



# ÉDIT

Qu'y avait-il avant le Big Bang ? Une "préhistoire" de l'Univers est pour l'heure incompatible avec la théorie qui décrit à merveille son évolution : la relativité générale. Selon elle, un "avant-Big Bang" est tout simplement impossible, comme le rappelle l'astrophysicien Marc Lachièze-Rey :

"Notre univers décrit par les équations de la relativité générale est en expansion, conformément aux observations. En remontant dans le passé, il devient de plus en plus petit, chaud et dense jusqu'à parvenir à une singularité, que l'on appelle Big Bang. Cette singularité correspond à un instant '0', de taille nulle et de densité infinie. L'espace mais aussi le temps n'auraient existé qu'à partir de ce point. " S'interroger sur ce qu'il y avait "avant" n'aurait donc pas de sens. Autant se demander "ce que l'on trouve au nord du pôle Nord ", selon une formule couramment utilisée chez les cosmologistes. Alors, fin de l'histoire ? Non, ce serait plutôt le début. Car la singularité déplaît aux physiciens, mal à l'aise avec les zéros et l'infini qui sont plutôt l'apanage des mathématiciens. Par ailleurs, cette singularité est une prévision de la relativité générale destinée à décrire l'Univers à grande échelle, en interprétant la gravitation comme une déformation de l'espace et du temps sous l'effet de la matière et de l'énergie. Tandis que l'Univers tout près de sa naissance avait une taille de l'ordre de 10-35 mètre, voire moins... À ces échelles-là, il faut recourir à la physique quantique pour le décrire. L'ennui, c'est que cette dernière ne correspond pas à une limite de la relativité générale lorsque la taille de l'Univers tend vers 0. "Au contraire, les deux théories semblent incompatibles, comme le notait déjà Albert Einstein, rappelle Marc Lachièze-Rey. Pour une grande partie de la communauté des physiciens, la relativité générale n'est donc pas la description ultime de la gravitation. Il faut la 'quantifier'. Alors, nous pourrions arriver à une nouvelle description des débuts de l'Univers, où la singularité disparaît. Ce qui ouvrirait une porte vers un avant-Big Bang et à l'imaginaire.

**Jacques Rodriguez**

## SOMMAIRE

Titres	Pages
Editorial	1
Observations astronomiques	1 à 2
Un cataclysme cosmique exceptionnel	2 à 3
Comment savoir si un épisode extrême est dû au dérèglement climatique ?	3 à 6
Des astronomes ont-ils débusqué le trou noir le plus proche de la Terre ?	6 à 7
Une forêt fossile cachée dans le Gard	7 à 8
Les constellations d'hiver	8 à 10
Télescope N 200/1000 PDS Explorer BD EQ5 Pro SynScan GoTo	10 à 11
Ephémérides astronomiques	11
Conférences du CIS	12

### Phénomènes célestes :

Mars passe en opposition le 5 décembre. Le 14 décembre maximum de l'essaim des Géminides il peut atteindre 150 météores par heure. Le 21, en fin de nuit, vous pouvez chercher la lumière zodiacale, visible 15 jours. Le 21, Mercure est observable le soir avec Vénus. Le 22 décembre vers 22h maximum de l'essaim des Ursides. Saturne surplombe la Lune le 26 décembre. Le 4 janvier maximum des Quadantides, il sera plutôt visible le matin entre 60 et 200 météores par heure. Le 6 janvier sera la plus petite Pleine Lune de l'année. A partir du 19 janvier, vous pourrez chercher la lumière zodiacale juste avant l'aube. Le 22 janvier au crépuscule, Vénus se rapproche de Saturne à moins de 0.5°.

### Astroclub Vayrois de Vayres-sur-Essonne (91) :

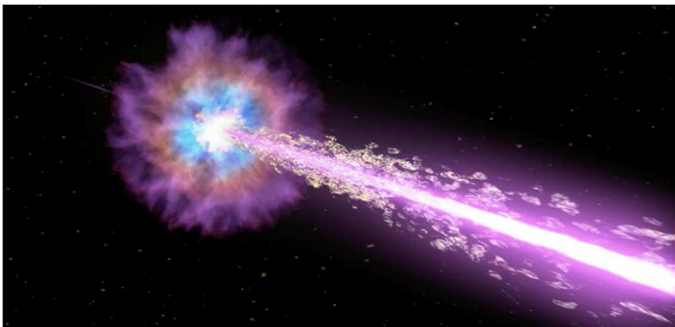
Des observations sont organisées sur le stade de Vayres sur Essonne le vendredi soir. Il faut regarder l'agenda sur le site de l'Astroclub Vayrois : <http://astroclubvayres.monsite-orange.fr/>

# Un cataclysme cosmique exceptionnel

L'astrophysicien Jean-Luc Atteia nous explique pourquoi GRB 221009A, le sursaut gamma exceptionnel détecté début octobre, pourrait faire exploser nos connaissances sur les supernovæ et les trous noirs.

**Le sursaut gamma GRB 221009A agite la communauté astronomique depuis le 9 octobre. Qu'a-t-il d'exceptionnel ?**

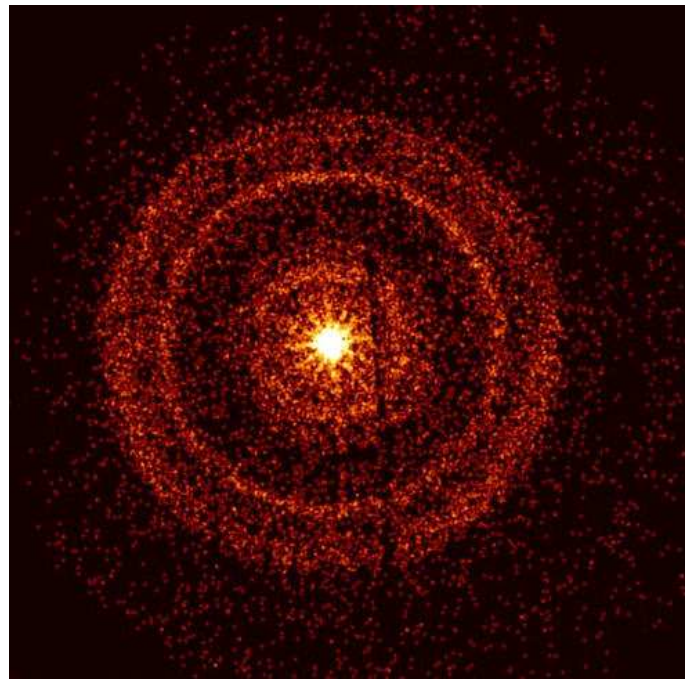
Jean-Luc Atteia<sup>1</sup>. Il s'agit d'un sursaut gamma parmi les plus lumineux et les plus proches de nous jamais observés, au point qu'il a saturé la majorité des détecteurs sur Terre et en orbite. Pendant plusieurs secondes, la luminosité de GRB 221009A a dépassé celle de mille millions de milliards de soleils. Heureusement qu'il était suffisamment loin ! Il provient en effet d'une galaxie de la constellation de la Flèche, située à 1,9 milliard d'années-lumière de la Terre, mais les précédents sursauts longs connus portaient d'étoiles plutôt situées à une dizaine de milliards d'années-lumière. Si on extrapole à l'Univers local le taux de sursauts très lumineux observés dans l'Univers lointain, on s'attend à ce qu'un sursaut comme GRB 221009A survienne seulement une fois par siècle.



Ce sursaut gamma a surtout été visible par d'innombrables appareils, télescopes, détecteurs et équipes de recherche, ce qui fait que beaucoup de monde s'y est intéressé. C'est une opportunité unique de fédérer des chercheurs et des moyens autour d'un évènement et j'ai la certitude qu'il nous apprendra énormément sur ces phénomènes fascinants.

