}{\Theta_{N=1}(0)} = \left\langle \frac{1}{N} \right\rangle_{K dV_{\text{prop}}}, \quad K > 0, \quad (63)$$

et par positivité du poids,

$$\min \frac{1}{N} \leq \frac{\Theta_N(0)}{\Theta_{N=1}(0)} \leq \max \frac{1}{N}. \quad (64)$$

Ce résultat compare le même processus spatial et la même microphysique avec et sans modulation de cadence ; il ne remplace pas un calcul complet de deux étoiles physiques différentes.

Trois prérogatives, plus de mélange

La séparation correcte n'est pas « matière contre $\mathcal{A}$ » au niveau d'un seul coefficient. Elle est plus précise :

D_{loc}	microphysique matérielle de la marche aléatoire ;
N	cadence locale rapportée à la ligne universelle T ;
g_{ij}	structure spatiale relationnelle dans laquelle la marche est parcourue.

L'indice optique conserve donc sa fonction optique ; il n'est plus utilisé comme synonyme de cadence dans l'équation de diffusion.

PRINCIPE — La géométrie n'est pas le temps

Dans la lecture RM, l'espace du processus peut porter une structure relationnelle non triviale tandis que T reste la ligne temporelle universelle. L'équation de Dynkin ne fait pas ralentir le temps : elle comptabilise le fait qu'un même processus spatial accumule davantage de temps universel là où sa cadence physique est plus faible. **Le temps ne ralentit pas. Le processus change de cadence.**

La matière détermine la statistique du pas ;
 $\mathcal{A}$ en détermine la cadence et la structure spatiale.

PARTIE VII

LONGUEUR CONSTITUTIVE ET INTERACTION D'EXCLUSION

*Le champ fort comme réponse de la géométrie, non comme permission d'in-
venter une singularité*



27

CNL–BI1 : une réponse non linéaire de courbure

Protéger la branche faible tout en faisant apparaître la limite constitutive

L'ancien potentiel local brut d'exclusion employé dans d'anciennes versions a été retiré : il dépendait de composantes non invariantes et modifiait déjà le secteur quadratique. CNL–BI1 repart des objets covariants de la géométrie relationnelle tridimensionnelle.

On note γ_{ij} le tenseur relationnel non linéaire et $\mathcal{R}_{ij}[\gamma]$ sa courbure intrinsèque. Le scalaire linéarisé vérifie

$$\mathcal{R}^{(1)} = -\mathcal{G}[q], \quad (65)$$

ce qui relie directement la fermeture de Poisson au candidat non linéaire.

La mesure de courbure choisie est

$$X_{\mathcal{R}} = \ell_{\star}^4 \mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij}, \quad 0 \leq X_{\mathcal{R}} < 1. \quad (66)$$

La densité de type Born–Infeld est soustraite de façon à ne produire aucun terme quadratique :

$$\mathcal{U}_{\text{BI}}(X) = u_{\star} \left[1 - \sqrt{1 - X} - \frac{X}{2} \right]. \quad (67)$$

Son développement commence à l'ordre X^2 , donc à $O(q^4)$ puisque $X = O(q^2)$:

$$1 - \sqrt{1 - X} - \frac{X}{2} = \frac{X^2}{8} + \frac{X^3}{16} + O(X^4). \quad (68)$$

Le candidat ne crée ainsi ni tadpole, ni masse quadratique, ni renormalisation du cône tensoriel, ni modification du comptage CLG–1 à l'ordre faible.

À l'approche de la barrière,

$$\frac{\partial \mathcal{U}_{\text{BI}}}{\partial X} = \frac{u_{\star}}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - X}} - 1 \right) \longrightarrow +\infty, \quad (69)$$

alors que $\mathcal{U}_{\text{BI}} \rightarrow u_{\star}/2$. Le coût marginal de l'augmentation de courbure diverge à valeur d'énergie finie : l'interaction d'exclusion apparaît comme une barrière constitutive plutôt qu'un clipping imposé après calcul.

Dans la réduction sphérique extérieure,

$$\mathcal{S}_{ij} \mathcal{S}^{ij} \simeq 6 \left(\frac{GM}{c_{\mathcal{E}}^2 r^3} \right)^2, \quad (70)$$

ce qui donne l'échelle mécanique candidate

$$r_c \simeq 6^{1/6} \left(\frac{\ell_{\star}^2 GM}{c_{\mathcal{E}}^2} \right)^{1/3}. \quad (71)$$

Cette loi $M^{1/3}$ ne doit pas être confondue avec le rayon optique proportionnel à M .

PROGRAMME OUVERT — CNL-BI1

Le candidat doit encore passer un audit de Dirac sur fond non nul, fournir une solution sphérique régulière, établir la stabilité ultraviolet et dériver la jonction de phase. La protection de la branche faible est démontrée ; la théorie forte complète ne l'est pas.

28**La matière charge ; la géométrie répond**

La longueur constitutive et le sens physique de l'Interaction d'exclusion

*La relativité générale pose une question extraordinairement féconde : comment la matière courbe-t-elle la géométrie ? RM en ajoute une autre : **qu'est-ce que la géométrie elle-même est constitutionnellement capable de supporter ?***

Dans la branche non linéaire actuelle, cette question entre dans l'action avant même que l'on choisisse une équation d'état pour la matière. La géométrie possède une longueur constitutive $\ell_\star$. En notation sphérique,

$$a \equiv \frac{f'}{r}, \quad b \equiv \frac{1-f}{r^2} - \frac{a}{2}, \quad \boxed{X_{\mathcal{R}} = \ell_\star^4 (a^2 + 2b^2)}. \quad (72)$$

En notation générale,

$$\boxed{X_{\mathcal{R}} = \ell_\star^4 \mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij}}. \quad (73)$$

Si l'on définit une longueur locale de courbure $L_{\mathcal{R}}$ par $\mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij} = L_{\mathcal{R}}^{-4}$, alors

$$\boxed{X_{\mathcal{R}} = \left(\frac{\ell_\star}{L_{\mathcal{R}}} \right)^4}. \quad (74)$$

La lecture devient presque visuelle. Lorsque $L_{\mathcal{R}} \gg \ell_\star$, la géométrie est loin de sa zone constitutive forte. Lorsque $L_{\mathcal{R}} \sim \ell_\star$, la réponse non linéaire devient d'ordre unité. Aucun kilomètre, aucune masse solaire et aucune étoile réelle ne sont encore attachés à $\ell_\star$ dans cette séquence réduite.

La fonction conservée est

$$\boxed{F(X) = 1 - \sqrt{1-X} - \frac{X}{2}}, \quad 0 \leq X < 1, \quad (75)$$

avec

$$F'(X) = \frac{1}{2\sqrt{1-X}} - \frac{1}{2}, \quad \boxed{X \rightarrow 1^- \implies F'(X) \rightarrow \infty}. \quad (76)$$

L'énergie constitutive reste finie alors que le coût marginal d'une charge supplémentaire diverge. RM donne désormais à cette réponse son nom canonique : **Interaction d'exclusion**.

PRINCIPE — Interaction d'exclusion — LF-09

Ce nom ne désigne ni le principe d'exclusion de Pauli, ni une cinquième force, ni un nouveau coefficient réglable. Il nomme la fermeture progressive d'un canal constitutif : plus la géométrie approche sa capacité admissible, plus poursuivre la même charge devient difficile. Ce qui est

chargé doit alors se redistribuer ou changer de canal, de variable ou d'état selon le secteur considéré.

LA MATIÈRE CHARGE.

LA GÉOMÉTRIE RÉPOND.

28 bis

La capacité cinétique déviatorique

Une borne du continuum conditionnelle, une fermeture candidate et un test possible en champ fort

Une déformation peut changer la forme sans changer instantanément le volume. CART possède déjà le canal cinétique sans trace qui mesure ce cisaillement du continuum. Deux propositions doivent toutefois rester séparées : appliquer UC-1 à son énergie quadratique donne une borne d'admissibilité, tandis qu'une loi saturante de type carré-racine fournirait une barrière dynamique nouvelle. La première est conditionnelle ; la seconde est une fermeture candidate, non un résultat caché de l'action minimale.

Le canal dérivé de l'action minimale

Dans CART, le tenseur de taux est défini sans facteur 1/2 par

$$K_{ij} = \partial_T g_{ij} - \mathcal{L}_\beta g_{ij}, \quad K = g^{ij} K_{ij}, \quad K_{ij}^{\text{TF}} = K_{ij} - \frac{K}{3} g_{ij}. \quad (77)$$

Dans les coordonnées matérielles des labels de l'état $\mathcal{A}$, $K_{ij}/2$ mesure le taux de variation des distances entre labels voisins. À $N > 0$, le taux sans trace mesuré par cadence locale est

$$\widehat{K}_{ij}^{\text{TF}} = \frac{K_{ij}^{\text{TF}}}{N}. \quad (78)$$

La norme est calculée avec la métrique spatiale positive g_{ij} . Le temps universel demeure T ; la division par N compare un taux à la cadence locale et ne crée pas une seconde ligne de temps.

Le terme cinétique de l'action minimale s'écrit

$$S_{\text{kin}} = \frac{P}{4c_{\mathcal{A}}^2} \int dT d^3x \frac{\sqrt{g}}{N} K_{ij}^{\text{TF}} K_{\text{TF}}^{ij} \quad (79)$$

$$= \int dT d^3x N \sqrt{g} \frac{P}{4c_{\mathcal{A}}^2} \widehat{K}_{ij}^{\text{TF}} \widehat{K}_{\text{TF}}^{ij}. \quad (80)$$

Sa transformation de Legendre donne, hors du terme de contrainte associé au décalage,

$$\mathcal{H}_{\text{kin}} = N \sqrt{g} u_{\text{TF}}, \quad \boxed{u_{\text{TF}} = \frac{P}{4c_{\mathcal{A}}^2 N^2} K_{ij}^{\text{TF}} K_{\text{TF}}^{ij} = \frac{P}{4c_{\mathcal{A}}^2} \|\widehat{K}_{\text{TF}}\|^2.} \quad (81)$$

Cette identité est dérivée. En revanche, l'application de la capacité UC-1 à ce canal est un postulat supplémentaire. Si

$$u_{\text{TF}} \leq u_{\mathcal{E}}^{\text{cap}} = \frac{P}{\ell_{\star}^2}, \quad (82)$$

alors

$$\left\| \frac{K_{\text{TF}}}{N} \right\| \leq \frac{2c_{\mathcal{E}}}{\ell_{\star}}. \quad (83)$$

Cette implication ne démontre pas que l'évolution préserve la région admissible. Elle interdit aussi d'écrêter après coup une solution qui aurait franchi la borne.

Contrôle radial dans les conventions de CART

Pour $d\ell^2 = A_r^2 dr^2 + S^2 d\Omega^2$, à décalage nul, posons

$$\zeta = \frac{\dot{A}_r}{A_r} - \frac{\dot{S}}{S}, \quad \vartheta = \frac{\zeta}{N}. \quad (84)$$

Les contractions sont

$$K_{ij}^{\text{TF}} K_{\text{TF}}^{ij} = \frac{8}{3} \zeta^2, \quad \widehat{K}_{ij}^{\text{TF}} \widehat{K}_{\text{TF}}^{ij} = \frac{8}{3} \vartheta^2. \quad (85)$$

On retrouve donc

$$u_{\text{TF}} = \frac{2P}{3c_{\mathcal{E}}^2} \vartheta^2, \quad \boxed{|\vartheta| \leq \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{c_{\mathcal{E}}}{\ell_{\star}}}. \quad (86)$$

Ce contrôle fixe le facteur numérique et la convention de cadence : la contraction exprimée avec ϑ concerne $\widehat{K}$, non le K non normalisé.

P-CIN : une fermeture dynamique candidate distincte

Une manière minimale de rendre la limite inaccessible à énergie finie serait de remplacer le secteur quadratique par

$$\mathcal{L}_{\text{dev}}^{\text{cand}} = \frac{2P}{\ell_{\star}^2} N \sqrt{g} [1 - \sqrt{1-y}], \quad y = \frac{\ell_{\star}^2}{4c_{\mathcal{E}}^2} \|\widehat{K}_{\text{TF}}\|^2. \quad (87)$$

Cette proposition, appelée ici **P-CIN**, partage le noyau carré-racine de la réponse d'Exclusion, mais elle n'est pas la même fonction que $F(X) = 1 - \sqrt{1-X} - X/2$. Elle n'est donc pas dérivée de $U(X)$.

Pour $y \ll 1$, son développement redonne exactement le terme quadratique minimal. Sa densité hamiltonienne propre est

$$u_{\text{dev}}^{\text{cand}} = \frac{2P}{\ell_{\star}^2} \left(\frac{1}{\sqrt{1-y}} - 1 \right), \quad (88)$$

et diverge lorsque $y \rightarrow 1^-$. À énergie finie, P-CIN impose donc

$$\|\widehat{K}_{\text{TF}}\| < \frac{2c_{\mathcal{E}}}{\ell_{\star}}. \quad (89)$$

Cette lecture est une limite de taux, non un plafond d'énergie : elle ne doit pas être confondue avec l'application énergétique d'UC-1. L'audit canonique local reçu ci-dessous vérifie la relation moment-vitesse et la santé hamiltonienne du secteur déviatorique ; l'équation de cadence complète, l'algèbre de champ et l'hyperbolicité restent à établir.

Audit canonique local de P–CIN

La note *RM — Analyse canonique de Dirac sous P–CIN* teste le radical de Born–Infeld de (87). La réception ci-dessous distingue le résultat ponctuel sur la cinétique de la fermeture complète de la chaîne de contraintes.

Au point considéré, dans un repère spatial orthonormé avec $\sqrt{g} = 1$, on isole les cinq vitesses sans trace v_A . Les formules suivantes portent sur cette densité locale, pour $P > 0$, $c_{\mathcal{E}} > 0$, $\ell_{\star} > 0$, $N > 0$ et $0 \leq y < 1$. Le moment conjugué est

$$p_A = \frac{P}{2c_{\mathcal{E}}^2} \frac{v_A/N}{\sqrt{1-y}}. \quad (90)$$

L’inversion vitesse–moment est globale pour tout moment fini :

$$\left\| \frac{v}{N} \right\| = \frac{2c_{\mathcal{E}}^2 \|p\|}{\sqrt{P^2 + c_{\mathcal{E}}^2 \ell_{\star}^2 \|p\|^2}}. \quad (91)$$

Il n’apparaît donc aucune contrainte primaire nouvelle dans ce secteur. Lorsque $\|p\| \rightarrow \infty$, le taux approche la borne $2c_{\mathcal{E}}/\ell_{\star}$ sans la franchir à énergie finie.

La transformée de Legendre donne

$$\mathcal{H}_{\text{dev}}^{\text{cand}} = N h(\|p\|), \quad h(\|p\|) = \frac{2}{\ell_{\star}^2} \left[\sqrt{P^2 + c_{\mathcal{E}}^2 \ell_{\star}^2 \|p\|^2} - P \right]. \quad (92)$$

Le Hamiltonien est positif, à branche unique, et reste linéaire en N . Le lapse demeure donc un multiplicateur de Lagrange ; le décalage conserve son rôle de multiplicateur de la contrainte de moment. Le radical modifie la valeur de la contrainte hamiltonienne, pas la nature de N ou de β .

Le Hessien cinétique a une valeur propre longitudinale et quatre transverses :

$$\lambda_{\parallel} = \frac{P}{2c_{\mathcal{E}}^2 N} (1-y)^{-3/2}, \quad \lambda_{\perp} = \frac{P}{2c_{\mathcal{E}}^2 N} (1-y)^{-1/2}. \quad (93)$$

Elles sont strictement positives dans la branche admissible et divergent quand $y \rightarrow 1^-$. Le résultat exclut un fantôme *cinétique dans ce bloc*. Il ne donne pas, à lui seul, le spectre du potentiel, le signe des termes de gradient, ni l’hyperbolicité du système couplé.

RÉSULTAT FORMEL — P–CIN–DIRAC — fermeture locale conditionnelle

Dans le secteur déviatorique ponctuel isolé, la transformation de Legendre est régulière, le Hamiltonien est positif et convexe, le Hessien cinétique est défini positif et aucune contrainte primaire supplémentaire ne vient de ces cinq vitesses. Le lapse n’acquiert pas de terme cinétique et le Hamiltonien local reste linéaire en N . Ces propriétés ferment le contrôle local P–CIN–DIRAC dans son domaine.

Le maintien de deux polarisations reste une **fermeture conditionnelle** : il exige que le remplacement cinétique préserve le rang et la classe de la chaîne gravitationnelle complète. Cette condition n’est pas déduite de la seule linéarité en N , ni de la positivité du Hamiltonien ponctuel. Le comptage de la branche minimale du chapitre 25 ne se transporte pas sans vérification à une contrainte hamiltonienne modifiée.

P–CIN–FIELD demeure ouvert : calcul des crochets à points séparés, préservation des contraintes et de leur rang, couplage au trace, à la courbure et à la matière, puis hyperbolicité. La réception locale ne dérive pas le postulat P–CIN et ne remplace aucune de ces étapes.

Le couplage gravitationnel et le paramètre d'activation

Dans la branche minimale,

$$\pi^{ij} = \frac{P\sqrt{g}}{2c_{\mathcal{E}}^2} \widehat{K}_{\text{TF}}^{ij}, \quad \mathcal{H}_i = -2D_j \pi^j_i + \mathcal{H}_i^m = 0. \quad (94)$$

Avec $j_i = \mathcal{H}_i^m / \sqrt{g}$, la contrainte de moment donne l'identité

$$j_i = \frac{P}{c_{\mathcal{E}}^2} D_j (\widehat{K}_{\text{TF}})^j_i. \quad (95)$$

Pour une estimation locale de taille L , avec $j \sim \rho v$, $P = c_{\mathcal{E}}^4 / (16\pi G)$ conduit à

$$\|\widehat{K}_{\text{TF}}\| \sim \frac{16\pi G \rho v L}{c_{\mathcal{E}}^2}. \quad (96)$$

Définissons alors le paramètre sans dimension

$$\Xi_{\text{TF}} \equiv \frac{\ell_{\star}}{2c_{\mathcal{E}}} \|\widehat{K}_{\text{TF}}\| \sim \frac{8\pi G \rho v L \ell_{\star}}{c_{\mathcal{E}}^3}. \quad (97)$$

La limite candidate correspond à $\Xi_{\text{TF}} = 1$. Pour $\ell_{\star} = 1 \text{ km}$, l'eau à 1 m s^{-1} sur 1 m donne un rapport d'ordre 10^{-28} . Avec $\rho = 5 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$, $v = 0,2c_{\mathcal{E}}$ et $L = 10 \text{ km}$, une estimation de fusion d'étoiles à neutrons donne

$$\Xi_{\text{TF}} \simeq 1,9 \times 10^{-2} \left(\frac{\ell_{\star}}{1 \text{ km}} \right). \quad (98)$$

La borne n'est donc pas approchée dans cet exemple kilométrique de la branche quadratique. Les mêmes valeurs donnent une longueur indicative d'approche $\ell_{\star} \simeq 54 \text{ km}$, non une calibration. Cette estimation ne résout ni la contrainte complète, ni la réponse non linéaire P-CIN ; elle ne s'applique pas telle quelle à une fusion vide de source matérielle. Un rapport inférieur à un n'implique pas une correction constitutive exactement nulle.

STATUT — Le continuum n'est pas un fluide moléculaire

L'identité (95) est un couplage gravitationnel ; elle n'identifie pas le taux matériel d'un fluide newtonien à $\widehat{K}_{\text{TF}}$. Imposer cette borne aux gradients moléculaires modifierait les équations hydrodynamiques et serait déjà contredit par les taux de cisaillement des chocs ordinaires pour une longueur kilométrique. La borne n'est donc ni une preuve ni une modification revendiquée des équations classiques de Navier-Stokes.

Du régime favorable à une signature calculée

Les fusions d'objets compacts sont un terrain de calcul plausible parce que densité, vitesse et courbure y sont simultanément élevées. Elles ne constituent pas encore une prédiction. Il faut d'abord fixer $\ell_{\star}$ indépendamment, choisir entre la borne énergétique et P-CIN, fermer les équations d'évolution, puis produire une forme d'onde convergée.

Les sorties pertinentes seraient une correction de phase en fin d'inspirale, un déplacement de la fréquence de fusion ou de la fréquence dominante post-fusion, une modification du temps d'effondrement, ou une redistribution spectrale explicitement calculée. Elles devront être séparées des incertitudes de l'équation d'état et des erreurs numériques. La recherche post-fusion de GW170817 n'a trouvé aucun signal et ses limites demeureraient au-dessus de la plupart des modèles ; voir [LIGO-Virgo, Search for](#)

post-merger gravitational waves from GW170817. Le test expérimental appartient donc d'abord à un programme de relativité numérique, puis aux détecteurs suffisamment sensibles.

RÉSULTAT FORMEL — Portée exacte du chapitre

L'action minimale dérive u_{TF} et la contrainte de moment. UC-1 appliqué à ce canal donne une borne d'admissibilité conditionnelle. P-CIN fournit une barrière dynamique possible ; son audit canonique local est fermé conditionnellement par P-CIN-DIRAC, mais sa dérivation et sa théorie de champ complète restent ouvertes. Le paramètre Ξ_{TF} transforme cette question en test quantitatif : aucun régime connu n'est déclaré saturé avant résolution, et aucune signature d'onde gravitationnelle n'est revendiquée sans forme d'onde calculée.

28 ter

Cadence, cisaillement et longueur constitutive

Trois voies de confrontation ; aucune calibration, aucune réfutation prématurée

Une borne ne suffit pas à annoncer un signal. Une estimation sous la borne ne suffit pas à l'interdire. Le test commence par la grandeur exacte que l'action contraint : le taux sans trace rapporté à la cadence locale. L'amplitude, la fréquence et la cadence doivent venir d'une même solution, pas de trois choix destinés à fabriquer un accord ou un rejet.

L'invariant avant l'ordre de grandeur

Les définitions du chapitre 28 bis donnent

$$\mathcal{K} = \left\| \frac{K_{\text{TF}}}{N} \right\|_g, \quad \Xi_{\text{TF}} = \frac{\ell_\star \mathcal{K}}{2c_{\mathcal{E}}}, \quad y = \Xi_{\text{TF}}^2. \quad (99)$$

Le candidat P-CIN impose $\Xi_{\text{TF}} < 1$ à énergie finie. La frontière $\Xi_{\text{TF}} = 1$ est une limite, pas un seuil franchi puis corrigé. La division par N fait partie de la définition de $\mathcal{K}$; elle ne peut disparaître que si la grandeur utilisée est déjà normalisée par la cadence.

Pour expliciter une estimation spectrale, on considère un fond local gelé $(\bar{g}_{ij}, N_0)$, $N_0 > 0$, en coordonnées matérielles à décalage nul. Un mode sans trace de petite amplitude est écrit

$$\delta g_{ij}(T) = \sigma_g e_{ij} \cos(2\pi f_T T), \quad \bar{g}^{ij} e_{ij} = 0, \quad e_{ij} e^{ij} = 1. \quad (100)$$

Les indices de ce mode sont relevés avec $\bar{g}$. La normalisation du tenseur de polarisation fixe le sens de σ_g ; cette amplitude n'est ni une composante arbitraire de coordonnées, ni le signal mesuré au détecteur. Dans cette approximation linéaire, l'amplitude du taux vaut

$$\mathcal{K}_{\text{amp}} \simeq \frac{2\pi f_T \sigma_g}{N_0}, \quad \Xi_{\text{amp}} \simeq \frac{\pi \ell_\star f_T \sigma_g}{c_{\mathcal{E}} N_0}. \quad (101)$$

Si la fréquence est déjà comptée par unité de cadence locale, $f_{\text{cad}} = f_T/N_0$, on écrit au contraire $\mathcal{K}_{\text{amp}} \simeq 2\pi f_{\text{cad}} \sigma_g$, sans diviser une seconde fois par N_0 . Pour un fond variable ou un décalage non nul, il faut revenir au tenseur complet $\partial_T g - \mathcal{L}_{\beta} g$, et non prolonger cette approximation sans contrôle.

Une fréquence du signal reçu ne s'identifie pas automatiquement à f_T ou à f_{cad} . Le transport jusqu'au récepteur et sa propre cadence doivent être calculés. Réduire N_0 tout en conservant arbitrairement fréquence et amplitude n'est pas une solution dynamique.

RÉSULTAT FORMEL — Le facteur pertinent dans la réduction harmonique

Sous les hypothèses de (101), le facteur qui multiplie f_T est σ_g/N_0 . Une borne prétendue sur σ_g seul ne borne pas ce rapport sans information supplémentaire sur la cadence. Inversement, une estimation obtenue directement pour $\mathcal{K}$ incorpore déjà cette normalisation : aucun facteur $1/N$ supplémentaire ne doit lui être ajouté.

La compacité ne fournit pas une borne de cisaillement

La compacité $C = 2GM/(c_{\mathbb{E}}^2 R)$ et l'amplitude σ_g sont deux grandeurs distinctes. Une relation telle que $\sigma_g \lesssim C$, ou l'estimation $\sigma_g \sim C\varepsilon_\rho$ à partir d'une ellipticité matérielle, exige une dérivation dans la solution considérée. Le calcul de C pour une masse et un rayon choisis ne constitue pas cette dérivation.

Aucune des équations reçues ici n'établit un plafond universel $\sigma_g \leq 0,53$. Une amplitude métrique numériquement grande doit être examinée dans sa définition et sa dynamique non linéaire ; elle ne peut ni être interdite par une image de rupture, ni être injectée dans un calcul linéaire hors de son domaine.

La contrainte de moment du chapitre 28 bis porte sur le terme quadratique. Sous P-CIN, avec la même interface matérielle sans vitesse métrique supplémentaire, le moment devient

$$\pi^{ij} = \frac{P\sqrt{g}}{2c_{\mathbb{E}}^2} \frac{\widehat{K}_{\text{TF}}^{ij}}{\sqrt{1-y}}. \quad (102)$$

La forme $\mathcal{H}_i = -2D_j \pi^{j_i} + \mathcal{H}_i^m = 0$ conduit alors au raccord candidat

$$j_i = \frac{P}{c_{\mathbb{E}}^2} D_j \left(\frac{(\widehat{K}_{\text{TF}})^{j_i}}{\sqrt{1-y}} \right). \quad (103)$$

C'est une substitution canonique conditionnelle, non une preuve de fermeture de toutes les contraintes. Elle montre déjà pourquoi une estimation issue du secteur quadratique ne peut servir de borne exacte à la dynamique forte sans résoudre le problème modifié.

Sous la borne, la réponse change déjà

À taux et cadence fixés, la norme du moment est multipliée, par rapport à la cinétique quadratique, par

$$\frac{\|p_{\text{P-CIN}}\|}{\|p_{\text{quad}}\|} = \frac{1}{\sqrt{1 - \Xi_{\text{TF}}^2}} = 1 + \frac{1}{2}\Xi_{\text{TF}}^2 + O(\Xi_{\text{TF}}^4). \quad (104)$$

Ce rapport vaut par continuité un au taux nul. Pour $\Xi_{\text{TF}} = 0,54$, il vaut environ 1,188. L'exemple illustre un écart local de 18,8 % dans la relation vitesse-moment ; il ne prédit ni un tel taux dans un objet réel, ni un écart de forme d'onde de 18,8 %.

Le radical ne fonctionne donc pas comme un interrupteur éteint jusqu'à la frontière. Ne pas atteindre la borne et ne produire aucune correction observable sont deux assertions différentes. La seconde exige le calcul de la dynamique, du signal et de sa mesure.

Une limite de taux n'est pas une coupure observée

Dans la réduction harmonique, l'approche de la borne donne une échelle

$$f_{T,\text{borne}} \simeq \frac{c_{\mathcal{E}} N_0}{\pi \ell_{\star} \sigma_g}, \quad f_T \frac{\sigma_g}{N_0} < \frac{c_{\mathcal{E}}}{\pi \ell_{\star}}. \quad (105)$$

Cette relation contraint un produit fréquence–amplitude/cadence. Elle n'établit pas une coupure spectrale fixe : l'amplitude peut dépendre de la fréquence, le fond évoluer et le transport modifier le signal reçu. Choisir une bande instrumentale pour examiner la testabilité n'est pas mesurer $\ell_{\star}$.

STATUT — Statut de la piste post-fusion

Aucune signature post-fusion n'est garantie par cette seule borne. Son impossibilité générale n'est pas démontrée non plus. La proposition R1 qui envisageait une grande amplitude demeure non tranchée ; la remplacer par un grand rapport σ_g/N_0 serait une reformulation à calculer, non sa validation rétroactive. Ni σ_g ni N_0 ne sont ajustés pour obtenir une bande souhaitée.

