



Observatoire Jean-Marc Becker.  
34 Avenue de l'Observatoire  
Parc de l'Observatoire  
25000 Besançon



[contact@aafc.fr](mailto:contact@aafc.fr)

[www.aafc.fr](http://www.aafc.fr)

## Lettre Astro n°87 Juillet – Août 2023

En cette période estivale les soirées publiques d'observation des premiers mardis de chaque mois sont suspendues jusqu'à la rentrée.

Voici nos activités de l'été, gratuites pour tous :

- Les 11, 12 et 13 août, la *Nuit des Étoiles* qui aura lieu comme d'habitude à l'observatoire.
- **Mercredi 16 août**, soirée en plein air au Musée des Maisons Comtoises de Nancray. Soirée reportée au vendredi 18 août en cas de mauvais temps le 16.

Puis nous reprendrons nos activités régulières en septembre après notre trêve estivale.

Nos activités sont indiquées régulièrement sur notre site [www.aafc.fr](http://www.aafc.fr)

*Vous pouvez faire suivre cette lettre à vos amis, curieux d'astronomie ...*

### LES PLANÈTES EN JUILLET – AOÛT :

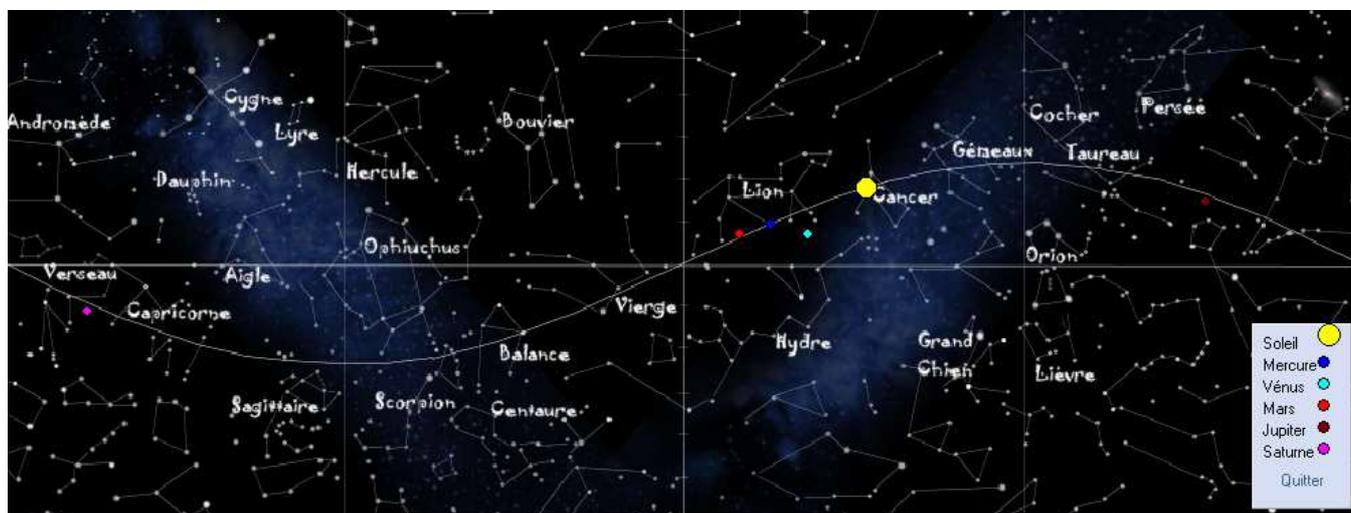
- **MERCURE** : Après sa disparition lors de son passage en conjonction supérieure le premier juillet, elle réapparaît ensuite dans le ciel du soir mais son repérage sur l'horizon **Ouest-Nord-Ouest** est particulièrement difficile durant toute la période du fait de sa position en dessous de l'Écliptique.
- **VÉNUS** : Elle brille encore le soir en début de période mais, se rapprochant de l'horizon et se couchant de plus en plus tôt après le Soleil, sa visibilité devient de plus en plus difficile.
- **MARS** : Se couchant de plus en plus tôt dans la nuit sur l'horizon **Ouest** et s'éloignant de plus en plus de la Terre elle n'est pas très facile à trouver dans la constellation du Lion. Avec une magnitude qui continue à décroître (1,8 le premier août) elle est assez discrète et son observation n'a plus beaucoup d'intérêt.
- **JUPITER** : Elle est observable le matin dans la constellation du Bélier mais, se levant de plus en plus tôt, elle brille de plus en plus haut (hauteur de 43° le 01/08 à 05 h 00

min) sur l'horizon **Sud-Est**. Par la suite sa visibilité poursuit son amélioration et ses conditions de visibilité en août sont excellentes.