## Mais que sont au juste les sursauts gamma ?

J.-L. A. Les sursauts gamma sont des phénomènes extrêmement violents, qui se produisent en général à la fin de la vie d'une étoile. On les classe souvent selon leur durée : les sursauts gamma courts ne durent qu'entre dix millisecondes et une à deux secondes, tandis que les évènements longs peuvent s'étendre jusqu'à un quart d'heure. Enfin, des sursauts dits ultra-longs atteignent plusieurs heures, mais ces derniers sont encore très mal compris.



Le télescope spatial à rayons X Swift a capturé la rémanence de GRB 221009A environ une heure après sa première détection. La ligne verticale sombre est un artefact du système d'imagerie. Nasa / Swift / A. Beardmore (University of Leicester)

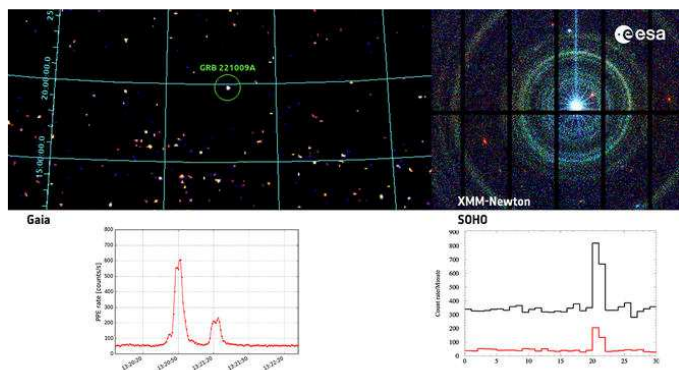
Avec GRB 221009A, nous nous intéressons aux sursauts gamma longs, qui sont déclenchés lorsqu'une étoile très massive et au cœur en rotation rapide épuise tout son carburant. Un trou noir se forme alors et le cœur de l'étoile tombe dedans. Alors qu'il tournait très vite, le cœur est brusquement freiné tandis que le trou noir avale chaque seconde une quantité de matière équivalente à plusieurs dizaines de milliers de fois la masse de la Terre. Une énergie prodigieuse est aussitôt émise, mais elle a du mal à sortir à cause de toute la matière qui s'enfonce dans le trou noir. L'énergie parvient cependant à s'échapper sous la forme de deux jets de matière et de rayons gamma : c'est ce qui donne les sursauts gamma. On ne peut les repérer que si l'on se trouve sur l'axe de l'un des deux jets, et on estime ainsi que nous ne détectons qu'entre 0,2 et 1 % des sursauts gamma qui se produisent dans l'Univers. On observe aussi parfois la supernova, produite quant à elle par l'explosion des couches extérieures de l'étoile mourante, qui accompagne le sursaut gamma avec quelques jours de retard.

## Pourquoi s'intéresse-t-on à ces sursauts ?

J.-L. A. Nous étudions les sursauts gamma car ce sont quasiment les seuls signaux disponibles de la formation d'un trou noir. Ils nous éclairent aussi sur la physique très complexe qui se déroule dans les jets relativistes, qui se déplacent presque aussi vite que la lumière. Car si dans ces sursauts, on a d'abord seulement observé les flashes de rayons gamma, les chercheurs constatent depuis vingt-cinq ans que le phénomène s'accompagne d'une plus grande diversité de rayonnements, produits par le choc du jet sur le gaz environnant : infrarouges, X, etc.

Les sursauts gamma ont également l'avantage de se produire partout dans l'Univers et d'émettre une lumière si brillante qu'elle peut traverser plusieurs galaxies. Se

faisant, certaines de ses longueurs d'onde sont absorbées par la matière qu'elles rencontrent. Cela nous donne un moyen de mieux connaître la composition de galaxies trop lointaines pour être étudiées directement, ainsi que celle du milieu intergalactique.



GRB 221009A a été détecté par plusieurs observatoires spatiaux simultanément: l'instrument IBIS/ISGRI du vaisseau Integral, le télescope XMM-Newton, le compteur d'objets non stellaires du Sky Mapper embarqué sur Gaia et le détecteur de particules EPHIN du satellite SOHO.

ESA/Integral/V. Savchenko (ISDC, Univ. de Genève, EPFL)/C. Ferrigno (ISDC, Univ. de Genève) ; © ESA/XMM-Newton/P. Rodriguez (SGDN for ESA)/A. Tiengo (IUSS Pavie) ; © ESA/Gaia/DPAC CC BY-SA 3.0 IGO ; ©ESA/SOHO, COSTEP/EPHIN Team, Univ. de Kiel (All.)

De nombreux satellites sont spécialement équipés pour étudier les sursauts gamma, comme le télescope spatial Swift de la Nasa, mais d'autres systèmes sont capables de les détecter même si ce n'est pas leur fonction première. Je participe d'ailleurs à la mission franco-chinoise Svom<sup>2</sup>, dont une des caméras sera dédiée aux rayonnements gamma. L'étude des sursauts gamma est cependant compliquée par le fait que nous n'avons, pour l'instant, aucun moyen de prédire où et quand ils vont se produire.

### Que va nous enseigner d'autre GRB 221009A ?

J.-L. A. La proximité de ce sursaut nous a permis de constater que l'évènement est plus complexe que prévu. Si d'habitude on n'observe que le pic du sursaut gamma, d'une durée de dix à vingt secondes, on a cette fois-ci aussi observé environ trois minutes avant un sursaut précurseur, ainsi qu'une émission décroissante longtemps après le pic. Mais les chercheurs ont surtout été intrigués par le fait que le sursaut gamma a également agité les détecteurs de photons de très haute énergie, ce qui n'était pas du tout attendu. De tels rayonnements cosmiques ne sont en effet pas censés pouvoir parcourir une telle distance depuis l'étoile qui a explosé, ce qui pose une sérieuse question de physique.

Parmi les explications avancées, ces photons seraient des particules secondaires émises par des rayons cosmiques accélérés dans les jets du sursaut, ce qui prouverait que, comme les supernovæ, les sursauts gamma sont des sources de rayons cosmiques. Les rayons cosmiques étant des particules accélérées, principalement des protons et quelques noyaux. Or très peu d'objets et d'évènements célestes sont capables de leur fournir l'énergie nécessaire. De nombreux travaux tentent de mieux comprendre

l'origine des rayons cosmiques. Certains arrivent de notre galaxie, notamment via les supernovæ et d'autres des noyaux actifs de galaxies, sans que l'on en ait encore identifié toutes les sources. Savoir si les sursauts gamma peuvent oui ou non émettre des rayons cosmiques de très haute énergie nous éclairera sur ces modèles encore en construction.

Les sources de rayons cosmiques sont aussi des sources de neutrinos, mais ces derniers sont à peine moins véloces que les rayons cosmiques et gamma. La différence peut sembler infime, mais sur de telles distances elle signifie que les neutrinos éventuellement émis par le phénomène pourraient arriver sur Terre de quelques secondes à quelques semaines après le sursaut gamma. Il faudra donc surveiller cela, par exemple grâce aux centres de détection des neutrinos comme IceCube, installé au niveau de la base scientifique Amundsen–Scott au pôle Sud, ou le KM3NeT<sup>3</sup> en cours de construction sous la mer Méditerranée. Le sursaut gamma GRB221009A pourrait ainsi représenter une sorte de pierre de Rosette pour notre compréhension des phénomènes physiques à l'œuvre dans des évènements.

### Notes :

1. *Astronome à l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (Irap, CNRS/Cnes/Université Toulouse Paul Sabatier).*
2. *Pour Space variable objects monitor*
3. *Pour Cubic kilometre neutrino telescope.*

Source : le journal du C.N.R.S.

## Comment savoir si un épisode extrême est dû au dérèglement climatique ?



La tempête au-dessus de la mer Méditerranée dans la nuit du 18 au 19 août 2022, vue depuis la ville de Nice, sur la Côte d'Azur. Valery Hache / AFP

**Crues et tempêtes dévastatrices, canicules et vagues de froid en toute saison... les événements extrêmes se multiplient sur la planète. Mais comment attribuer avec certitude telle ou telle catastrophe au changement climatique ? Les scientifiques font actuellement des pas de géants pour répondre à cette question majeure.**

Si vous regardez les journaux télévisés ou suivez l'information à la radio, vous avez sans doute assisté à cette scène après une catastrophe naturelle : un journaliste, la mine sombre, demande à un scientifique si le changement climatique est responsable de cet événement. L'expert, prudent, répond : « *On ne peut pas attribuer spécifiquement et avec certitude cette catastrophe au changement climatique ; ce que l'on peut dire, par contre, c'est que ce genre d'événement sera de plus en plus fréquent en raison du changement climatique.* » Et la séquence s'arrête sur cette réponse qui ne satisfait complètement personne.