Trois voies pour confronter une même longueur

Voie des masses. Le chapitre 45 fournit, dans le contrôle isotrope saturé qui y est défini, l'échelle $M_{\text{eq}} = c_{\mathcal{E}}^2 \ell_{\star} / G$. Ce n'est ni une masse maximale universelle, ni le seuil minimal d'existence de tout corps E . La lire sur une population d'objets compacts demande une identification de branche et une solution globale. Un écart dans une distribution de masses ne démontre pas à lui seul cette identification.

Voie spectrale. Sous (101), une échelle de fréquence confronte $\ell_{\star} \sigma_g / N_0$, et non $\ell_{\star}$ seul. Il faut dériver l'amplitude et la cadence, puis le signal reçu. La bande choisie pour tester un instrument ne devient pas une mesure de la longueur.

Voie de courbure. Avec l'invariant spatial utilisé par le corpus,

$$L_{\mathcal{R}} = (\mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij})^{-1/4}, \quad X_{\mathcal{R}} = \left(\frac{\ell_{\star}}{L_{\mathcal{R}}} \right)^4. \quad (106)$$

Si une transition est obtenue à une valeur X_t dans une solution donnée, l'identité implique $\ell_{\star} = X_t^{1/4} L_{\mathcal{R}}$. Elle ne fixe ni X_t ni la courbure de cette solution. Un rayon de courbure estimé à partir d'une densité ne remplace pas le calcul de $\mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij}$. Le pli de l'équation d'état jouet n'est pas assimilé à une mesure stellaire en unités physiques.

PROGRAMME OUVERT — ELL–CALIB — confrontation sans paramètre de sauvetage

Ces trois voies ont des entrées et des raccords différents. Elles ne constituent pas encore trois mesures indépendantes convergentes. Les notes exploratoires ne fixent ni $\ell_{\star} = 5\text{--}8\text{ km}$ ni une incompatibilité entre un écart de masses et une signature à quelques kilohertz. Elles ne démontrent pas davantage une exclusion universelle de l'échelle de Planck. Une contradiction entre voies deviendra un test du programme à longueur unique lorsque les raccords et leurs incertitudes auront été déterminés indépendamment. Aucun second $\ell_{\star}$ n'est introduit pour les faire coïncider.

Compression, cisaillement et formation du Cœur

L'intensité d'une compression ne prouve pas l'intensité de sa part sans trace. Le contrôle cinématique

$$g_{ij}(T) = a(T)^2 \bar{g}_{ij}, \quad \beta = 0 \quad \implies \quad \partial_T g_{ij} = 2 \frac{\dot{a}}{a} g_{ij}, \quad K_{ij}^{\text{TF}} = 0 \quad (107)$$

montre qu'une contraction isotrope peut avoir un taux de volume non nul et un cisaillement nul. Ce n'est pas une solution de formation de Black Core ; c'est la raison pour laquelle la saturation de P-CIN à la bascule $m \rightarrow E$ doit être calculée plutôt qu'affirmée. De même, l'absence de canal radiatif propre à une paroi statique ne démontre pas le silence de sa formation.

RÉSULTAT FORMEL — Ce que cette révision fixe

RM établit la dépendance du taux à la cadence dans la réduction déclarée et la correction locale du moment sous P-CIN. Le raccord vers une amplitude dynamique, une fréquence reçue, une calibration de $\ell_\star$ et une prédiction observationnelle demeure un programme ouvert. La piste ne reçoit ni promesse ni condamnation sans le calcul correspondant.

29

Le pli stellaire

Deux équilibres à la même pression centrale — et une singularité numérique qui n'en était pas une

Voici le moment où une idée constitutive devient calculable. Dans la réduction stellaire de RM, une division par Q avait fait croire qu'une branche devait mourir. En revenant à l'équation non divisée, la « singularité » devient un pli de paramétrisation, et une seconde branche hydrostatique apparaît.

Pour l'interface minimale avec un fluide parfait,

$$p' = -(\varepsilon + p) \frac{N'}{N}. \quad (108)$$

On définit

$$Z(\chi) = \chi^4, \quad G = u_\star \ell_\star^4 F'(X_{\mathcal{R}}), \quad Q = PZ + G(a - b). \quad (109)$$

La leçon de v28 tient dans l'équation que l'on ne doit pas diviser :

$$Q \frac{N'}{N} = Q \frac{f'}{2f} + \frac{r(\varepsilon + p)}{4f} + \frac{r\kappa_\chi \chi'^2}{4} - Q' - \frac{G(a + b)}{r}. \quad (110)$$

Pour la contrainte hamiltonienne résolue localement par rapport à $a = f'/r$,

$$\frac{\partial H}{\partial a} = -2Q. \quad (111)$$

Ainsi, $Q = 0$ signale que a cesse d'être une bonne coordonnée algébrique. Ce n'est pas, à lui seul, l'arrêt physique de l'étoile. Diviser par Q avait transformé une perte de paramétrisation en mur artificiel.

Le test de non-régression reste simple : lorsque $Z = 1$, $G = 0$, $\chi' = 0$ et $Q = P$, le système redonne exactement la fermeture TOV standard dans les conventions de l'action. Aucun coefficient stellaire spécifique à RM n'est ajouté pour obtenir ce résultat.

Deux solutions, une seule pression centrale

Avec l'équation d'état de validation annoncée à l'avance,

$$p = \rho^2, \quad \varepsilon = \rho + p, \quad (112)$$

v28 obtient, à la même pression centrale $p_c = 0.5028$, deux solutions statiques convergées :

Branche	X_c	Q_c	M	R	$2M/R$
$Q_c > 0$	0.899396	+0.051350	0.832632	2.112721	0.788208
$Q_c < 0$	0.910971	-0.059808	0.850506	2.046754	0.831077

Ce sont des unités réduites et une équation d'état jouet. Ce tableau ne signifie ni kilomètres, ni masses solaires, ni prédiction d'étoile à neutrons.

La reconstruction locale du pli donne

$$\boxed{X_{c,\star} = 0.9052492489, \quad \varepsilon_{c,\star} = 1.2120324954, \quad \left. \frac{d\varepsilon_c}{dX_c} \right|_{\star} = 0.} \quad (113)$$

Le dernier point accepté et gelé de v28 est

$$\boxed{X_c = 0.9715, \quad M = 0.972448, \quad R = 1.949276, \quad \frac{2M}{R} = 0.997753, \quad f_{\min} = 9.94 \times 10^{-3} > 0.} \quad (114)$$

Ce point ne démontre ni horizon, ni état $X = 1$, ni masse maximale RM.

CA-1 : reproduction croisée de la branche $Q_c < 0$

Le point sensible n'est plus laissé à une seule implémentation. Au même test $p_c = 0.5028$, un tir DOP853 donne

$$\chi_c = 1.201356564122, \quad R = 2.08849775, \quad M = 0.84685706, \quad (115)$$

avec un passage régulier de $Q = 0$ près de $r_Q = 0.5148433$ et un maximum de pression peu décalé du centre.

Une collocation à deux domaines, construite par une voie numérique distincte, donne

$$\boxed{X_c = 0.9109684074, \quad Q_c = -0.0598152950, \quad R = 2.0884976108, \quad M = 0.8468571424,} \quad (116)$$

avec des résidus de fermeture inférieurs à 8×10^{-14} dans les deux domaines. Les deux rayons post-v28 diffèrent d'environ 1.4×10^{-7} , alors que la valeur v28 datée au même p_c était $R = 2.046754$.

RÉSULTAT FORMEL — CA-1 — verdict d'existence de branche

Le tir DOP853 et la collocation à deux domaines reproduisent la même solution régulière $Q_c < 0$, y compris le franchissement intérieur lisse de $Q = 0$. L'existence et la régularité de cette branche

sont donc reproduites par deux formulations numériques distinctes dans le modèle réduit déclaré. Au point test, les valeurs globales concordantes sont $R \simeq 2.0884976$ et $M \simeq 0.8468571$.

La valeur v28 antérieure n'est pas effacée : elle demeure la trace chronologique du calcul qui a conduit à la découverte de la branche. Elle n'est simplement plus utilisée comme valeur globale active au point test lorsqu'une reproduction croisée plus forte existe.

STATUT — Ce que CA-1 ferme

CA-1 n'est plus une dette portant sur l'existence de la branche $Q_c < 0$. Il reste une interface de publication des diagnostics : données de surface, admissibilité, masse de surface et masse asymptotique, résidus des équations et anatomie intérieure. Cette discipline permet de comparer de futurs solveurs sans réouvrir artificiellement le résultat déjà reproduit au point test.

STATUT — Ce que le pli change — et ce qu'il ne change pas

Le pli montre qu'une géométrie RM dotée de sa propre longueur constitutive peut soutenir une seconde branche hydrostatique dans le système réduit, sans nouveau coefficient stellaire. Il ne constitue pas une identification avec un objet astrophysique réel, ne ferme pas la stabilité radiale, ne donne pas une masse maximale et ne remplace pas la branche Black Core. Ces questions appartiennent à un niveau de revendication distinct de l'existence numérique de la branche.

STATUT — Réception thermique du 21 septembre

Les séquences stellaires ci-dessus restent celles de l'équation d'état jouet déclarée ; elles n'ont pas été recalculées avec un profil thermique. L'application physique nouvelle utilise le thermomètre Maria et le secteur $\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}}$, présentés aux chapitres 53–54. Un redshift observé ne sert pas à ajuster une énergie de soutien. La borne homogène Maria ne vaut pas automatiquement point par point dans une étoile inhomogène.

30

Le Black Core à double échelle

Deux opérateurs, deux rayons et une surface à couche double

La branche DSB-1 distingue désormais deux surfaces qui avaient été trop vite confondues.

Le seuil optique et de transport est

$$R_S = \frac{2GM}{c_{\mathcal{E}}^2} \propto M. \quad (117)$$

La barrière mécanique d'exclusion est

$$r_c = 6^{1/6} \left(\frac{\ell_{\star}^2 GM}{c_{\mathcal{E}}^2} \right)^{1/3} \propto M^{1/3}. \quad (118)$$

Pour une branche macroscopique où $r_g \gg \ell_{\star}$, on obtient $r_c \ll R_S$. Les deux rayons répondent à deux questions différentes.

Zone	Domaine	Lecture physique
I	$r \geq R_S$	Extérieur transmissif : l'état $\mathcal{A}$ porte le champ relationnel ; R_S est le seuil optique et de transport.
II	$r_c < r < R_S$	Coquille non linéaire : $\mathcal{A}$ demeure $\mathcal{A}$; sa courbure et sa contrainte relationnelle augmentent. Il n'y a plus de conversion progressive $\mathcal{A} \rightarrow E$ dans cette zone.
III	$0 \leq r \leq r_c$	Volume central riche en E : la barrière mécanique est atteinte à la paroi r_c ; la solution complète de phase reste à dériver.

La loi $r_c^3 \propto M$ implique immédiatement

$$\boxed{\frac{M}{r_c^3} = \text{constante}} \quad (119)$$

dans la réduction déclarée. C'est la signature d'un volume tridimensionnel incompressible au sens de l'échelle, non la preuve d'une solution exacte de cœur.

Pour $X_{\mathcal{R}} = (r_c/r)^6$, deux intégrales de volume sont exactes :

$$\boxed{\int_1^\infty y^2 F(y^{-6}) dy = \frac{\pi - 3}{6}}, \quad (120)$$

$$\boxed{\int_1^\infty y^2 [4XF'(X) - 3F(X)]_{X=y^{-6}} dy = \frac{5 - \pi}{6}}. \quad (121)$$

Après normalisation volumique, les coefficients $(\pi - 3)/2$ et $(5 - \pi)/2$ somment exactement à un. Les deux contributions de volume évoluent comme $u_\star r_c^3 \propto M$. Cette identité est un résultat de volume ; elle ne ferme pas la paroi.

Séparation des sources et fraction résiduelle

L'hypothèse OCH-1 distingue la masse macroscopique complète M , qui source l'extérieur et l'échelle r_c , de la charge scalaire locale du cœur matériel résiduel

$$M_{\text{res}} = \varepsilon_M M. \quad (122)$$

Si le cœur résiduel uniforme occupe r_c , sa densité est

$$\boxed{\rho_{\text{res}} = \frac{3\varepsilon_M c_{\mathcal{A}}^2}{4\pi\sqrt{6} G \ell_\star^2}}, \quad (123)$$

indépendante de M . Dans la limite isotrope saturée, l'identification avec la contrainte scalaire donne conditionnellement

$$\boxed{\varepsilon_M = \frac{2\sqrt{\pi G Z}}{c_{\mathcal{A}}^2}}. \quad (124)$$

Sur la normalisation faible indépendante $|\sigma| = 16\pi G/c_{\mathbb{E}}^2$,

$$\varepsilon_M = \frac{\sqrt{2}}{4} \simeq 0.353553. \quad (125)$$

Ce nombre ne peut pas être utilisé à rebours pour choisir la normalisation faible. La réception du 21 septembre (chapitre 55) montre comment cette relation dépend des charges de courbure sous-capacitaires du cœur et de la paroi ; elle ne démontre pas que ces charges sont égales.

Fermeture de A–DSB–1 : la surface est une couche double

Une ancienne équation globale additionnait un terme d'énergie à un terme de force. L'audit dimensionnel l'a supprimée. L'étape suivante était de savoir si la surface $E \leftrightarrow \mathbb{E}$ pouvait être décrite par une tension de Laplace ordinaire. Le calcul de raccord du 21 septembre répond négativement dans la branche isotrope nette.

Sur cette branche, l'action d'Exclusion se réécrit comme une théorie spatiale $f(^3R)$,

$$f(^3R) = ^3R - \eta \tilde{U}\left(\frac{(^3R)^2}{3}\right), \quad \phi = Pf'(^3R). \quad (126)$$

L'état paisible intérieur vérifie $f'(^3R_p) = 0$, donc $\phi^E = 0$. L'extérieur bulk, dans la normalisation de contrôle, porte $\phi^{\mathbb{E}} \simeq P$. Le scalaire d'Exclusion saute donc à la surface :

$$[\phi] = \phi^{\mathbb{E}} - \phi^E = P. \quad (127)$$

Une interface sans couche double exigerait la continuité de ϕ . Elle est donc impossible ici. La surface porte une couche double de courbure, de densité dipolaire

$$\Lambda_{\Sigma} = [\phi] = P, \quad (128)$$

et non une membrane de Laplace ajustable. Le saut de pression n'est pas équilibré par une tension libre τ_{Σ} ; il est encaissé par le moment de courbure de cette couche double. La condition

$$[\Pi^r_r]_{r_c^-}^{r_c^+} = 2\tau_{\Sigma}/r_c$$

est donc retirée comme loi active de la surface nette.

Dans le même raccord, la cadence intérieure se met en plateau. Pour un rayon aréolaire de surface S_b et une masse active enclose M ,

$$N(r) = N_c, \quad N_c = \sqrt{1 - \frac{2GM}{c_{\mathbb{E}}^2 S_b}} = \cos\left(R_C \sqrt{\frac{u_E}{6P}}\right). \quad (129)$$

Le Cœur statique n'a pas de puits de cadence interne : le gradient s'annule dans E , tandis que la valeur du plateau est fixée par le raccord extérieur.

Le silence gravitationnel intérieur

Le plateau possède une traduction physique directe. Dans le fond statique considéré, $N(r) = N_c > 0$ donne, en tout point du volume intérieur lisse,

$$D_i N = 0, \quad D_i \ln N = 0.$$

La contribution gravitationnelle gouvernée par le gradient de cadence s'annule. Une composante matérielle résiduelle initialement au repos, traitée comme test de ce fond, n'est donc plus entraînée vers le centre par un puits de cadence. Pour l'interface de fluide parfait statique du chapitre 29, la même annulation s'écrit $p' = -(\varepsilon + p)N'/N = 0$. Cette lecture ne supprime ni les mouvements déjà présents, ni les interactions propres de la matière, ni les contraintes de E et de sa paroi. Une rétroaction matérielle qui modifie le fond doit être résolue.

Courbure bornée et cadence non nulle. Dans les domaines lisses de la branche admissible, pour $\ell_\star > 0$,

$$0 \leq X_{\mathcal{R}} = \ell_\star^4 \mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij} < 1 \quad \implies \quad \mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij} < \ell_\star^{-4}.$$

L'invariant de courbure spatiale ainsi contrôlé ne diverge pas dans ce domaine. Le plateau positif exclut un zéro de cadence à l'intérieur de cette solution ; il n'impose pas une courbure nulle. Le raccord idéal à couche double et sa résolution à épaisseur finie restent distincts de ce contrôle dans le volume lisse.

La formule de raccord affichée pour N_c exige, sur sa branche réelle strictement positive,

$$S_b > \frac{2GM}{c_{\mathcal{E}}^2} = R_S.$$

Elle ne peut donc pas être identifiée telle quelle à $S_b = r_c$ dans la branche d'échelle $r_c < R_S$ exposée plus haut. Leur articulation exige le raccord global. Le plateau intérieur ne démontre pas, à lui seul, l'abolition de tout horizon ni la transmission vers l'extérieur ; le seuil optique demeure une question séparée.

Le Cœur ne creuse plus de puits de cadence vers son centre. C'est le silence gravitationnel intérieur de la branche statique. À lui seul, cet équilibre ne prouve ni que l'effondrement l'atteint, ni qu'il résiste aux perturbations. La stabilité du corps complet, de la couche et du raccord extérieur demeure un programme ouvert. Le silence du gradient de cadence n'est pas non plus une preuve de silence radiatif pendant la formation.

STATUT — A-DSB-1 et OCH-1

Le raccord géométrique de la surface nette est fermé dans cette branche : il impose une couche double, pas une tension libre. La fermeture forte complète reste conditionnelle à OCH-1, au raccord extérieur, à la stabilité et au traitement d'une éventuelle couche résolue. Si la paroi choisit une autre échelle sans mécanisme, si E reçoit la même charge scalaire locale que la matière résiduelle, si l'extérieur ne répond plus à la masse complète M , ou si ε_M doit devenir dépendant de la masse, DSB-1 est rejeté plutôt que recalibré.

31

Hawking : une identité de seuil, pas encore un mécanisme RM

Séparer la cohérence thermodynamique de l'explication microscopique

Dans l'extérieur sphérique isolé, on écrit

$$C(r) = \frac{R_S}{r}, \quad C(R_S) = 1, \quad (130)$$

et

$$|\nabla C(R_S)| = \frac{1}{R_S} = \frac{c_{\mathcal{E}}^2}{2GM}. \quad (131)$$

La température de Hawking s'écrit alors

$$T_H = \frac{\hbar c_{\mathcal{E}}}{4\pi k_B} |\nabla C(R_S)|. \quad (132)$$

Cette identité reproduit la thermodynamique standard dès lors que l'identification $C = -2\Psi_{\mathcal{E}}/c_{\mathcal{E}}^2$ est admise. Elle constitue une cohérence de la branche optique.

Une ancienne lecture associait directement ce rayonnement à une chaleur latente de la transition mécanique $\mathcal{E} \rightarrow E$ au rayon R_S . Cette lecture est retirée : la transition mécanique candidate appartient à r_c , pas à R_S . Le mécanisme physique de production au seuil optique reste à dériver.

STATUT — Statut de la thermodynamique du Black Core

L'identité de température et la récupération de l'entropie de Bekenstein–Hawking sont des contrôles de cohérence. Elles ne résolvent ni la jonction forte, ni l'unitarité, ni le mécanisme microscopique de transport à R_S .

PARTIE VIII

L'UNIVERS HOMOGÈNE

Le mode zéro se ferme désormais dans le bulk ; la frontière reste un problème physique distinct



32

Le changement de rang à $k_F = 0$

La perte d'un opérateur local n'efface pas les contraintes du mode zéro

L'une des corrections les plus importantes de l'architecture RM est la séparation stricte entre le secteur local non homogène et le mode homogène. Le comptage de Dirac local n'est pas extrapolé à travers $k_F = 0$. Le mode zéro est réaudité directement.

Sur un représentant homogène isotrope,

$$\pi_{\text{TF}}^{ij} = 0, \quad D^2 N_0 = 0. \quad (133)$$

L'opérateur dérivatif qui fixe la cadence locale perd donc son rang. L'erreur antérieure consistait à lire cette perte de rang comme si les contraintes homogènes elles-mêmes avaient disparu. Elles n'ont pas disparu.

STATUT — Règle de domaine

$k_F = 0$ est un énoncé de Fourier, pas une affirmation de platitude spatiale. Le bulk homogène peut porter ${}^{(3)}R \neq 0$.

Posons

$$g_{ij} = a^2 \gamma_{ij}, \quad H = \frac{\dot{a}}{a}, \quad \dot{e} = 3H, \quad (134)$$

et soit $\varepsilon_z(e)$ le réservoir constitutif d'Exclusion. À étiquettes matérielles fixes, sa pression n'est pas une charge compressive positive supposée, mais la quantité de traction dérivée

$$\boxed{\rho_z = \varepsilon_z, \quad p_z = -(\varepsilon_z + \varepsilon'_z).} \quad (135)$$

Ce résultat de signe est ce qui retire l'interprétation provisoire HCR-1.

Avec le fond invariant de l'état $\mathcal{A} u_0$, tel que $\dot{u}_0 = 0$ et $p_0 = -u_0$, la contrainte hamiltonienne qui survit est

$$\boxed{P^{(3)}R = \rho_m + u_\gamma + \varepsilon_z + u_0.} \quad (\text{GHC-1})$$

La contrainte scalaire conforme donne

$$\boxed{\rho_m + 2u_\gamma - 2u_0 = 2\varepsilon_z + 3\varepsilon'_z.} \quad (\text{GEC-1})$$

Définissons

$$B(e) = 2\varepsilon_z(e) + 3\varepsilon'_z(e). \quad (136)$$

Dans la réalisation hyperélastique actuelle, $B'(e) > 0$ et $B(e) \rightarrow +\infty$ lorsque la capacité est approchée. GEC-1 sélectionne donc au plus un état régulier sous la capacité pour une charge donnée et cesse d'admettre la branche si la condition algébrique d'existence échoue.

PRINCIPE — Exclusion par existence, pas par écrêtage

Sur la branche homogène, LF-09 est réalisée par l'existence algébrique de GEC-1. La théorie n'intègre pas au-delà de la capacité pour imposer ensuite un plafond à la main.

Préservons maintenant GEC–1 sous le bilan homogène matière–rayonnement

$$\dot{\rho}_m = -3H\rho_m - s, \quad \dot{u}_\gamma = -4Hu_\gamma + s, \quad \dot{e} = 3H. \quad (137)$$

Le résultat est

$$H [3B'(e) + 3\rho_m + 8u_\gamma] = s. \quad (\text{HBR-1})$$

RÉSULTAT FORMEL — Taux dérivé du bulk homogène

HBR–1 est obtenue par préservation de la contrainte du mode zéro qui survit. Aucun temps de relaxation indépendant, aucune équation de Friedmann, aucun H_0 , aucun Ω_m et aucun coefficient de réponse homogène ajusté n'est introduit. L'ancienne relation HCR–1 est remplacée par ce calcul au niveau de l'action.

La dérivation complète est gelée publiquement dans [Constitutive Exclusion and Homogeneous Bulk Closure in RM, Version 5](#). La soumission à Physical Review D utilise le même résultat de bulk sous forme d'article ; le Livre V n'élargit pas la revendication au-delà de la note technique publique.

33

Le bilan du bulk et la frontière

La production est maintenant reliée à sa référence et à son coût

La transition $EM \rightarrow \mathcal{E}$ reste un postulat constitutif de RM. Un bulk homogène isotrope ne porte pas de flux radiatif net sortant ; la conversion productrice au bord appartient à une couche inhomogène. Le taux du volume manifesté distingue donc

$$H_{\mathcal{E}} = H + g_{\partial}, \quad g_{\partial} = \Gamma_{\partial}/(3V_{\mathcal{E}}). \quad (138)$$

Dans la réduction homogène, H concerne l'ancien bulk. Le taux g_{∂} mesure la production de volume nouveau. CART V5 établit leur compatibilité avec le rapport global de référence, sans confondre ces deux opérations.

RÉSULTAT FORMEL — Naissance ajustée sous les bilans déclarés

Pour un front uniforme non nul, sans remodelage de l'ancienne référence, préserver simultanément GHC–1 et GEC–1 avec leurs bilans inchangés et $\varepsilon'_z > 0$ exige $J_b = \bar{J}$. Alors $\dot{V}_{\text{ref}}/V_{\text{ref}} = 3g_{\partial}$ et $\dot{e} = 3H$. La démonstration et les cas de naissance non uniforme sont donnés au chapitre 47.

La cible antérieure $U_{\partial} = P/\ell_{\star}^2$, associée à $\Gamma_{\partial} = (\ell_{\star}^2/P)\mathcal{P}_{\gamma,\partial}$ dans une branche unitaire minimale, reste une hypothèse constitutive de frontière. Elle n'est ni une densité résiduelle dérivée ni une densité de E. Le chapitre 48 établit le bilan avec stockage de couche, sorties, travail et contribution du réservoir global.

Pour un scalaire transporté X , la naissance contribue $3g_{\partial}(X_b - \bar{X})$ à la dérivée de sa moyenne. L'ajustement de référence ne supprime donc pas une différence de courbure ou de charges à la naissance. La fermeture homogène de l'ancien matériau et l'évolution d'une moyenne sur le domaine produit restent deux opérations distinctes.

PROGRAMME OUVERT — De la compatibilité à la solution cosmique

Les identités de référence, de coût et de raccordement sont dérivées. La loi microscopique de conversion, les charges de naissance, les conditions aux bords et les données d'évolution doivent encore sélectionner une solution cosmique et son transfert vers les observables. Ce programme n'est plus un bilan laissé implicite.

34

E et le Noyau Cosmique

Cohésion maximale, densité bornée et Ignition

L'état E désigne la cohésion maximale. Il ne doit pas être confondu avec le symbole générique de l'énergie. RM lui attribue une limite densitaire fondamentale $\rho_{E\text{-lim}}$ qui ne peut être franchie. La limite densitaire n'autorise ni singularité parfaite, ni compression infinie, ni effacement absolu de l'information.

La transition d'Ignition

$$E \xrightarrow[\text{Noyau Cosmique}]{\text{Ignition}} m \quad (139)$$

est constitutionnellement distinguée de $EM \rightarrow \mathcal{A}$. Les deux branches ne forment donc pas une bifurcation symétrique unique $E \rightarrow \{m, \mathcal{A}\}$. La matière provient d'un canal d'Ignition ; l'état $\mathcal{A}$ est alimenté par le canal électromagnétique.

Le Noyau Cosmique est décrit comme un état collectif de cohésion maximale compatible avec une densité bornée, un volume fini, une mémoire résiduelle, une asymétrie minimale et un potentiel d'évolution. Il n'est ni un point de volume nul ni un état final parfait. La cohésion maximale ne signifie pas le volume minimal.

Le rayon du Noyau Cosmique : le nombre ne doit pas précéder sa cause

La finitude du Noyau est une affirmation architecturale de RM ; sa valeur numérique ne l'est pas encore. L'ancien programme d'ancrage écrivait, pour une énergie totale E_{NC} et une densité énergétique de cohésion $u_{E,\max}^{\text{anc}}$,

$$R_{NC}^{\text{anc}} = \left(\frac{3E_{NC}}{4\pi u_{E,\max}^{\text{anc}}} \right)^{1/3}. \quad (140)$$

Cette écriture historique est euclidienne. En géométrie courbe, le bilan uniforme est $E_{NC} = u_E \text{Vol}_g(C)$, avec $V_C = 4\pi \int_0^{R_C} S(r)^2 dr$; le rayon aréolaire et la distance propre ne sont pas interchangeables. L'ancrage historique et les rayons du tableau ne sont pas des entrées de CART V5.

Cette relation ne prédit un rayon que si E_{NC} et $u_{E,\max}^{\text{anc}}$ sont obtenus indépendamment du rayon recherché.

Valeur historique	Origine	Statut actuel
500 000 al	Ancienne échelle limite de courbure obtenue après avoir posé l'échelle $\mathcal{A}_{\max}$.	Hypothèse de travail ; non dérivée.
250 000 al	Témoin historique utilisé dans le programme d'ancrage puis explicitement masqué lors des tests aveugles.	Calibration / cible historique ; non prédictive.
262 211,6 al	Branche PF-e-R1, $\lambda = 1$, réponse quadratique et spécification A de l'énergie observée.	Calcul reproductible et gelé dans cette branche, mais fondé sur une entrée signalée incohérente ; non canonique.