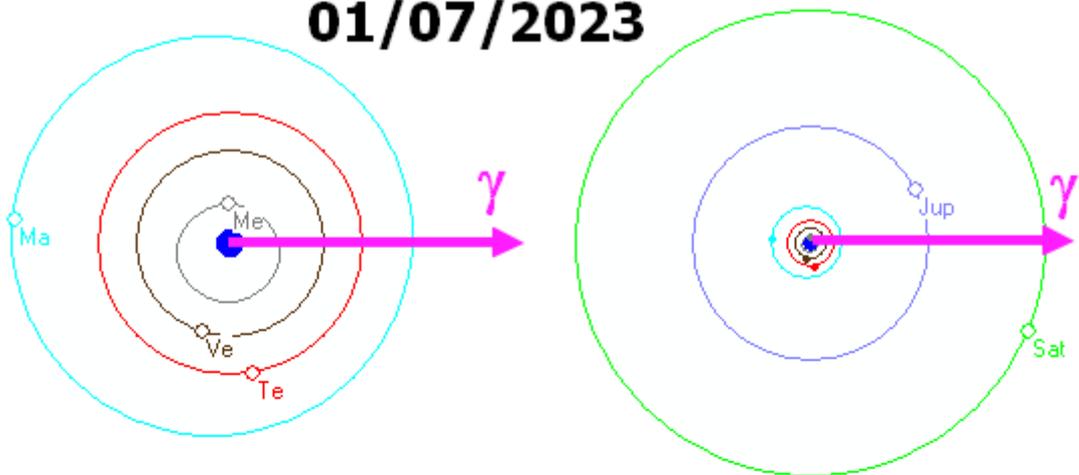
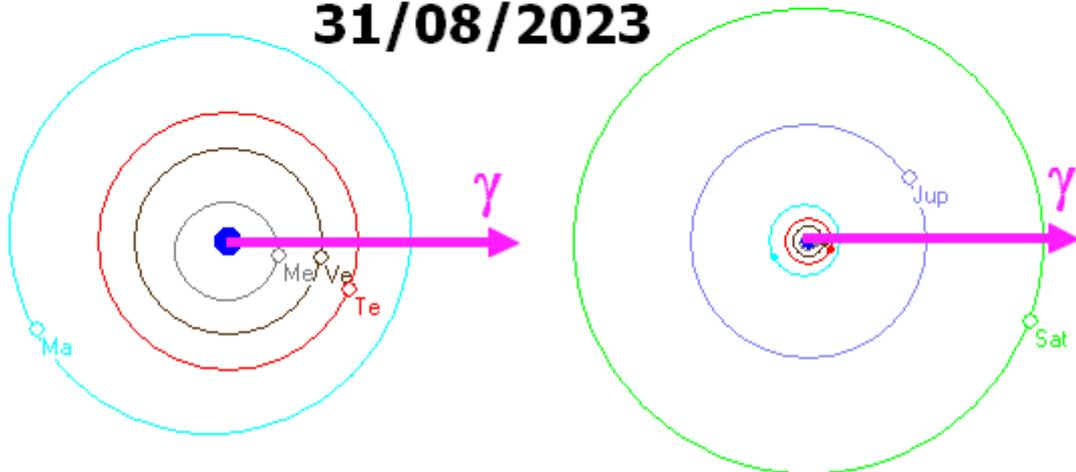
- **SATURNE** : Présente dans la constellation du Verseau en s'approchant de son opposition (27 août) elle se lève de plus en plus tôt avant le Soleil et reste visible pendant toute la seconde moitié de la nuit. Elle passe au méridien à une hauteur de  $32^\circ$  le 01/08 à 03 h 30 min. Bien que sa magnitude reste peu élevée (0,82 le 01/08) elle reste, dans un instrument suffisamment puissant, un objet spectaculaire.

