



Big rip

Le jour où l'Univers se déchirera

L'énergie sombre pourrait bien faire basculer le destin de l'Univers. Disloqué par cette force mystérieuse qui accélère son expansion, le cosmos finirait alors en un immense feu d'artifice. Émiété jusqu'au moindre de ses atomes !

Jean-Marc Bonnet-Bidaud

L'UNIVERS n'est pas éternel ! Sa fin serait même relativement proche, en regard de son jeune âge... Non, il ne s'agit pas de l'annonce alarmiste d'une secte millénariste, mais bien des prédictions de cosmologistes, parmi les plus réputés de la planète. Si leurs récentes mesures se confirment, notre Univers aurait tout au plus quelque 20 milliards d'années à vivre — alors qu'il compte déjà 15 milliards d'années d'existence selon un des modèles standard. Et il finirait dans un gigantesque feu d'artifice, contrairement à ce que l'on imaginait.

→ **Zoom**

Big crunch : dans ce big bang à l'envers, l'Univers se concentre dans un volume de plus en plus petit, amenant sa température et sa densité vers des valeurs infinies.

"Les cosmologistes se sont longtemps interrogés pour savoir si l'Univers va un jour se contracter à nouveau et finir dans un big crunch (Zoom), ou au contraire se dilater à l'infini en se refroidissant, explique Robert

Caldwell, de l'université de Dartmouth (États-Unis). Or, les données actuelles suggèrent une fin étonnamment différente : la Voie lactée, puis le Système solaire, la Terre et enfin les atomes risquent d'exploser dans ce que l'on nomme un big rip."

Le "big rip", la "grande déchirure", c'est le nom donné par Caldwell et ses collègues à cette apocalypse programmée. En raison de son expansion accélérée, l'Univers va devenir... explosif ! Le feu d'artifice final sera saisissant : comme l'eau, capable par le gel de faire exploser les plus gros rochers, une force invisible, l'énergie sombre, va atomiser l'Univers en désintégrant tous les objets qu'il contient. Le compte à rebours est glaçant : moins de 1 milliard d'années avant l'issue fatale, les grands amas de galaxies vont commencer à se disloquer. Les galaxies vont s'écarter les unes des autres de telle sorte que notre ciel va peu à peu se vider. Puis, 60 millions d'années avant la fin, c'est notre galaxie, la Voie lactée, qui sera détruite. Ensuite, le Système solaire sera éparpillé trois mois avant le terme. La Terre, elle, explosera à moins 30 minutes tandis que les atomes seront définitivement dissociés dans la dernière fraction de seconde. S'ensuivra un état incertain fait de particules hypothétiques dispersées à l'infini. Si la "grande déchirure" se réalise, tout sera bouclé dans 20 milliards d'années.

Un fantôme tout-puissant

À l'origine de ce scénario catastrophe : la découverte en 1998 de l'énergie sombre, une nouvelle composante qui s'est invitée dans l'histoire de l'Univers. À l'époque, plusieurs équipes mesurent, grâce