PROGRAMME OUVERT — R-NC — dériver le rayon sans témoin caché

Le rayon du Noyau Cosmique ne recevra un statut de résultat RM que lorsque l'énergie totale du Noyau et l'échelle de cohésion auront été dérivées indépendamment, puis injectées dans une relation de fermeture qui n'utilise aucun ancien rayon comme entrée, calibration ou critère de sélection. Aucun nombre séduisant n'est autorisé à remplacer cette dérivation.

PROGRAMME OUVERT — Pont entre cosmologie et microphysique

La Constitution valide l'architecture de transition mais ne fournit pas encore l'action de phase microscopique complète reliant les régimes E , m et $\mathcal{A}$. Le rôle du Noyau Cosmique dans un cycle global doit rester distinct des solutions locales de Black Core, qui supposent un extérieur transmissif absent pour le budget cosmique total.

35

Le contrôle numérique cosmologique

Viabilité n'est pas dérivation

Un modèle homogène radiativement sourcé a été calculé pour vérifier qu'une histoire tardive de type RM n'est pas numériquement exclue avant même que la loi constitutive complète soit dérivée. Le point de contrôle retenu donne

$$w_{\mathcal{A},\text{eff}} = -0.683953, \quad q_0 = -0.405656, \quad z_t = 0.834140. \quad (141)$$

La comparaison Pantheon+ utilisée dans le notebook reproductible donne

$$\Delta\chi^2_{\text{Pantheon+}} \simeq +0.244 \quad (142)$$

par rapport à la comparaison Λ CDM plate optimisée dans ce même calcul.

DETTE / VERROU — HBR–1, production de frontière et COSMO

Le bulk homogène profond possède désormais une loi de taux dérivée sous ses hypothèses déclarées. Ce qui reste ouvert est le problème global couplé : dériver la loi de formation de frontière et son coût, déterminer l'état porté par le volume nouvellement manifesté, construire le relèvement perturbatif et confronter le système complet fond-plus-perturbations à l'ère radiative, BAO, CMB, au lentillage et à la croissance des structures. HBR–1 ferme le bulk ; elle ne produit pas à elle seule une histoire cosmologique complète.

Le coefficient source $\beta = 0.9865$ utilisé dans ce contrôle encode une hypothèse constitutive et n'est pas une constante fondamentale dérivée. De même, $w_{\mathcal{A},\text{eff}}$ est un coefficient effectif ajusté. Le résultat montre qu'une histoire candidate peut être viable ; il ne dérive ni le tenseur énergie–contrainte de l'état $\mathcal{A}$ ni la loi fondamentale de production. Depuis la dérivation Version 5 de fermeture du bulk, ce contrôle ne porte plus la charge de définir le mécanisme homogène : HBR–1 est la loi active du bulk, tandis que le calcul Pantheon+ reste seulement une preuve historique qu'une histoire effective antérieure n'était pas numériquement exclue. Ses coefficients ajustés ne sont pas promus dans la fermeture actuelle.

36**La bombe cosmologique retrouvée**

Âge chronologique, maturité dynamique et fraction du cycle

*Une ancienne proposition de travail RM posait une question plus précise que « quel âge a l'Univers ? » : **quelle fraction de sa réponse énergétique globale a-t-il réellement achevée ?** Cette question avait produit la « bombe conceptuelle » des vingt-six pour cent.*

L'âge n'est pas la maturité

Le nombre $t_0 \simeq 13,8$ Ga est reçu ici comme référence chronologique issue de la cosmologie observationnelle standard. Il n'est pas dérivé par RM et n'émerge pas de la relativité générale seule comme constante numérique. Une histoire cosmologique et des paramètres observés sont nécessaires pour attribuer cet âge à un modèle de l'Univers.

L'ancienne branche RM distinguait cette chronologie de la maturité dynamique. Elle introduisait une échelle de réponse τ_{SCF} de l'ordre de 15 à 20 Ga et écrivait

$$C_{\text{obs}}(t) = 1 - e^{-t/\tau_{\text{SCF}}}. \quad (143)$$

Pour $t_0 = 13,8$ Ga,

$$C_{\text{obs}}(t_0) \simeq 0,50\text{--}0,60, \quad Y_{\text{obs}}(t_0) = 1 - C_{\text{obs}} \simeq 0,40\text{--}0,50. \quad (144)$$

La lecture était donc que le secteur observable pouvait être chronologiquement ancien tout en restant dynamiquement inachevé.

D'où venait le « trente pour cent »

La proposition introduisait ensuite un facteur de visibilité énergétique

$$f_{\text{vis}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{obs}}}{\mathcal{E}_{\text{final}}}, \quad 0 < f_{\text{vis}} \leq 1, \quad (145)$$

et la paramétrisation

$$C_{\text{tot}}(t_0) \simeq f_{\text{vis}} C_{\text{obs}}(t_0). \quad (146)$$

Avec l'illustration $C_{\text{obs}} \simeq 0,52$ et $f_{\text{vis}} \simeq 0,50$,

$$C_{\text{tot}}(t_0) \simeq 0,26. \quad (147)$$

Le souvenir d'« environ 30% » vient donc d'un nombre plus précis : 26% **dans l'exemple de travail**. Cela ne signifiait pas que l'Univers ne possédait que 26% de son âge, mais qu'il pouvait n'avoir parcouru qu'environ un quart d'un cycle énergétique global hypothétique.

STATUT — Archive conceptuelle — non réactivée

Cette construction était explicitement marquée « proposition non validée ». Ni τ_{SCF} ni f_{vis} ne possèdent aujourd'hui une dérivation compatible avec le secteur cosmologique canonique des Pillars II–IV. La discipline de non-réparation interdit donc de présenter 26% comme une prédiction active. Le calcul est conservé parce qu'il formule une question forte et falsifiable ; sa réactivation exige une nouvelle dérivation à partir de la loi globale de production de l'état $\mathcal{A}$ et du mode homogène $H(T)$.

Ce que la question conserve

Même sans conserver le nombre, la distinction reste conceptuellement utile : **chronologie, expansion et maturité ne sont pas synonymes**. Si la production globale de l'état $\mathcal{A}$ possède une échelle de réponse comparable au temps cosmique, l'Univers observable pourrait être un système encore en train de s'organiser plutôt qu'un système déjà asymptotique. Si cette échelle ne peut être dérivée, l'idée redevient une métaphore et doit y rester.

PROGRAMME OUVERT — MAT–COS — reconstruire la bombe sous le corpus actuel

Dériver, sans utiliser t_0 comme paramètre de sélection, une échelle de réponse pour le secteur homogène ; définir indépendamment le contenu total relativement auquel une fraction de maturité pourrait être mesurée ; montrer que le résultat survit à BAO, CMB, la croissance des structures et la loi de production $EM \rightarrow \mathcal{A}$. Sans ces trois étapes, aucun pourcentage de « maturité de l'Univers » ne devient un résultat RM.

PARTIE IX

LA THÉORIE QUI S'INTERDIT DE SE SAUVER

Branches retirées, dettes vivantes et prochaine montagne



37

Les branches que RM a tuées elle-même

L’historique n’est pas une réserve où reprendre des résultats abandonnés

Une théorie en développement accumule naturellement des langages provisoires. Le problème commence lorsque ces langages survivent à la raison qui les avait introduits. La version unifiée impose donc une règle : une branche retirée peut rester visible comme archive intellectuelle, mais elle ne peut plus servir de prémisses active.

Parmi les branches retirées ou profondément reclassées figurent :

- la tentative de faire de $\mathcal{A}$ le ciment de la cohésion matérielle, rejetée par Pillar I ;
- l’ancien potentiel local brut d’Exclusion dépendant directement de composantes non invariantes de Q_{ij} ;
- l’ancienne imposition tensorielle qui obtenait deux modes par postulat au lieu de les dériver d’une chaîne de contraintes ;
- la lecture d’un continuum se gonflant ou s’étirant localement pour produire l’expansion ;
- l’idée d’un champ vectoriel autonome ajoutant sa propre énergie au secteur local ;
- l’identification de la chaleur latente mécanique avec le seuil optique R_S ;
- la formule globale de jonction DSB–1 qui additionnait des grandeurs de dimensions incompatibles ;
- les prédictions de dérive d’horloge issues de chaînes qui ne sont plus canoniques.

PRINCIPE — Archive sans résurrection

Une formule historique peut être conservée pour comprendre l’évolution de RM. Elle ne redevient pas active parce qu’elle produit un nombre séduisant. Toute réactivation exigerait une nouvelle dérivation compatible avec les Pillars actuels et la Constitution.

38

Le registre des dettes vivantes

Ce qui manque doit être aussi visible que ce qui fonctionne

La RM actuelle ne cache pas ses régions incomplètes derrière une phrase générale. Elle les nomme afin que chaque étape suivante possède une condition de réussite et une condition d’échec.

Référence	Question	Statut
D– $\mathcal{A}$ –02	Réconcilier complètement l’ontologie d’un continuum physique avec la redondance de ses étiquettes spatiales dans tous les secteurs.	Ouverte, conceptuelle
D– $\mathcal{A}$ –03 / N– $\mathcal{A}$ –05	Pure Cadence sélectionne-t-il correctement la dépendance locale à deux dérivées ?	Fermée conditionnellement par PCP

Référence	Question	Statut
D-Æ-04A	La chaîne gravitationnelle locale non linéaire conserve-t-elle deux modes sur la branche régulière ?	Fermée conditionnellement
D-Æ-04M	Les secteurs microscopiques de matière préservent-ils l'interface universelle et l'algèbre de contraintes ?	Ouverte, resserrée
CNL-BI1	Le candidat de courbure constitutive possède-t-il une branche forte stable et cohérente ?	Programme fort ouvert
P-CIN-DIRAC	Le radical cinétique P-CIN préserve-t-il la santé canonique locale du secteur déviatorique ?	Fermée conditionnellement
P-CIN-FIELD	P-CIN possède-t-il une algèbre de contraintes à points séparés, un couplage complet et une hyperbolicité compatibles ?	Programme fort ouvert
P-CIN-OBS	Dériver N , l'amplitude sans trace et le signal reçu dans une même solution ; tester les corrections avant la borne.	Programme observationnel ouvert
ELL-CALIB	Confronter masses, spectre et courbure avec des raccords indépendants ; aucune valeur de ℓ_* n'est calibrée ici.	Ouverte
A-DSB-1	La surface nette du Black Core est-elle une membrane de tension ou une couche double de raccord ?	Clos dans la branche nette : couche double ; couche résolue ouverte
OCH-1	La séparation entre masse extérieure et charge scalaire locale peut-elle être dérivée d'une seule action ?	Ouverte
HBR-BOUNDARY / F-Æ-03	Référence, coût et traction : identités de compatibilité reçues de CART V5. Lois constitutives de conversion et solution cosmique à sélectionner.	Compatibilité dérivée ; fermeture physique ouverte
R-NC	Dériver le rayon du Noyau Cosmique à partir d'entrées indépendantes, sans ancien rayon comme cible ou calibration.	Ouverte
MAT-COS	Une mesure de maturité du cycle cosmique peut-elle être dérivée du secteur homogène actuel sans réactiver l'ancienne paramétrisation ?	Ouverte
COSMO	La fermeture homogène survit-elle à l'ère radiative, aux perturbations, BAO, CMB et à la croissance des structures ?	Ouverte
MASS	La Triple Identité peut-elle être dérivée sans insertion de la masse observée ?	Cible ouverte

Le registre remplit deux fonctions. Il empêche une fermeture conditionnelle d'être citée comme résultat absolu. Il empêche aussi une difficulté conceptuelle de devenir, par simple répétition, un postulat tacite.

39

La Triple Identité

La prochaine montagne ne peut pas être circulaire

Pillar I laisse une cible volontairement sévère pour toute future théorie de la masse :

$$\boxed{\frac{E_0}{c_{\mathcal{E}}^2} = M_{\text{in}} = M_{\text{rel}}} \quad (148)$$

Cette égalité ne doit jamais être obtenue par définition.

La première route part de l'énergie interne E_0 . La deuxième doit faire apparaître l'inertie M_{in} comme réponse dynamique. La troisième doit dériver la masse relationnelle M_{rel} à partir de l'empreinte que le secteur matériel impose au milieu relationnel. Les trois routes doivent provenir d'une action commune, sans injecter la masse observée comme donnée dans l'une d'elles puis célébrer son retour dans les deux autres.

DETTE / VERROU — Clause de mort de la théorie de masse

Rejeter une fermeture si elle nécessite un coefficient ajusté séparément pour chaque particule, si elle définit une route de masse à partir d'une autre au lieu de les dériver indépendamment, ou si elle introduit un terme stabilisant dont l'origine se trouve hors de l'action commune.

Le sommet est donc plus étroit qu'une simple relation numérique. RM devra expliquer pourquoi énergie interne, résistance inertielle et empreinte relationnelle portent la même grandeur, sans permettre à $\mathcal{E}$ de fabriquer la cohésion de la matière.

40

Comment tuer sérieusement RM

Une théorie ne gagne rien à rendre sa réfutation impossible

Les accords de champ faible sont des tests de survie ; ils ne constituent pas, à eux seuls, une preuve distinctive. Si RM reproduit les valeurs usuelles de γ , β , α_1 et α_2 , elle évite une mort immédiate. Elle ne démontre pas pour autant son ontologie.

Les tests véritablement discriminants doivent venir de secteurs où la structure RM produit une conséquence calculée avant l'observation :

- un observable de champ fort une fois la paroi du Black Core et la solution régulière effectivement dérivées ;
- un secteur microscopique de matière qui mette à l'épreuve l'interface universelle ;
- une histoire cosmologique obtenue après dérivation indépendante du système $H(T)-g_{\partial}$, et non par ajustement d'une fonction à une courbe ;
- une relation sans paramètre libre issue de la Triple Identité ;
- un changement de rang dans l'algèbre des contraintes qui libérerait un mode gravitationnel supplémentaire ;
- l'exigence expérimentale d'un terme de cadence interdit par PCP.

Inversement, une anomalie séduisante n'est pas adoptée parce qu'elle ressemble à ce que RM souhaiterait voir. Le calcul doit exister avant la revendication.

RÉSULTAT FORMEL — Le critère de maturité

Une proposition RM devient scientifiquement intéressante lorsqu'elle possède simultanément : une origine dans l'action ou les postulats déclarés, une conséquence calculable, une condition de rejet et l'interdiction explicite de la réparer par ajustement après échec.

41

Le dictionnaire minimal du traité

Un seul vocabulaire pour éviter les glissements d'ontologie

Temps universel T

Droite ouverte unique qui ordonne les transformations. Il n'est pas localement transformé en plusieurs temps physiques.

Cadence

Taux d'un processus physique relativement à T . Une horloge compte une cadence.

État $\mathcal{A}$

Continuum physique relationnel proposé pour l'Univers manifesté ; support de transmission, gradients, cadences et empreintes relationnelles.

Matière m

État matériel dont la cohésion, l'énergie interne, les charges et les transitions restent ses prérogatives propres.

EM

Secteur électromagnétique et rayonnement ; distinct de l'état $\mathcal{A}$.

État E

Cohésion maximale, distincte de la matière ordinaire et de l'état $\mathcal{A}$; soumis à une limite densitaire fondamentale.

Gravité

Loi fondamentale dans l'Univers manifesté. RM ne dit pas que $\mathcal{A}$ crée la gravité ; $\mathcal{A}$ porte ses manifestations relationnelles.

Q_{ij}

Tenseur d'état relationnel local. Ses secteurs symétrique et antisymétrique ont des rôles de contrainte différents.

$\mathcal{G}$ Scalaire invariant $\mathcal{G}[q] = \nabla^2 \text{Tr } q - \partial_i \partial_j q_{ij}$ utilisé dans CLG-1.

CLG-1

Fermeture quadratique locale dérivant la limite de Poisson, l'énergie de paire et deux modes locaux sous ses conditions de rang.

Pure Cadence

Principe constitutif selon lequel N convertit la cadence locale sans devenir un réservoir énergétique autonome à deux dérivées.

N-OPT-01.1

Résultat analytique de transport : sur un fond gelé $\{g_{ij}, D_{loc}\}$, la cadence entre dans le problème de premier passage par $\mathcal{L}_{loc}\Theta = -1/N$, et le rapport $\Theta_N/\Theta_{N=1}$ est une moyenne pondérée positive de $1/N$.

CNL–BI1

Candidat non linéaire de courbure relationnelle portant la réponse constitutive de l'Interaction d'exclusion ; pas encore une théorie forte complète.

DSB–1

Architecture de Black Core à double échelle : $R_S \propto M$ pour le seuil optique/transport et $r_c \propto M^{1/3}$ pour la barrière mécanique.

OCH–1

Hypothèse de séparation entre masse extérieure complète et charge scalaire matérielle résiduelle locale.

EI–1

Énoncé minimal de l'Interaction d'exclusion : une capacité constitutive finie augmente progressivement le coût de la poursuite par le même canal et exclut cette poursuite à la frontière de capacité ; la loi seule ne fixe aucune fonction analytique unique.

GHC–1

Contrainte hamiltonienne homogène survivante $P^{(3)}R = \rho_m + u_\gamma + \varepsilon_z + u_0$.

GEC–1

Contrainte d'équilibre conforme homogène $\rho_m + 2u_\gamma - 2u_0 = 2\varepsilon_z + 3\varepsilon'_z$.

HBR–1

Taux dérivé du bulk homogène $H[3B'(e) + 3\rho_m + 8u_\gamma] = s$, obtenu par préservation de GEC–1 sous le bilan matière-rayonnement déclaré.

Production de frontière

Formation inhomogène de nouveau volume manifesté d'état $\mathcal{A}$ au bord, représentée par $g_\partial = \Gamma_\partial/(3V_{\mathcal{A}})$ et maintenue distincte du taux du bulk profond H ; $H_{\mathcal{A}} = H + g_\partial$.

HCR–1

Relation homogène provisoire retirée. L'audit homogène au niveau de l'action ne l'a pas reproduite ; elle reste historique uniquement.

Volumes cosmiques

V_{NC} , V_{act} et V_t : volumes du Noyau, de l'état actuel et de l'extension terminale. Le chapitre 50 les illustre en al^3 , sous géométrie euclidienne et diamètres posés ; VAU désigne le volume terminal, non une constante mesurée.

Maria M–02

Borne thermique dérivée sous contraintes homogènes et hypothèses de positivité ; l'application locale inhomogène exige une dérivation propre.

UC–1

Postulat de capacité universelle $u_{\mathcal{A}}^{\text{cap}} = P/\ell_\star^2$, avec critère de réfutation au chapitre 53 ; son identification à $U(1^-)$ fixe $u_\star = 2P/\ell_\star^2$.

$\varepsilon_{\mathcal{A}}^{\text{th}}$

Énergie constitutive du nouveau travail thermique ; sa loi d'état et ses transferts ne sont pas déterminés par un redshift observé.

Borne du secteur E pur

Dans l'action statique réduite du chapitre 45 et sous UC–1, $u_E \leq 5P/(4\ell_\star^2)$; il s'agit d'une borne conditionnelle, non d'une valeur imposée à tout corps E .

Borne déviatorique UC–1

Si la capacité énergétique s'applique au secteur cinétique sans trace, $\|K_{\text{TF}}/N\| \leq 2c_{\mathcal{A}}/\ell_\star$; sa préservation dynamique reste ouverte.

P–CIN

Fermeture cinétique candidate à noyau carré-racine rendant la limite de taux inaccessible à énergie finie. P–CIN–DIRAC ferme conditionnellement son contrôle cinétique local. La conservation

des deux modes reste conditionnée à la préservation de la chaîne complète ; P–CIN–FIELD et P–CIN–OBS sont ouverts.

Émission de paroi

Aucun canal spontané n'est admis sans terme de conversion dans l'action. La diffusion EM et l'identité thermique de Hawking au seuil optique sont des problèmes distincts.

Triple Identité

Cible $E_0/c_{\mathbb{E}}^2 = M_{\text{in}} = M_{\text{rel}}$ à dériver indépendamment à partir d'une action commune.

42

Quatre Pillars, deux notes canoniques, un Traité

L'architecture publique de RM au 16 septembre 2026

Le corpus RM possède désormais trois niveaux de lecture.

Les quatre Pillars restent les autorités spécialisées :

- **Pillar I — The Missing State of the Universe : The Genesis of RM**, v5.2.0 : genèse, anti-circularité, séparation des prérogatives, fermeture constitutive de frontière, reproduction croisée CA–1 et N–OPT–01.1. DOI : [10.5281/zenodo.22674666](https://doi.org/10.5281/zenodo.22674666).
- **Pillar II — Fundamental Energetic Symmetry and the Missing State of the Universe : How State $\mathbb{A}$ Pays for Gravity**, v4.6.0 : corpus technique gravitationnel, Relation de Schwarzschild révisée, consolidation croisée CA–1, N–OPT–01.1 et branche HCR provisoire historique. DOI : [10.5281/zenodo.22641647](https://doi.org/10.5281/zenodo.22641647). La note ultérieure de bulk homogène remplace explicitement HCR–1 pour la fermeture du mode zéro.
- **Pillar III — The Heresy of Absolute Time : A Theoretical Manifesto of Relativity of Matter**, v7.4.0 : synthèse canonique et mise à jour de manifestation physique. DOI de série : [10.5281/zenodo.21341337](https://doi.org/10.5281/zenodo.21341337).
- **Pillar IV — Foundation/TRD Constitution**, v7.2.0 : norme constitutionnelle. DOI : [10.5281/zenodo.22655616](https://doi.org/10.5281/zenodo.22655616).

Deux notes techniques autonomes portent désormais des tâches canoniques étroites qui ne doivent pas être diluées dans les livres plus vastes :

- **Constitutive Exclusion and Homogeneous Bulk Closure in RM**, Version 5 : GHC–1, GEC–1 et HBR–1 ; retrait de HCR–1 ; séparation du bulk profond et de la frontière. DOI : [10.5281/zenodo.22791787](https://doi.org/10.5281/zenodo.22791787).
- **The Exclusion Interaction in Relativity of Matter**, v1.0.0 : énoncé canonique EI–1 et théorème dépendant de premier passage EI–D1. DOI : [10.5281/zenodo.22793642](https://doi.org/10.5281/zenodo.22793642).

Le **Livre V — L'Univers n'est pas infini : Qui paie la gravité ?** reste la couche de lecture continue. *2036 — L'Abolition de l'espace-temps* est son titre historique, conservé pour la traçabilité. Le Traité ne crée pas un cinquième Pillar et ne prime pas sur une dérivation technique étroite plus récente. Les lignées Zenodo française et anglaise restent distinctes ; l'anglais n'est pas harmonisé par cette révision française.

PRINCIPE — Règle de citation interne

Pillar I gouverne la discipline méthodologique ; Pillar II gouverne le corpus technique gravitationnel ; Pillar III gouverne le statut de synthèse ; Pillar IV gouverne la norme constitutionnelle. Lorsqu'une note technique autonome datée plus tard teste explicitement et remplace une branche provisoire, cette note gouverne la branche étroite jusqu'à la mise à jour du Pillar correspondant. Le Livre V organise ces autorités ; il ne les surclasse pas silencieusement.

STATUT — Réception technique CART, 18 septembre 2026

RM-CART V5.0 complète la note homogène par l'élasticité globale inhomogène, la mécanique du Cœur, la dynamique radiale et les bilans de naissance et de formation. CART V4 est le préprint déposé sous [10.5281/zenodo.22816160](https://doi.org/10.5281/zenodo.22816160). Les chapitres 43–52 reçoivent V5 ; aucun nouveau DOI ni dépôt de cette édition n'est annoncé sans confirmation du dépôt.

PARTIE X

LE CORPS COSMIQUE ET L'ÉPREUVE DU CIEL

*De la symétrie exacte aux conditions mécaniques du Cœur, du bulk et de la
frontière*



« *La fin de la singularité du Big Bang rejoint l'abolition de l'espace-temps.* »

Cette signature exprime le programme de l'auteur. Les résultats qui suivent précisent ce que ses équations établissent : un axe sous hypothèses de symétrie, une réponse globale déclarée, des critères de signe et des conditions de compatibilité. Le volume fini du Cœur reste distinct de la détermination de son rayon physique.

STATUT — Sources et portée de la consolidation du 18 septembre 2026

Cette partie reçoit RM-CART V5.0, dans son état corrigé du 18 septembre. Le préprint CART V4 est déposé sous le DOI [10.5281/zenodo.22816160](https://doi.org/10.5281/zenodo.22816160) ; ce DOI n'est pas attribué ici à V5. CART-02 V2.2 demeure une référence géométrique figée. La *note homogène Version 5* et *CART V5* sont deux documents distincts. Les contrôles algébriques fixent les identités affichées et leur domaine ; l'épreuve physique appartient aux tests annoncés.

43

Un centre physique, un axe du ciel

La symétrie choisit l'axe ; la mécanique décide si quelque chose s'y voit

Soit une configuration entière sphériquement symétrique autour de O : géométrie, champs, interfaces, propagation et histoire pertinente de l'observation. L'observateur M , distinct du centre, ne porte pas de vitesse transverse à OM . Les rotations autour de OM préservent alors la configuration et l'observateur. Leur groupe est $SO(2)$.

Pour une observable scalaire du ciel $\mathcal{A}$, cette invariance donne exactement

$$\mathcal{A}(R_\phi \hat{n}) = \mathcal{A}(\hat{n}), \quad a_{\ell m} = 0 \quad (m \neq 0), \quad (149)$$

dans le repère polaire d'axe OM . Tout dipôle non nul issu de cette configuration est parallèle ou antiparallèle à cet axe. La preuve ne repose ni sur une faible profondeur, ni sur une géométrie plate, ni sur un ordre perturbatif. Pour un champ vectoriel ou tensoriel, c'est l'action correspondante des rotations qu'il faut utiliser ; un octupôle n'est pas un vecteur auquel on attribuerait simplement une flèche.

RÉSULTAT FORMEL — Ce qui devient réfutable

Deux dipôles significativement non colinéaires, indépendamment établis comme non cinématiques et attribués à la même structure sphérique, excluent cette origine commune. Le théorème ne donne aucune coordonnée céleste à O , n'oblige pas chaque photon à suivre OM et n'impose pas un dipôle d'amplitude non nulle.

Le calcul local conserve sa fonction propre. Si $\mathcal{O}_F(s, \hat{n}) = \int_0^s F(\gamma_{\hat{n}}(u)) du$, avec géodésiques unitaires, profondeur égale et champ assez régulier dans un voisinage normal, alors

$$\mathcal{O}_F^-(s, \hat{n}) = \frac{s^2}{2} DF(M) \cdot \hat{n} + O(s^4). \quad (150)$$

Ainsi $DF(M) = 0$ annule le terme dominant en s^2 . Des contributions impaires d'ordre s^4 peuvent subsister ; cela ne modifie pas leur axe de symétrie. Pour des comptages locaux de densité effective ν ,

avec $\nu(M) > 0$,

$$\mathcal{D}_N(s) = \frac{3s}{4} |D \ln \nu(M)| + O(s^3). \quad (151)$$

Un catalogue profond demande l'intégrale de sélection et le jacobien complets. L'axe survit à cette intégration lorsque la sélection respecte la symétrie ; la formule d'amplitude locale ne s'y substitue pas.

Les trois frontières restent distinctes :

$$R_C < r_o < R_{\text{tr}} \leq R_{\mathbb{E}}. \quad (152)$$

Les R et r sont ici des distances radiales propres. Le rayon aréolaire sera noté $S(r)$, avec $d\ell^2 = dr^2 + S(r)^2 d\Omega^2$; la courbure scalaire sera toujours $\mathcal{R}$.

44

L'État $\mathbb{E}$ comme corps cosmique intégral

Une réponse locale peut dépendre du volume et de la cadence de tout le domaine

Prendre au sérieux l'unité physique de l'état $\mathbb{E}$ conduit à examiner une énergie élastique globale. Le caractère de corps est l'intuition directrice ; la dépendance exclusive au volume total est un choix constitutif supplémentaire, nommé ici postulat d'élasticité globale. Il doit être écrit pour que ses conséquences soient calculables.

