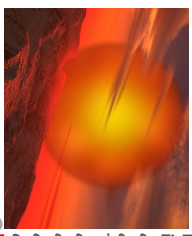
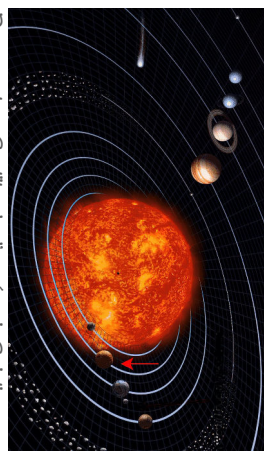


Dessin d'artiste imaginant le Soleil au début de sa phase d'expansion vu de la Terre réduite à l'état de désert brûlant, dans 5-6 milliards d'années. Il occupera ensuite presque **tout** le ciel !



Dans environ 6 milliards d'années, le Soleil évoluera vers le stade de **géante rouge** et grossira jusqu'à englober Vénus (indiquée par la flèche rouge). Le petit point noir au centre représente la taille actuelle du Soleil. Sur ce dessin la taille des planètes a été fortement exagérée.



L'évolution du Soleil

Les astrophysiciens calculent avec beaucoup de précision l'évolution des étoiles. Le Soleil se trouve actuellement au milieu d'une période plutôt stable qui va encore durer environ 5 milliards d'années. Sa luminosité augmentera néanmoins de 10% au cours du **prochain milliard d'années**, ce qui commencera à éliminer l'eau liquide et la vie à la surface de la Terre. Après la période de quasi stabilité, l'évolution du Soleil deviendra catastrophique. Il deviendra une géante rouge et aura un diamètre 100 fois plus grand. Il englobera les planètes Mercure et Vénus, et la Terre sera un désert incandescent.

Mais, à l'échelle de l'humanité, l'évolution du Soleil ne représente aucun danger et elle **n'est pas la cause du réchauffement climatique actuel.**

L'Univers dans ma poche

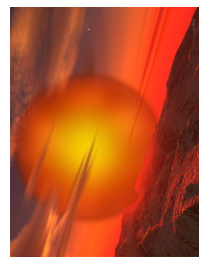
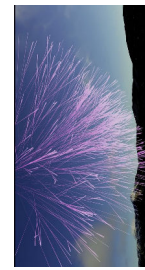


Menaces cosmiques

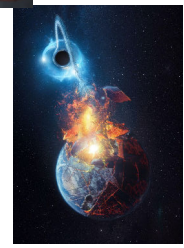


Georges Alecian
Observatoire de Paris

Jeu



Quel est l'événement cosmique qui menace le plus la vie sur Terre?



Réponse au dos

Vue d'artiste de ce à quoi pourrait ressembler une quasi-collision de la Terre avec un trou noir. À proximité du trou noir, les effets de marée sont tels que la planète se brise et sa matière forme un disque autour du trou noir avant d'y tomber. Dans ce dessin, le trou noir semble relativement massif (quelques dizaines de milliers de masses solaires), car un trou noir de la masse d'une étoile comme le Soleil aurait un horizon (représenté par le disque noir) de seulement 3 km.



Menaces « exotiques »

Pour que la rencontre avec un trou noir soit véritablement fatale, il faudrait que la Terre soit en **collision quasi frontale** avec lui. Ce qui est très improbable, car, aussi bien la Terre que les trous noirs les plus fréquents (issus de l'effondrement d'une étoile) ont des diamètres très petits. Le plus probable à l'approche d'un trou noir serait que la Terre se satellise autour de lui, à bonne distance. Mais même sans destruction immédiate, un tel événement créerait un **déséquilibre gravitationnel majeur** du système solaire. Le danger serait bien plus grand avec un trou noir super-massif, mais il y en a très peu, ils sont essentiellement au centre des galaxies. Tout aussi improbable est la collision avec une étoile, car le nombre d'étoiles est faible dans notre environnement.

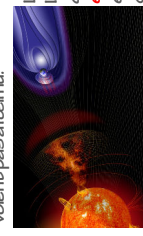
Rayons cosmiques et émissions solaires

Ce que l'on appelle le vide spatial n'est pas un vide absolu. De fait, l'espace est traversé par un flot permanent de particules de toutes sortes (protons, électrons, photons etc.) issues des étoiles et des galaxies. Nous sommes donc en permanence bombardés par une **pluie de particules** (souvent des particules secondaires, voir ci-contre). Lorsque les rayons cosmiques sont très énergétiques, ils peuvent causer des mutations génétiques. Il s'agit donc de la **menace cosmique la plus banale** à laquelle la vie terrestre a su s'adapter.

Les particules émises par le Soleil au cours de ses éruptions n'affectent pas notre corps mais peuvent provoquer des **perturbations** dans les télécommunications, mettre en danger les avions à haute altitude et causer des **pannes** dans les satellites.



Représentation d'artiste de gerbes dues à des **rayons cosmiques** (particules de haute énergie voyageant entre les étoiles et les galaxies). Certaines de ces particules ont suffisamment d'énergie pour pénétrer notre atmosphère et frapper les molécules d'air créant des **gerbes de particules secondaires** qui vont atteindre le sol. Ces gerbes ne se voient pas à l'œil nu.



Lors d'une éruption solaire, une grande quantité de particules atomiques **électriquement chargées** est émise. Une partie de ces particules se propage en direction de la Terre heureusement protégée par son **champ magnétique**.



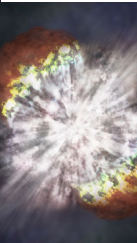
Lorsque ces particules solaires atteignent l'atmosphère, elles peuvent provoquer des aurores boréales et australes.