Or, depuis quelques années, un champ de recherche s'efforce de donner une meilleure réponse à cette question. Ce nouveau domaine scientifique est celui de l'attribution des événements extrêmes. Son but : dire si un événement météorologique donné a été ou non influencé par le réchauffement global. Ses résultats permettent d'améliorer notre connaissance des cyclones, canicules, tempêtes, vagues de froid et autres phénomènes violents que les modèles climatiques classiques ont du mal à appréhender. Ils permettent, en outre, de mieux évaluer les risques météorologiques encourus par un territoire et d'informer les politiques sur les stratégies d'adaptation à entreprendre.

### **Naissance d'une nouvelle science : l'attribution des phénomènes extrêmes**

Tout a commencé en 2003 dans un éditorial de la revue *Nature* rédigé par un chercheur britannique, Myles Allen. « *À la suite d'inondations à Oxford, Allen s'est demandé s'il était possible d'attribuer ce phénomène au changement climatique afin de poursuivre les responsables de ce changement. Allen se plaçait dans une perspective juridique, explique Aglaé Jézéquel, climatologue au Laboratoire de météorologie dynamique<sup>1</sup>. L'exemple qu'il pose est celui-ci : si ma maison perd de la valeur à cause du risque accru d'inondations, puis-je faire payer les gros pollueurs pour ce dommage ?* »



Un homme tente de rejoindre sa maison à Botley, près d'Oxford en Angleterre, le 25 juillet 2007, alors que des pluies diluviennes ont une nouvelle fois fait déborder la Tamise. Peter Macdiarmid / Getty Images via AFP

Pour y parvenir, indiquait Myles Allen, il faudrait d'abord prouver que le changement climatique était bien le responsable de ce risque accru d'inondations. L'idée

d'attribution des événements extrêmes était née. Mais l'article du chercheur britannique proposait aussi une méthode d'attribution. Elle consistait à comparer la probabilité de survenue de ces inondations dans le monde tel qu'il est à la probabilité d'apparition de cet événement dans un monde fictif où le changement climatique n'aurait pas eu lieu.

Davide Faranda et son équipe proposent une nouvelle méthode d'attribution des événements extrêmes qui se passe de modèles climatiques pour utiliser seulement des observations météorologiques actuelles et passées.

Au fil des ans, d'autres équipes ont repris et mis en pratique cette idée. Afin de recréer ce monde dit contrefactuel, sans changement climatique, les chercheurs utilisent des modèles climatiques. En multipliant les simulations de ce climat préindustriel, ils calculent la probabilité pour qu'un événement extrême ait lieu dans ces conditions. Ils peuvent alors la comparer à la probabilité d'un tel phénomène dans une Terre où les taux de gaz à effet de serre ne cessent de grimper. Pourtant, certains chercheurs travaillant sur l'attribution des événements extrêmes ont compris que cette méthode avait ses limites.

« *Lorsque ces événements sont très rares, il est souvent difficile de prouver que leur probabilité d'apparition a changé à cause du changement climatique* », pointe Aglaé Jézéquel. Ainsi, en 2015, une nouvelle façon de faire est apparue pour étudier le lien entre changement climatique et événements extrêmes. Celle-ci ne tente plus de comparer des fréquences d'apparition, mais plutôt de comprendre comment le changement climatique influence les paramètres climatiques à l'origine des phénomènes extrêmes. Elle cherche à établir les mécanismes qui produisent ces événements extrêmes. De cette façon, les chercheurs peuvent expliquer comment le réchauffement global modifie la puissance, la durée ou encore, l'extension géographique des catastrophes naturelles.



Un homme skie dans les rues de Madrid, le 9 janvier 2021. La tempête Filomena a apporté un temps hivernal que la péninsule Ibérique n'avait pas connu depuis des décennies. Benjamin Cremel / AFP

C'est dans ce nouveau courant que se situent les recherches de Davide Faranda, chercheur au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement<sup>2</sup> (LSCE). Son équipe vient de proposer une nouvelle méthode d'attribution des événements extrêmes qui n'est pas

passée inaperçue dans la communauté des climatologues. En effet, celle-ci se passe de modèles climatiques pour utiliser seulement des observations météorologiques actuelles et passées. En voici un exemple.

### **Tempête en Corse à l'été 2022 : un lien établi avec le dérèglement climatique**

La nuit du 17 au 18 août 2022, un système orageux en provenance des Baléares frappe soudainement la Corse avec des rafales dépassant les 220 km/h. Bilan : 5 morts, 45 000 personnes privées d'électricité et des dégâts considérables, au nombre desquels 90 bateaux coulés ou jetés sur les rochers. La tempête continue son chemin vers l'Italie et l'Autriche, faisant encore sept morts. Tout au long de son parcours, elle s'accompagne de pluies torrentielles qui apportent leur lot de destruction. Sur les Bouches-du-Rhône, on mesure plus de 100 millimètres de pluie tombés en moins de 24 heures.

Les derechos, orages soudains et puissants qui peuvent parcourir des centaines de kilomètres, sont assez fréquents dans les plaines américaines, mais extrêmement rares en France. On ne connaît que quatre tempêtes semblables survenues au cours des XX<sup>e</sup> et XXI<sup>e</sup> siècles.

Ce phénomène extrême se range dans la catégorie des derechos, des orages soudains et puissants qui peuvent parcourir des centaines de kilomètres. Les derechos sont assez fréquents dans les plaines américaines, mais extrêmement rares en France. On ne connaît que quatre tempêtes semblables survenues au cours des XX<sup>e</sup> et XXI<sup>e</sup> siècles. Voilà pourquoi Davide Faranda a voulu savoir si celle-ci pouvait être attribuée au changement climatique<sup>3</sup>. Pour cela, il a bien entendu utilisé la méthode en trois étapes que son équipe a mise au point. Premier pas : établir, grâce à une carte des pressions atmosphériques, quelles étaient les grandes masses d'air et les systèmes de haute et basse pression au moment de la tempête.

Les causes de la tempête se révèlent ainsi sans mal : « *L'été 2022 a été marqué par des systèmes de basses pressions situés entre le Portugal et la France, que l'on appelle en jargon "gouttes froides". Lorsqu'ils étaient proches du Portugal, ces systèmes faisaient remonter vers le nord de l'Europe des masses d'air chaud venues d'Afrique, causant des conditions de canicule. Leur déplacement vers l'est, en revanche, était la cause d'orages en France. En effet, leur rencontre avec les masses d'air chaud méditerranéennes a produit des tempêtes et des rafales de vent comme celle du 18 août* », explique le chercheur.

Deuxième pas, déterminer si une situation semblable s'était déjà produite avant que le changement climatique ne commence à peser sur l'atmosphère. Pour cela, Davide Faranda a utilisé ERA 5, une base de données européenne qui fournit, heure par heure, les paramètres météorologiques de l'atmosphère, de la surface terrestre et de la mer depuis 1950. Il a cherché dans cette archive des configurations similaires à celle des 17 et 18 août sur une période comprise entre 1950 et 1979, c'est-à-dire, lorsque les effets du changement climatique étaient encore faibles, voire imperceptibles. Résultat : la position des grandes masses d'air au moment de la tempête n'a rien

d'exceptionnel. Entre 1959 et 1979, cette configuration s'est produite au moins une trentaine de fois.



Des bateaux ont été rejetés sur la plage de Sagone à Coggia, en Corse, après que des rafales de vent à plus de 220 km/h ont frappé l'île dans la nuit du 17 au 18 août 2022. Pascal Pochard-Casabianca / AFP

Au moment de la tempête, la température de la Méditerranée était 5 degrés au-dessus de la moyenne saisonnière.