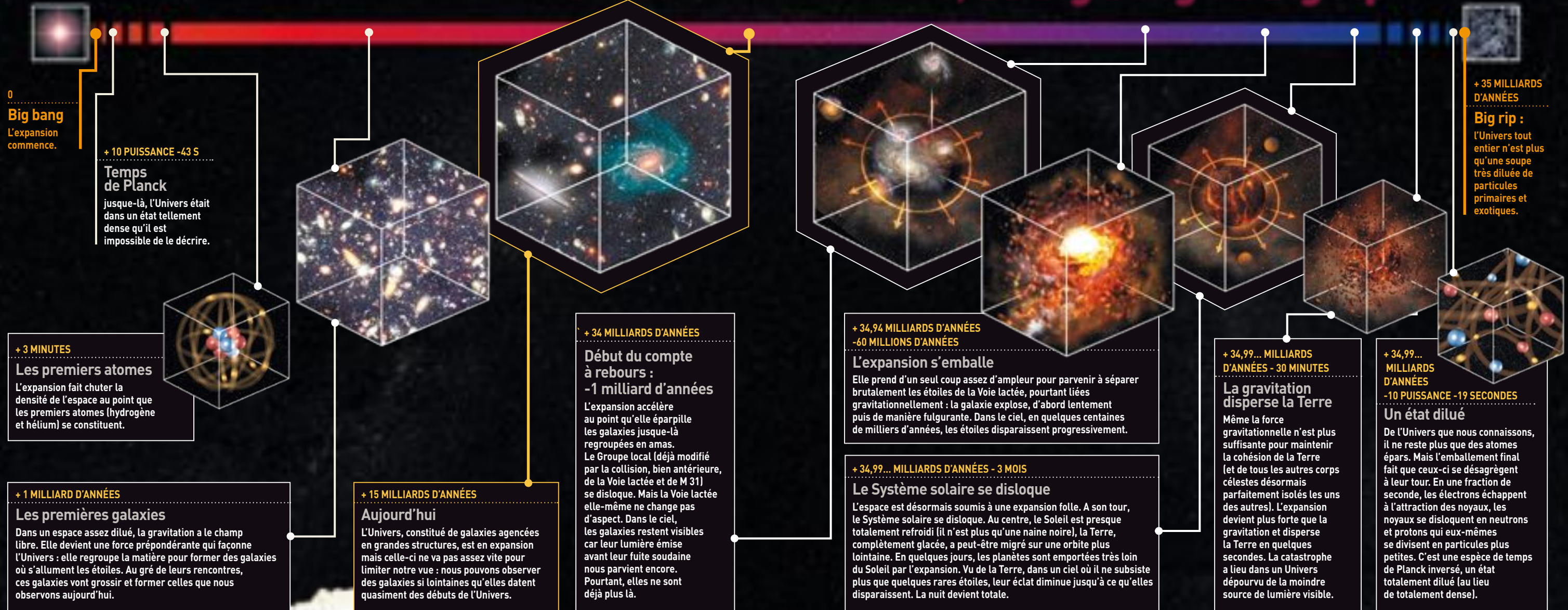


La nébuleuse de la Carène, un lieu de formation d'étoiles aux airs de fin du monde.

Nasa/HST

→ il n'y a rien qui dure toujours... même l'Univers !
sur cioletespaceradio.fr

Le destin de l'Univers, du big bang au big rip



à des explosions d'étoiles, une accélération inattendue de l'expansion de l'Univers. Pour l'expliquer, il leur faut recourir à une "puissance" répulsive, une antigravité en quelque sorte : l'énergie sombre — baptisée également "énergie fantôme" car, selon Caldwell, "comme les fantômes, elle est apparente à la vue et à certains sens, mais elle n'a pas d'existence matérielle". Elle a pour particularité de ne pas se diluer mais de devenir de plus en plus dense à mesure que le volume d'Univers augmente. Or, comme l'Univers se dilate sous l'effet de l'expansion,

l'influence de cette énergie sombre grandit au cours de l'évolution. Elle représente actuellement environ 70 % du budget total de l'Univers contre 30 % pour la matière. Mais cette proportion va dramatiquement s'aggraver dans le futur. Dans 100 milliards d'années, l'énergie sombre serait au moins 1000 milliards de fois plus importante que la matière ! Contrairement au dogme de base ancien, ce n'est donc pas

la gravitation et la matière qui façonneront le futur, mais bien cette énergie "fantôme". De plus en plus influente, celle-ci va largement surpasser la gravitation qui maintient la cohésion des astres. Quelle sera alors l'étendue des dégâts ? Les cosmologistes sont revenus au tableau noir pour tenter de jouer les prophètes. Toute la difficulté est de faire la bonne prédiction car on sait encore peu de