Sur le domaine physique Ω du réservoir, posons

$$V = \int_{\Omega} dV_g, \quad I = \int_{\Omega} N dV_g, \quad \bar{N} = \frac{I}{V}, \quad e = \ln \frac{V}{V_{\text{ref}}}, \quad H_z = \varepsilon_z(e)I. \quad (153)$$

Pendant la variation, Ω et $V_{\text{ref}} > 0$ sont fixés. Cela ne les rend pas immuables pendant l'évolution. Pour $\delta g_{ij} = \omega g_{ij}$ en trois dimensions,

$$\frac{\delta H_z}{\delta N(x)} = \sqrt{g} \varepsilon_z, \quad (154)$$

$$\frac{\delta H_z}{\delta \omega(x)} = \frac{3}{2} \sqrt{g} [\varepsilon_z N(x) + \varepsilon'_z \bar{N}]. \quad (155)$$

La prime de ε_z désigne la dérivée par rapport à e . Le terme $\bar{N}$ vient de la variation du volume total. Il ne peut être remplacé par $N(x)$ dans un champ inhomogène. Un modèle local dépendant de $e(x)$ retrouve la même limite homogène mais une autre variation : l'accord sur le mode zéro ne sélectionne pas le prolongement global.

Avec $P = c_{\mathbb{E}}^4 / (16\pi G) > 0$, le fond u_0 et sa pression $-u_0$ sont conservés. Dans la branche canonique minimale de CART,

$$D^2 N = \mathcal{Q}_{\text{loc}} N + \alpha_z (N - \bar{N}), \quad \alpha_z = \frac{3\varepsilon'_z}{4P}, \quad (156)$$

$$\mathcal{Q}_{\text{loc}} = \frac{c_{\mathbb{E}}^2}{P^2 \det g} \pi^{ij} \pi_{ij} + \frac{\rho_{m\gamma} + 3p_{m\gamma} - 2u_0 - 2\varepsilon_z - 3\varepsilon'_z}{4P}. \quad (157)$$

ρ et p sont des densités d'énergie et des pressions en mêmes unités ; $3p_{m\gamma}$ est la trace du stress matériel et radiatif. Le moment π^{ij} est une densité tensorielle. Le terme cinétique ne disparaît que sur une branche où les conditions l'annulent.

Pour $n = N - \bar{N}$, l'opérateur s'écrit

$$(D^2 - \lambda_z^{-2})n = \mathcal{Q}_{\text{loc}}(\bar{N} + n), \quad \lambda_z^2 = \frac{4P}{3\varepsilon'_z}, \quad \int_{\Omega} n dV_g = 0. \quad (158)$$

Il est écranté lorsque $\varepsilon'_z > 0$. La moyenne est celle de la solution sur son domaine réel. Ce n'est pas un paramètre indépendant que l'on règle pour fermer l'équation.

Sous GHC-1, GEC-1 et la non-négativité des composantes homogènes, avec $f_\gamma = u_\gamma/(\rho_m + u_\gamma) \in [0, 1]$ et $\mathfrak{a}^2 = 6P/\rho_{\text{tot}}$,

$$\frac{\lambda_z^2}{\mathfrak{a}^2} = \frac{2\rho_{\text{tot}}}{9\varepsilon'_z} \geq \frac{2}{3(1 + f_\gamma)} \geq \frac{1}{3}. \quad (159)$$

La borne est inférieure : elle ne démontre ni $\lambda_z \sim \mathfrak{a}$ ni un confinement court du champ du Cœur. La branche homogène citée a une courbure positive ; l'élasticité globale n'établit pas un bulk cosmique plat.

Les deux tests qui empêchent une fausse solution

Dans un anneau plat à $\mathcal{Q}_{\text{loc}} = 0$, la solution de l'équation scalaire seule est

$$n(r) = \frac{A_- e^{-r/\lambda_z} + A_+ e^{r/\lambda_z}}{r}. \quad (160)$$

Un corps fini conserve les deux constantes jusqu'au raccordement de ses deux bords. Pour une géométrie prescrite de courbure constante, la substitution $u = S_\kappa n$ donne $u'' = (\lambda_z^{-2} - \kappa)u$. Ces profils sont des solutions de l'opérateur scalaire prescrit, pas automatiquement du système mécanique couplé.

Premier test : si $\mathcal{Q}_{\text{loc}} = 0$ partout sur un domaine régulier compact sans flux normal,

$$\int_{\Omega} (|DN|^2 + \lambda_z^{-2}(N - \bar{N})^2) dV_g = 0, \quad (161)$$

donc $N = \bar{N}$. Deuxième test : dans une région connexe statique, à moment nul, stress isotrope et courbure scalaire constante, la divergence de l'équation sans trace impose

$$(\alpha_z + \mathcal{R}/2)D_i N = 0 \quad (162)$$

si $\mathcal{Q}_{\text{loc}} = 0$. Pour un coefficient positif, le gradient est nul. Une condition de bord ne peut rendre compatible un profil interdit par l'équation tensorielle. Il faut résoudre une branche où la géométrie, les charges, les contraintes ou l'évolution répondent effectivement.

45

Le Cœur est de l'état E

La densité ne choisit ni sa pression ni le signe de son influence

Le Cœur est un corps d'état E , de cohésion maximale ; il n'est pas de l'état $\mathcal{A}$ comprimé. L'Interaction d'exclusion décrit la réponse constitutive à une limite de canal. La capacité d'étirement e_{cap} ne devient pas une densité de compression de E .

Dans le calcul général, u_E demeure une densité énergétique indépendante. L'ancien ancrage $u_{E,\text{max}}^2 = u_\star u_\Lambda$ reste une archive conditionnelle. Le remplacement $u_\Lambda \mapsto u_0$ ne démontre pas une nouvelle loi. De même, la saturation de $\ell_\star^4 R_{ij} R^{ij}$ ne donne pas à elle seule $u_E = P/\ell_\star^2$: elle ne fixe ni la part sans trace de Ricci ni l'équation constitutive complète au seuil. Une action réduite plus précise permet néanmoins d'établir une borne, sous ses propres hypothèses.

Une borne ponctuelle dans le secteur E pur réduit

Considérons la branche statique sans autre secteur matériel,

$$S_E = \int d^3x N \sqrt{g} [P\mathcal{R} - u_E - u_\star F(X)], \quad X = \ell_\star^4 \mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij}, \quad (163)$$

et posons

$$\mu = \frac{u_E \ell_\star^2}{P}, \quad \eta = \frac{u_\star \ell_\star^2}{P}. \quad (164)$$

La variation de N donne la contrainte

$$\mu = \ell_\star^2 \mathcal{R} - \eta F(X). \quad (165)$$

Si λ_a sont les trois valeurs propres de $\ell_\star^2 \mathcal{R}_{ij}$, l'inégalité de Cauchy donne

$$(\ell_\star^2 \mathcal{R})^2 = \left(\sum_a \lambda_a \right)^2 \leq 3 \sum_a \lambda_a^2 = 3X. \quad (166)$$

Ainsi, pour $0 \leq X < 1$,

$$\mu \leq \sqrt{3X} - \eta F(X). \quad (167)$$

Sous UC-1, $u_\star = 2P/\ell_\star^2$ et donc $\eta = 2$. La fonction de droite atteint son maximum global à

$$X_p = \frac{3}{4}, \quad \mu_p = \frac{5}{4}. \quad (168)$$

On obtient la borne conditionnelle

$$\boxed{u_E \leq \frac{5}{4} \frac{P}{\ell_\star^2}}. \quad (169)$$

L'égalité exige en plus la saturation de Cauchy, donc un Ricci spatial isotrope positif au point considéré. Cette démonstration est ponctuelle : elle ne suppose pas d'abord que tout le corps possède une courbure constante.

La quantité $1 - X_p = 1/4$ est une *marge constitutive sous la capacité*. Elle n'est ni une fraction de matière résiduelle ni une mesure déjà dérivée de mémoire $\mathcal{A}$. La borne (169) ne fixe pas u_E à sa valeur maximale et ne fournit pas l'équation d'état ou les raccordements d'un corps réel. Des secteurs

supplémentaires, une énergie de gradient ou une couche modifient la contrainte et exigent un nouvel audit.

Échelle de la branche isotrope saturée

Dans le contrôle à courbure constante positive, écrivons la courbure sectionnelle physique $k/\ell_\star^2$. À $X = 12k^2$, le point $X_p = 3/4$ correspond à $k_p = 1/4$. La branche monotone atteint son équateur géométrique à

$$S_{\text{eq}} = \frac{\ell_\star}{\sqrt{k_p}} = 2\ell_\star, \quad (170)$$

et sa masse géométrique caractéristique vaut alors

$$M_{\text{eq}} = \frac{c_{\mathbb{E}}^2 \ell_\star}{2G\sqrt{k_p}} = \frac{c_{\mathbb{E}}^2 \ell_\star}{G}. \quad (171)$$

Il s'agit de l'échelle de la branche isotrope au point de capacité, non d'une masse maximale universelle. À plus faible k , ce même contrôle admet un rayon et une masse équatoriale plus grands. L'égalité géométrique atteinte à l'équateur est une limite marginale de cette branche ; l'existence d'un objet global sans horizon exige encore la cadence, la paroi et le raccord extérieur.

Une densité intrinsèque fixée dans une variation intensive donnerait $p_E = -u_E$. Une saturation contrainte conserve au contraire une réaction mécanique. Une réalisation explicite est

$$H_E = \int_C N_E [u_E J - \Pi_E (J - 1)] dV_{\text{ref}}. \quad (172)$$

Cette réalisation est conservée comme branche contrainte de référence, non comme saturation physique parfaite imposée à la nouvelle paroi. Le chapitre 55 examine son remplacement constitutif compressible. Dans la branche contrainte, il faut varier avant de poser $J = 1$. On obtient $p_E = -u_E + \Pi_E$. Dans une branche statique isotrope sans force volumique supplémentaire,

$$p'_E = -(u_E + p_E) \frac{N'_E}{N_E}, \quad \Pi_E N_E = C_E, \quad p_E = \frac{C_E}{N_E} - u_E. \quad (173)$$

La constante est sélectionnée par la solution et ses données mécaniques de bord. Même $\Pi_E \geq 0$ ne fixe pas le signe de $-2u_E + 3\Pi_E$.

Avec une calibration $N_\star > 0$, la contribution volumique isotrope de E à la masse active vaut

$$\mathfrak{M}_E^{\text{vol}} = \frac{1}{c_{\mathbb{E}}^2 N_\star} \int_C (u_E + 3p_E) N_E dV_g = \frac{V_C}{c_{\mathbb{E}}^2 N_\star} [3C_E - 2u_E \langle N_E \rangle_C]. \quad (174)$$

Le signe dépend donc de la réaction intégrée, du champ de cadence et des raccordements. Le fond, le réservoir et une éventuelle couche de surface ont leurs contributions propres.

Trois signes dans une même famille de contrôle

Pour un intérieur minimal régulier de densité totale constante $u > 0$, posons $\kappa_C = u/(6P)$, $S = \sin(\sqrt{\kappa_C} r)/\sqrt{\kappa_C}$, $y = S'$, $y_b > 0$ et $w_b = p_b/u$. La famille statique classique utilisée comme contrôle

dans CART donne

$$N(r) = \frac{N_b}{2} \left[3(1 + w_b) - (1 + 3w_b) \frac{y(r)}{y_b} \right], \quad (175)$$

$$p(r) = u \left[(1 + w_b) \frac{N_b}{N(r)} - 1 \right], \quad (176)$$

$$N'(r) = \frac{\kappa_C S(r) N_b}{2y_b} (1 + 3w_b). \quad (177)$$

On exige $N > 0$ dans tout l'intérieur. Pour $y_b > 1/3$, les cas $w_b = -1, -1/3, 0$ donnent respectivement un flux négatif, nul et positif. Cette famille n'est pas une nouvelle solution cosmologique : elle établit que la densité seule laisse les trois signes possibles. Le raccord sans couche au vide minimal sélectionne $p_b = 0$; le bulk réel avec u_0 et ε_z n'est pas ce vide.

Deux occupations du réservoir, deux tests de signe

Définissons $b_0 = u_0 + \varepsilon_z$ et $a_0 = \varepsilon'_z \bar{N}$. À une interface statique isotrope sans couche, de rayon aréolaire S_b ,

$$N'_{b,A} = \frac{S_b}{12Py_b} \{N_b[u_E + 3p_{m\gamma,b} - 3b_0] - 3a_0\}, \quad (178)$$

$$N'_{b,B} = \frac{S_b}{12Py_b} \{N_b[u_E + 3p_{m\gamma,b} - 2b_0] - 3a_0\}. \quad (179)$$

Dans A, fond et réservoir sont exclus de E ; dans B, ils l'occupent avec la même loi. Les densités totales, donc les géométries intérieures, diffèrent. Chaque signe est celui de son accolade sous les conditions d'admissibilité. Une petitesse du potentiel à r_o n'autorise pas à supposer $\bar{N}/N_b = 1 + O(\epsilon)$ au Cœur.

46

La dynamique radiale garde ses contraintes

Le courant, les deux pressions et la traction doivent provenir du même système

La branche minimale utilise $d\ell^2 = A^2 dr^2 + S^2 d\Omega^2$. Le décalage est varié avant d'être posé nul ; la jauge de distance propre $A = 1$ est imposée sur une tranche après la variation. Elle ne supprime pas $\dot{A}$ ni $\ddot{A}$. Définissons

$$\vartheta = \frac{1}{N} \left(\frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{S}}{S} \right), \quad H_t = \frac{\dot{S}}{NS}, \quad D_\tau = N^{-1} \partial_\tau, \quad \mathcal{B}_r = D_\tau \vartheta + \frac{\vartheta^2}{2} + 3\vartheta H_t. \quad (180)$$

D_τ mesure un taux par cadence locale, sans créer une seconde ligne de temps.

Le tenseur ordinaire associé au moment canonique est

$$\Pi^j_i = \pi^j_i / \sqrt{g} = P \operatorname{diag}(2\vartheta, -\vartheta, -\vartheta) / (3c_{\mathbb{E}}^2).$$

Avec $\mathcal{H}_i = -2D_j \pi^j_i + \mathcal{H}_i^m = 0$ et $j_r = \mathcal{H}_r^m / \sqrt{g}$,

$$\boxed{j_r = \frac{4P}{3c_{\mathbb{E}}^2} \left(\vartheta' + 3 \frac{S'}{S} \vartheta \right)}. \quad (181)$$

Le coefficient géométrique est 3. Appliquer la divergence d'un tenseur ordinaire à la densité π recompte $\sqrt{g}$ et produit le coefficient erroné 5. Si $j_r = 0$, $S^3\vartheta$ est constant dans un anneau ; la régularité l'annule si le domaine contient le centre.

Avec $y = S'$ et des pressions principales p_r, p_t distinctes, les équations sont

$$P\mathcal{R} = \rho_{\text{tot}} + \frac{2P}{3c_{\mathbb{E}}^2}\vartheta^2, \quad (182)$$

$$\frac{y}{S} \frac{N'}{N} - \frac{1-y^2}{2S^2} - \frac{p_r}{4P} = -\frac{\mathcal{B}_r}{3c_{\mathbb{E}}^2}, \quad (183)$$

$$N'' + \frac{y}{S}N' + N\frac{S''}{S} - \frac{Np_t}{2P} = \frac{N}{3c_{\mathbb{E}}^2}(D_\tau\vartheta + 2\vartheta^2 + 3\vartheta H_t). \quad (184)$$

La combinaison tangentielle plus N fois la radiale donne, sans facteur parasite,

$$D^2N = N \left[\frac{\mathcal{R}}{4} + \frac{p_r + 2p_t}{4P} + \frac{\vartheta^2}{2c_{\mathbb{E}}^2} \right] = \mathcal{F}, \quad (185)$$

$$\mathcal{F} = N \left[\frac{\rho_{\text{tot}} + p_r + 2p_t}{4P} + \frac{2\vartheta^2}{3c_{\mathbb{E}}^2} \right]. \quad (186)$$

La seconde expression utilise la contrainte hamiltonienne. Annuler ϑ à un instant n'annule pas $D_\tau\vartheta$; la limite statique exige les deux.

Le bord intérieur vu depuis le bulk

La normale du bulk au Cœur est $\nu_B = -\partial_r$. Sa traction exacte sur la tranche est

$$y_b \partial_{\nu_B} N + \left[\frac{1-y_b^2}{2S_b} + \frac{S_b(p_{r,m\gamma,b} - b_0)}{4P} - \frac{S_b \mathcal{B}_{r,b}}{3c_{\mathbb{E}}^2} \right] N_b = \frac{S_b a_0}{4P}. \quad (187)$$

Le terme d'accélération porte le signe moins. Tant que la trace N_b , la moyenne, la géométrie et la dynamique ne sont pas résolues, c'est une relation de Robin non locale. Pour $y_b \neq 0$, ces données résolues fixent la dérivée normale. Pour $y_b = 0$, il faut conserver l'équation non divisée. Une interface mobile ou convertissante demande encore ses propres bilans.

L'identité de Neumann à partir de l'intérieur réel est

$$\partial_{\nu_B} N|_b = -\frac{1}{S_b^2} \int_0^{R_C} S^2 \mathcal{F}_C dr - j_\Sigma. \quad (188)$$

Pour une couche strictement statique de densité surfacique σ et pression tangentielle p_Σ , sans stress radial delta et avec le même P des deux côtés,

$$[S'] = -\frac{\sigma S_b}{4P}, \quad [N'] = \frac{N_b(\sigma + 2p_\Sigma)}{4P}, \quad j_\Sigma = \frac{N_b(\sigma + 2p_\Sigma)}{4P}. \quad (189)$$

Ici $[X] = X_B - X_C$. Une tension positive γ correspond à $p_\Sigma = -\gamma$. Ces sauts statiques ne sont pas promus en loi complète d'une frontière mobile.

47

Le volume nouveau hérite d'une référence

La loi de naissance est contrainte par deux bilans simultanés

Mesurons toutes les vitesses par unité de T . Avec q la vitesse normale de production relative à l'ancien matériau et θ son taux de dilatation volumique,

$$3H_V = \frac{1}{V} \int_{\Omega} \theta dV_g, \quad \Gamma_{\partial} = \int_{\partial\Omega} q dA_g, \quad \dot{V} = 3H_V V + \Gamma_{\partial}, \quad 3g_{\partial} = \Gamma_{\partial}/V. \quad (190)$$

Le rapport de naissance est $J_b = dV_{\text{nouveau}}/dV_{\text{ref,nouveau}} > 0$. Sans remodelage de la référence ancienne,

$$\dot{V}_{\text{ref}} = \int_{\partial\Omega} \frac{q}{J_b} dA_g. \quad (191)$$

Pour un front uniforme et $\bar{J} = V/V_{\text{ref}}$,

$$\dot{e} = 3H_V + 3g_{\partial}(1 - \bar{J}/J_b). \quad (192)$$

Avec une production non nulle, on a l'équivalence

$$\dot{e} = 3H_V \iff \frac{\dot{V}_{\text{ref}}}{V_{\text{ref}}} = 3g_{\partial} \iff J_b = \bar{J}. \quad (193)$$

Le transport établit cette équivalence ; il ne sélectionne pas seul la naissance ajustée.

La sélection par GHC–1 et GEC–1

Dans la réduction homogène de l'ancien matériau, gardons $H = H_V$ et les bilans

$$\dot{\rho}_m = -3H\rho_m - s_{\text{ex}}, \quad \dot{u}_{\gamma} = -4Hu_{\gamma} + s_{\text{ex}}, \quad \dot{u}_0 = 0, \quad \dot{\mathcal{R}} = -2H\mathcal{R}. \quad (194)$$

Avec $B = 2\varepsilon_z + 3\varepsilon'_z$, $\delta = \dot{e} - 3H$ et $C_H = P\mathcal{R} - \rho_m - u_{\gamma} - u_0 - \varepsilon_z$, la dérivation sur la surface des deux contraintes donne

$$\boxed{\dot{C}_H = -\varepsilon'_z \delta, \quad H(3B' + 3\rho_m + 8u_{\gamma}) = s_{\text{ex}} - B'\delta.} \quad (195)$$

Pour $\varepsilon'_z > 0$, préserver les deux contraintes avec ces bilans impose $\delta = 0$. Sous front uniforme non nul et sans remodelage, $J_b = \bar{J}$ suit. Modifier seulement HBR–1 laisse sinon un défaut dans GHC–1.

Si des transferts Q_m, Q_{γ} et un écart de courbure Ξ sont ajoutés aux bilans, la compatibilité devient

$$\dot{C}_H = P\Xi - Q_m - Q_{\gamma} - \varepsilon'_z \delta. \quad (196)$$

Un autre état de naissance demande donc les compensations physiques correspondantes. La naissance ajustée est une nécessité dans la réduction déclarée ; elle n'est pas une loi microscopique de conversion déjà calculée.

Sur un domaine qui grandit, la contribution de naissance à une moyenne vérifie

$$\left. \frac{d\bar{X}}{dT} \right|_{\text{naissance}} = 3g_{\partial}(X_b - \bar{X}). \quad (197)$$

Une référence ajustée n'annule pas ces différences de charge ou de courbure. Pour une naissance hétérogène, la condition porte sur $\Gamma_{\partial}^{-1} \int q/J_b dA_g = 1/\bar{J}$, et non sur chaque J_b isolé. Plusieurs fronts ou un remodelage apportent leurs termes propres.

48

Créer de l'espace a un coût de formation

Ce coût n'est pas la densité laissée dans le volume nouveau

Pour le fond et le réservoir, $\mathcal{H}_A = b_0 I$. Ajoutons δV à cadence N_b , avec $\delta V_{\text{ref}} = \delta V/J_b$, à champs anciens fixés. La variation donne

$$\mu_{\text{add}}^{(T)} = N_b b_0 + a_0(1 - \bar{J}/J_b), \quad \left. \frac{\partial \mathcal{H}_A}{\partial V_{\text{ref}}} \right|_{V,I} = -\frac{I \varepsilon'_z}{V_{\text{ref}}}. \quad (198)$$

Le second terme de $\mu_{\text{add}}^{(T)}$ modifie le stock global existant. Il n'est pas une nouvelle densité déposée localement. Pour une naissance ajustée, le coût marginal de ce secteur est $N_b(u_0 + \varepsilon_z)$.

Le transport complet garde aussi le travail de cadence et le travail de dilatation :

$$\begin{aligned} \dot{\mathcal{H}}_A = & \int_{\Omega} b_0 \mathcal{L}_T^{\text{mat}} N dV_g + \int_{\Omega} (b_0 N + a_0) \theta dV_g \\ & + \int_{\partial\Omega} (b_0 N_b + a_0) q dA_g - I \varepsilon'_z \frac{\dot{V}_{\text{ref}}}{V_{\text{ref}}}. \end{aligned} \quad (199)$$

$\mathcal{L}_T^{\text{mat}}$ suit l'ancien matériau. Les termes de surface et de référence se combinent en $\int \mu_{\text{add}}^{(T)} q dA_g$; les autres échanges ne disparaissent pas.

Après séparation du travail de l'ancien bulk, le premier principe à la frontière uniforme s'écrit dans une convention commune d'énergie et de temps :

$$\mathcal{P}_{\gamma} + \mathcal{P}_{\text{mec,in}} = \Gamma_{\partial} \mu_{\text{add}}^{(T)} + \dot{\mathcal{E}}_{\Sigma} + \mathcal{P}_{\text{out}}. \quad (200)$$

D'où

$$U_{\text{form}}^{(T)} = \frac{\mathcal{P}_{\gamma}}{\Gamma_{\partial}} = \mu_{\text{add}}^{(T)} + \frac{\dot{\mathcal{E}}_{\Sigma} + \mathcal{P}_{\text{out}} - \mathcal{P}_{\text{mec,in}}}{\Gamma_{\partial}}. \quad (201)$$

La couche peut stocker de l'énergie, émettre des produits et recevoir du travail. Les transferts internes sont comptés une seule fois. Une énergie par volume a les unités d'une densité, mais ces unités ne rendent pas les objets physiques identiques. La cible constitutive $P/\ell_{\star}^2$ ne fixe donc ni une densité résiduelle de naissance ni u_E . Il faut aussi convertir correctement une énergie locale et une énergie pondérée par N_b .

Avec $F_{\text{cv}} = E_{\text{cv}} - \Theta S_{\text{cv}}$ à température de référence constante $\Theta > 0$, le bilan entropique donne

$$\mathcal{P}_{\text{in}} - \mathcal{P}_{\text{out}} - \Theta(\mathcal{J}_{S,\text{in}} - \mathcal{J}_{S,\text{out}}) - \dot{F}_{\text{cv}} = \Theta \dot{S}_{\text{prod}} \geq 0. \quad (202)$$

Un flux énergétique ne détermine pas son flux d'entropie. Le bilan borne les conversions admissibles ; il ne fournit pas encore rendement, spectre et loi cinétique.

49

Du champ résolu au signal observé

Un potentiel de cadence, un noyau scalaire et une température sont trois objets différents

La loi de Gauss demeure. Ce qui disparaît dans le bulk global chargé est la réduction du gradient à la seule masse du Cœur :

$$S(r_o)^2 N'(r_o) = \frac{GN_\star}{c_{\mathcal{A}}^2} \mathfrak{M}_C^{\text{flux}} + \int_{R_C}^{r_o} S^2 [\mathcal{Q}_{\text{loc}} N + \alpha_z (N - \bar{N})] dr. \quad (203)$$

Les contributions de couche éventuelles sont incluses dans la donnée de flux initiale. Contribution volumique de E à la masse, flux sortant du Cœur et gradient chez l'observateur sont ainsi reliés sans être confondus.

Dans un milieu stationnaire à décalage nul, pour des émetteurs et récepteurs immobiles partageant la même calibration de cadence, l'eikonal donne

$$\mathcal{Z}_{\text{cad}} = \ln(1 + z_{\text{cad}}) = \ln \frac{N(M)}{N(x_{\text{em}})}, \quad \mathcal{Z}_{\text{cad}}^- = -sD \ln N(M) \cdot \hat{n} + O(s^3). \quad (204)$$

Si le champ résolu donne $N'(r_o) > 0$, le décalage vers le rouge augmente vers le centre ; le signe s'inverse pour $N'(r_o) < 0$. Le porteur est ici le potentiel $\ln N$. Son dipôle en s n'est pas le dipôle en s^2 d'un scalaire intégré de l'équation (150). Aucun noyau directionnellement indépendant $K_{\mathcal{A}}(r)$ n'est obtenu par simple changement de nom.

RÉSULTAT FORMEL — Le contre-exemple de température

Une surface émettrice sphérique centrée, stationnaire et isotherme à rayon R_s , observée dans toutes les directions avec transport sans collisions conservant l'occupation de phase, donne

$$T_{\text{obs}}(\hat{n}) = T_s \frac{N(R_s)}{N(M)}.$$

Cette température est indépendante de la direction, même si l'observateur est décentré et si $DN(M) \neq 0$. Un gradient de cadence n'impose donc pas à lui seul un dipôle de température.

Les comptages demandent aussi densité intrinsèque, fonction de luminosité, transfert optique et sélection. On ne déduit pas trois dipôles de même signe d'un seul signe de redshift. Le proxy $c_{\mathcal{A}}\mathcal{Z}/s$ défini sur une tranche ne devient pas un estimateur observationnel de H_0 sans le problème de propagation et de sources complet.

PRINCIPE — Contrat de prédiction

Fixer la physique constitutive et les frontières ; résoudre géométrie et cadence compatibles ; calculer le gradient local ; dériver le transfert et la sélection de chaque observable ; comparer ensuite au ciel. Aucune amplitude ni direction CatWISE, CMB, DESI ou H_0 n'entre dans la sélection du profil. La direction des Poissons n'est pas une prédiction obtenue dans ce calcul.

50

Trois volumes pour un Univers fini

Noyau Cosmique, Univers actuel et extension terminale

RM n'a pas besoin d'une nouvelle unité pour décrire un Univers fini. Il faut définir les domaines, distinguer leurs phases, puis calculer leurs volumes. Ce chapitre remplace le comptage nommé des éditions antérieures par trois grandeurs spatiales et leurs hypothèses explicites.

La grandeur avant sa valeur numérique

Sur une tranche de temps universel T , le volume d'un domaine spatial Ω_T est

$$V(T) = \int_{\Omega_T} dV_g = \int_{\Omega_T} \sqrt{\det g_{ij}(T, \mathbf{x})} d^3x. \quad (205)$$

On distingue V_{NC} , volume de l'état Noyau Cosmique considéré ; V_{act} , volume de l'état actuel du corps cosmique ; et V_t , volume à l'extension terminale du scénario. L'expression *Volume Absolu de l'Univers* (VAU) peut désigner ce dernier : elle n'ajoute ni une grandeur différente de V_t , ni une constante mesurée. L'existence et la valeur de cet état terminal relèvent de la branche physique à construire.