Or, sur cette période, aucune tempête d'ampleur similaire n'a été enregistrée. C'est donc que quelque chose a changé. Et ce quelque chose, Davide Faranda l'a trouvé, toujours grâce aux données ERA 5 : « *La différence, c'est qu'au moment de la tempête, la température de la Méditerranée était 5 degrés au-dessus de la moyenne saisonnière.* »

L'extrême température de la Méditerranée a boosté les forces de convection qui ont conduit à la tempête. La quantité de vapeur d'eau accumulée dans l'atmosphère, résultat de cette Méditerranée surchauffée, a quant à elle provoqué des orages destructeurs. Conclusion de Davide Faranda : « *Notre analyse montre le rôle important du changement climatique dans l'intensité du derecho du 18 août.* »

### **Gros plan sur les événements extrêmes**

L'équipe du LSCE a utilisé cette même méthode de comparaison entre une période à faible changement climatique et le présent pour étudier une série d'événements climatiques survenus en 2021. Parmi eux, le cyclone Ida aux États-Unis, la vague de froid du mois de mars en France, les tornades sur la vallée du Pô en Italie, la tempête hivernale Filomena en Espagne et le cyclone méditerranéen Apollo. Dans la plupart des cas, ils ont trouvé un lien très clair avec le changement climatique. Cependant, Filomena et Apollo ont mis à mal leur méthode. En effet, les chercheurs n'ont trouvé aucun équivalent dans les registres historiques à la configuration atmosphérique au moment de ces événements. « Comme on n'a pas trouvé de configuration semblable, nous sommes incapables de déterminer le rôle du changement climatique dans leur occurrence », regrette Davide Faranda.



Le cyclone Apollo, vu par l'un des satellites Copernicus Sentinel-3, au-dessus de la Grèce le 28 octobre 2021 à 09:05 UTC. European Union, Copernicus Sentinel-3 imagery

l'attribution des événements extrêmes et Edipi (European weather Extremes: Drivers, Predictability and Impacts).

Source : le journal du C.N.R.S.

## Des astronomes ont-ils débusqué le trou noir le plus proche de la Terre ?

**C'est l'un des trous noirs les plus petits et les plus proches de notre Terre. Des astronomes de l'université d'État de l'Ohio (États-Unis) ont découvert, grâce aux distorsions qu'il provoque sur une étoile géante rouge, un trou noir de seulement trois masses solaires. Probablement l'un des plus proches de notre Terre jamais « observé ». Il se trouve dans la Voie lactée, à seulement 1 500 années-lumière de nous. En appliquant cette méthode de recherche, ils espèrent en trouver beaucoup d'autres à l'avenir.**

Ces dernières années, plusieurs candidats au titre du trou noir le plus proche de la Terre ont été découverts. Le dernier en date a été débusqué par le satellite Gaia et il s'appelle donc tout naturellement Gaia BH1 (trou noir se dit Black Hole en anglais). De récentes observations confirment qu'il contiendrait environ 10 masses solaires et qu'il serait à environ 1 600 années-lumière de la Terre. Les trous noirs fascinent et on peut se poser 100 questions sur eux comme : « *Pourrait-on voyager dans l'espace en les utilisant comme trous de ver ? Un trou noir menace-t-il le Système solaire ?* » et bien d'autres auxquelles répond d'ailleurs Jean-Pierre Luminet dans son dernier Opus. Il n'est donc pas difficile de comprendre que lorsque l'on annonce une détection d'un trou noir considéré comme le plus proche de la Terre connu, cela attire aussitôt l'attention.

L'année dernière et dans l'un des précédents articles ci-dessous, Futura vous avait signalé que le dernier candidat à ce titre avait été découvert autour de V723 Monocerotis, une étoile variable de type géante rouge située à environ 1 500 années-lumière de la Terre dans la constellation de la Licorne. Un article au sujet de cette découverte venait d'être publié dans MNRAS dont une version en accès libre se trouve sur arXiv.

On y apprenait donc que le transit d'un astre compact autour de V723 Monocerotis en combinaison avec d'autres observations conduisait à penser que l'astre compact en question devait être un trou noir d'environ trois fois la masse du Soleil mais que s'il était assez proche pour déformer V723 Monocerotis par ses forces de marée, il n'y avait pas de formation notable d'un disque d'accrétion avec un transfert de matière arrachée à la géante rouge.

L'article indique que la distance de V723 Monocerotis au Soleil était estimée à environ 460 +/- 7 pc. Comme un

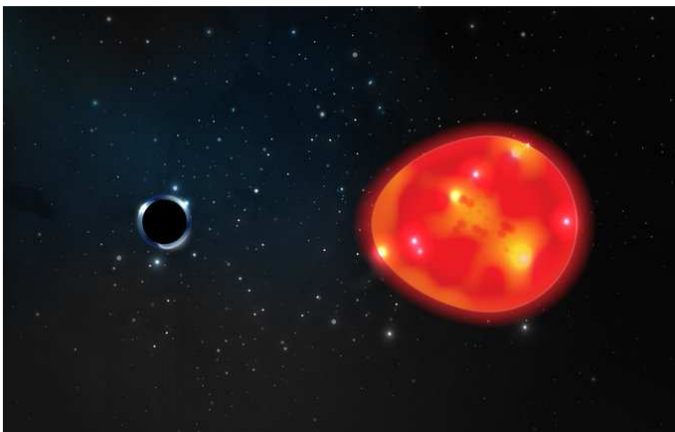
Depuis l'article fondateur de Myles Allen, la science de l'attribution des phénomènes extrêmes a beaucoup changé. À la perspective juridique que le chercheur britannique envisageait (qui va payer les dégâts causés par le changement climatique ?) se sont ajoutés d'importants questionnements scientifiques. Pour Davide Faranda, ces travaux permettent de mieux comprendre la genèse des événements extrêmes. « *Les modèles climatiques globaux ne permettent pas de simuler le climat local avec une précision suffisante pour modéliser les phénomènes extrêmes. Notre travail est complémentaire : on repère les phénomènes rares et, en étudiant leur dynamique, on donne des pistes aux modélisateurs pour mieux le représenter* », indique le chercheur.

Mais ces recherches ont aussi un intérêt social tout aussi important. « *L'un des aspects sur lesquels travaille la communauté est de savoir quel est le pire événement climatique qui pourrait arriver à un endroit dans les conditions actuelles ou futures, explique Aglaé Jézéquel. Ceci peut servir dans une perspective d'adaptation et de réduction des risques climatiques.* » En effet, lors de la construction d'un barrage, d'une centrale nucléaire ou d'une digue de protection contre les inondations, il faut se préparer au pire. Ainsi, l'attribution des événements extrêmes ne sert pas seulement à pointer du doigt les États et les compagnies qui émettent des gaz à effet de serre... ou à répondre à la sempiternelle rengaine affirmant, à chaque nouvelle canicule ou inondation, que l'humanité en a toujours connu. Cette nouvelle science offre un regard sur le monde à venir et sur les catastrophes que l'on devra tenter d'éviter.

### Notes :

1. Unité CNRS/ENS-PSL/École polytechnique/Sorbonne Université.
2. Unité CNRS/CEA/Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines.
3. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre des projets Xaida - L'intelligence artificielle pour la détection et

parsec vaut 3,26 années-lumière, cela faisait donc une distance d'environ 1 500 années-lumière.



### V723 Monocerotis ou Gaia BH1 ?

Le nouveau buzz actuellement est autour des observations menées avec le télescope Gemini North observant dans le visible et l'infrarouge au sommet du Mauna Kea à Hawaï. La découverte est détaillée dans un article également publié dans MNRAS et que l'on peut aussi trouver sur arXiv.