L'énergie sombre ou "fantôme" : une sorte d'antigravité

choses sur l'énergie sombre. À l'instar d'un gaz emprisonné dans un ballon, ce fluide fantôme agit par sa pression, elle-même fonction de sa densité. Mais les cosmologistes sont en désaccord sur la grandeur (w) qui relie la pression à la densité. Plus sa valeur est grande, plus efficace sera l'effet destructeur. Les calculs de Robert Caldwell envisagent ainsi une valeur extrême ($w = -1,5$), qui nous mène au scénario catastrophe précédemment décrit. D'autres physiciens préfèrent imaginer une fin plus douce, avec $w = -1$. L'évolution

est alors plus lente, moins explosive, mais tout aussi étonnante. Lawrence Krauss (université de Cleveland) a récemment calculé le panorama de l'Univers dans ces conditions. Il est formel sur l'évolution d'ici à 100 milliards d'années : les galaxies seront si éloignées les unes des autres que, depuis la Voie lactée, nous n'en distinguerons plus aucune ! (lire p. 31). "Toute preuve de l'expansion aura disparu et des observateurs dans notre galaxie seront incapables de déterminer la véritable nature de l'Univers, prédit Krauss.

Cette époque marquera la fin de la cosmologie et le retour de l'Univers statique."

Le règne des trous noirs

Tout ceci est un formidable retournement de situation car l'Univers avait jusqu'à l'avenir devant lui. En effet, les durées astronomiques sont extrêmement longues. Si un astre comme le Soleil a un temps de vie d'environ 10 milliards d'années, les plus petites étoiles, qui rayonnent beaucoup moins, peuvent tenir sur leurs réserves jusqu'à 100 000 milliards d'années. Comment

Auscouter l'énergie sombre pour connaître notre futur

De quoi au juste est faite cette énergie sombre, désormais acteur central de l'avenir de l'Univers ? Les cosmologistes sèchent. Mais de nombreuses expériences vont tenter de mieux comprendre sa nature. Certains projets ont pour objectif de mesurer précisément l'expansion, comme la Joint Dark Energy Mission, actuellement en discussion. D'autres visent la mesure d'effets secondaires de l'expansion, comme la déformation des images de galaxies lointaines, avec Dune qui vient d'être proposé à l'Agence spatiale européenne, ou le projet LSST (Large Synoptic Survey Telescope), un télescope terrestre de 8,4 m de diamètre destiné à dresser une cartographie complète du ciel. Cette brutale focalisation sur l'énergie sombre a entraîné récemment une controverse. Dans un article provocateur, "Pourquoi l'énergie sombre est mauvaise pour l'astronomie", Simon White a traité les promoteurs de ces projets de "physiciens fondamentalistes", les accusant de vouloir gaspiller plusieurs centaines de millions de dollars à la mesure d'une seule quantité invisible, alors que tant de choses restent à étudier en astronomie sur les objets qui font la beauté de l'Univers.



Nasa/Esa/HST

Des galaxies lointaines en arrière-plan de quelques étoiles de la Voie lactée : cette vision actuelle de l'Univers a de bonnes chances d'être obsolète dans un peu plus de 19 milliards d'années.

imaginer que l'Univers puisse durer moins longtemps que certaines de ses étoiles ! L'idée qui prévalait encore récemment sur l'avenir était celle de la mort thermique de l'Univers. Déjà en 1979, Freeman Dyson (Institut de Princeton, États-Unis) envisageait l'évolution ultime du cosmos (1). Selon lui, quand l'ensemble du gaz des galaxies aura été utilisé pour former la dernière génération d'étoiles, l'épuisement lent et progressif du combustible des étoiles aboutira à leur extinction finale. Alors transformés en objets froids et denses, naines blanches, étoiles à neutrons ou trous noirs, ces astres continueront lentement à se transmuter pour finir tous en trous noirs de masse différente. Les trous noirs, qui ont une gravité suffisante pour emprisonner leur propre lumière, ne perdent donc plus

d'énergie lumineuse. Ils ne peuvent disparaître que par un lent processus d'évaporation, imaginé par l'astrophysicien Stephen Hawking. La fin du monde est alors presque infinie. Un trou noir de la masse du Soleil disparaît en 10^{64} ans et les plus gros trous noirs, ceux des centres de galaxies, s'évaporent en plus de 10^{100} ans (1 suivi de 100 zéros !). D'après Dyson, la mort thermique totale de l'Univers ne pouvait donc intervenir qu'après 10^{1500} ans ! Avec l'entrée en scène de l'énergie sombre, l'éternité n'existe plus. L'Univers implosera-t-il vraiment dans 20 milliards d'années, en un état de dilution extrême, comme le prévoit Robert Caldwell ? Ou bien des propriétés cachées de l'expansion lui donneront-elles un sursis supplémentaire ? Comme le disait le physicien quantique Niels Bohr : "La prédiction est difficile, particulièrement pour le futur." z