Les astéroïdes géocroiseurs et les comètes

La formation des planètes autour de notre étoile, a aussi produit un **grand nombre de « petites » corps résiduels**: des comètes et des millions d'astéroïdes de toute taille, du simple rocher à des corps de dizaines de kilomètres qui orbitent autour du Soleil (voir TUMIP 4). Certains des plus grands qui passent à proximité de la Terre sont les **géocroiseurs** et ils représentent une menace très sérieuse. L'un d'eux a probablement provoqué la disparition des dinosaures il y a environ 65 millions d'années. Afin de se protéger d'un tel risque, plusieurs organismes aux USA et en Europe (mission DART) ont mis en place des systèmes d'alerte et réfléchissent à des moyens pour dévier ces bolides de leur trajectoire.



À gauche: ... ensuite, l'explosion de la naine blanche éclaire toute la galaxie ! (Dessins d'artistes)



À droite: une supernova de type Ia est due à l'accrétion de matière sur une naine blanche à partir de l'étoile compagnon...



Ci-dessus: vision imagée de l'effet sur la Terre d'une supernova explosant à une distance inférieure à quelques années-lumière.

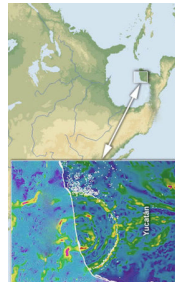
La plus proche étoile susceptible de devenir supernova (type II) semble être Betelgeuse à environ 500 a.l.

Supernovae

L'explosion d'une supernova (SN) est un des processus les plus énergétiques de l'univers (voir TUMIP 9). C'est un phénomène relativement **rare**, seulement 1 à 3 supernovae par siècle dans notre Galaxie. Celle-ci a un diamètre d'environ 120 000 années-lumière (a.l.), or une supernova doit être à moins d'environ 10 a.l. pour être dangereuse, donc la probabilité qu'un tel événement menace la Terre est faible même si un tel risque ne peut être exclu. Mais, on ne connaît pas d'étoile proche de la Terre qui risque de devenir supernova. Notons qu'une étoile ne devient pas supernova par accident: c'est un **stade normal** d'évolution pour les étoiles de plus de 8 masses solaires (type II). Certaines étoiles très évoluées de masse inférieure (pas le Soleil!) peuvent aussi devenir supernova (type I a) à condition d'avoir une étoile compagnon.



L'astéroïde 433 Eros photographié par la sonde spatiale « NEAR Shoemaker ».



Empreinte de la météorite de 10 km de diamètre, considérée comme responsable de la **disparition des dinosaures**.



Elle s'est écrasée à Chicxulub (golfe du Mexique) créant un cratère de 140 km de diamètre et 30 km de profondeur.

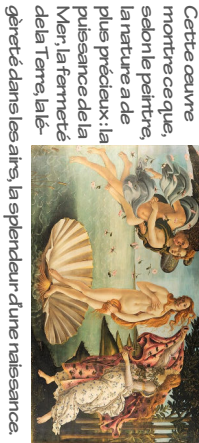
Le Meteor Crater en Arizona (1 km de diamètre) provoqué par un astéroïde de seulement 30 m de diamètre.

La Terre en danger ?

La Terre s'est formée il y a environ 4,5 milliards d'années, en même temps que le Soleil et les autres planètes du Système solaire. Les premières traces de vie sont apparues environ un milliard d'années plus tard. Donc, durant les 3,5 milliards d'années qui ont suivi aucune catastrophe cosmique n'a été suffisamment destructrice pour éradiquer toute vie sur notre planète ! Pour autant, pouvons-nous écarter toute menace ? La réponse est non ! Dans ce mini-livre, nous allons évoquer les dangers cosmiques qui nous guettent, des plus fréquents aux plus hypothétiques. Mais, nous ne parlerons que des dangers identifiés en l'état actuel des connaissances, en espérant qu'il n'en existe pas d'autres...

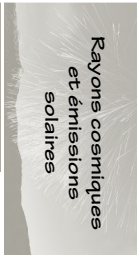
Les premières forêts sont apparues au dévonien il y a environ 400 millions d'années (ici photo d'une jungle actuelle).

« La naissance de Vénus » par Botticelli (1495).



Un exemple de ce qu'une menace cosmique peut nous faire perdre: destruction d'une forêt sibérienne par la météorite de Tunguska en 1908.

Réponse



Rayons cosmiques et émissions solaires



Explosion d'une supernova



Rencontre avec un géocroiseur



Rencontre avec un trou noir

La rencontre avec un géocroiseur est la menace cosmique la plus sérieuse. Mais l'activité humaine peut générer d'autres menaces.



Pour en savoir plus sur cette collection et sur les thèmes présentés dans ce mini-livre tu peux visiter <http://www.tumip.org>

TUMIP Creative Commons



L'Univers dans ma poche N° 21

Ce mini-livre a été écrit en 2021 par Georges Alecian et relu par Jean Schneider. Tous deux de l'Observatoire de Paris et du CNRS (France).

Image de couverture: Un astéroïde heurtant la Terre tel qu'imaginé par D. Hardy (@ 2015 AstroArt by David A. Hardy)

Crédites:

4. 1: NASA; 4. 2: NASA; 4. 3: Emanuele Balboni; 6. 1: NASA; 6. 2: Alan Hildebrand, Athabasca University, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán; 6. 2: © Steve Jurvetson, CC by-nc 2.0; 10. 1: NASA; 10. 2: NASA/CXC/M. Weiss; 11. 2. 1: ESO/M. Kornmesser