L'année-lumière, notée al, est une longueur. L'unité al^3 est le volume d'un cube de côté une année-lumière. Le nom de l'unité ne transforme pas une longueur en durée et ne modifie pas la distinction RM entre le temps universel T , les cadences et la géométrie spatiale. Les vitesses conservent leurs unités de longueur par durée.

Dans un domaine sphérique euclidien de diamètre D , la réduction est

$$V^{\text{plat}} = \frac{4\pi}{3} R^3 = \frac{\pi}{6} D^3, \quad D = 2R. \quad (206)$$

Cette formule porte les trois conversions ci-dessous. Elle ne remplace pas (205) dans une solution courbe.

Les entrées de l'exemple

Le diamètre du Noyau est posé à 500 000 al pour cette illustration. Il s'agit d'une ancienne valeur de travail, reprise comme *diamètre*, non comme rayon. Le chapitre 34 maintient les ancrages historiques hors des entrées prédictives de CART et conserve la dette R-NC. La présente conversion ne sélectionne aucune solution physique et ne rétablit pas cet ancrage.

Le repère actuel est posé à $D_{\text{act}} = 93 \times 10^9$ al, et la fraction radiale à $f_R = D_{\text{act}}/D_t = 0,30$, comme dans l'exemple de la v11.3.1. Ces deux entrées ne sont pas des résultats RM établis. Le diamètre observationnel conventionnel invoqué comme comparaison ne démontre pas le diamètre de l'Univers entier ni celui d'un corps cosmique RM. Sous ces choix,

$$D_t = \frac{D_{\text{act}}}{f_R} = \frac{93 \times 10^9}{0,30} \text{ al} = 310 \times 10^9 \text{ al}. \quad (207)$$

Trois conversions reproductibles

$$V_{\text{NC}}^{\text{plat}} = \frac{\pi}{6} (5 \times 10^5)^3 \text{ al}^3 \simeq 6,545 \times 10^{16} \text{ al}^3, \quad (208)$$

$$V_{\text{act}}^{\text{plat}} = \frac{\pi}{6} (93 \times 10^9)^3 \text{ al}^3 \simeq 4,212 \times 10^{32} \text{ al}^3, \quad (209)$$

$$V_t^{\text{plat}} = \frac{\pi}{6} (310 \times 10^9)^3 \text{ al}^3 \simeq 1,560 \times 10^{34} \text{ al}^3. \quad (210)$$

Les valeurs exactes du calcul sont les expressions avec π ; les nombres décimaux sont arrondis. Leur précision d’affichage n’est pas une précision observationnelle.

Repère	Diamètre posé	Statut physique des entrées
Noyau Cosmique	$5 \times 10^5 \text{ al}$	Hypothèse historique utilisée seulement pour l’illustration ; R–NC reste ouvert.
Univers actuel	$93 \times 10^9 \text{ al}$	Valeur d’exemple ; non identification démontrée du volume total de l’Univers.
Extension terminale	$310 \times 10^9 \text{ al}$	Déduction conditionnelle de D_{act} et de $f_R = 0,30$.

Les conversions sont calculées ; les dimensions physiques du scénario ne sont pas ainsi mesurées.

Trente pour cent du diamètre n’est pas trente pour cent du volume

Dans la même géométrie euclidienne,

$$\boxed{\frac{V_{\text{act}}^{\text{plat}}}{V_t^{\text{plat}}} = f_R^3 = (0,30)^3 = 0,027 = 2,7 \%}. \quad (211)$$

Le volume terminal de cet exemple est donc environ 37,04 fois le volume actuel. Il s’agit d’un rapport de volumes, non d’un pourcentage de temps accompli. Ni $f_R = 0,30$ ni $f_R^3 = 0,027$ ne donnent la date du maximum d’expansion.

Les sensibilités différentielles des exemples plats sont

$$\frac{dV_{\text{NC}}^{\text{plat}}}{V_{\text{NC}}^{\text{plat}}} = 3 \frac{dD_{\text{NC}}}{D_{\text{NC}}}, \quad \frac{dV_{\text{act}}^{\text{plat}}}{V_{\text{act}}^{\text{plat}}} = 3 \frac{dD_{\text{act}}}{D_{\text{act}}}, \quad \frac{dV_t^{\text{plat}}}{V_t^{\text{plat}}} = 3 \frac{dD_{\text{act}}}{D_{\text{act}}} - 3 \frac{df_R}{f_R}.$$

Ce sont des identités de sensibilité, pas des barres d’erreur statistiques : aucune distribution d’incertitude des entrées n’est fournie.

La géométrie réelle garde le dernier mot

Sur une géométrie sphérique à courbure constante,

$$V_\kappa(R) = 4\pi \int_0^R S_\kappa(u)^2 du, \quad S_\kappa(u) = \begin{cases} \sin(\sqrt{\kappa}u)/\sqrt{\kappa}, & \kappa > 0, \\ u, & \kappa = 0, \\ \sinh(\sqrt{-\kappa}u)/\sqrt{-\kappa}, & \kappa < 0. \end{cases} \quad (212)$$

Le rayon propre R , le rayon aréolaire $S_\kappa(R)$ et un diamètre inféré optiquement doivent être distingués. La loi $V \propto R^3$ et le rapport 2,7 % ne se transportent pas sans calcul à une géométrie courbe. Le

Noyau à cohésion maximale n'est pas davantage assimilable au résidu central présent après une Ignition partielle : leurs volumes demandent des budgets distincts.

Deux extrêmes, un état intermédiaire

Dans le scénario cyclique envisagé, le Noyau peut former la charnière entre une contraction et une nouvelle expansion. L'extension terminale est l'autre repère extrême. L'Univers actuel prend place entre eux dans la représentation choisie. Ce schéma n'est pas encore une trajectoire dynamique : le chapitre 51 conserve la fraction d'Ignition, le rapprochement des corps E et la conversion de retour comme trois lois à établir. La succession des états ne transforme pas le temps universel T en boucle.

RÉSULTAT FORMEL — Trois volumes sous hypothèses déclarées

Les formules et les conversions en al^3 sont établies pour les diamètres posés dans l'exemple plat. Leurs rapports sont indépendants de l'unité commune choisie. Aucun exposant numérique, grand ou petit, n'est une preuve de finitude : celle-ci demeure une proposition physique dont la réalisation exige une solution cosmique.

PROGRAMME OUVERT — Dimensions physiques et évolution

Restent à dériver la géométrie des domaines, le budget du Noyau, le volume total actuel, la fraction f_R , l'extension terminale et la dynamique de son éventuelle atteinte. La présente représentation ne calibre ni ℓ_* , ni le gradient cosmique, ni le thermomètre Maria.

51

Le programme du retour

Trois lois à écrire avant de déclarer le cycle nécessaire

L'architecture des états permet d'envisager un cycle : un collapse peut conduire à E et l'Ignition à m . Elle ne prouve pas que tous les corps finiront par se réunir ni que le même budget sera reconstitué. Le programme du retour conserve trois questions distinctes.

La fraction d'Ignition. Une fonction $f_{\text{ign}}(T)$ doit dire quelle fraction du budget initial de E a quitté le Cœur. Une transformation totale instantanée et une transformation partielle ou étalée ne laissent pas le même résidu actuel. Le rayon du Cœur initial et le rayon du corps qui gravite aujourd'hui ne peuvent être échangés.

Le rapprochement des corps E . La dynamique doit décider si les interactions entre ces corps l'emportent sur l'évolution du bulk et la production de frontière. Le signe du champ doit être celui de la solution compatible ; la borne (159) ne permet pas de remplacer λ_z par une échelle courte supposée. Le retour n'est pas garanti par le seul mot « gravitation ».

Le canal $\mathcal{A}E \rightarrow E$. La chaîne $E \rightarrow m$, puis $m \rightarrow EM$, puis $EM \rightarrow \mathcal{A}E$ ne referme pas son budget sans une loi de retour ou un autre bilan global explicite. PA-10 maintient les transitions vers E comme dérivations à fournir. Une trace de $\mathcal{A}E$ emprisonnée n'est pas une équation de conversion.

PROGRAMME OUVERT — Possibilité de cycle, nécessité à calculer

Déterminer $f_{\text{ign}}(T)$, la dynamique collective des corps E et la loi de conversion $\mathcal{E} \rightarrow E$ avec conservation du budget. La succession des états n'est pas encore une solution périodique ni une preuve de récurrence.

Deux propositions de Pierre à conserver avec leur statut

Un front se propageant à la vitesse locale $c_{\mathcal{E}}$ constitue une hypothèse cinétique. Dans la convention universelle T , à décalage nul et matériau localement immobile, elle donne $q = N_b c_{\mathcal{E}}$; écrire $q = c_{\mathcal{E}}$ demande la convention locale ou $N_b = 1$. Cette vitesse ne sélectionne ni J_b , ni le rendement, ni les contraintes de surface.

L'hypothèse historique sur le CMB est celle d'une fraction radiative survivant à la conversion $EM \rightarrow \mathcal{E}$. Elle n'est pas reformulée en chaleur de friction d'un canal $E \rightarrow \mathcal{E}$ à l'Ignition. Le principe de non-perfection n'en dérive pas un rendement, un spectre de corps noir ou une température. La hiérarchie constitutionnelle et le statut non universel de la clause résiduelle autonome sont conservés.

52**Le laboratoire actif et ses éditions**

Consolider sans effacer les étapes ni multiplier les publications

Le dossier du Livre V reçoit au quotidien les résultats, les corrections et les propositions. Chaque entrée porte sa date, son origine et son statut. La v10 recevait les travaux des 17 et 18 septembre avec une édition anglaise jumelle et le Codex français N11. La présente v11 reçoit les corrections et décisions jusqu'au 22 septembre ; elle constitue l'édition française consolidée de cette réception. La traduction anglaise et le Codex ne sont pas déclarés actualisés par cette opération.

Les éditions publiques sont regroupées selon le cycle mensuel choisi par l'auteur. Les préprints autonomes conservent leur calendrier propre. Un PDF publié est un état daté du dossier ; il ne prétend pas se mettre à jour automatiquement chaque jour. Cette consolidation ne modifie pas les fichiers autonomes de CART V2.2 ni de V4 publiée.

STATUT — Ce qui est reçu comme résultat

L'axe exact sous symétrie ; les variations de la fonctionnelle globale ; les bornes et obstructions déclarées ; les critères conditionnels de masse et de signe ; les identités dynamiques, de référence, de formation et de raccordement. Le profil cosmique physique unique, la masse numérique du Cœur et les amplitudes du ciel ne sont pas déclarés calculés. Leur problème a désormais des contraintes mécaniques explicites auxquelles toute solution devra satisfaire.

Les démonstrations détaillées et scripts de CART restent les pièces techniques de contrôle. Le Livre V relie leurs objets physiques et leur domaine d'application ; le Codex garde la mémoire des formules, y compris celles retirées de l'usage actif. La traduction anglaise devra recevoir les mêmes équations, hypothèses et statuts lors de sa prochaine harmonisation.

53

Le thermomètre de Maria

M-02 : une capacité thermique sous contraintes

Le **thermomètre de Maria**, nommé en hommage à Marie, mesure une charge thermique admissible dans une réduction constitutive. Il porte une température ; les conditions de M-02 et d'UC-1 gouvernent sa borne. La présente simplification des repères volumiques ne modifie ni ces hypothèses ni ce calcul.

STATUT — Hypothèses de M-02

On considère un représentant homogène isotrope, de courbure scalaire $\mathcal{R} \geq 0$, sans cinétique de trace propre, avec $P = c_{\mathbb{E}}^4/(16\pi G) > 0$, $\ell_\star > 0$, $u_\star > 0$, $\rho_m \geq 0$, $u_0 \geq 0$ et un stock constitutif $\epsilon(e) \geq 0$. Ici ϵ est un symbole générique de travail : il vaut ε_z dans la note M-02 initiale, et $\varepsilon_{\mathbb{E}}^{\text{th}}$ dans l'application thermique proposée au chapitre 54, si celle-ci admet la même réduction à une fonction de e .

Le secteur radiatif à deux polarisations, en équilibre thermique local et de potentiel chimique nul, porte

$$u_\gamma = a_R \Theta^4, \quad p_\gamma = \frac{1}{3} a_R \Theta^4, \quad (213)$$

$$s_\gamma = \frac{4}{3} a_R \Theta^3, \quad f_\gamma = -\frac{1}{3} a_R \Theta^4, \quad a_R = \frac{\pi^2 k_B^4}{15 \hbar^3 c_{\mathbb{E}}^3}. \quad (214)$$

Pour la concordance des notations, $u_{\mathbb{E}}^{\text{cap}}$ désigne une densité de capacité et $u_{\text{BI}}(X) \equiv U(X) = u_\star F(X)$ la densité constitutive de courbure. Sous UC-1, $u_{\text{BI}}(X) = 2u_{\mathbb{E}}^{\text{cap}} F(X)$. Le symbole historique $U(X)$ est conservé dans les dérivations et les renvois du traité ; sa dimension reste celle d'une densité d'énergie, non celle d'une unité de longueur.

Ces relations d'équilibre n'impliquent pas une loi de conversion du rayonnement en état $\mathbb{E}$. Elles ne définissent pas davantage une entropie géométrique $S(X)$.

La variation qui fixe le signe de la pression

Dans cette réduction,

$$X = \frac{\ell_\star^4 \mathcal{R}^2}{3}, \quad U(X) = u_\star F(X), \quad F(X) = 1 - \sqrt{1 - X} - \frac{X}{2}, \quad 0 \leq X < 1. \quad (215)$$

Sous une homothétie tridimensionnelle $V \propto a^3$, $X \propto a^{-4}$, donc $dX/d \ln V = -4X/3$. La variation de $VU(X)$ donne

$$p_U = -U + \frac{4}{3} X U', \quad U + 3p_U = 4X U' - 2U. \quad (216)$$

La prime de U porte sur X , celle de ϵ sur e . Employer seulement $p_U = -U$ supprimerait la réponse constitutive de courbure et fausserait le bilan conforme.

Le candidat hamiltonien homogène

$$\mathcal{H}_M = NV[\rho_m + u_\gamma + \epsilon(e) + u_0 + U(X) - P\mathcal{R}] + \mu\pi_a$$

porte la contrainte de trace $\pi_a = 0$. Sa contrainte hamiltonienne et sa contrainte conforme s'écrivent

$$P\mathcal{R} = \rho_m + u_\gamma + \epsilon + u_0 + U, \quad (217)$$

$$\rho_m + 2u_\gamma - 2u_0 = 2\epsilon + 3\epsilon' + 2U - 4XU'. \quad (218)$$

Pour $U = 0$, on retrouve la structure GHC-1/GEC-1 du secteur homogène. Les équations fortes inhomogènes ne sont pas obtenues en appliquant ces relations algébriques point par point.

Le maximum thermique existe avant toute calibration

Posons

$$A = \frac{\sqrt{3}P}{\ell_\star^2}, \quad \alpha = \frac{u_\star}{A}, \quad \beta = \frac{u_0}{A}, \quad W(X) = A\sqrt{X} - u_\star F(X).$$

La première contrainte et la positivité de ρ_m et ϵ donnent

$$0 \leq u_\gamma \leq W(X) - u_0. \quad (219)$$

Le maximum du membre de droite est contrôlé, car

$$W''(X) = -\frac{A}{4X^{3/2}} - \frac{u_\star}{4(1-X)^{3/2}} < 0 \quad (0 < X < 1).$$

De plus $W'(0^+) = +\infty$ et $W'(1^-) = -\infty$. Il existe donc un unique maximum $X_0 \in (0, 1)$, solution de

$$\alpha\sqrt{X_0} \left(\frac{1}{\sqrt{1-X_0}} - 1 \right) = 1. \quad (220)$$

Avec $m(\alpha) = \sqrt{X_0} - \alpha F(X_0)$,

$$\Theta \leq \Theta_{M,\text{sup}} = \left[\frac{A}{a_R} (m(\alpha) - \beta) \right]^{1/4}. \quad (221)$$

Le membre droit doit être réel et non négatif. Si $m(\alpha) < \beta$, les hypothèses ne permettent aucun état radiatif admissible. L'égalité n'est pas garantie : saturer cette borne exigerait notamment $\rho_m = \epsilon = 0$, $X = X_0$ et la seconde contrainte simultanément. Le thermomètre fournit d'abord un plafond, pas l'existence d'un état qui l'atteint.

UC-1 : une normalisation constitutive explicitement posée

AXIOME — UC-1 — capacité de référence

La branche de travail adopte

$$u_{\mathcal{A}}^{\text{cap}} = \frac{P}{\ell_\star^2}.$$

Identifier cette capacité à la limite $U(1^-) = u_\star/2$ fixe alors

$$u_\star = \frac{2P}{\ell_\star^2}, \quad \alpha = \frac{2}{\sqrt{3}}.$$

UC-1 est reçu comme postulat de capacité universelle, à tester canal par canal dans une même action et avec les mêmes normalisations. Son application isotrope est celle de M-02 ; le canal

sans trace est examiné ci-dessous. L'identification n'est ni une densité de l'état E dérivée, ni une extension démontrée du coût de production de frontière à tous les secteurs.

L'analyse dimensionnelle fixe $[P] = \text{J m}^{-1}$ et $[P/\ell_\star^2] = \text{J m}^{-3}$. Elle autorise encore un coefficient sans dimension : le choix exactement égal à un est le contenu physique d'UC-1, pas un théorème d'unités.

PRINCIPE — Critère de réfutation d'UC-1

Si deux canaux dérivés d'une même action, avec les mêmes normalisations canoniques et des capacités définies de façon comparable, imposent des seuils différents, UC-1 est réfuté dans cette action. Il en va de même si le calcul fixe un facteur irréductible $C \neq 1$ dans $u_{\mathcal{E}}^{\text{cap}} = CP/\ell_\star^2$. On ne répare pas ensuite le postulat en ajustant C .

On obtient exactement

$$X_0 = \frac{3}{4}, \quad F(X_0) = \frac{1}{8}, \quad m = \frac{5}{4\sqrt{3}}, \quad W_{\text{max}} = \frac{5P}{4\ell_\star^2}. \quad (222)$$

La borne devient

$$\Theta \leq \left[\frac{1}{a_R} \left(\frac{5P}{4\ell_\star^2} - u_0 \right) \right]^{1/4}. \quad (223)$$

Le maximum de température admissible se situe ici sous la capacité géométrique $X = 1$. Les deux limites ne sont pas le même objet.

Comparaison aux unités de Planck, sans choisir l'échelle

Pour la comparaison seulement, posons $c_{\mathcal{E}} = c$, $\ell_P = \sqrt{\hbar G/c^3}$ et $T_P = \sqrt{\hbar c^5/G}/k_B$. Alors

$$\frac{\Theta_{M,\text{sup}}}{T_P} = \left(\frac{15\sqrt{3}}{16\pi^3} \right)^{1/4} \sqrt{\frac{\ell_P}{\ell_\star}} [m(\alpha) - \beta]^{1/4}. \quad (224)$$

Sous UC-1 et pour $u_0 = 0$,

$$\frac{\Theta}{T_P} \leq \left(\frac{75}{64\pi^3} \right)^{1/4} \sqrt{\frac{\ell_P}{\ell_\star}} = 0,4409180904 \sqrt{\frac{\ell_P}{\ell_\star}}. \quad (225)$$

Pour $u_0 > 0$, le facteur correctif est $[1 - 4u_0\ell_\star^2/(5P)]^{1/4}$ lorsque son argument est admissible. Aucun nombre en kelvins n'est fixé tant que $\ell_\star$ n'est pas déterminée indépendamment. Poser $\ell_\star = \ell_P$ serait une hypothèse supplémentaire ; choisir une échelle faible pour obtenir une température ou une épaisseur désirée serait un ajustement.

Ce que la seconde contrainte peut resserrer

Si la réduction spécifie le stock rationnel

$$\epsilon(e) = \frac{\kappa e}{e_{\text{cap}} - e}, \quad \kappa > 0, \quad 0 \leq e < e_{\text{cap}},$$

alors $\epsilon' = (\epsilon + \kappa)^2/(\kappa e_{\text{cap}})$. La première contrainte impose $\epsilon \leq A - u_0$ et donc, sur une branche existante,

$$\epsilon' \leq D_\epsilon = \frac{(A - u_0 + \kappa)^2}{\kappa e_{\text{cap}}}.$$

L'élimination de ϵ entre les deux contraintes donne

$$4XU' = 2P\mathcal{R} + 3\epsilon' - 3\rho_m - 4u_\gamma \leq 2A + 3D_\epsilon.$$

Comme $4XU'$ croît jusqu'à l'infini, cette inégalité impose $X \leq X_b < 1$, où $4X_bU'(X_b) = 2A + 3D_\epsilon$. Le maximum utilisable est alors $W(\min\{X_0, X_b\})$. Ce raffinement appartient à la loi rationnelle déclarée. Une autre énergie thermique ne l'hérite pas sans contrôle de sa dérivée.

PROGRAMME OUVERT — Ce que M-02 ne contient pas encore

Une température locale n'est pas une loi de transport. Il reste à fournir le transfert Q , l'entropie des secteurs non radiatifs, la production d'entropie de conversion et les conditions de frontière. s_γ est calculée ; une entropie complète de conversion ne l'est pas. Une action notée S ne doit pas être lue comme une entropie.

54

L'étoile : du redshift au bilan thermique

Utiliser Maria sans transformer une borne en équation d'état

La décision de travail est claire : l'énergie constitutive employée dans l'application thermique stellaire s'écrit $\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}}$. Elle ne se définit plus comme une somme de redshifts convertis en énergie de soutien. Le redshift reste une observable à calculer avec l'opérateur de propagation et les cadences d'émission et de réception.

La fonctionnelle globale et son domaine

Pour une réduction à un seul paramètre global de déformation, posons

$$V = \int_{\Omega} dV_g, \quad I = \int_{\Omega} N dV_g, \quad \bar{N} = I/V, \quad e = \ln(V/V_{\text{ref}}), \quad H_{\text{th}} = \varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}}(e)I. \quad (226)$$

À domaine matériel et V_{ref} fixés, la variation conforme locale $\delta g_{ij} = \omega g_{ij}$ donne

$$\frac{\delta H_{\text{th}}}{\delta N(x)} = \sqrt{g} \varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}}, \quad (227)$$

$$\frac{\delta H_{\text{th}}}{\delta \omega(x)} = \frac{3}{2} \sqrt{g} [N \varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}} + \bar{N} (\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}})']. \quad (228)$$

Ces identités prolongent la structure globale de CART. Elles ne définissent pas la fonction $\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}}(e)$. Si l'énergie dépend indépendamment de l'entropie ou de Θ , les variables thermodynamiques tenues fixes doivent être indiquées avant la variation. Il faut alors compléter la fonctionnelle ; une énergie libre et une énergie interne ne sont pas interchangeables.

La pression isotrope du secteur global réduit est

$$p_{\text{th}}(x) = -\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}} - (\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}})' \frac{\bar{N}}{N(x)}. \quad (229)$$

La moyenne $\bar{N}$ dépend de la solution et de son domaine ; elle n'est pas un bouton de raccordement. Une fonctionnelle locale $\int N\varepsilon(e(x))dV_g$ aurait une autre variation, même si les deux modèles coïncident sur un état homogène.

La contrainte thermique corrigée

Avec les mêmes hypothèses homogènes que M-02,

$$\boxed{\rho_m + 2u_\gamma - 2u_0 = 2\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}} + 3(\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}})' + 2U - 4XU'.} \quad (230)$$

Le terme $4XU'$ provient de la réponse d'Exclusion ; il ne doit pas disparaître lors du changement d'interprétation énergétique. Le thermomètre Maria contrôle la charge radiative admissible de cette réduction. Un profil stellaire complet demande en plus la géométrie, les équations mécaniques, l'équation d'état de la matière et le transport thermique.

Dans le secteur minimal global sans la variation forte de U , la structure de cadence est

$$D^2N = \mathcal{Q}_{\text{th}}N + \alpha_{\text{th}}(N - \bar{N}), \quad \alpha_{\text{th}} = \frac{3(\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}})'}{4P}. \quad (231)$$

Cette écriture ne constitue pas l'opérateur fort complet. Lorsque U dépend de $\mathcal{R}_{ij}\mathcal{R}^{ij}$, la variation spatiale engendre des dérivées et des termes de bord. La pression homogène (216) ne remplace pas ce tenseur variationnel dans une étoile inhomogène.

Un critère de signe qui conserve tous ses termes

Considérons seulement un test de raccord isotrope, avec matière extérieure sans pression propre et rayonnement de pression $u_\gamma/3$. Posons $\eta = \bar{N}/N_b$. Dans la branche où fond, stock thermique et énergie U occupent aussi l'intérieur avec les mêmes valeurs réduites, la densité totale intérieure et la pression de bord sont

$$u_C = u_E + u_0 + \varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}} + U, \quad (232)$$

$$p_b = \frac{u_\gamma}{3} - u_0 - \varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}} - (\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}})'\eta - U + \frac{4}{3}XU'. \quad (233)$$

La combinaison active $\Sigma_{\text{test}} = u_C + 3p_b$ devient, en utilisant (230),

$$\boxed{\Sigma_{\text{test}} = u_E - \rho_m - u_\gamma - 3(\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}})'(\eta - 1).} \quad (234)$$

L'annulation explicite des contributions U est une identité de ce test homogénéisé, avec cette occupation des secteurs. Elle ne prouve pas l'absence d'effet de l'Exclusion : U contraint les états admissibles et la solution géométrique. Si ces secteurs sont exclus de E , si leurs valeurs diffèrent au bord, ou si une couche porte des contraintes propres, cette formule ne s'applique plus telle quelle. Le signe d'une solution forte doit venir de son tenseur complet et de son raccordement.

Préserver les contraintes après ajout de U

Une mise à jour thermique ne peut pas ajouter U à GHC puis conserver HBR-1 inchangée. Pour une géométrie homogène fixe à un facteur d'échelle, $\dot{X} = -4HX$. Avec

$$\dot{\rho}_m = -3H\rho_m - s, \quad \dot{u}_\gamma = -4Hu_\gamma + s, \quad \dot{e} = 3H, \quad B(e) = 2\epsilon + 3\epsilon',$$

la dérivée de (218) impose

$$H [3B' + 8XU' + 16X^2U'' + 3\rho_m + 8u_\gamma] = s. \quad (235)$$

La dérivée de (217) s'annule alors par la contrainte conforme. Pour $U = 0$, on retrouve HBR–1. Cette extension demeure conditionnelle aux bilans écrits : s transfère ici matière vers rayonnement. Introduire un transfert supplémentaire vers le stock thermique modifie le calcul et exige ses termes opposés. La formule n'est pas une loi microscopique de conversion.

STATUT — Ce qui change pour l'étoile

La source énergétique active est formulée thermiquement. Maria apporte une borne constitutive dérivée, UC–1 fixe un rapport de coefficients, et la pression de courbure est corrigée. Les anciens résultats numériques de l'équation d'état jouet restent leurs propres résultats. Aucune nouvelle masse stellaire, température centrale ni stabilité radiale n'est déclarée calculée dans cette édition.

55

La paroi et les modes électromagnétiques

Calculer le gap et la diffusion sans postuler un canal d'émission

L'intuition de Pierre est conservée dans sa forme physique : la conversion vers E peut être imparfaite, et un résidu de $\mathcal{E}$ ou de matière peut survivre. Pour devenir prédictive, cette intuition doit être portée par des variables et une action. Une contrainte $J = 1$ imposée avant variation ne peut pas tenir lieu de cette construction. En revanche, l'imperfection d'une conversion n'autorise pas à elle seule la création d'un nouveau rayonnement.

Remplacer la saturation rigide par une réponse constitutive

La branche contrainte du chapitre 45 fournit bien $p_E = C_E/N - u_E$ après variation de son multiplicateur. Elle reste une référence. Le candidat compressible remplace ce bloc par

$$H_{E,\text{cand}} = \int NJ [u_E + U(X(J))] dV_{\text{ref}}. \quad (236)$$

Pour une homothétie isotrope seulement, $X = X_{\text{ref}} J^{-4/3}$. À u_E constant, la pression et le module de compression deviennent

$$p = -u_E - U + \frac{4}{3} X U', \quad (237)$$

$$K_{\text{comp}} \equiv -J \frac{dp}{dJ} = \frac{4}{9} X U' + \frac{16}{9} X^2 U'' > 0 \quad (0 < X < 1). \quad (238)$$

La pression diverge lorsque $X \rightarrow 1^-$. Un équilibre de pression finie reste donc sous la capacité dans cette réduction. Mais $U(1^-)$ est fini : une pente infinie n'est pas, à elle seule, une preuve dynamique de non-franchissement pour toute évolution. L'Exclusion conservatrice fournit une résistance, pas une viscosité. Elle ne calcule ni une fraction résiduelle ni une épaisseur de paroi sans solution spatiale.