(1) Dans un article fondateur resté célèbre : "Un temps sans fin : physique et biologie dans un Univers ouvert".

Quelques millions d'années avant le big rip, les amas de galaxies (ci-dessus, l'amas de Virgo) n'existeront plus. Les étoiles de la Voie lactée, progressivement emportées au loin par l'expansion, commenceront alors à disparaître de la voûte céleste...

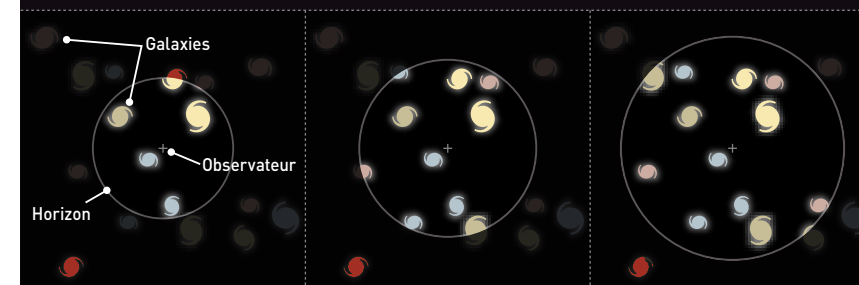


R. Gendler

Avec l'expansion, bientôt plus rien à l'horizon

Effet curieux d'une expansion de l'Univers, notre ciel se videra peu à peu de ses astres.

Univers statique : l'horizon s'élargit, le nombre de galaxies visibles augmente



Univers en expansion : l'horizon s'élargit moins vite que l'Univers et se vide de galaxies



TOUT comme le marin a une vue sur la mer bornée par l'horizon, l'astronome a une vue limitée sur l'Univers. En effet, la lumière voyageant à une vitesse finie (300 000 km/s), elle n'a pas encore eu le temps de lui parvenir des objets les plus lointains et il ne peut pas les voir. La vision de l'astronome est donc également circonscrite par un horizon dit cosmologique. En théorie, cet horizon s'éloigne peu à peu car, avec le temps, même la lumière des objets les plus lointains finit par nous arriver. En l'absence d'expansion ou avec une expansion faible, ce sont donc de plus en plus de galaxies qui deviendront visibles. Mais avec une expansion qui accélère, c'est l'inverse ! L'horizon s'éloigne toujours, mais moins vite que l'effet de l'expansion qui écarte les galaxies les unes des autres et les emporte au-delà de notre horizon. D'ici à 100 milliards d'années, plus aucune galaxie ne sera visible dans le ciel, hormis la galaxie d'Andromède (qui aura éventuellement déjà fusionné avec la Voie lactée).

Dès aujourd'hui, les objets situés à une distance de plus de 10 milliards d'années-lumière commencent à sortir de l'horizon. Quant aux objets de 6 à 10 milliards d'années-lumière, quand leur lumière émise aujourd'hui nous atteindra, ils seront déjà au-delà de l'horizon. Décalée vers le rouge par l'expansion, cette lumière va lentement se figer et s'affaiblir pour devenir invisible. La première lumière émise par l'Univers, le fond diffus cosmologique — cette lumière fossile qui a permis aux astronomes d'imaginer le big bang — aura, elle aussi, disparu. Du même coup, sans moyen de capter ce rayonnement fossile, ni de mesurer l'expansion dans un ciel vide, les cosmologistes du futur concluront qu'ils vivent dans un Univers statique. Selon la formule choc de Lawrence Krauss : "Nous vivons une période très spéciale de l'histoire de l'Univers, le seul moment où nous pouvons vérifier par l'observation que nous vivons dans une période très spéciale dans l'évolution de l'Univers." z