Elle est présentée de la manière suivante par Kareem El-Badry, astrophysicien au Centre d'astrophysique Harvard & Smithsonian et à l'Institut Max-Planck d'astronomie. « Prenez le Système solaire, mettez un trou noir là où se trouve le Soleil et le Soleil là où se trouve la Terre, et vous obtenez ce système. Bien qu'il y ait eu de nombreuses détections revendiquées de systèmes comme celui-ci, presque toutes ces découvertes ont ensuite été réfutées. Il s'agit de la première détection sans ambiguïté d'une étoile semblable au Soleil sur une large orbite autour d'un trou noir de masse stellaire dans notre Galaxie. »

En fait, il s'agit de la confirmation de l'existence de Gaia BH1 que Futura avait annoncée dans le précédent article ci-dessous. GBH1 est un trou noir contenant environ 10 masses solaires qui avait été débusqué par astrométrie en utilisant les observations du satellite Gaia de l'ESA. Le trou noir Gaia BH1 conduit l'étoile de type solaire en orbite autour de lui à effectuer une trajectoire en forme d'ellipse dont les caractéristiques permettaient déjà de déduire son existence. Mais Gaia pouvant faire aussi des mesures de vitesse radiale comme pour les exoplanètes, il avait été possible de donner plus de poids à la découverte et aujourd'hui c'est donc au tour des observations faites avec le Gemini North.

Toutefois, la distance de Gaia BH1 au Soleil est estimée à 490 pc, soit 1 600 années-lumière. Les mesures concernant V723 Monocerotis n'ayant pas encore été vraiment invalidées, il n'est pas encore certain que Gaia BH1 soit bien le plus proche trou noir connu à ce jour. Les deux astres sont certainement dans le peloton de tête en tout cas.

*Futura Sciences*

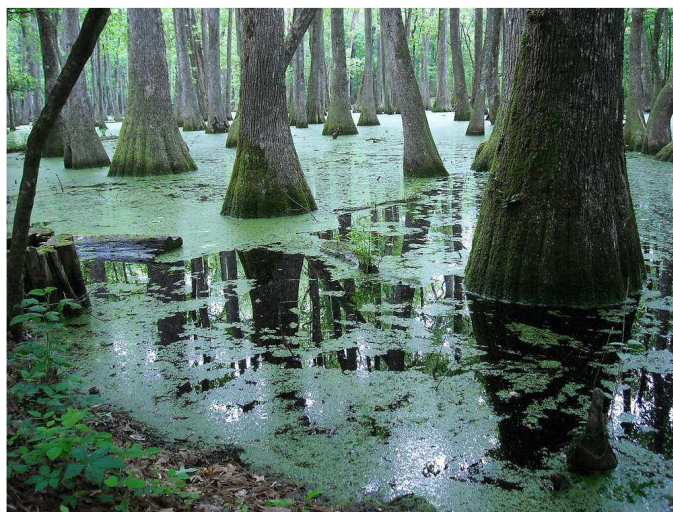
## Une forêt fossile cachée dans le Gard

**Parmi les curiosités géologiques qui parsèment le sol français il y en a une tout à fait remarquable et unique sur notre territoire. Il s'agit de la forêt fossile de Champclauson, dans la commune de la Grand-Combe, dans le Gard.**

L'anthracologie est une discipline de l'archéobotanique spécialisée dans l'étude des charbons de bois. Elle permet de mieux comprendre le quotidien d'un site historique. La région d'Alès est connue et exploitée depuis le Moyen Âge pour ses gisements de charbon. Les niveaux charbonneux se retrouvent dans des niveaux sédimentaires d'âge carbonifère supérieur, soit âgés de 300 millions d'années. Comme son nom l'indique, cette période géologique est bien connue pour avoir produit d'importantes quantités de charbon, notamment en Europe de l'Ouest. À l'origine de cette spécificité, un taux de CO<sub>2</sub> très important, environ 30 fois supérieur à celui du XIX<sup>e</sup> siècle, un climat et des températures propices au développement d'une végétation dense et notamment de grands arbres à écorce.

Le niveau des mers est alors relativement bas, ce qui favorise la création de mers épicontinentales et de petits bassins. Il faut s'imaginer de vastes marécages tropicaux au-dessus desquels s'élèvent des arbres de plus de 40 mètres de haut, comme les lépidodendrons, ainsi que des fougères arborescentes. La quantité de matière organique en décomposition (restes de feuilles, de troncs...) est alors très importante dans ces petits bassins inondés. Au fur et à mesure de leur enfouissement, ces résidus de végétaux vont se transformer lentement en charbon.

Une grande part des ressources énergétiques utilisées lors de la révolution industrielle provient des dépôts de charbon du Carbonifère. Ils sont d'ailleurs toujours exploités actuellement.



La Pearl River aux États-Unis est un bon analogue de ce à quoi devait ressembler le paysage du Carbonifère. © Charlie Brenner from Jackson Mississippi, USA

## Des troncs de 300 millions d'années fossilisés en position debout

C'est ainsi que le bassin d'Alès, dans le Gard, est exploité de façon industrielle jusqu'en 2002, avec un pic d'activité en 1958. Quelque 20.000 mineurs travaillent alors dans la région pour sortir plusieurs millions de tonnes de charbon. Au début des années 1990, l'exploitation est cependant très réduite et ne subsiste qu'au niveau de quelques mines à ciel ouvert, notamment au nord du hameau de Champclauson. Sur ce site en particulier, les fronts de taille font apparaître les restes de troncs fossilisés, intacts et en position « debout ».

Si la grande partie de ces mines a ensuite été comblée et revégétalisée, une association a réussi à sauvegarder un petit affleurement afin de nous permettre de contempler ce à quoi ressemblait l'environnement du Carbonifère. Le site est aujourd'hui aménagé et permet d'effectuer un voyage de 300 millions d'années.



Tronc de sagittaire en position verticale visible sur le front de taille de l'ancienne mine de charbon à ciel ouvert de Champclauson. © 2019, Pierre Thomas, <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

En premier lieu, on peut y contempler d'immenses troncs d'arbres verticaux. Les dessins de l'écorce sont encore bien visibles. Il s'agit de troncs de sigillaires, des arbres pouvant atteindre 30 mètres de haut. Ces troncs ne sont cependant pas « pétrifiés », comme ceux que l'on peut observer dans la célèbre forêt de bois silicifié aux États-

Unis (voir première photo). Il ne s'agit donc pas de ce que l'on appelle couramment du « bois fossile », ni de charbon d'ailleurs. L'intérieur des troncs est en fait constitué de grès, une roche sédimentaire qui a remplacé la matière organique. Seule l'écorce est encore en partie constituée de matière organique.

## Une vaste plaine deltaïque sous un climat équatorial

Les strates sédimentaires qui entourent les troncs s'élevant verticalement ont d'ailleurs permis de reconstruire l'environnement qui régnait à cet endroit il y a 300 millions d'années. À la fin du Carbonifère, la région (située alors au niveau de l'équateur) était alors occupée par une grande plaine d'inondation deltaïque, logée dans une dépression au cœur d'une immense chaîne de montagnes connue sous le nom de chaîne hercynienne. Cette plaine était alors traversée par de nombreuses rivières qui charriaient des galets et d'importantes quantités de sédiments.

Dans cette zone marécageuse se développait une dense végétation produisant d'importantes quantités de matière organique. Lors des épisodes de crue, les rivières venaient déposer du sable autour des troncs, les enfouissant en position debout au fur et à mesure, jusqu'à ce qu'ils meurent. C'est ainsi que la partie enfouie, de 1 à 3 mètres, a été conservée. Ce site exceptionnel fait aujourd'hui partie du parc Dinopedia.

