ie:

4



## Les messagers célestes



L'Univers dans ma poche



C'est seulement la forme bien particulière

du signal qui permet de l'extraire du bruit

résiduelles des miroirs de l'instrument qui

(dû, en particulier, aux vibrations

grands que le déplacement induit par le

passage de l'onde). Les nombreuses fusions de trous noirs et d'étoiles à

provoquent des mouvements bien plus

détectées par nos instruments actuels.

noirs pour que les ondes émises soient

intenses comme la fusion de deux trous

Il faut des évènements extrêmement

## <u>Les rayons cosmiques</u>

*gerbe de particules.* émettent lors de leur interaction avec eux. On les détecte par la lumière qu'ils leur origine. Ils pourraient venir de supercinétique gigantesque. Un connaît mal lumière et ayant donc une énergie vitesses très proches de la vitesse de la noyaux d'hélium) qui se déplacent à des matière chargées (protons, électrons, Ce sont principalement des particules de l'atmosphère terrestre, créantalors une novae ou de la fusion de trous noirs entre

rayon cosmique avec l'atmosphere

ASPERA/Novapix/L. Bret)

provoquant une gerbe de rayons lumineux. Représentation artistique de l'interaction d'un

qui sont très rares (1/siècle/km²) rayons cosmiques les plus énergétiques combine télescopes et détecteurs de le télescope HESS en Namibie, ou vation de ces gerbes lumineuses, comme Dans des régions très sombres, leur particules pour pouvoir détecter les télescopes spécialisés dans l'obserfaible luminosité peut être captée par des 'expérience Auger en Argentine qui

quand elle arrive à la Terre et n'est trous noirs a une amplitude très faible de deux trous noirs avec une DALL-E de OpenAl) aussi sophistiqués que LIGO et VIRGO déformation, majeure à proximité des visualisation de la déformation de Représentation artistique d'une fusion (Image de Gianluca Inguglia générée par perceptible que par des instruments l'espace-temps autour. Cette

neutrons que les détecteurs observent oratiquement invisible jusqu'alors. depuis 2015 révèlent un univers

tuimp 24).

lumière qui arrachent des absorbent des grains de lumière: les panneaux corpusculaire de la photo-voltaïques

estdueàla

Un aspect de la nature électrons couleur bleue du ciel nature ondulatoire umière solaire par l'atmosphère (voir les particules de Un aspect de la de la lumière : la diffusion de la



gamma ne sont pas représentés ici, ils sont en d'onde. Le ciel est principalement transparent Transparence du ciel en fonction de la lonqueur de 0,4 à 0,8 µm (1 µm = 0,001 mm), et dans dessous de 0,01 nm (1 nm = 0,000001 mm). dans les longueurs d'onde de la lumière visible, les ondes radio de 3 cm à 20 m. Les rayons

tuimp 18). **Prédites 100 ans plus tôt par** 

A. Einstein, leur intensité est tellement

détection d'ondes gravitationnelles (voir

2015 fut l'année de la première

es ondes gravitationnelles

faible que le physicien fut convaincu qu'on

ne pourrait jamais les détecter.

jusqu'aux ondes kilométriques et plus 0,8 µm. En-deçà du rouge (0,8 µm), on la lumière). Les longueurs d'onde de d'onde, \, reliées par ∨×\=c (vitesse de pense à la lumière visible qu'on voit dans corpusculaire. Quand on dit lumière, on les caméras CCD son aspect ondulatoire, l'effet photo-électrique et la diffusion révèlent son aspect ondes. Les interférences, la diffraction, se comportent comme si c'était des qu'on appelle des photons et qui parfois rayons gamma. l'ultra-violet, puis les rayons X et les Au-delà du violet (0,4 µm), se trouve vers 300 µm puis les ondes radio trouve l'infra-rouge qui s'étend jusque "arc-en-ciel sont situées entre 0,4 et quence de vibration, v, ou par sa longueur La lumière est caractérisée par sa frépetite partie du spectre de la lumière. un arc en ciel mais ce n'est qu'une toute Elle est faite de particules sans masse G

72

0

cosmiques.

dans le visible pour traquer les rayons Photo de H.E.S.S. II, détecteur de gerbes