L'identité de Noether de l'action pure E impose une densité uniforme dans son bulk statique réduit : elle écarte le profil lisse de densité dans cette réduction. Le calcul de raccord du chapitre 30 ferme alors la branche d'interface nette : la surface n'est pas une membrane de tension libre, mais une couche double de courbure portée par le saut du scalaire d'Exclusion $\phi = P f'(^3R)$. Cela ne dérive pas encore une paroi d'épaisseur finie. Le champ de phase, ses gradients et les secteurs de conversion ont été retirés de cette réduction ; une interface résolue demande donc encore les degrés de liberté de couche et leur action.

Le ratio de contrôle OCH-1 sous capacité

Dans le modèle de contrôle OCH-1, conservons l'extérieur réduit $X_{\text{ext}} = 6\ell_\star^4 (GM/c_\mathcal{E}^2)^2 / r^6$ et définissons la paroi par $X_{\text{ext}}(r_b) = X_\Sigma$. Alors

$$r_b^3 = \frac{\sqrt{6} \ell_\star^2 GM}{c_\mathcal{E}^2 \sqrt{X_\Sigma}}, \quad \rho_{\text{res}} = \frac{3\varepsilon_M c_\mathcal{E}^2 \sqrt{X_\Sigma}}{4\pi \sqrt{6} G \ell_\star^2}.$$

En conservant également le comptage volumique euclidien uniforme et la relation scalaire isotrope d'OCH-1, $\rho_{\text{res}} = \sqrt{3X_{\text{core}}}/(|\sigma|\ell_\star^2)$, on obtient

$$\varepsilon_M = \frac{4\pi\sqrt{2}G}{c_\mathbb{E}^2|\sigma|} \sqrt{\frac{X_{\text{core}}}{X_\Sigma}} = \frac{\sqrt{2}}{4} \sqrt{\frac{X_{\text{core}}}{X_\Sigma}} \quad (239)$$

sur la normalisation faible déclarée au chapitre 30. L'égalité des deux charges conserverait $\sqrt{2}/4$ même sous capacité ; cette égalité n'est pas dérivée. Cette formule garde les approximations volumique et scalaire d'OCH-1, et doit être réexaminée dans une géométrie de cœur résolue.

Le symbole ε_M est ici un ratio du modèle de contrôle. Il ne mesure pas une fraction physique déjà calculée de résidu $\mathbb{E}$ ou de matière dans le Cœur.

L'opérateur électromagnétique effectivement disponible

Le point de départ est l'action EM du chapitre 23, sans permittivité ajoutée. À décalage nul, écrivons $E_i = \partial_T A_i - \partial_i A_0$ et $b^i = \epsilon^{ijk} \partial_j A_k = \sqrt{g} B^i$. Définissons

$$K^{ij} = \frac{\sqrt{g} g^{ij}}{N c_\mathbb{E}^2}, \quad M_{ij} = \frac{N g_{ij}}{\sqrt{g}}. \quad (240)$$

Le secteur quadratique est $S_{EM} = \frac{1}{2} \int (EKE - bMb) dT d^3x$. Sa variation donne, avec la contrainte de Gauss,

$$\boxed{\mathcal{D}_\gamma A = \partial_T [K(\partial_T A - \nabla A_0)] + \text{curl}(M \text{curl} A) = 0}, \quad \partial_i (K^{ij} E_j) = 0. \quad (241)$$

Les degrés de jauge ne sont pas comptés comme des photons. Dans un milieu localement homogène, les deux polarisations physiques vérifient

$$\boxed{\omega_\lambda^2 = N^2 c_\mathbb{E}^2 g^{ij} k_i k_j}. \quad (242)$$

Il n'y a pas de dépendance directe en χ dans cette action. Une notation $\mathcal{D}_\gamma[\chi, X, N]$ n'est donc fermée qu'après détermination de la géométrie et de la cadence de la couche à partir de la mécanique. Le seul scalaire X ne détermine pas tout g_{ij} . Si le secteur E ne porte plus cet opérateur, ses conditions de transmission ou ses canaux internes doivent être dérivés ; on ne peut pas y prolonger Maxwell sans le déclarer.

Pour un fond statique sphérique $d\ell^2 = a_r^2 dr^2 + r^2 d\Omega^2$, $N > 0$, dans un domaine portant cette action, les modes transverses de multipôle $\ell \geq 1$ ont une réduction optique

$$\frac{ds}{dr} = \frac{a_r}{N}, \quad \left[-\frac{d^2}{ds^2} + \frac{N^2 \ell(\ell+1)}{r^2} \right] \psi_{\ell\lambda} = \frac{\omega^2}{c_\mathbb{E}^2} \psi_{\ell\lambda}. \quad (243)$$

Cette réduction sert à la diffusion sur un profil résolu. Elle ne prolonge pas automatiquement une branche statique de coordonnées à travers un seuil où ses hypothèses cessent de valoir.

Raccords électromagnétiques et identité de flux

Les excitations canoniques associées à l'action sont

$$D^i = K^{ij} E_j, \quad H_i = M_{ij} b^j. \quad (244)$$

Si la même action EM existe des deux côtés d'une interface sans charge ni courant surfacique ajoutés, la variation impose les raccords usuels

$$\mathbf{n} \times [E] = 0, \quad \mathbf{n} \times [H] = 0, \quad \mathbf{n} \cdot [D] = 0, \quad \mathbf{n} \cdot [b] = 0. \quad (245)$$

Ils ne peuvent pas être appliqués à un côté E dont le secteur EM aurait été exclu : cette branche exige alors sa propre condition auto-adjointe ou ses degrés internes.

Les deux tenseurs principaux vérifient l'identité

$$\boxed{c_{\mathcal{E}}^2 K^{ij} = (M^{-1})^{ij}}. \quad (246)$$

Elle exprime l'appariement relatif des réponses électrique et magnétique fourni par l'unique métrique optique. Pour un saut local isotrope portant la même action, elle conduit à l'appariement d'impédance à incidence normale. Elle n'annule pas en général la diffusion oblique, multipolaire ou anisotrope d'une couche courbe.

Sur un fond indépendant de T , l'opérateur est stationnaire et conserve la fréquence globale ω . Une inhomogénéité statique peut redistribuer un mode incident entre réflexion et transmission ; elle ne produit pas, à elle seule, un mélange paramétrique de fréquences positives et négatives. Une paroi mobile ou un effondrement est un autre problème : le silence du diffuseur statique ne constitue pas un théorème de silence dynamique.

Première sortie : l'excès de modes et le potentiel effectif

Une fois la couche et les références bulk fixées, on compare les densités de modes physiques :

$$\Delta\rho_\gamma(\omega) = \rho_{\text{couche}}(\omega) - \rho_{\text{bulk,ref}}(\omega).$$

Les volumes de référence, la position de la surface de séparation et les conditions aux bords doivent être identiques dans cette soustraction. La quantité obtenue peut avoir les deux signes ; elle n'est pas une densité de photons émis.

Dans une convention thermique commune de fréquence et de température,

$$\tau_\gamma^{\text{th}}(\Theta) = \frac{k_B \Theta}{A_\Sigma} \int_0^\infty d\omega \Delta\rho_\gamma(\omega) \ln(1 - e^{-\hbar\omega/(k_B \Theta)}), \quad (247)$$

$$s_{\Sigma,\gamma} = -\frac{\partial \tau_\gamma^{\text{th}}}{\partial \Theta}. \quad (248)$$

L'énergie de point zéro, si elle est incluse, demande une régularisation et des conditions de renormalisation explicites. La formule ci-dessus est la partie thermique. Sur un fond statique en équilibre, des fréquences rapportées au temps T utilisent la température conjuguée Θ_T ; les températures locales vérifient $N\Theta_{\text{loc}} = \Theta_T$. Mélanger fréquence globale et température locale donnerait un faux excès. La dérivée thermodynamique précise également si la géométrie est fixée ou relaxée à l'équilibre.

Le gap exige la seconde variation de l'énergie libre effective de phase, pas seulement une tension de surface positive. Si une approximation locale est justifiée,

$$\mathcal{F}_{\text{eff}} = \int dV_g \left[\frac{\kappa_{\chi,\text{eff}}}{2} |D\chi|^2 + V_{\text{eff}}(\chi, \Theta) \right], \quad m_\Sigma^2 = V_{\text{eff}}''(\chi_{\text{bulk}}), \quad k_\Sigma^2 = \frac{m_\Sigma^2}{\kappa_{\chi,\text{eff}}}.$$

En général, l'intégration des modes donne un noyau non local : c'est son spectre, avec celui du secteur mécanique, qui doit être examiné. Une tension intégrée τ_γ ne détermine pas seule la courbure locale.

Le test fort : $B_\Sigma^{\text{bare}} = 0$

La convention du solveur candidat reste $\chi = 0$ côté $\mathcal{A}$ et $\chi = 1$ côté E , avec

$$q(\chi) = 10\chi^3 - 15\chi^4 + 6\chi^5, \quad h = 1 - q.$$

Dans son potentiel réduit,

$$U_{\text{rel}} = u_*[hF(X) + qF(X_\Sigma)] + B_\Sigma\chi^2(1 - \chi)^2,$$

q' et q'' s'annulent aux deux extrémités. Le couplage bulk $f_\gamma = -ha_R\Theta^4/3$ a donc une courbure nulle en χ à ces extrémités, à X et Θ fixés. Il peut modifier la coexistence ; il ne crée pas le terme quadratique manquant.

Dans la réduction considérée, la contribution quadratique explicite donne

$$k_\Sigma^2 = \frac{2B_\Sigma}{\kappa_\chi}, \quad \ell_\Sigma = \sqrt{\frac{\kappa_\chi}{2B_\Sigma}}.$$

Une séparatrice a été trouvée même à $B_\Sigma = 0$, avec une queue algébrique dans cette branche candidate. Cela distingue existence de la transition et localisation exponentielle. Le solveur avait utilisé un bloc E sur solution et une projection extérieure : ce n'est pas une solution globale RM du problème aux limites.

Au point $X = X_\Sigma$, une coexistence candidate $p_\gamma = p_E > 0$ donne $\Theta_\Sigma = (3p_E/a_R)^{1/4}$. Le saut d'entropie radiative bulk peut alors contribuer à une chaleur latente. Il ne calcule pas l'excès propre de la couche et ne dérive pas son gap.

Le test suivant est fixé : poser $B_\Sigma^{\text{bare}} = 0$, calculer la réponse EM de la couche et demander si la seconde variation effective produit $m_\Sigma^2 > 0$. Si oui, le gap est engendré dans cette microphysique, sous ses prescriptions de renormalisation. Sinon, B_Σ reste une donnée constitutive indépendante à dériver ailleurs. Il ne sera pas réglé pour obtenir une épaisseur.

Seconde sortie : diffusion, transmission et absorption éventuelle

Sur une couche statique résolue, les amplitudes issues de (241) donnent des coefficients *normalisés en flux*. Si l'opérateur est réel, conservatif et fermé sur les seuls canaux EM élastiques, alors

$$\boxed{R_\lambda(\omega) + T_\lambda(\omega) = 1, \quad A_\lambda(\omega) = 0.} \quad (249)$$

La couche peut donc réfléchir ou transmettre un mode incident ; elle ne l'absorbe pas et ne crée pas de photons par simple inhomogénéité géométrique.

Une absorption effective n'existe que si l'action contient un canal receveur. Si une loi universelle de conversion $EM \rightarrow \mathcal{A}$ est ultérieurement dérivée et couplée à la couche, la conservation sur l'ensemble des secteurs prendra la forme

$$\boxed{R_\lambda + T_\lambda + A_\lambda = 1, \quad A_\lambda \geq 0.} \quad (250)$$

A_λ mesurera alors un transfert vers un degré de liberté identifié ; il ne sera ni une perte non conservative ni une émission. Réciproquement, aucun terme admis ici ne réalise une conversion $\mathcal{A} \rightarrow EM$, $E \rightarrow EM$ ou mécanique $\rightarrow EM$. Un flux radiatif spontané positif ne peut donc pas être ajouté au résultat.

Le bilan de frontière déjà disponible,

$$\mathcal{P}_\gamma + \mathcal{P}_{\text{mec,in}} = \Gamma_{\partial\mu_{\text{add}}^{(T)}} + \dot{E}_\Sigma + \mathcal{P}_{\text{out}}, \quad (251)$$

reste une identité de comptabilité. Il autorise $\mathcal{P}_{\text{out}} = 0$ et ne fabrique aucun mécanisme. Lorsqu'un champ incident existe, $\mathcal{P}_{\text{out}}$ peut contenir l'énergie réfléchie ou transmise ; cela ne constitue pas une création radiative par la paroi.

STATUT — Le seuil optique demeure un problème séparé

L'identité thermique de Hawking au seuil optique R_S , exposée au chapitre 31, n'est ni dérivée ni abolie par ce calcul de couche mécanique. L'ancienne identification de Hawking à une chaleur latente de la transition reste retirée. La paroi ne reçoit ici aucun nom de rayonnement propre, puisqu'aucun canal d'émission correspondant n'est présent dans l'action.

La fermeture qu'il reste à obtenir

La suite du travail doit résoudre, avec la même action et les mêmes données de bord, la géométrie de la couche, sa réponse constitutive et l'opérateur des modes. L'opérateur EM conserve deux tâches légitimes : calculer la correction spectrale statique susceptible de contribuer au potentiel effectif, puis calculer la diffusion — et l'absorption seulement si un canal receveur est dérivé — de modes déjà présents. Ces deux tâches ne présupposent aucun rayonnement nouveau.

Aucune charge nucléaire $U(1)_A$ n'est transférée au Black Core. Aucune échelle faible n'ajuste ℓ_Σ . Une éventuelle comparaison d'échelles ne viendra qu'après une dérivation indépendante.

RÉSULTAT FORMEL — Bilan révisé de l'audit du 21 septembre

L'Exclusion fournit une réponse compressible positive dans le test isotrope. L'action EM fournit un opérateur et sa dispersion sur un fond spécifié. Le couplage radiatif bulk quintique ne crée pas le gap. Le profil de paroi, son excès spectral et le test radiatif de m_Σ^2 restent à calculer dans un vrai problème couplé, avec $B_\Sigma^{\text{bare}} = 0$ comme test fort. Les candidats de rayonnement propre à la paroi sont retirés : ils introduisaient une prérogative de conversion absente de l'action. La « clôture conditionnelle » demeure un programme de calcul, non une démonstration achevée.

PARTIE XI

LA CONSTITUTION

Ce que le traité n'a pas le droit de réécrire silencieusement



Cette dernière partie reprend le corps constitutionnel actif de Pillar IV v7.2.0 dans la langue du Livre V et préserve ses réceptions techniques datées. La réception du Livre V v10.0.0 enregistre en plus, hors de l'autorité autonome de Pillar IV, que la note ultérieure de fermeture du bulk Version 5 remplace HCR-1 provisoire pour le mode zéro homogène et que la note indépendante sur l'Interaction d'exclusion fixe l'énoncé canonique EI-1. Cela ne modifie pas rétroactivement le PDF autonome de Pillar IV.

STATUT — Actualisation du registre, hors modification des principes

Le corps constitutionnel ci-dessous demeure celui de Pillar IV v7.2.0. Ses registres datés sont des états antérieurs. Pour HBR-BOUNDARY, CART-RAD, E-SIGN, MARIA et RETOUR, les chapitres 43-52 constituent la réception du 18 septembre : identités mécaniques dérivées sous hypothèses, lois constitutives et solution globale encore ouvertes. Les chapitres 28 bis, 45 et 53-55 portent séparément la réception du 21-22 septembre : capacité cinétique, audit canonique local de P-CIN, borne réduite du secteur E , M-02/UC-1, énergie thermique et audit de paroi. La mention historique A22 de ε_z ci-dessous reste celle de Pillar IV ; le nouveau travail thermique emploie $\varepsilon_{\mathcal{E}}^{\text{th}}$ conformément au chapitre 54. Aucun principe de transition ni clause résiduelle n'est modifié silencieusement. La v11.4.0 remplace uniquement le repère MARIA de cette réception par les trois volumes du chapitre 50 ; les mentions anciennes du nombre nommé restent historiques. Le thermomètre Maria M-02 est inchangé.

STATUT — Lecture des registres datés

Le registre actif du chapitre 38 et la réception P-CIN des chapitres 28 bis-28 ter fixent les statuts de la présente v11.4.0. Les registres constitutionnels reproduits ci-dessous restent datés ; ils ne remplacent pas cette réception et ne ferment ni P-CIN-FIELD, ni P-CIN-OBS, ni ELL-CALIB.

Dénominations officielles et règle de discipline

Dénominations (arbitrages A2 et A13, clos).

- **RM — Relativity of Matter** désigne l'architecture théorique complète (arbitrage A13) ;
- **état $\mathcal{A}$** désigne le continuum physique relationnel de l'Univers manifesté. L'ancienne dénomination historique du continuum est retirée de tout travail nouveau ; elle ne subsiste que dans les archives datées ;
- **Silentium** désigne exclusivement la limite idéale extérieure au domaine manifesté. Il n'est ni le nom de l'état $\mathcal{A}$, ni le nom du modèle, ni une région physique de l'Univers ;
- **Fondation** désigne la présente Constitution ;
- **TRD — Thermodynamique du Continuum** désigne le cadre théorique de référence ;
- **Fondation/TRD** désigne l'ensemble normatif (Constitution, Constitution d'analyse, lois, postulats et définitions canoniques).

Note terminologique.

La majuscule « Principes Absolus » est réservée au niveau constitutionnel PA-00 à PA-10 (Titre I). Les cinq principes de la V5, anciennement « cinq principes absolus », portent les sigles **P.I à P.V** et le nom de *principes physiques structurants* (Titre IV).

Règle de discipline (domaine d'application).

Un principe physique du Titre IV doit produire une équation, une conséquence observable et un test possible. Cette règle demeure entière et souveraine sur le Titre IV.

Les Titres I à III sont de nature ontologique ou postulatoire : leur fonction est de définir le domaine des états admissibles, les lois de structure et les bases de travail. Un Principe Absolu constitutionnel peut fixer le domaine d'admissibilité du réel sans constituer lui-même une équation dynamique ; il doit néanmoins produire des contraintes précises sur les états autorisés ou interdits, les mécanismes admissibles, les solutions acceptables et les conséquences logiques du cadre.

La testabilité demeure souveraine (Axiome XI). La confrontation au réel demeure souveraine.

Principes Absolus (PA-00 à PA-11)

Le niveau suprême du référentiel normatif de RM. Aucune loi, aucun postulat, aucune définition, aucune hypothèse, aucun mécanisme et aucune équation ne peut les contredire ou les réécrire silencieusement. Toute remise en cause d'un Principe Absolu doit être explicitement annoncée, justifiée par un raisonnement interne, confrontée à ses conséquences puis aux observations, et soumise à l'accord explicite de l'auteur. Une contradiction avec une théorie extérieure ne constitue jamais, à elle seule, une invalidation d'un Principe Absolu.

PA-00 — Domaine et autorité. *Les Principes Absolus constituent le niveau supérieur de Fondation/TRD. Rien ne les modifie implicitement.*

PA-01 — Interdiction des états parfaits accomplis. *Aucun état réel manifesté n'atteint la perfection absolue. Sont interdits comme états physiques accomplis : la singularité parfaite ; le vide absolu ; la symétrie parfaite ; l'équilibre absolu ; l'immobilité parfaite ; la compression infinie ; l'effacement total de l'information ; l'état final parfaitement clos. Ces objets demeurent des limites idéales.*

*PA-01 fixe un **domaine d'admissibilité**, au sens exprès de la Règle de discipline : un Principe Absolu constitutionnel peut fixer le domaine d'admissibilité du réel sans constituer lui-même une équation dynamique. Il n'énonce **aucune loi causale universelle**.*

Clause résiduelle de transition (non universelle). *Au-delà de la persistance minimale de l'information régie séparément par LF-05, un état réel peut conserver une **trace dynamique autonome** : gradient, tension, variable mémorielle du continuum ou potentiel d'évolution. L'existence d'une telle trace dynamique est une **piste architecturale**, non une loi : elle ne s'applique pas nécessairement à toute transition. Le rang de « Première Loi de l'Exception Universelle » est retiré par l'arbitrage A15 ; le « résidu-stock » demeure retiré depuis A12.*

PA-02 — Temps universel ouvert. *Le temps est une coordonnée universelle ouverte, non géométrique, sans mémoire et sans énergie, $t \in (-\infty, +\infty)$. Il ordonne la direction des transformations énergétiques irréversibles sans être produit par elles.*

PA-03 — Statut de Silentium. *Silentium est une limite idéale et une référence conceptuelle extérieure à l'Univers manifesté dans l'état $\mathcal{A}$. Aucune loi propre à notre Univers n'existe dans Silentium. PA-01 ne s'y applique pas : Silentium n'est pas un état réel manifesté et se situe hors de son domaine d'admissibilité.*

PA-04 — Existence et nécessité transmissive de l'état $\mathcal{A}$. *L'état $\mathcal{A}$ existe comme état fondamental et continuum physique de l'Univers manifesté. Sans l'état $\mathcal{A}$, ni la lumière ni les manifestations gravitationnelles ne peuvent se transmettre.*

PA-05 — Transition fondatrice du rayonnement. *Le changement du rayonnement électromagnétique vers l'état $\mathcal{A}$ est validé : $EM \rightarrow \mathcal{A}$. Cette transition modifie et énergise le continuum ; elle constitue la propriété de frontière entre l'absence de structure transmissive de Silentium et l'état énergisé du continuum, dont l'existence ontologique relève de PA-04.*

PA-06 — Cohésion maximale et limite de E . E représente l'état de cohésion maximale. Il possède une limite densitaire fondamentale et infranchissable, qui interdit la singularité parfaite, la compression infinie et l'effacement absolu de l'information.

PA-07 — Transition d'Ignition. Le changement d'état de E en matière par Ignition dans le Noyau Cosmique est validé : $E \xrightarrow[\text{Noyau Cosmique}]{\text{Ignition}} m$. Cette transition est distincte de la transition $EM \rightarrow \mathcal{E}$.

PA-08 — Gravité fondamentale. La gravité est fondamentale et hors exception dans l'Univers manifesté. Rien de réel n'est hors gravité. L'état $\mathcal{E}$ ne crée pas la gravité ; il rend possibles sa transmission, ses gradients structurés et ses manifestations observables.

PA-09 — Production globale et expansion. La conversion $EM \rightarrow \mathcal{E}$ alimente l'état global du continuum. L'expansion n'est pas posée comme un axiome autonome : elle doit émerger d'une loi de production et de bilan global reliant cette alimentation au mode homogène $H(T)$. Le secteur local $k \neq 0$ ne fournit pas cette loi. Verrou : $Q_{EM \rightarrow \mathcal{E}}$, le tenseur énergie-contrainte effectif du secteur global et $H(T)$ doivent être dérivés indépendamment ; aucune fonction ne peut être sélectionnée uniquement pour reproduire à l'avance une histoire cosmologique extérieure.

PA-10 — Domaines de stabilité et transitions critiques. Tout état énergétique réel possède un domaine de stabilité. Une frontière critique peut ouvrir un changement de canal ou d'état ; le cas $E \xrightarrow[\text{Noyau Cosmique}]{\text{Ignition}} m$ demeure constitutionnellement validé. Les passages impliquant $m \rightarrow E$ ou $\mathcal{E} \rightarrow E$ ne valent que dans les secteurs où une action ou une loi de phase les dérive explicitement : ils ne peuvent jamais être invoqués pour attribuer à $\mathcal{E}$ la cohésion nucléaire ordinaire de la matière. Aucune transition réelle n'est parfaitement homogène, totale ou dépourvue de trace. La bifurcation symétrique $E \rightarrow \{m, \mathcal{E}\}$ comme processus unique est interdite sans amendement explicite.

PA-11 — Séparation des prérogatives de la matière et de l'état $\mathcal{E}$. La cohésion nucléaire, la structure interne, l'énergie interne, les charges et les transitions propres à la matière appartiennent à m . L'état $\mathcal{E}$ transmet, relie, porte des gradients, module des cadences et manifeste l'empreinte extérieure ; il ne fabrique pas la matière et ne remplace pas son interaction propre. Une interface avec $\mathcal{E}$ peut conditionner un passage sans usurper les prérogatives du secteur matériel.

Lois Fondamentales (LF-00 à LF-09)

Chaque loi de ce titre relève de LF-00 : la loi ne reçoit aucune exception ; ses manifestations en reçoivent toujours.

LF-00 — Non-exception des lois fondamentales. Une loi fondamentale ne reçoit jamais d'exception. L'exception s'applique aux états, aux transitions, aux manifestations et aux formes réelles, jamais à la loi elle-même. Une loi fondamentale peut engendrer des formes imparfaites, asymétriques ou variables, sans devenir elle-même imparfaite.

LF-01 — Gravité fondamentale. La gravité est une loi fondamentale hors exception. Rien de réel n'est hors gravité. L'intensité, la forme, la direction, la distribution ou la manifestation locale peuvent varier ; la loi gravitationnelle elle-même ne s'annule jamais.

Clause de manifestation. Avec l'état $\mathcal{A}$ apparaissent les manifestations structurées de la gravité : gradients transmissibles, formes observables, lentilles, dynamique des halos. Ce qui « naît » avec le continuum, ce sont les manifestations transmises de la gravité, jamais la loi.

LF-02 — Temps ouvert. Le temps est une droite ouverte, $t \in (-\infty; +\infty)$. Il ne boucle pas, ne s'annule pas et ne se clôt pas dans un état final parfait.

Clause de manifestation. Le temps n'a ni épaisseur, ni mémoire, ni énergie ; il n'est ni un contenant géométrique, ni un milieu, ni une énergie. La mémoire ne produit pas le temps : elle produit l'histoire observable et l'orientation des transformations au sein du temps ouvert. Les horloges comptent la cadence locale des phénomènes physiques (FCPL), jamais le temps.

LF-03 — Existence et fonction transmissive de l'état $\mathcal{A}$. L'état $\mathcal{A}$ existe comme état fondamental et continuum physique. Il constitue, dans le cadre RM, la condition de transmission de la lumière, des manifestations gravitationnelles, des gradients énergétiques, de l'information et des dynamiques structurées. Il peut transporter de l'information et des corrélations ; l'existence d'une variable mémorielle autonome du continuum demeure une question ouverte.

Clause de manifestation. L'existence du continuum est une loi de structure ; ses états locaux (densité, gradients, corrélations) appartiennent au domaine d'admissibilité défini par PA-01 et aux lois de transition de PA-10 et LF-09.

LF-04 — Non-perfection des états réels. Aucun état réel manifesté n'atteint la perfection absolue. LF-04 est l'expression en loi fondamentale de l'interdiction posée par PA-01 (arbitrage A15). Elle ne reprend pas la Clause résiduelle de transition, qui n'est pas universelle.

LF-05 — Persistance minimale de l'information. *Aucune transformation réelle n'efface totalement mémoire, information ou asymétrie. Une trace minimale subsiste toujours. Cet énoncé n'implique pas encore l'existence d'une variable autonome de mémoire du continuum $\mathcal{M}_{\mathcal{E}}$.*

Clause de manifestation. Cette loi ne produit pas le temps ouvert, qui relève indépendamment de LF-02. Elle interdit seulement l'effacement physique parfait et autorise la persistance d'information, de corrélations ou d'asymétries dans les états résultants. Toute variable autonome de mémoire du continuum reste à dériver.

LF-06 — Non-réalisation de la perfection absolue. *La singularité parfaite, le vide absolu, la symétrie parfaite, l'équilibre absolu et l'immobilité parfaite sont des limites idéales, non des états physiques atteints.*

LF-07 — Gradient dynamique. *Dans une manifestation dynamique, l'écart local à l'équilibre ou l'approche d'une limite de stabilité se traduit par un gradient, une tension ou un potentiel d'évolution. Le gradient caractérise l'état hors équilibre ; lorsque la capacité correspondante est saturée, LF-09 impose le changement de canal, de variable ou d'état.*

Clause de manifestation. LF-07 articule au Titre IV le **domaine d'admissibilité** délimité par PA-01, les domaines de stabilité de PA-10 et le mécanisme d'exclusion de LF-09 ; P.IV ($P \rightarrow H(z)$, PA-09) en constitue l'expression cosmologique quantitative.