*Futura Sciences*

## Les constellations d'hiver

**Le ciel d'hiver est riche d'étoiles brillantes, il se caractérise surtout par la constellation équatoriale d'Orion dont les étoiles les plus brillantes forment un grand rectangle renfermant trois étoiles alignées et rapprochées. Orion sera d'un atout précieux dans la recherche des constellations boréales.**

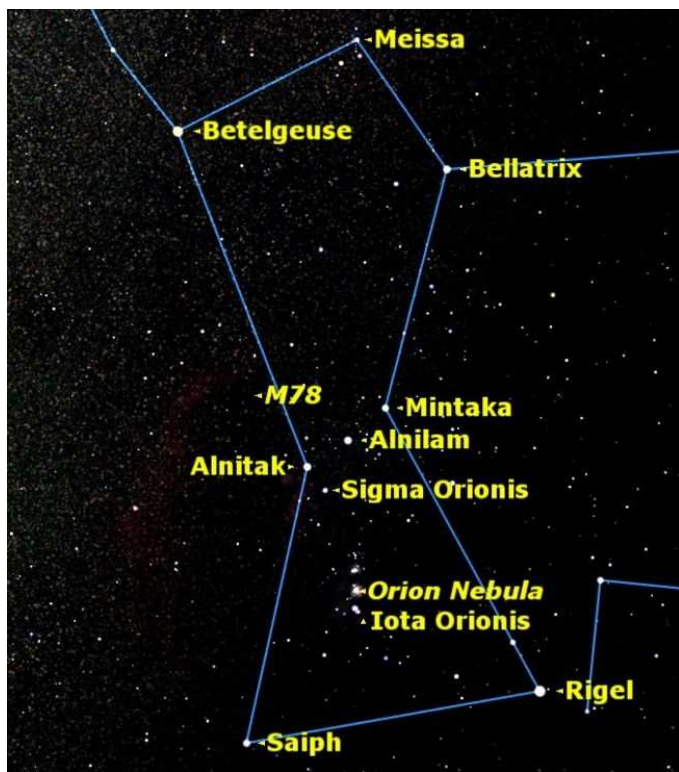
L'orientation dans le ciel d'hiver est facilitée par la figure appelée l'Hexagone d'hiver, dont les sommets sont les étoiles Capella, Aldébaran, Rigel, Sirius, Procyon, ainsi que Castor et Pollux. Moins populaire mais tout aussi pratique pour s'orienter, le Triangle d'hiver est formé par Procyon, Bételgeuse et Sirius. En partant de Sirius vers le sud, le long de la voie lactée, nous trouvons les constellations des Voiles (Vela) et de la Carène (Carina).

### Constellation d'Orion

Sur les cartes, Orion le Chasseur, porte une ceinture appelé le baudrier d'Orion. Le baudrier d'Orion est représenté par les trois étoiles au centre de l'image : Alnitak ( $\zeta$  Ori de magnitude 1,76 à 817,44 AL), Alnilam ( $\epsilon$  Ori de magnitude 1,71 à 1342,22 AL et Mintaka ( $\delta$  Ori de magnitude 2,27 à 916,18 AL).

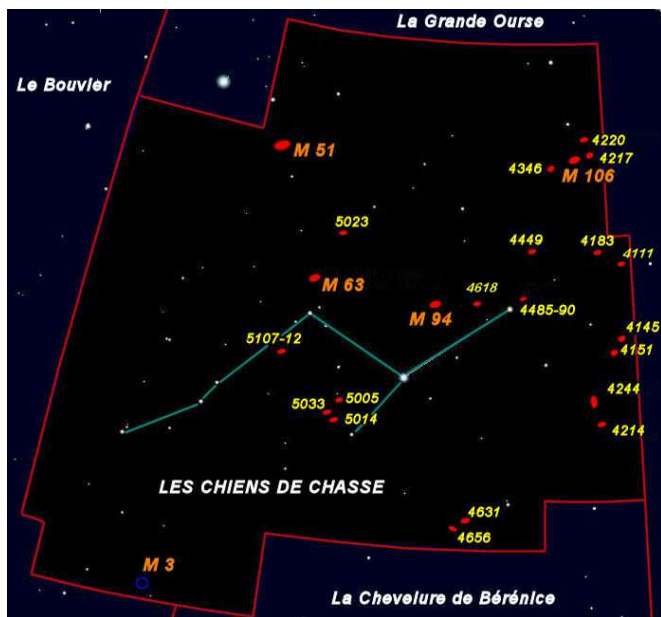


Trois autres étoiles très brillantes font partie de la constellation d'Orion, ce sont Bételgeuse ( $\alpha$  Ori de magnitude 0,47 à 427,47 AL), Rigel ( $\beta$  Ori de magnitude 0,20 à 772,89 AL) et Bellatrix ( $\gamma$  Ori de magnitude 1,66 à 243,04 AL). Meissa ( $\lambda$  Ori de magnitude 3,41 à 1055,52 AL) se situe sur la pommette d'Orion tandis que Saiph ( $\kappa$  Ori de magnitude 2,29 à 771,59) se situe sur le genou à terre, d'Orion.



### Constellation des Chiens de chasse

On trouve sous la Grande Ourse, la pâle constellation des Chiens De Chasse dont l'étoile principale a pour nom Cor Caroli ( $\alpha$  CVn de magnitude 2,91 à 110,19 AL).



L'étoile qui se situe sous l'oeil du deuxième chien s'appelle Chara ( $\beta$  CVn de magnitude 4,26 à 27,3 AL).

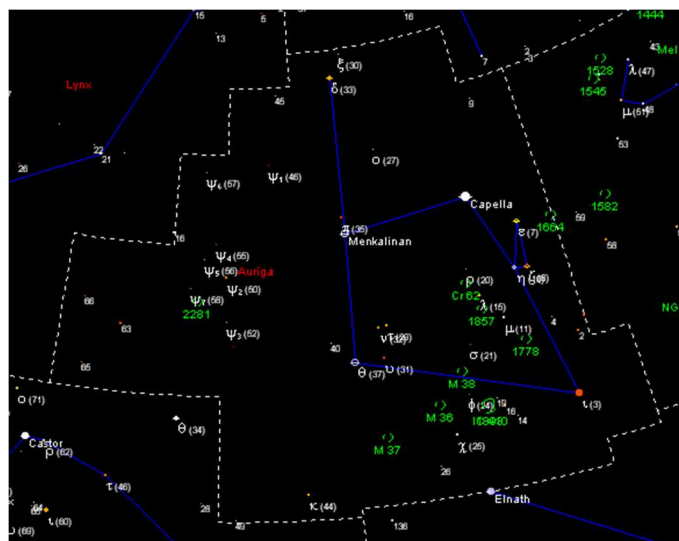
Dans la région des Chiens De Chasse on trouve de nombreuses galaxies lointaines de dimensions et de formes variées comme par exemple, Messier 3 et Messier 101.

### Constellation du Cocher

Au nord d'Orion et à l'est de Persée, brille l'une des plus brillantes étoiles du ciel hivernal : Capella du Cocher ( $\alpha$  Aur de magnitude 0,10 située à 42,20 AL). La constellation du Cocher est une constellation très étendue ayant une forme caractéristique de Pentagone. Quant à sa principale étoile, Capella, appelée aussi la Chèvre, c'est une géante accompagnée d'une binaire spectroscopique.

On trouve dans le Cocher de nombreux amas ouverts (amas stellaire groupant environ 100 à 1 000 étoiles de même âge liées entre elles par la gravitation) comme M36, M37 et M38.

Les autres étoiles de la constellation du Cocher sont sur l'épaule gauche du Cocher, Menkalinan ( $\beta$  Aur de magnitude 1,92 à 82,11 AL), sur l'épaule droite, ( $\theta$  Aur de magnitude 2,67 à 173,21 AL), sur le genou gauche du Cocher, ( $\iota$  Aur de magnitude 3,71 à 787,83 AL), sur le ventre de l'animal ( $\zeta$  Aur de magnitude 3,71 à 787,83 AL).



### Constellation des Gémeaux

La direction des Gémeaux sera indiquée par les étoiles Rigel et Bételgeuse de la constellation d'Orion. En effet, si l'on trace une ligne imaginaire entre ces deux étoiles et que l'on poursuit cette ligne vers le nord-est, on atteindra alors facilement les Gémeaux. C'est une constellation très étendue en forme de rectangle.