+

élevé de réactions nucléaires en son cœur, qui arrosent la Terre à chaque instant. Du Le Soleil de par le nombre extrêmement traversent la Terre sans même ralentir. capter quelques-uns, parmi les milliards sonder un peu l'intérieur du Soleil ou des émet un grand nombre de neutrinos qui Certaines expériences arrivent à en fait que les neurinos n'interagissent presque pas avec la lumière, lls sont difficiles à étudier et on les connaît encore mal mais ils permettent de supernovae.

familles de leptons dont le plus connu est neutrinos en se déplaçant oscillent entre certaines réactions nucléaires. Il y a trois aient une masse. Mais elle est tellement «saveurs» de neutrinos, liées aux trois ces trois saveurs, ce qui implique qu'ils faible qu'on n'a pas réussi encore à la 'électron, puis le muon et le tau. Les mesurer.

Murchison et des isolées (dans le tube à essai). météorite de individuelles particules

Ce sont des particules produites par



es plus petites météorites se consument survivent et arrivent au sol. On peut les sont les étoiles filantes), les plus grosses récolter et analyser leur composition entièrement dans l'atmosphère (ce

la surface de Mars ou de la Lune suite à une collision avec un astéroïde. Dans ce composition de la Lune, de Mars ou des astéroïdes de la ceinture d'astéroïdes indirectement de roches expulsées de 11). Poussières laissées derrière elles située entre Mars et Jupiter, ou plus directement des informations sur la formation des planètes, il y a environ Elles ont plusieurs origines (voirtuimp une certaine mémoire de l'état de la astéroïdes eux-mêmes qui gardent nébuleuse solaire au moment de la dernier cas alles nous apportent oar les comètes, collisions entre 4,5 milliards d'années.

contre la Lune qui n'a pas d'érosion active

la plupart se sont effacés sur Terre. Par

en garde de nombreuses traces (voir tuimp

cratères dans le sol comme celui-ci. Mais

Les plus grosses météorites font des

Ci-dessous: le Meteor crater en Arizona.



Grande Lunette de l'Observatoire de Paris-Meudon (désaffectée

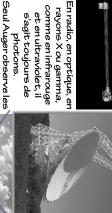


rayons cosmiques.

photons.







Réponse

## L'Univers dans ma poche Nº 43

(Observatoire de Paris) and Stan Kurtz du CNRS et revu par Grażyna Stasińska Laurent Pagani de l'Observatoire de Paris et Ce mini-livre a été rédigé en 2025 par (IRYA, Mexique)

de la constellation de Persée. (Photo de la même direction. Celle d'août semble venir des comètes. Ces très nombreux grains de croise sur son orbite les débris laissés par dite des Perséides. Régulièrement la Terre CGTN) groupes, s'enflamment et semblent venir de poussières pénètrent l'atmosphère en <u>lmage de couverture</u> : pluie de météores



collection et sur les thèmes Pour en savoir plus sur cette visiter présentés dans ce mini-livre

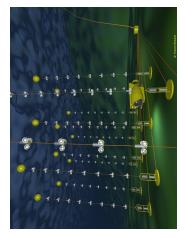
http://www.tuimp.org



lumière) provoquées par l'interaction d'un méditerranée surveillent la survenance milliers de caméras immergées jusqu'à Télescope à neutrinos ANTARES ; des de scintillations (petits flashes de 2500 m de profondeur dans la neutrino avec l'eau.

Credit: François Montanet

0



que le ciel nous envoie. On connaît 5 Il est difficile de quitter la Terre pour types de messagers célestes : contenter d'observer les messages explorer le système solaire, on doit se quelques sondes spatiales qui partent explorer l'Univers. En dehors de

- ce que notre œil en perçoit. 1) La lumière, qui est bien plus riche que
- presque pas avec la matière. très faible masse qui n'interagissent 2) Les neutrinos : des particules de
- pénétrant l'atmosphère terrestre. particules de matière ionisée et de très haute énergie qui se révèlent en 3) Les rayons cosmiques : des
- on les récupère. de l'atmosphère pour arriver au sol où plus grosses survivent à la traversée 4) Les météorites (voirtuimp 11):les
- tées en 2015. 18): prédites par Einstein et détec-5) Les ondes gravitationnelles (voirtuimp