Ce sont les limites du continuum qui transforment le domaine délimité en source de dynamique. Un domaine d'admissibilité interdit des états ; il n'en produit pas. C'est l'approche d'une limite qui produit la dynamique, en contraignant l'énergie à changer de canal — mécanisme énoncé par LF-09. Le pont ne passe donc plus par une loi causale universelle de l'Exception (arbitrage A15) mais par l'Interaction d'exclusion (arbitrages A16 et A19).

LF-08 — Limite densitaire de E . *E possède une limite densitaire fondamentale, infranchissable et hors exception, notée $\rho_{E\text{-lim}}$. Elle interdit la singularité parfaite et la compression infinie. Les Black Cores constituent, dans RM, la branche candidate de manifestation de l'approche de cette limite.*

Clause de manifestation. Aucun Black Core réel n'atteint $\rho_{E\text{-lim}}$: l'approche de la limite est réelle ; la limite elle-même est hors exception et hors atteinte.

LF-09 — Interaction d'exclusion. *Lorsqu'un degré physique ou constitutif approche la capacité maximale admissible dans son état, poursuivre l'évolution dans le même canal devient progressivement inadmissible. L'énergie, la contrainte et l'information ne disparaissent pas et ne franchissent pas la limite interdite : elles doivent **se redistribuer, changer de canal, changer de variable ou changer d'état**. La limite n'est jamais « réparée » en autorisant la direction interdite à continuer.*

Clause de manifestation. LF-09 est la loi structurelle dont LF-08 est le cas densitaire : LF-08 affirme que la limite de densité de E est infranchissable ; LF-09 énonce la réponse générique lorsqu'un canal constitutif se ferme. Dans la géométrie forte actuelle, la manifestation pertinente est l'*exclusion géométrique* : une charge supplémentaire rencontre une réponse constitutive de plus en plus rigide. Les autres secteurs peuvent réaliser LF-09 autrement et doivent dériver leur propre changement de canal.

Clause de nom et de portée. « Interaction d'exclusion » est le nom canonique RM de LF-09. Elle est sans rapport avec le principe d'exclusion de Pauli, n'est pas une cinquième force et n'introduit par elle-même aucun nouveau coefficient ajusté. Les dénominations antérieures relèvent désormais des archives datées et ne sont plus actives dans le Livre V.

Clause de non-import. Toute réalisation quantitative de LF-09 demeure **hors Constitution**. Les anciens ansatz comme PS-0 et les candidats non linéaires actuels comme CNL-BI1 doivent gagner leur statut dans les Pillars techniques. LF-09 ne fixe ni leur forme fonctionnelle ni un coefficient numérique.

Postulats actifs

Bases de travail du cadre interne. Un postulat peut être abandonné par amendement explicite ; il ne devient pas une loi parce qu'il est utile, et il ne devient pas un résultat parce qu'une branche technique le reproduit.

P-01 — Cadre interne. La TRD (Thermodynamique du Continuum) est le cadre interne de référence de Fondation/TRD.

P-02 — Transition radiative. La transition $EM \rightarrow \mathcal{E}$ est validée comme principe de transition interne. Sa loi microscopique, sa source globale et son couplage au secteur cosmologique doivent être dérivés indépendamment ; aucun ancien paramétrage de type de Sitter ou w_{eff} n'est constitutionnalisé.

P-03 — État E. E représente l'état de cohésion maximale. Il n'est ni une particule, ni un champ classique, ni un fluide ordinaire, ni un état final parfait.

P-04 — Ignition cosmique. Le changement d'état $E \rightarrow m$ par Ignition dans le Noyau Cosmique est validé. Il est distinct de $EM \rightarrow \mathcal{E}$ et ne doit jamais être représenté comme l'autre branche d'une bifurcation symétrique unique.

P-05 — Existence de l'état $\mathcal{E}$. L'état $\mathcal{E}$ existe dans le cadre interne comme continuum physique relationnel de l'Univers manifesté.

P-06 — Temps ouvert. Le temps est une droite universelle ouverte ; les horloges mesurent la cadence de processus physiques, non une déformation du temps lui-même.

P-07 — Pure Cadence Principle (PCP). Le champ de cadence N est un convertisseur universel de cadence locale relativement au temps T , non un réservoir énergétique local autonome. Au niveau local à deux dérivées, PCP fixe conditionnellement la dépendance de cadence de la branche CNL-2D. Si l'audit microscopique, l'algèbre des contraintes ou l'observation exige un terme interdit par PCP, le postulat est rouvert ou rejeté ; il n'est pas réparé par ajustement.

Réception constitutionnelle des résultats de Pillar II.

Les anciens postulats tensoriels P-07 à P-09 de l'édition d'août 2026 sont **retirés du registre actif**. Leur rôle historique était d'imposer la réduction à deux modes. Pillar II v4.5.0 a remplacé cette fermeture imposée par une chaîne de contraintes explicitement calculée : CLG-1 donne six contraintes de première classe et dix de seconde classe au niveau quadratique ; N- $\mathcal{E}$ -06 retrouve conditionnellement le même comptage sur la branche locale elliptique régulière. Le résultat $N_{\text{grav}} = 2$ est donc un *résultat technique conditionnel*, non un postulat constitutionnel. D- $\mathcal{E}$ -04A est fermé conditionnellement ; D- $\mathcal{E}$ -04M demeure ouvert pour les secteurs microscopiques de matière susceptibles de modifier la structure canonique.

Étiquetage et jauge.

La Constitution maintient la distinction : *l'état $\mathcal{A}$ est physique ; ses étiquettes ne le sont pas*. La réalisation technique complète de cette distinction dans tous les secteurs reste associée à la dette conceptuelle D- $\mathcal{A}$ -02 ; Pillar IV n'en transforme pas la résolution en théorème par décret.

Réception constitutionnelle de la longueur constitutive et du pli stellaire.

Pillar II v4.5.0 porte un candidat fort non linéaire dans lequel la géométrie possède une longueur constitutive $\ell_\star$ qui entre dans l'action avant toute équation d'état de matière. En notation spatiale complète,

$$X_{\mathcal{R}} = \ell_\star^4 \mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij}, \quad (252)$$

et, dans la réduction sphérique N-EMPR,

$$X_{\mathcal{R}} = \ell_\star^4 (a^2 + 2b^2). \quad (253)$$

La Constitution reçoit cette longueur comme échelle constitutive technique de la branche actuelle ; elle ne lui attribue aucune valeur astrophysique dérivée par décret.

La séquence v28 gelée, construite avec l'équation d'état jouet annoncée et les coefficients réduits gelés, contient deux solutions hydrostatiques au même $p_c = 0.5028$ et un pli local près de

$$X_{c,\star} = 0.9052492489, \quad \varepsilon_{c,\star} = 1.2120324954. \quad (254)$$

Le dernier point accepté de v28 à $X_c = 0.9715$ conserve $f_{\min} > 0$. La Constitution reçoit ces faits comme résultats numériques conditionnels sous l'autorité de Pillar II. Elle ne les convertit ni en prédiction d'étoile à neutrons, ni en masse maximale, ni en démonstration d'un Black Core.

Le protocole CA-1 est maintenant reçu comme interface de certification dont le critère d'existence de branche est satisfait au point test $p_c = 0.5028$. Le tir DOP853 et la collocation à deux domaines convergent sur la même solution régulière $Q_c < 0$, avec $R \simeq 2.0884976$, $M \simeq 0.8468571$ et un franchissement intérieur lisse de $Q = 0$. L'ancienne valeur globale v28 reste dans l'archive datée. CA-1 n'est donc plus une dette de reproduction de la branche ; ses diagnostics de surface, d'extérieur et de résidus demeurent la norme de publication des futurs calculs. La continuation de laboratoire post-v28 au-delà de $X_c = 0.9715$ n'est pas constitutionnalisée par cette fermeture.

Principes physiques structurants (P.I à P.V)

Les cinq principes de la V5 sont conservés dans leur texte et leur ordre, sous les sigles P.I à P.V. Ils sont les premières expressions quantitatives du fondement ontologique ; leurs contenus sont portés au niveau constitutionnel par PA-02, PA-04, PA-05, PA-09 et PA-10 ; le présent titre demeure la couche où ces contenus portent la charge de la preuve, sous la règle de discipline.

P.I — Le temps.

Le temps n'est pas une grandeur physique ; il est une coordonnée universelle ouverte, sans épaisseur, sans mémoire, sans énergie ; les horloges comptent la cadence des phénomènes physiques, jamais le temps. Expression physique de LF-02 et PA-02 ; le FCPL en demeure la traduction opérationnelle.

P.II — Le continuum.

Le continuum existe physiquement ; la géométrie observée est un effet de l'état du milieu, non le milieu lui-même. Expression physique de LF-03 et PA-04 ; sa charge de test est portée par P.III et P.IV.

P.III — La conversion fondatrice.

$EM \rightarrow \mathcal{A}E$ est une transition fondamentale du cadre interne. Sa portée scientifique externe dépend d'une dérivation microscopique et d'observables discriminantes. Une branche qui exige cette transition et échoue à la produire est rejetée ; aucune fonction de transfert n'est protégée par la Constitution.

P.IV — Production globale et expansion.

La conversion radiative alimente l'état global du continuum ; la loi cosmologique doit relier cette production de frontière au mode homogène $H(T)$. Le secteur local $k \neq 0$ ne détermine pas $H(T)$. Tant que la loi de production globale et son tenseur énergie-contrainte ne sont pas dérivés indépendamment des données cosmologiques, l'histoire d'expansion reste un programme ouvert et tout ajustement numérique demeure un test de viabilité, non une prédiction fondamentale.

P.V — Les changements d'état.

Tous les états possèdent un domaine de stabilité. LF-09, sous le nom canonique d'Interaction d'exclusion, autorise un changement de canal, de variable ou d'état ; PA-10 interdit d'en déduire automatiquement une transition particulière sans action de phase. $E \rightarrow m$ par Ignition demeure validé dans le Noyau Cosmique. Les transitions $m \rightarrow E$ ou $\mathcal{A}E \rightarrow E$ doivent être dérivées secteur par secteur et ne peuvent jamais servir à réattribuer à $\mathcal{A}E$ la cohésion interne de m .

Chaînes causales, relativité générale et hypothèses auxiliaires

Les deux chaînes, strictement séparées

Niveau constitutionnel (ontologique).

*PA-01 : états parfaits interdits $\longrightarrow$ PA-10 : domaines de stabilité
 $\longrightarrow$ LF-09 : Interaction d'exclusion
 $\longrightarrow$ changement de canal / état.*

Niveau cosmologique (phénoménologique).

*$E \rightarrow$ Ignition / matière (Noyau Cosmique) $\rightarrow$ rayonnement $\rightarrow$ état $\mathcal{A}$
 $\rightarrow$ gradients structurés $\rightarrow$ manifestations gravitationnelles.*

Ni la gravité ni le temps ne figurent comme maillons produits : la gravité est une loi (LF-01, PA-08) dont la chaîne produit les manifestations ; le temps est la coordonnée (LF-02, PA-02) dans laquelle la chaîne se déroule. L'ancienne chaîne *Exception $\rightarrow$ Ignition $\rightarrow$ ancienne dénomination du continuum $\rightarrow$ Gravité $\rightarrow$ Mémoire $\rightarrow$ Temps* est définitivement abrogée, dans la Constitution comme dans tous les Livres.

Statut de la relativité générale

La relativité générale demeure le langage macroscopique expérimentalement couronné de succès auquel toute branche RM pertinente doit se confronter dans son domaine testé. RM ne conteste pas que l'espace-temps quadridimensionnel soit une représentation extraordinairement efficace ; elle conteste qu'il doive devenir l'ontologie physique finale du temps. RM adopte un domaine physique manifesté tridimensionnel évoluant le long de la droite ouverte T et cherche à reconstruire les manifestations gravitationnelles à partir de l'état relationnel du continuum. Le secteur local de Pillar II reproduit conditionnellement la limite de Poisson et le quadruplet PPN (1, 1, 0, 0) sur la branche sélectionnée ; cela ne constitue pas une preuve de la théorie complète. Le mode homogène $H(T)$ n'est **pas** dérivé par les équations locales actuelles et reste assigné au secteur indépendant de production globale. Toute comparaison extérieure demeure non normative pour la Constitution, mais souveraine pour l'évaluation scientifique.

STATUT — Réception v9 — formulation constitutionnelle datée

La phrase précédente enregistre l'état de Pillar IV v7.2.0 et est conservée ici comme histoire constitutionnelle. L'audit ultérieur Version 5 du bulk homogène dérive le taux du bulk profond H par HBR-1 à partir des contraintes survivantes du mode zéro ; ce qui reste ouvert est la contribution distincte de frontière g_{∂} ainsi que le relèvement perturbatif et observationnel. Le Livre V v10.0.0 enregistre cette réception technique ultérieure sans réécrire le PDF autonome de Pillar IV.

Hypothèse auxiliaire Λ_{SCF} (arbitrage A6, clos)

La reformulation $\Lambda_{SCF} \sim (R_{NC} \cdot D_{\mathbb{A}})^{-2}$ (courbure résiduelle du Noyau Cosmique après dilution) a le rang d'*hypothèse auxiliaire avec point de contact numérique*. L'avertissement de circularité est constitutionnellement opposable : le contenu prédictif est nul tant que $D_{\mathbb{A}}$ n'a pas reçu une définition indépendante de Λ . **Décision A6** : aucune des lectures non circulaires (B énergétique, C cohésive, D mémorielle) n'est privilégiée à ce stade ; la lecture A (géométrique) est déclarée non prédictive par construction ; le choix d'une lecture est un acte de programme de recherche, non de constitution.

Définitions canoniques et clauses de cohérence

Le temps.

Coordonnée universelle ouverte, sans structure interne, sans épaisseur, sans mémoire, sans énergie. Il ne contient pas les événements : il permet de les ordonner. La mémoire des transformations appartient aux états, à la matière et à l'état $\mathcal{A}$, jamais au temps (clause C-03).

E.

E désigne exclusivement l'état de cohésion maximale. E ne doit pas être utilisé comme symbole ambigu pour l'énergie générique : lorsqu'une énergie générique doit être notée dans le cadre Fondation/TRD, utiliser $\mathcal{E}$. La lecture du symbole E du corpus mathématique est réglée par l'Annexe A.

État $\mathcal{A}$.

Continuum physique relationnel, dynamique et transmissif du cadre. Il peut porter gradients, tensions, information, corrélations et structures persistantes. La persistance d'information n'autorise pas à postuler sans dérivation une variable autonome de mémoire du continuum.

Lumière et rayonnement électromagnétique.

Le rayonnement possède ses variables naturelles (λ, ν, c) , qui ne décrivent une propagation réelle que dans un domaine contenant l'état $\mathcal{A}$. La lumière ne se propage pas dans Silentium : le rayonnement qui rencontre l'absence de structure transmissive change d'état, $EM \rightarrow \mathcal{A}$. **Décision A7** : E est la racine *de cohésion* de la cartographie des états (une limite, P-03) ; l'égalité affirmée par l'Axiome VII (« aucun régime plus fondamental que les autres ») se lit comme une égalité de *dignité ontologique* des régimes énergétiques, non comme une égalité de position dans la cartographie de cohésion. Les deux énoncés sont ainsi simultanément vrais.

Gravité (clause C-02).

La gravité est fondamentale ; rien de réel dans l'Univers manifesté n'est hors gravité. L'état $\mathcal{A}$ n'engendre pas l'existence de la gravité : il fournit, dans RM, le support relationnel de ses manifestations transmissibles et mesurables. Les calculs locaux de Pillar II en constituent une réalisation candidate et conditionnelle.

Longueur constitutive.

$\ell_\star$ désigne l'échelle de longueur qui transforme la charge de courbure relationnelle en variable constitutive sans dimension $X_{\mathcal{R}}$. Elle appartient au candidat technique fort actuel. Elle n'est ni une dimension supplémentaire, ni une taille d'étoile imposée, ni une constante astrophysique calibrée par la Constitution.

Pli stellaire.

Le pli Q de v28 est une propriété de la réduction hydrostatique gelée : $Q = 0$ marque une perte de qualité de la paramétrisation algébrique par a , non une singularité physique automatique. Son identification à une branche astrophysique réelle exige une équation d'état physique, une calibration et une stabilité radiale encore ouvertes.

Notation du secteur global.

Dans tout nouveau travail, Γ_∂ est réservé au processus ou taux de production de frontière ; ε_z est réservé à l'énergie élastique stockée associée à la propagation et au décalage spectral des photons. Les anciennes utilisations de Γ comme variable interne de gonflement restent historiques et ne peuvent être réactivées par simple glissement de notation.

Silentium (clause C-01).

Limite idéale et référence conceptuelle extérieure à l'Univers manifesté dans l'état $\mathcal{A}$: ni vide physique, ni région diluée, ni espace géométrique, ni état énergétique manifesté. Aucun Silentium parfaitement réalisé n'existe physiquement. PA-01 ne s'y applique pas, non parce que Silentium en serait exempté en tant qu'état, mais parce qu'il n'est pas un état réel manifesté : la « frontière » de Silentium est une frontière de domaine, non un lieu. Silentium ne transporte pas le rayonnement : il provoque son changement vers l'état $\mathcal{A}$.

Black Cores (clause C-04).

Branche forte candidate, jamais assimilée constitutionnellement à une singularité parfaite. L'architecture actuelle est à double échelle : $R_S \propto M$ est le seuil optique et de transport ; $r_c \propto M^{1/3}$ est la frontière mécanique de phase définie par l'atteinte du seuil constitutif de courbure. La zone intermédiaire conserve l'état $\mathcal{A}$ et porte une contrainte relationnelle non linéaire croissante ; elle n'est plus décrite comme une conversion progressive $\mathcal{A} \rightarrow E$. OCH-1 est une hypothèse constitutive ouverte : la masse macroscopique totale gouverne l'empreinte extérieure, tandis que la charge scalaire locale du cœur est attribuée au résidu matériel sur la branche testée. La jonction de paroi et la solution sphérique régulière complète restent à dériver.

Noyau Cosmique (clause C-05).

État collectif de cohésion maximale compatible avec une densité bornée, un volume fini, une mémoire résiduelle, une asymétrie minimale et un potentiel d'évolution. La cohésion maximale n'implique pas le volume minimal. Le Noyau Cosmique n'est ni un état final parfait, ni une singularité de volume nul.

Correspondance avec les onze axiomes historiques

Les onze axiomes historiques demeurent conservés comme archive de genèse. Ils ne possèdent plus tous un rang normatif autonome : la table suivante indique leur lecture sous la Constitution actuelle.

Axiome	Rattachement V6	Statut
I — Circulation énergétique	Lecture générale du cadre	Inchangé.
II — Droite ouverte	LF-02 ; P.I ; PA-02	Renforcé : loi fondamentale hors exception.
III — Première Loi	PA-01 (interdiction) ; LF-04 ; Clause résiduelle de transition	Le rang de « Première Loi » est retiré (A15). L'interdiction des états parfaits accomplis est conservée au rang de Principe Absolu comme domaine d'admissibilité. La part résiduelle devient la Clause résiduelle de transition , non universelle, de statut architectural.
IV — Silentium	P.II ; C-01 ; PA-03	Amendé : « unique état zéro » se lit comme limite idéale ; « dans Silentium, l'exception n'existe pas » est reformulé en hors-domaine.
V — E	P-03 ; LF-08 ; PA-06	Précisé : l'incompressibilité devient LF-08 ($\rho_{E\text{-lim}}$).
VI — ancienne dénomination du continuum, désormais état $\mathbb{A}$	LF-03 ; P.II ; PA-04	Renforcé : existence posée comme loi fondamentale ; dénomination actuelle fixée par A14.
VII — Rayonnement	P.III ; P-02 ; PA-05 ; décision A7	Inchangé dans son contenu ; égalité lue en dignité ontologique.
VIII — Noyau Cosmique	P-04 ; C-04, C-05 ; PA-07	Précisé : distinction de processus des branches.
IX — Temps cosmologique	LF-02 ; P.I ; PA-02	Inchangé (déjà renforcé en V5).
X — Mémoire cosmologique	LF-05 ; C-03	Renforcé : la persistance minimale devient loi fondamentale.
XI — Testabilité	Règle de discipline (Titre IV)	Inchangé et souverain.

Annexe A — Concordance historique entre le Traité mathématique et Fondation/TRD

Statut historique. *Le Traité mathématique (Principles of Cosmological Dynamics, Volume I, v1.3) et les anciens White Papers appartiennent à la généalogie de RM. Cette annexe est conservée pour traçabilité ; elle n'a plus le pouvoir d'importer dans la Constitution une fermeture que Pillar I, II ou III a retirée. En cas de conflit, la nomenclature et les statuts des quatre Pillars actuels prévalent.*

Objet	Traité (v1.3)	Lecture RM actuelle	Règle de lecture croisée
Énergie fondamentale / générique	Symbole E (Axiome II : « l'énergie E est la seule réalité fondamentale »)	Symbole $\mathcal{E}$ (E étant réservé à la cohésion maximale)	Toute occurrence de E du Traité se lit $\mathcal{E}$ dans Fondation/TRD. Le E de Fondation (cohésion maximale, P-03, PA-06) n'a pas de symbole dans le Traité : le concept est hors périmètre du Volume I.
Déploiement dual de l'énergie	$E \rightarrow \{m, \mathbb{E}\}$ (Axiome II)	Bifurcation symétrique interdite (PA-10) ; processus distincts (P-04)	La notation du Traité est une <i>cartographie d'états</i> (l'énergie se déploie en deux états), non une affirmation de processus symétrique. Lue dans Fondation/TRD, elle se déplie obligatoirement en : $E \xrightarrow{\text{Ignition}} m$ (Noyau Cosmique) et $\mathbb{E}$ alimenté par $\gamma_{\text{EM}} \rightarrow \mathbb{E}$.
Continuum	ancienne dénomination et ancienne notation de densité	état $\mathbb{E}$ (LF-03, PA-04)	Identité du référent physique ; conversion terminologique obligatoire selon A14.
Temps	Axiome I : coordonnée universelle, « date » ; cadences locales	PA-02, LF-02 ; FCPL	Contenu identique ; « cadence des processus locaux » du Traité $\leftrightarrow$ FCPL de Fondation/TRD.

Objet	Traité (v1.3)	Lecture RM actuelle	Règle de lecture croisée
Loi de transfert radiatif	$\Gamma_{\text{SCF}} = \varepsilon H \rho_r$ (ancienne loi de capture)	$Q_{\text{EM} \rightarrow \mathcal{A}}$ et loi globale à dériver	Forme historique candidate, conservée pour traçabilité seulement. La Constitution actuelle n'importe ni cette loi ni la clôture $Q = H u_\gamma$ comme résultat fondamental ; la production globale et $H(T)$ restent des dettes ouvertes du secteur cosmologique.
Équation d'état historique	$w_{\mathcal{A}D} = -1 ; w_{\text{eff}} = -1 - \chi/3$	Aucun import constitutionnel actuel	Ancienne fermeture conservée pour archive. Le checkpoint cosmologique actuel de Pillar II utilise un coefficient effectif ajusté uniquement comme test de viabilité ; aucune équation d'état microscopique n'est constitutionnalisée.
Activation	$z_{\text{on}} \simeq 24\text{--}30$, $\varepsilon_{\text{eff}}(a)$ (allumage de la capture radiative)	<i>Aucun équivalent</i>	Ne jamais confondre avec l'Ignition ($E \rightarrow m$, PA-07). Le Traité a précisément renommé « ignition » en « activation » (v1.2.1) pour préserver cette distinction. Deux événements, deux concepts, deux époques.
Constante cosmologique	$\rho_{\mathcal{A}D}^\infty$: attracteur de Sitter engendré par le transfert (solution exacte)	$\Lambda_{\text{SCF}} \sim (R_{\text{NC}} \cdot D_{\mathcal{A}})^{-2}$: hypothèse auxiliaire	Deux reformulations distinctes de Λ , non identifiées l'une à l'autre à ce stade . Leur jonction éventuelle est un point du programme commun. L'avertissement de circularité s'applique au seul Λ_{SCF} ; $\rho_{\mathcal{A}D}^\infty$ est dérivé dans le Traité sous ses postulats.
Silentium	Absent	PA-03, C-01	Le Traité opère entièrement à l'intérieur de l'Univers sous l'ancienne dénomination du continuum, lue désormais comme état $\mathcal{A}$ selon A14 : l'absence de Silentium y est conforme, non lacunaire.

Objet	Traité (v1.3)	Lecture RM actuelle	Règle de lecture croisée
Matière	Secteur spectateur, $\rho_m = \rho_{m0}a^{-3}$	Branche m (P-04)	La genèse de la matière (Ignition) est hors périmètre du Volume I; le Traité la prend comme condition de fond.
Gravité	Non traitée (Volume II annoncé)	LF-01, PA-08	Le futur Volume II devra se lire sous PA-08 : ce qu'il dérivera est la forme des manifestations transmises, non l'existence de la loi.
Observables de réfutation	$T(z_{\text{spec}}), \eta(z_{\text{spec}}), w_{\text{eff}}(z)$	Axiome XI; canaux hors- $H(z)$	Canaux communs de test du corpus; conformes à la clause « la réfutabilité vit hors de $H(z)$ ».

Extension de la concordance au corpus White Paper (révision de juillet 2026).

Le White Paper *The Heresy of Absolute Time* (v6.8.7) constitue une troisième branche du corpus, autonome dans son écriture au sens de la décision A8. Lignes de lecture croisée minimales : le champ Γ y désigne une variable collective *non bornée* de déformation interne (déformation volumique, dictionnaire du White Paper) — aucun symbole constitutionnel n'est réservé; la loi de cadence y est relative au fond ambiant (critère de source, arbitrage A9); le couplage constitutif y est strictement universel (arbitrage A10). Toute lecture croisée entre le Traité, le White Paper et les Books passe par la présente annexe.

Clause de maintenance.

La présente annexe est versionnée avec la Constitution. Toute nouvelle version du Traité (v1.4 et suivantes) ou du corpus Fondation/TRD vérifie ses lignes avant publication; une ligne devenue fausse invalide la publication jusqu'à mise à jour de la concordance.

Annexe B — Registre des arbitrages et réceptions techniques

Arbitrage	Statut	Décision
A1 — Titre du Livre IV	Clos	Le Livre IV est renommé « <i>Manifestations gravitationnelles du continuum</i> » ; corps du Livre amendé selon la feuille de route V6.1.
A2 — Dénomination du cadre	Clos	Silentium / ancienne dénomination du continuum = le modèle ; Fondation = la Constitution ; TRD = Thermodynamique du Continuum, cadre théorique ; Fondation/TRD = l'ensemble normatif.
A3 — Statut de Silentium	Clos (v0.5)	PA-03 : limite idéale et référence conceptuelle extérieure ; frontière de domaine, non lieu.
A4 — Portée de LF-01	Clos (v0.5)	PA-08 : gravité fondamentale hors exception ; l'état $\mathcal{A}$ transmet et structure ses manifestations.
A5 — Règle de discipline	Clos (v0.5)	Re-scopée aux principes physiques ; les niveaux ontologiques fixent le domaine sans produire d'équation.
A6 — Lecture de $D_{\mathcal{A}}$	Clos	Statut de programme de recherche : aucune lecture (B, C, D) privilégiée à ce stade ; lecture A déclarée non prédictive ; avertissement de circularité constitutionnellement opposable.
A7 — Rayonnement / E racine	Clos	E = racine de cohésion (limite) ; l'égalité de l'Axiome VII se lit comme égalité de dignité ontologique des régimes.
A8 — Harmonisation inter-corpus	Clos	Option (ii) : corpus autonomes dans leur écriture, reliés par l'Annexe A (concordance officielle faisant foi pour toute lecture croisée).
A9 — Critère fond/écart	Clos (juillet 2026)	Les systèmes liés lisent l'écart local au fond ambiant instantané ($\nu = \nu_0(t) e^{\delta\varphi_{\text{loc}}}$) ; est <i>écart</i> toute composante à terme de source non nul dans son bilan local, est <i>fond</i> l'évolution homogène sans source. Enacté au front des horloges (White Paper v6.8.7, annexe D).
A10 — Universalité stricte du couplage	Clos (juillet 2026)	Le couplage constitutif $E = E_0 e^\varphi$ s'applique à toutes les énergies de matière sans exception sectorielle ; les rapports sans dimension de laboratoire (μ , rapports d'horloges) sont exactement protégés.
A11 — Nature de Γ et loi de lecture	Clos (juillet 2026)	Γ est le logarithme d'un gonflement volumique interne isotrope ($Q = Q_{\text{geom}} + \frac{\Gamma}{3} \mathbf{I}$) ; la cadence atomique lit un <i>invariant énergétique</i> du secteur Γ — insensible à sa phase libre, modifié par le pompage radiatif (primauté énergétique sur la lecture cinématique de la trace).