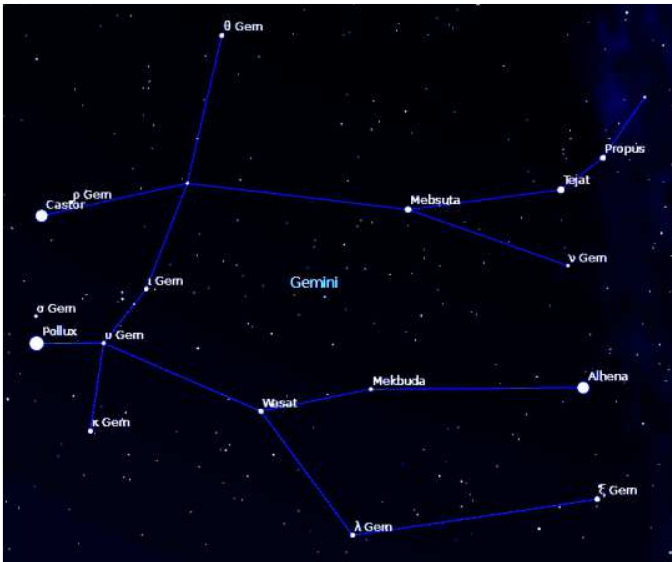
Les deux plus brillantes étoiles de la constellation sont Pollux, sur la tête du gémeau de gauche ( $\beta$  Gem de magnitude 1,18 à 33,72 AL) et Castor sur la tête du gémeau de droite ( $\alpha$  Gem de magnitude 1,60 à 51,55 AL). Cette dernière est en fait un système de trois étoiles tandis que Pollux est une géante.

On trouve également dans les Gémeaux, un bel amas ouvert, Messier 35. Les autres étoiles de la constellation

# Télescope N 200/1000 PDS Explorer BD EQ5 Pro SynScan GoTo

Une ouverture de 200 mm révèle à l'observateur du ciel profond bien plus de détails que des télescopes plus petits.

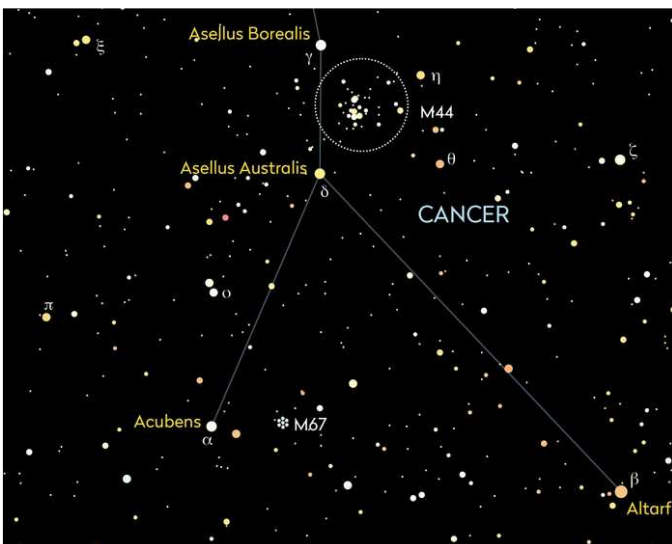
des gémeaux sont Wasat sur le ventre du gémeau de gauche ( $\delta$  Gem de magnitude 3,52 à 58,82 AL), Meكبuda sur le genou gauche du gémeau de gauche ( $\zeta$  Gem de magnitude 4,03 à 1169,03 AL), Alhena sur le pied gauche du gémeau de gauche ( $\gamma$  Gem de magnitude 1,95 à 104,81 AL), Propus sur le talon gauche du gémeau de droite ( $\pi$  Gem de magnitude 3,33 à 349,21 AL) Tejat sous la robe du gémeau de droite ( $\mu$  Gem de magnitude 2,89 à 231,81 AL), Meكبuta sur la robe du gémeau de droite ( $\varepsilon$  Gem de magnitude 3,08 à 903,49 AL).



## Constellation du Cancer

Située non loin des Gémeaux, brille la petite constellation du Cancer. Elle est formée de six étoiles de faible brillance. On trouve dans cette constellation un magnifique amas ouvert Messier 67.

Les principales étoiles de cette constellation sont Acubens sur la pince droite du Cancer ( $\alpha$  Can de magnitude 3,28 à 173,58 AL) et  $\beta$  Can sur la patte droite de magnitude 3,55 à 290,44 AL. Les autres étoiles de la constellation sont Asellus Australis sur l'œil droit ( $\delta$  Can de magnitude 3,96 à 136,07 AL), Asellus Borealis sur l'œil gauche ( $\gamma$  Can de magnitude 4,68 à 158,48 AL), sur la pince gauche du Cancer il y a  $\iota$  Can de magnitude 4,05 à 298,14 AL, sur la patte gauche se trouve  $\chi$  Can de magnitude 5,15 à 59,12 AL.



Grâce à un pouvoir collecteur supérieur de 78% à celui d'un télescope de 150 mm, on peut même distinguer les bras spiralés les plus fins de nombreuses galaxies et les structures d'autres nébuleuses. Les amas globulaires aussi, comme le fameux amas M13 dans Hercule, peuvent déjà être bien résolus sur leur bord. L'effet de courbure étant limité, le miroir primaire parabolique reproduit les objets avec une grande netteté. Le système optique donne d'excellents contrastes qui sont maintenus à un niveau optimal grâce à un miroir secondaire de seulement 52 mm et de fines branches de fixation. Tout cela permet des observations planétaires tout aussi nettes et lumineuses, même avec un plus fort grossissement. Le tube est équipé d'un solide porte-oculaire Crayford 50,8 mm permettant une mise au point sans décalage des images, ce qui a son importance notamment avec de forts grossissements et en astrophotographie. L'emploi d'oculaires de 50,8 mm permet de tirer profit des champs visuels les plus grands possibles. Le rapport d'ouverture de l'objectif est de  $f/5$ . Ce télescope fait donc partie des Newtons rapides. Ce type d'optique convient particulièrement bien pour la photographie.

Même son aspect extérieur fait de cet instrument un vrai bijou, avec ses lignes élégantes, son tube et son chercheur reluisant dans une teinte noire très esthétique.

La version PDS des Explorers vient avec un porte-oculaire DualSpeed qui possède un réducteur de 1:10 permettant

une mise au point tout en finesse. Il s'agit là d'un atout indispensable pour l'astrophotographie mais très apprécié également en observation visuelle. Afin d'optimiser le système pour l'astrophotographie, la longueur du tube a été légèrement réduite par rapport à celle de la version Explorer P; en contre-partie, le miroir secondaire a été agrandi.

Cette monture est une version perfectionnée de la EQ-5 Pro en blanc. Elle constitue une base solide pour la plupart des optiques de dimension moyenne et convient parfaitement pour de belles promenades dans le ciel nocturne. La distance polaire du lieu d'observation peut être réglée sur une échelle micrométrique et bloquée aisément à l'aide de deux vis. Il est possible d'ajouter un chercheur polaire. Vous disposez d'une monture GoTo complète motorisée sur les deux axes et dotée d'une raquette de commande SynScan. La monture NEQ-5 n'est pas limitée à l'observation visuelle ; elle convient également pour débiter en astrophotographie. Il suffit d'un peu de pratique pour réussir alors des images de nébuleuses ou de galaxies.