KRYS ASTRONOMIE
 28 rue de Pologne
 78100 St Germain-en-Laye
 Tél : 01.34.51.91.49
 Fax : 01.34.51.23.08
 E-mail : stgermain@krys.com

PLUS DE 25 ANNÉES D'EXPÉRIENCE
 NOUS EXPÉDIONS TOUT MATÉRIEL
 VALISE ACCESSOIRES CELESTRON comprend valise
 Ala rangement mousse 5 oculaires Meissl multitracts
 F1 32 - 15 - 9 - 6 - 4 mm
 Barlow x 2 doublet multi-
 tracts 7 fibres colorés
 Trms. TTC 210€
 si exp. + 9€ (colour pris
 séparément > 500€)
 convient majorité instru-
 ments coût 31,75
 ou CETTE VALISE A MOITIÉ PRIX SOIT 105€
 si associée à la vente d'un instrument Celestron
 ou Sky-Watcher à partir de 600€
 Offre valable du 21/08/07 au 31/10/07.

BAISSE DE PRIXS CELESTRON-SKY-WATCHER MEADE
 TOUTE GAMME CELESTRON
 • NEXSTAR SE XLT/pied 4 SE 675€
 8 SE 1100€ 6 SE 1450€
 8 SE 2100€
 • sur CCS GO-TO Luch 150 1600€
 T Newton 200 1200€ TN 254 1725€
 TSC XLT CS 1300€ CS 2170€
 CS 25 2850€ CS 3200€
 • sur touche CPC GPS XLT superbe
 design ! 0203 3000€ 0235 3850€ 0260 4300€
 • sur GDE "haut gamme" Pro tube carbone 0203
 5300€ 0235 6000€ 0260 6600€ 0355 9250€
 TOUTE GAMME MEADE
 • Pack ETX PE LHTC + pied
 090 PE 949€ 0225 PE 1449€
 • LX90 LHTC GPS 15C + pied
 0203 2690€ 0254 3490€
 0305 4090€
 • LX200 R Ritchey-Chretien LHTC
 GPS SMT + pied
 0203 3450€ 0254 4550€ 0305
 5950€ 0355 8290€ 0305 8590€
 • RCX400 (photo) 0254 ou 0405 etc...

INSTRUMENTS ULTRA COMPACT
 mélange visual - photo
 TRES HAUT NIVEAU
 SCOPOS 660 BAADER
 LAPO 066/410
 tube oculaire - queue d'aronde - dia TTC 410€
 LAPO ED 88/600
 SKY-WATCHER série Pro
 oc/blanc -classé-
 Tube optique / collers +
 plaque TTC 442€
 (si exp. + 20€)
 Finition - contraste exceptionnels TMak
 Pro Sky-Watcher avec chercheur
 9 x 50 - 2 ocul. LT renvoi coulé
 queue d'aronde
 TMak Pro 150F/12 TTC 720€
 (révisé avec LAPO 120)
 TMak Pro 180 F/15 TTC 1104€
 (révisé avec LAPO 150)
 EQ6 Pro Go-To (blanche) TTC 1440€ (label Meade)
 Aussi gamme Sky-Watcher «classique»
 ex. L 128/1000 EQ5 + mot 2 axes TTC 656€
 L 150/750 HEQ5 mot 2 axes TTC 1152€
 baisse de prix aussi pour le reste de la gamme (N.C.)
 PST CORONADO série
 en H-Alpha < 1 Angstrom livré
 avec 1 oculaire TTC 775€
 nous proposons toute la
 gamme Coronado
 Double platine queue d'aronde
 finition haut de gamme norme
 universelle GP équilibrage aisé
 par la longue queue d'aronde tube TTC 195€ aussi
 version compacte 150€ (si exp. 9€)

Nombreux autres matériels...
 Deux pièces Gemini pour personnalisation
 TOUTE EXPÉDITION DE MATÉRIELS
 Accueil et service dévoué CHARLES I