A12 — Mémoire de transition	Clos (juillet 2026)	Le « résidu-stock » est retiré (trop fort, non dérivé) ; la trace exigée par LF-05 est une <i>mémoire organisationnelle</i> $\mathcal{M}$ inscrite dans la structure de l'état résultant (Pilier I v3.3.4), dont la réalisation matérielle (mémoire thermonucléaire du cycle) est démontrée et dont la version continuum reste hypothèse ouverte.
A14 — Dénomination du continuum	Clos (18 août 2026)	L'ancienne dénomination du continuum est retirée de tout travail nouveau et remplacée par état $\mathbb{A}$. Le changement est <i>ontologique et non cosmétique</i> : $\mathbb{A}$ n'est pas une substance mais un état fondamental de l'énergie , au même rang que la matière et le rayonnement ; il n'est ni l'éther luminifère du XIX ^e siècle, ni un gaz invisible, ni un référentiel de repos privilégié. Silentium demeure inchangé et désigne la limite idéale extérieure à l'Univers manifesté ; les deux notions ne doivent jamais être confondues. Portée : la clause de A2 et A13 (« Silentium / ancienne dénomination du continuum = le modèle ») est remplacée pour la seule part concernant l'ancienne dénomination du continuum. Les documents antérieurs et les DOI publiés conservent leur dénomination d'époque.
A15 — Statut de PA-01	Clos (18 août 2026)	Le rang de « Première Loi de l'Exception Universelle » est retiré : PA-01 n'énonce plus de loi causale universelle. Il conserve au rang de Principe Absolu la seule interdiction des états parfaits accomplis , qui fixe un domaine d'admissibilité au sens de la Règle de discipline. L'intuition résiduelle subsiste sous le nom de Clause résiduelle de transition , non universelle et de statut architectural. Cet arbitrage complète A12 , qui avait retiré le contenu (« résidu-stock », trop fort, non dérivé) sans toucher au rang ; il porte sur le rang et non sur le vocabulaire, et opère donc dans le domaine que A13 avait expressément laissé hors de son champ . Conséquence : LF-04 exprime désormais la seule interdiction.
A16 — Constitutionnalisation de l'Interaction d'exclusion	Clos (18 août 2026 ; nomenclature harmonisée le 10 septembre 2026)	L' Interaction d'exclusion entre au Titre II sous le sigle LF-09 : lorsqu'un canal constitutif approche sa capacité maximale admissible, poursuivre dans la même direction devient progressivement inadmissible ; l'énergie ne disparaît pas et ne franchit pas la limite, elle se redistribue ou change de canal, de variable ou d'état. LF-09 est la loi de structure dont LF-08 est le cas densitaire. Elle rétablit le pont rompu par A15 : ce sont les limites du continuum qui transforment le domaine délimité en source de dynamique, la clause de manifestation de LF-07 étant amendée en conséquence. <i>Clause de non-import</i> : toute réalisation quantitative, y compris les anciens ansatz PS-0 et les candidats constitutifs techniques, demeure hors Constitution tant qu'elle n'est pas dérivée dans les Pillars.

A17 — Anciennes clauses du secteur tensoriel	Supersédé techniquement (1 septembre 2026)	L'édition du 18 août 2026 imposait P-07 à P-09 afin de réduire neuf modes à deux. Pillar II v4.5.0 remplace cette fermeture imposée par le calcul de contraintes CLG-1 puis N-Æ-06. Les anciens P-08 et P-09 sont retirés du registre actif; l'énoncé d'étiquetage est conservé comme lecture constitutionnelle sous dette D-Æ-02. Le comptage à deux modes est désormais un résultat conditionnel, non un postulat.
A13 — Dénomination générale de l'architecture	Clos (juillet 2026)	L'architecture théorique complète porte désormais le nom RM — Relativity of Matter (la matière est relative à l'état du milieu; le temps demeure universel). Portée : nom de l'architecture et du traité unifié à venir. Les dénominations de A2 demeurent valides comme noms internes et historiques (Silentium / ancienne dénomination du continuum = le modèle; Fondation = la Constitution; TRD = le cadre); les DOI publiés conservent leurs titres. Le vocabulaire des Lois (notamment « Exception », PA-01) est expressément hors du champ de ce renommage.
A18 — Modèle DSB-1 et Découplage Ontologique	Révisé, branche conditionnelle (1 septembre 2026)	L'architecture à double échelle est conservée, mais sa lecture est corrigée : R_S est le seuil optique/transport et r_c la frontière mécanique d'exclusion. Zone II n'est plus une couche de conversion progressive. OCH-1 demeure une hypothèse constitutive à dériver d'une action commune; la fraction résiduelle et la jonction ne deviennent pas constitutionnelles par décret.
A19 — Dénomination canonique de LF-09	Clos (8 septembre 2026)	Le nom actif est Interaction d'exclusion . Les dénominations antérieures sont archivées et ne sont plus actives dans le Livre V. LF-09 est explicitement distinguée de l'exclusion de Pauli et d'une cinquième force; aucun nouveau coefficient ajusté n'est créé par cette nomenclature.
A20 — Longueur constitutive et réception du champ fort	Clos comme réception constitutionnelle (8 septembre 2026)	Pillar IV reçoit la longueur constitutive ℓ_* et la charge $X_{\mathcal{R}} = \ell_*^4 \mathcal{R}_{ij} \mathcal{R}^{ij}$ comme réalisation technique actuelle de l'exclusion géométrique. Le pli stellaire Q gelé de v28 et le protocole CA-1 sont reconnus sous autorité de Pillar II. Calibration physique, stabilité radiale, masse maximale et identification avec la branche Black Core restent ouvertes.
A21 — Statut dimensionnel du temps et états cosmiques cycliques	Clarification close (8 septembre 2026)	RM distingue explicitement le domaine physique manifesté tridimensionnel de la coordonnée ouverte T . L'espace-temps quadridimensionnel demeure une représentation extérieure, non l'ontologie RM du temps. Une future histoire cosmique cyclique ou oscillatoire décrirait l'état de l'Univers le long de T et ne fermerait pas le temps en boucle. Aucun modèle cyclique particulier n'est constitutionnalisé par cette clarification.
A22 — Discipline de notation du secteur global	Clos (8 septembre 2026)	Dans les nouveaux travaux, Γ_{∂} désigne exclusivement le processus/taux de production de frontière et ε_z exclusivement l'énergie élastique stockée associée à la propagation/décalage spectral. L'ancien langage de gonflement interne non qualifié reste historique et ne peut être réactivé par dérive de notation.

A23 — Coefficient constitutif de frontière dérivé	Clos comme réception technique (9 septembre 2026)	Dans la branche constitutive unitaire minimale, $\mathcal{U}_\partial = P/\ell_\star^2$ avec $P = c_{\mathbb{E}}^4/(16\pi G)$, d'où $\mathcal{K}_{\text{cryst}} = 1/\mathcal{U}_\partial = \ell_\star^2/P = 16\pi G\ell_\star^2/c_{\mathbb{E}}^4$ et $\Gamma_\partial = \mathcal{K}_{\text{cryst}}\mathcal{P}_{\gamma,\partial}$. Aucune nouvelle constante dimensionnelle indépendante n'est introduite et aucune calibration par H_0 n'est admise. Portée : puissance radiative absorbée au bord $\rightarrow$ production de volume de frontière ; la réponse intérieure vers $3H(T)$ reste un secteur distinct.
A24 — Réception de CA-1 et N-OPT-01.1	Clos comme réception technique (11 septembre 2026)	Le Livre V reçoit la reproduction croisée de la branche stellaire régulière $Q_c < 0$ par tir DOP853 et collocation à deux domaines : CA-1 cesse d'être une dette d'existence de branche et demeure une interface de certification. Il reçoit également N-OPT-01.1 : sur fond gelé $\{g_{ij}, D_{\text{loc}}\}$, la conversion de cadence vers le temps universel suit $\mathcal{L}_{\text{loc}}\Theta = -1/N$ et le rapport de premier passage est une moyenne pondérée positive de $1/N$. Aucun coefficient optique libre n'est introduit. Cette réception n'est pas une calibration astrophysique ni une validation expérimentale de l'ontologie RM.

Annexe C — Concordance canonique des quatre Pillars

Pillar	Fonction	Autorité et état au 14 septembre 2026
Pillar I	Genèse épistémologique et anti-circularité	Édition publique actuelle v5.2.0 (DOI 10.5281/zenodo.22674666). Reçoit la fermeture constitutive de frontière, la reproduction croisée de la branche $Q_c < 0$ et N-OPT-01.1 ; la Triple Identité demeure une cible distincte.
Pillar II	Secteur technique gravitationnel	Édition publique actuelle v4.6.0 (DOI 10.5281/zenodo.22641647). CLG-1, PPN conditionnel, Pure Cadence, N-Æ-06, Relation de Schwarzschild révisée, longueur constitutive, CNL-BI1, pli stellaire Q gelé de v28, CA-1 et N-OPT-01.1. Sa branche HCR provisoire est historique pour le mode zéro : la note ultérieure Version 5 du bulk dérive GHC-1, GEC-1 et HBR-1 et retire HCR-1. La paroi forte, OCH-1, le couplage de frontière, les perturbations et la calibration physique restent ouverts.
Pillar III	Synthèse canonique et audit historique	Édition publique actuelle v7.4.0 (DOI de série 10.5281/zenodo.21341337). Regroupe l'architecture active, la Relation de Schwarzschild révisée, la lecture longueur constitutive / Interaction d'exclusion, la mise à jour de manifestation physique et les branches retirées ; ne possède pas le pouvoir de réactiver une branche rejetée par Pillar I ou techniquement abandonnée par Pillar II.

Pillar	Fonction	Autorité et état au 14 septembre 2026
Pillar IV	Constitution Fondation/TRD	Édition publique actuelle v7.2.0 (DOI 10.5281/zenodo.22655616). Fixe l'ontologie, les lois, les postulats actifs, l'Interaction d'exclusion, le statut dimensionnel du temps, la discipline de non-réparation, la séparation des prérogatives et les règles de lecture des statuts techniques. Le Livre V ajoute la réception datée A24 sans réécrire rétroactivement cette édition autonome.

Annexe D — Registre des dettes vivantes

Référence	Question	Statut
D-Æ-02	Réconcilier complètement l'ontologie d'un continuum physique avec la redondance de ses étiquettes spatiales dans tous les secteurs.	Ouverte, conceptuelle
D-Æ-03 / N-Æ-05	Pure Cadence sélectionne-t-il correctement la dépendance locale à deux dérivées ?	Fermée conditionnellement par PCP
D-Æ-04A	La chaîne gravitationnelle non linéaire locale conserve-t-elle deux modes sur la branche régulière ?	Fermée conditionnellement
D-Æ-04M	Les secteurs microscopiques de matière préservent-ils l'interface universelle et l'algèbre des contraintes ?	Ouverte, resserrée
CNL-BI1	Le candidat de courbure constitutive reste-t-il cohérent au-delà de la réduction sphérique, conserve-t-il la structure de contraintes sur fond non nul et admet-il une calibration physique ?	Programme fort ouvert, resserré
P-CIN-DIRAC	Le radical cinétique P-CIN préserve-t-il la santé canonique locale du secteur déviatorique ?	Fermée conditionnellement
P-CIN-FIELD	P-CIN possède-t-il une algèbre de contraintes à points séparés, un couplage complet et une hyperbolicité compatibles ?	Programme fort ouvert
N-EMPR / CA-1	La branche régulière $Q_c < 0$ est-elle reproduite par deux formulations numériques distinctes au point test déclaré ?	Fermée pour l'existence de branche ; protocole conservé
A-DSB-1	La surface nette du Black Core est-elle une membrane de tension ou une couche double de raccord ?	Clos dans la branche nette : couche double ; couche résolue ouverte
OCH-1	La séparation entre masse extérieure et charge scalaire locale se dérive-t-elle d'une action unique ?	Ouverte

Référence	Question	Statut
HBR– BOUNDARY / F–Æ–03	L'action de frontière peut-elle dériver le coût de formation, l'état du nouveau volume et le couplage à la moyenne globale tout en préservant HBR–1 sans entrée H cachée ?	Ouverte après fermeture du bulk
COSMO	La fermeture homogène survit-elle à l'ère radiative, aux perturbations, BAO, CMB et croissance des structures ?	Ouverte
MASS	La Triple Identité est-elle dérivable sans insertion de la masse observée ?	Cible ouverte

CONCLUSION

Le Retour à la sphère

RM a commencé par une question simple : que mesure réellement une horloge ? Elle est devenue intéressante le jour où cette question a acquis le pouvoir de détruire les réponses que RM elle-même avait rendues trop faciles.

Le Traité unifié ne présente pas un édifice clos. Il présente un ordre de travail. Le temps est une ligne universelle ouverte ; la cadence devient une propriété locale des processus physiques. L'état $\mathcal{A}$ est proposé comme continuum physique relationnel, mais il n'est plus autorisé à accomplir toutes les tâches. La matière conserve sa cohésion. La gravité locale est portée par une chaîne contrainte qui retrouve Poisson et deux modes sous conditions déclarées. Pure Cadence transforme une ambiguïté fonctionnelle en principe falsifiable. EI-1 donne désormais à l'Interaction d'exclusion un énoncé canonique court, tandis que EI-D1 transforme la carte de cadence en théorème de premier passage sans ajouter de viscosité ni de coefficient libre. La théorie forte reste un programme : le raccord net est regu, mais la paroi à épaisseur finie et la solution régulière globale ne sont pas encore dérivées. La cosmologie reste séparée de la gravité locale parce que $k_F = 0$ n'est pas le secteur $k_F \neq 0$; mais le bulk homogène profond ne manque plus de sa loi de taux. GHC-1 et GEC-1 survivent au changement de rang, et HBR-1 ferme le bulk sans importer Friedmann. La montagne cosmologique restante est la production de frontière, puis le relèvement perturbatif et observationnel. La théorie de la masse reste une montagne ouverte parce que la Triple Identité n'a pas le droit d'être circulaire.

Le Traité ajoute une discipline supplémentaire : **l'état $\mathcal{A}$ doit devenir plus concret que l'abstraction d'espace-temps qu'il cherche à remplacer**. Le lecteur n'est donc pas invité à imaginer un objet invisible quadridimensionnel sous un nouveau nom. Il est invité à partir des phénomènes, conserver la loi testée la plus simple lorsqu'elle suffit, et n'introduire $\mathcal{A}$ qu'au point exact où RM ajoute une revendication physique.

La géométrie décrit. $\mathcal{A}$ doit expliquer.

Ce que la consolidation ajoute au Traité

La géométrie du ciel et la mécanique du corps cosmique se parlent désormais par des quantités définies : $SO(2)$, $\tilde{N}$, J_b , $\mu_{\text{add}}^{(T)}$, $\mathcal{F}$ et le flux du Cœur. La référence de volume doit préserver deux contraintes ; la formation paie un bilan complet ; la pression et le raccordement participent au signe. Ce sont les acquis de cette édition. Le chapitre 50 présente les volumes du Noyau, de l'Univers actuel et de l'extension terminale en al^3 , sans nombre nommé ni unité nouvelle ; leurs valeurs restent des illustrations conditionnelles. Le thermomètre M-02 et le postulat UC-1 donnent une borne thermique, sans calibration de ℓ_* . La lecture stellaire active utilise le bilan thermique. La paroi conserve son problème couplé ouvert : ni gap radiatif ni rayonnement sortant ne sont déclarés acquis. Le programme du retour garde ses trois lois à établir. L'État $\mathcal{A}$ est le postulat physique autour duquel ces calculs sont organisés ; la droite universelle T et les cadences locales restent distinctes.

HISTORIQUE DES VERSIONS

Les notes suivantes décrivent leurs éditions respectives. Leurs mentions du Nombre Maria ou de l'ancienne unité spatiale ne les réactivent pas : la v11.4.0 retire ces deux constructions de l'usage actif. Le thermomètre Maria est un objet distinct, conservé.

Édition v9.0.0 — acquis conservés

- Conserve alors le titre public 2036 — *L'Abolition de l'espace-temps*, le test de Marie et la règle « partir du phénomène, pas de son interprétation ». Ce titre est historique dans la présente v11.4.0.
- Reconstruit la Partie III : Bilan du redshift → Fermeture du bulk homogène → Exclusion opérationnelle → Une cicatrice.
- Reçoit la fermeture publique Version 5 du bulk : GHC-1, GEC-1 et HBR-1 ; HCR-1 est retirée de l'usage actif du Livre V plutôt que recalibrée.
- Reçoit la note canonique indépendante sur l'Interaction d'exclusion, DOI [10.5281/zenodo.22793642](https://doi.org/10.5281/zenodo.22793642), incluant EI-1 et le théorème dépendant de premier passage EI-D1.
- Source de fermeture du bulk : DOI [10.5281/zenodo.22791787](https://doi.org/10.5281/zenodo.22791787). La revendication précise est la suppression du besoin d'importer Friedmann dans le bulk homogène RM, et non l'abolition de Friedmann dans la cosmologie standard.
- Déplace la dette cosmologique de « dériver H dans le bulk » vers la production de frontière, le coût de formation, les perturbations et les observables.
- Condense l'audit historique du ciment nucléaire en un chapitre tout en préservant le verdict de séparation des prérogatives et la traçabilité complète des archives.
- Concordance actuelle : Pillar I v5.2.0, Pillar II v4.6.0, Pillar III v7.4.0, Pillar IV v7.2.0, Bulk Closure V5 et Exclusion Interaction v1.0.0.

« Partir du phénomène, pas de son interprétation. »

Simplex sigillum veri.

CONSOLIDATION DU 18 SEPTEMBRE 2026

Livre V v10.0.0 — Le corps cosmique et l'Épreuve du Ciel

- Ajoute la préface « L'Épreuve du Ciel » et dix chapitres 43–52 ; conserve les chapitres 01–42 et le corps constitutionnel avec les réceptions datées.
- Intègre les deux signatures de Pierre, le Nombre Maria et le programme du retour avec leurs statuts respectifs.
- Actualise le chapitre de frontière, le volume courbe du Cœur, le registre des travaux et les renvois vers CART.
- Retient le coefficient dynamique 3, les pressions principales distinctes, le terme de traction négatif et la source cinétique complète.
- Écarte l'ancrage historique de densité des entrées prédictives ; distingue axe, amplitude, signe et transfert vers chaque observable.
- Version française jumelle de l'édition anglaise v10.0.0 ; Codex français N11 coordonné. Aucune modification des manuscrits CART V2.2 et V4 publiés.

RÉVISION DU 21–22 SEPTEMBRE 2026

Livre V v11.2.0

Maria, capacités, paroi et P–CIN

- Réécrit l’ouverture et le chapitre 10 : redshift observé, énergie comparée et transfert physique sont distingués.
- Corrige le Nombre Maria : cellule de 1 fm^3 , exemple 93 milliards d’années-lumière / 30 %, calcul $1,3208628143 \times 10^{127}$, variantes et volume courbe.
- Ajoute M–02, la pression $p_U = -U + 4XU'/3$, le maximum thermique et UC–1 avec $u_\star = 2P/\ell_\star^2$.
- Donne à la capacité déviatorique un chapitre autonome dans la Partie VII : borne énergétique conditionnelle, contrôle radial, fermeture P–CIN distincte, audit canonique local, contrainte de moment et paramètre d’activation Ξ_{TF} . Aucun régime compact n’est déclaré saturé sans résolution.
- Reçoit l’analyse canonique de Dirac sous P–CIN : Hamiltonien positif et lapse multiplicateur dans le secteur local. La réception v11.3.0 ci-après précise la condition nécessaire au maintien des deux polarisations ; l’algèbre complète de champ, le couplage trace/courbure et l’hyperbolicité restent ouverts.
- Établit, dans l’action statique réduite du secteur E pur et sous UC–1, la borne ponctuelle $u_E \leq 5P/(4\ell_\star^2)$; distingue la marge $1 - X_p$ d’une fraction résiduelle et l’échelle $c_{\text{AE}}^2 \ell_\star / G$ d’une masse maximale universelle.
- Reçoit la décision d’utiliser $\varepsilon_{\text{AE}}^{\text{th}}$ pour le travail thermique stellaire ; expose sa variation globale et le domaine du critère de signe.
- Dérive la préservation homogène des contraintes avec U sous les bilans déclarés ; ne transporte pas HBR–1 inchangée dans cette extension.
- Reçoit l’audit de paroi : compression constitutive candidate, opérateur EM, raccords, identité d’impédance, excès spectral, diffusion et test $B_\Sigma^{\text{bare}} = 0$.
- Retire les candidats de rayonnement propre à la paroi, faute de canal de conversion dans l’action ; maintient Hawking comme question séparée du seuil optique.
- Conserve les résultats stellaires jouets, CART et les sources constitutionnelles avec leurs hypothèses déclarées.
- Édition française consolidée destinée au dépôt public. L’anglais et le Codex ne sont pas modifiés par cette édition.

Sources de la présente réception

Le texte de base est le Livre V français v10.0.0. Les sources techniques reçues demeurent Pillars I v5.2.0, II v4.6.0, III v7.4.0 et IV v7.2.0, la fermeture homogène Version 5 et l’Interaction d’exclusion v1.0.0. La présente révision ajoute la note *Température Maria M–02 v0.1 FR*, la note de reprise *Nombre Maria* du 17 septembre, les décisions de l’auteur du 21 septembre, l’audit *RM Paroi EM / Clôture conditionnelle*, puis les documents de calcul *RM Corps E — Calcul 1*, *RM Calcul 2 — Raccord, couche double et plateau de cadence*, *RM Calcul 3 — Paroi et silence*, *RM Calcul 4 — Borne déviatorique et Navier–Stokes* et *RM — Analyse canonique de Dirac sous P–CIN*.

La présente édition fixe elle-même la portée de chaque énoncé : les calculs, hypothèses et critères de rejet figurent dans le corps du livre. Les valeurs illustratives du Nombre Maria ne sont pas des paramètres d’ajustement de la mécanique.

RÉVISION DU 22 SEPTEMBRE 2026

Livre V v11.3.0

Cadence, P–CIN et testabilité

- Part du fichier français v11.2.0 au titre *L’Univers n’est pas infini* — *Qui paie la gravité ?*. Retire « 2036 » de la couverture et des en-têtes courants ; le conserve dans l’histoire éditoriale.
- Conserve les calculs 1–4, Maria M–02, UC–1, le raccord net $\Lambda_\Sigma = P$, le plateau N_c et la distinction entre paroi statique et dynamique globale.
- Reprend du second TEX la distinction entre fréquence observée et absorption physique ; elle ne diminue pas l’exigence de bilan propre à RM.
- Précise P–CIN–DIRAC : inversion régulière, Hamiltonien positif et convexe, Hessien positif, lapse non cinétique. Deux polarisations demeurent conditionnées par la préservation du rang et de la classe de la chaîne complète, non prouvée par le calcul ponctuel seul.
- Ajoute le chapitre 28 ter : normalisation par N , fréquence universelle et fréquence par cadence, amplitude métrique définie, corrections sous la borne et distinction taux/spectre.
- Ne reçoit pas comme résultats la borne $\sigma_g \leq 0,53$, la réfutation générale de R1, la fermeture post-fusion, l’activation certaine à la naissance du Black Core ou la calibration $\ell_\star = 5\text{--}8\text{ km}$.
- Organise les voies masse, spectre et courbure comme confrontations conditionnelles, sans nouveau paramètre de sauvetage. Complète le registre par P–CIN–OBS et ELL–CALIB, ouverts.
- Ne modifie ni les postulats fondateurs, ni les manuscrits autonomes déposés, ni le livre anglais. Aucune mesure observationnelle nouvelle n’est revendiquée.

Sources de cette réception critique

La base de travail est le premier TEX français v11.2.0 transmis :

RM_2036_Livre_V_v11_2_0_FR_1.tex
comparé à RM_2036_Livre_V_v11_2_0_FR(1).tex.

La note *RM — Analyse canonique de Dirac sous P–CIN*, datée du 21 septembre 2026, est reçue dans le périmètre explicité au chapitre 28 bis.

Les notes de travail du 22 septembre $\ell_\star$ — *Les trois routes et leur confrontation* et *P–CIN : verrou sain, activation hors de portée des fusions* ont fait l’objet d’un contre-audit. Leurs conclusions de calibration, de convergence ou de réfutation ne sont pas incorporées comme résultats canoniques. Le chapitre 28 ter présente les relations conservées, les déductions algébriques de la présente révision et les raccords encore manquants. Cette réception est une clarification technique et éditoriale ; elle n’est pas une nouvelle simulation de fusion ni une preuve complète de champ.

COMPLÉMENT DU 22 SEPTEMBRE 2026

Livre V v11.3.1

Le silence gravitationnel intérieur

La présente révision ajoute au chapitre 30 la traduction physique du plateau de cadence : dans le fond statique à $N_c > 0$, le gradient de cadence et la contribution gravitationnelle qui en dépend s'annulent dans le volume intérieur lisse. Elle distingue cette conséquence de la stabilité dynamique du corps complet, de l'absence globale d'horizon et du rayonnement de formation. La condition $S_b > R_S$ explicite le domaine de la racine donnant N_c ; elle ne résout pas son articulation avec l'échelle $r_c < R_S$.

Cette insertion répond à la demande phénoménologique de l'auteur. Elle ne modifie aucune action, aucun postulat ni aucun statut P-CIN de la v11.3.0. P-CIN-FIELD, P-CIN-OBS, la calibration de $\ell_\star$, la solution globale Black Core et sa stabilité restent ouverts. Les originaux français antérieurs, les sources autonomes et l'édition anglaise ne sont pas modifiés.

SIMPLIFICATION DU 22 SEPTEMBRE 2026

Livre V v11.4.0

Trois volumes, une seule unité

- Ajoute en tête la préface *L'Univers n'est pas infini*, organisée autour du Noyau Cosmique, de l'état actuel et de l'extension terminale.
- Remplace le chapitre 50 par *Trois volumes pour un Univers fini*. Les diamètres d'exemple sont 500 000 al, 93×10^9 al et, sous $f_R = 0,30$, 310×10^9 al. Les trois volumes plats valent respectivement environ $6,545 \times 10^{16}$, $4,212 \times 10^{32}$ et $1,560 \times 10^{34}$ al³.
- Retire le *Nombre Maria* et la proposition d'unité spatiale $U_{\mathcal{E}}^{(L)}$ de l'usage actif. Le rapport volumique ancien à 10^{127} , les variantes linéaires et la variante en cubes de 10^{11} m ne deviennent pas des constantes physiques. L'historique reste accessible dans les éditions antérieures et les notes datées.
- Conserve l'année-lumière pour les longueurs et son cube pour les volumes. Retire toute comparaison au googol comme argument physique. Distingue explicitement 30 % du diamètre, 2,7 % du volume plat et une fraction de temps, non déterminée.
- Maintient R–NC et le programme du retour ouverts. Le diamètre historique du Noyau n'est pas réintroduit comme entrée prédictive de CART. Les trois volumes sont une représentation illustrative, non trois nouvelles mesures de l'Univers.
- Conserve le thermomètre Maria M–02, UC–1, les calculs 1–4, les statuts P–CIN et le silence gravitationnel intérieur de la v11.3.1. Le retrait du nombre nommé ne change aucune borne thermique.
- Harmonise l'ouverture, le lexique, les renvois et la conclusion. Ne modifie pas les manuscrits autonomes, l'édition anglaise ou les fichiers déjà publiés en ligne.

Sources et portée de la révision

Base : RM_Livre_V_v11_3_1_FR.tex. Les chapitres 34, 50 et 51 de cette base fixent respectivement le statut des ancrages du Noyau, les entrées $D_{\text{act}} = 93 \times 10^9$ al et $f_R = 0,30$, puis les verrous du retour. La décision éditoriale de Pierre Benaros du 22 septembre retire le nombre nommé et la nouvelle unité ; les conversions géométriques sont recalculées dans la présente édition. Il n'y a ni nouvelle simulation cosmologique, ni calibration observationnelle ajoutée.

REMERCIEMENTS ET RESPONSABILITÉ

Pierre Benaros est le seul auteur et assume l'entière responsabilité des postulats, calculs, interprétations et affirmations de ce travail. Des outils de calcul symbolique et des assistants d'intelligence artificielle ont servi d'appui aux calculs, aux contre-audits, à la rédaction et à la mise en forme, sous sa responsabilité.