**Prix : 1020,00€ et 1490,00€ avec NEQ-5 "Pro Goto**

## Astrométrie : Ephémérides astronomiques

### Décembre 2022 :

- 02 04h00 Rapprochement Lune/Jupiter (2,6°)
- 06 22h37 Rapprochement Lune/Pléiades (3°)
- 08 04h08 Pleine Lune**
- 08 05h05 Début de l'occultation de Mars (mag. = -1,86)
- 08 05h35 Rapprochement Lune/ Mars (0,0°)
- 08 06h03 Fin de l'occultation de Mars (mag. -1,86)
- 09 02h46 Pluie d'étoiles filantes : Monocéros (3 météores/heure au zénith; durée 20 j)
- 09 02h46 Pluie d'étoiles filantes : Sigma Hydrides (7 météores/heure au zénith; durée 12 jours)
- 11 03h43 Rapprochement Vénus/M 8 (0,1°)
- 11 07h28 Rapprochement Lune/Pollux (2,5°)
- 12 00h30 Lune à l'apogée (405869 km)
- 12 20h14 Rapprochement Mercure/M 22 (1,6°)
- 14 05h35 Pluie d'étoiles filantes : Géminides (150 météores/heure au zénith; durée 12 jours)
- 15 19h18 Comète 81P Wild à son périhélie (1,598 UA; mag. 11,5)
- 16 00h04 Pluie d'étoiles filantes : Coma Bérénicides (3 météores/heure au zénith; durée 11 jours)
- 16 08h56 Dernier Quartier de la Lune**
- 17 00h50 Rapprochement Vénus/ M 22 (0,2°)
- 19 19h49 Comète C/2017 K2 PANSTARRS à son périhélie (1,798 UA; mag. 6,0)
- 19 22h23 Pluie d'étoiles filantes : Leo Minorides de déc. (5 météores/heure au zénith; durée 61 j)
- 21 18h00 Plus grande élongation est de Mercure (20,1°)
- 21 21h48 Solstice d'hiver**

- 22 13h59 Pluie d'étoiles filantes h Ursides (10 météores/heure au zénith; durée = 9,0 jours)
- 23 10h17 Nouvelle Lune**
- 24 08h32 Lune au périhélie (358 270 km)
- 24 11h46 Rapprochement Lune/Vénus (4,4°)
- 24 21h00 Rapprochement Lune/Mercure (4,2°)
- 25 02h37 Rapprochement Lune/Pluton (3,1°)
- 26 20h36 Rapprochement Lune/Saturne (4,3°)
- 28 23h53 Rapprochement Lune/Neptune (3,0°)
- 29 11h46 Rapprochement Mercure/Vénus (1,4°)
- 29 11h59 Rapprochement Lune/Jupiter (3,0°)
- 30 01h20 Premier Quartier de la Lune**

### Janvier 2023

- 01 Alignement le soir de Saturne, Jupiter, Lune et Mars
- 01 06h41 Rapprochement Vénus/Pluton (0,9°)
- 01 23h54 Rapprochement Lune/Uranus (0,3°)
- 03 16h29 Opposition astéroïde 64 Angelina/Soleil (dist. 2,374 UA ; mag. 10,3)
- 03 21h13 Maximum Quadrantides (110 météores/h au zénith; dur. 16j)
- 03 20h54 Rapprochement Lune/Mars (1,0°)
- 04 17h00 La Terre au périhélie (0,98330 UA)
- 05 17h47 Rapprochement Lune/M 35 (2,4°)
- 07 00h08 Pleine Lune**
- 08 10h19 Lune à l'apogée (406458 km)
- 08 19h59 Opposition astéroïde 2 Pallas/Soleil (dist. 2,158 UA ; mag. 7,8)
- 13 18h08 Opposition astéroïde 505 Cava/Soleil (dist. 2,161 UA ; mag. 10,2)
- 15 01h38 Rapprochement Lune/Spica (3,1°)
- 15 03h11 Dernier Quartier de Lune
- 18 15h43 Conjonction Pluton/Soleil (2,3°)
- 20 18h08 Transits sur Jupiter : 2 satellites et éclipse d'un satellite.
- 21 21h53 Nouvelle Lune**
- 21 21h57 Lune au périhélie (356569 km)
- 22 23h16 Rapprochement Vénus/Saturne (0,3°)
- 23 11h07 Rapprochement Lune/Vénus (4,2°)
- 24 21h11 Opposition astéroïde 89 Julia/Soleil (2,774 UA ; mag. 10,4)
- 26 10h08 Opposition astéroïde 6 Hebe/Soleil (2,475 UA ; mag. 8,7)
- 28 16h19 Premier Quartier de Lune**
- 30 12h00 Plus grande élongation de Mercure (24,9°)
- 30 14h30 Comète 263P Gibbs au périhélie (1,239 UA ; mag. 7,6)
- 31 04h09 Comète 96P Machholz au périhélie (0,116 UA ; mag. -0,6)

**Les heures affichées pour chaque évènement sont données en TLF (Temps Légal Français, soit TU + 1h en hiver et TU + 2h en été) pour Paris (2° 20' 0" E, 48° 52' 0" N, zone A).**

*Source : Astrofiles*

## Les conférences du CIS

Le CIS organise un cycle de conférences avec des scientifiques et des historiens ou écrivains de vulgarisation. Exceptionnellement, certaines contraintes pourront nous amener à modifier le rendez-vous. Vous pouvez consulter le site Internet :

[http : //www.astrosurf.com/cis](http://www.astrosurf.com/cis)

**Conférence du lundi 12 décembre 2022 à 19h30 à l'ENSAM**

**« L'émergence cosmique des disques galactiques : l'ordre à partir du chaos »  
par Christophe Pichon,**

**Directeur de Recherche CNRS à l'Institut d'Astrophysique de Paris, Université Pierre & Marie Curie**

*Résumé : Une modélisation précise de la diversité morphologique des galaxies en fonction du temps cosmique est essentielle pour contraindre notre modèle cosmologique avec précision. Alors que la résilience des disques galactiques minces est une énigme dans le cadre du scénario hiérarchique, il apparaît maintenant que leur autorégulation par dissipation est nécessaire pour expliquer leur survie. Leur morphologie initiale est déterminée par l'acquisition de moment cinétique, provenant d'échelles plus grandes, qui sont moins denses, donc plus stationnaires. Cette accréation cosmique crée un réservoir d'énergie libre dans le milieu circumgalactique, à partir duquel les disques construisent spontanément une boucle de contrôle par effets de marées qui les maintient proches de leur stabilité marginale. Les disques galactiques minces sont donc des structures émergentes, maintenues par auto-organisation critique. L'ensemble de ces processus complexes sera décrit d'une manière aussi abordable que possible.*

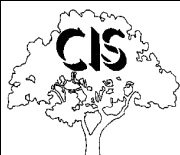


**Conférence du lundi 9 janvier 2023 à 19h30 à l'ENSAM**

**« Le verre, entre le volcan et notre quotidien »  
par Daniel Neuville,**

**Directeur de Recherche CNRS / IGP**

*Résumé : Les verres jouent un rôle fondamental dans notre quotidien tant au niveau économique, culturel, sociétal, énergétiques et géologiques. Les verres géologiques témoignent de l'activité ignée de la Terre et représentent une source importante d'outils et d'objets ornementaux du Paléolithique à nos jours. Mais également, de nos jours, les verres sont utilisés pour fabriquer des matériaux techniques, tels que des containers, des écrans, des fibres aux multiples applications (renforcement, transport information, énergie...), pour assurer le stockage de déchets (domestiques ou nucléaire) et plus récemment des biomatériaux servant à reconstruire le corps humain (implants dentaires, osseux...).  
Quels sont les différents types de verre ? Quelles grandes questions scientifiques et technologiques se posent ?*



**CIS - Club d'Information Scientifique de La Poste et d'Orange**  
68 avenue Général De Gaulle 94700 MAISONS ALFORT Tél. h 01 48 93 54 66 (répondeur 24 h/24)  
Internet – [http ://www.astrosurf.com/cis](http://www.astrosurf.com/cis) - Courriel : [cis-ftlp@wanadoo.fr](mailto:cis-ftlp@wanadoo.fr)  
Internet La Poste : [www.portail-malin.com](http://www.portail-malin.com)

**"Le Regard de l'Astronome" - Bulletin trimestriel édité par le CIS**

**Directeur de la publication :** Jean-Louis Labaye

**Rédaction et mise en page h** Jacques Rodriguez. **Comité de lecture :** Jean-Louis Labaye, Gilles Gozlan, Jacques Rodriguez.

**Ont collaboré à ce numéro :** Jacques Rodriguez

Tous les articles qui nous seront proposés à la publication, seront soumis à l'approbation de l'équipe rédactionnelle et au comité de lecture. En cas de litige, la voix du directeur de la publication reste prépondérante.