Le tableau ci-dessous donne les heures de lever et de coucher en temps civil et à Besançon des différents objets présentés. Les heures indiquées en rouge correspondent à un événement de la veille (lever) ou du lendemain (coucher).

Date	Évènement	Soleil	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
01-/07	Lever	05h 43min	05h 36min	09h 22min	09h 38min	02h 26min	00h 21min
	Coucher	21h 33min	21h 38min	23h 42min	23h 54min	16h 31min	10h 55min
15-16/07	Lever	05h 54min	07h 08min	09h 10min	09h 30min	01h 32min	23h 21min
	Coucher	21h 26min	22h 41min	22h 49min	23h 17min	15h 48min	09h 57min
01-02/08	Lever	06h 13min	08h 35min	08h 11min	09h 21min	00h 31min	22h 03min
	Coucher	21h 08min	22h 07min	21h 20min	22h 31min	14h 53min	08h 41min
15-16/08	Lever	06h 31min	09h 03min	06h 44min	09h 14min	23h 39min	21h 16min
	Coucher	20h 46min	21h 27min	19h 55min	21h 52min	14h 04min	07h 40min
30-31/08	Lever	06h 52min	08h 09min	05h 04min	09h 06min	22h 28min	20h 15min
	Coucher	20h 17min	20h 15min	18h 36min	21h 09min	13h 05min	06h 35min



Sur la figure ci-dessus a été représentée la position des planètes au milieu du bimestre (01 août) dans notre ciel local. Nous constatons que certaines d'entre elles, comme Mars et Mercure, occupent un emplacement de l'Écliptique situé au dessus de l'Équateur céleste, ce qui explique le fait que, d'un point de vue géocentrique et en un lieu de l'hémisphère Nord, elles restent assez hautes sur l'horizon en passant au méridien. Par contre Saturne, qui occupe une position sur l'Écliptique au-dessous de l'Équateur, passent au méridien à une faible hauteur.

**01/07/2023****31/08/2023**

Le schéma ci dessus indique, dans un repère héliocentrique vu du pôle Nord de l'Écliptique, les positions des différentes planètes observables en début et en fin de période. La direction repérée par le signe  $\gamma$  est celle du point vernal (intersection des lignes de l'équateur et de l'Écliptique où passe le Soleil, en repère géocentrique, à l'équinoxe de printemps et appelé nœud ascendant de l'Écliptique sur l'équateur) qui se trouve actuellement dans la constellation des Poissons. Nous pouvons faire sur cette représentation plusieurs constatations. Nous constatons en particulier que :

- Sur la période considérée la planète Jupiter est, par rapport à la Terre, dans une direction qui reste proche du Soleil. Rappelons-nous que son opposition a eu lieu le 11 avril.
- La Terre continue de s'éloigner régulièrement de Mars dans sa révolution autour du Soleil. De ce fait, depuis la Terre, notre voisine poursuit sa perte d'éclat et sa présence dans notre ciel nocturne est de plus en plus courte.
- Sachant que le mouvement de révolution des planètes et de rotation de la Terre sont dans le sens anti-horaire (vus du pôle Nord de l'Écliptique) nous pouvons en déduire si telle planète sera visible le matin où le soir : en effet si, sur la figure, la planète concernée **vue depuis la Terre** est à « droite » du Soleil elle ne sera visible que le matin (cas de Jupiter) sinon, si elle est à « gauche », ce sera le soir (cas de Mars).

Nous pouvons ainsi, avec cette représentation, retrouver de nombreux phénomènes observables depuis la Terre (repère géocentrique) en raisonnant sur le schéma héliocentrique.

## **LE CARNET DES RENDEZ-VOUS ASTRONOMIQUES (temps civil)**

L'agenda développé ci-dessous a été conçu en s'appuyant sur :

- Logiciel Stellarium (version 0.22.0)
- Guide du ciel 2023-2024 – Guillaume Cannat – Édition AMDS
- Éphémérides Astronomiques 2023 – HS de la revue L'ASTRONOMIE (SAF)
- L'ALMANACH du ciel 2023 - HS la revue Ciel & Espace

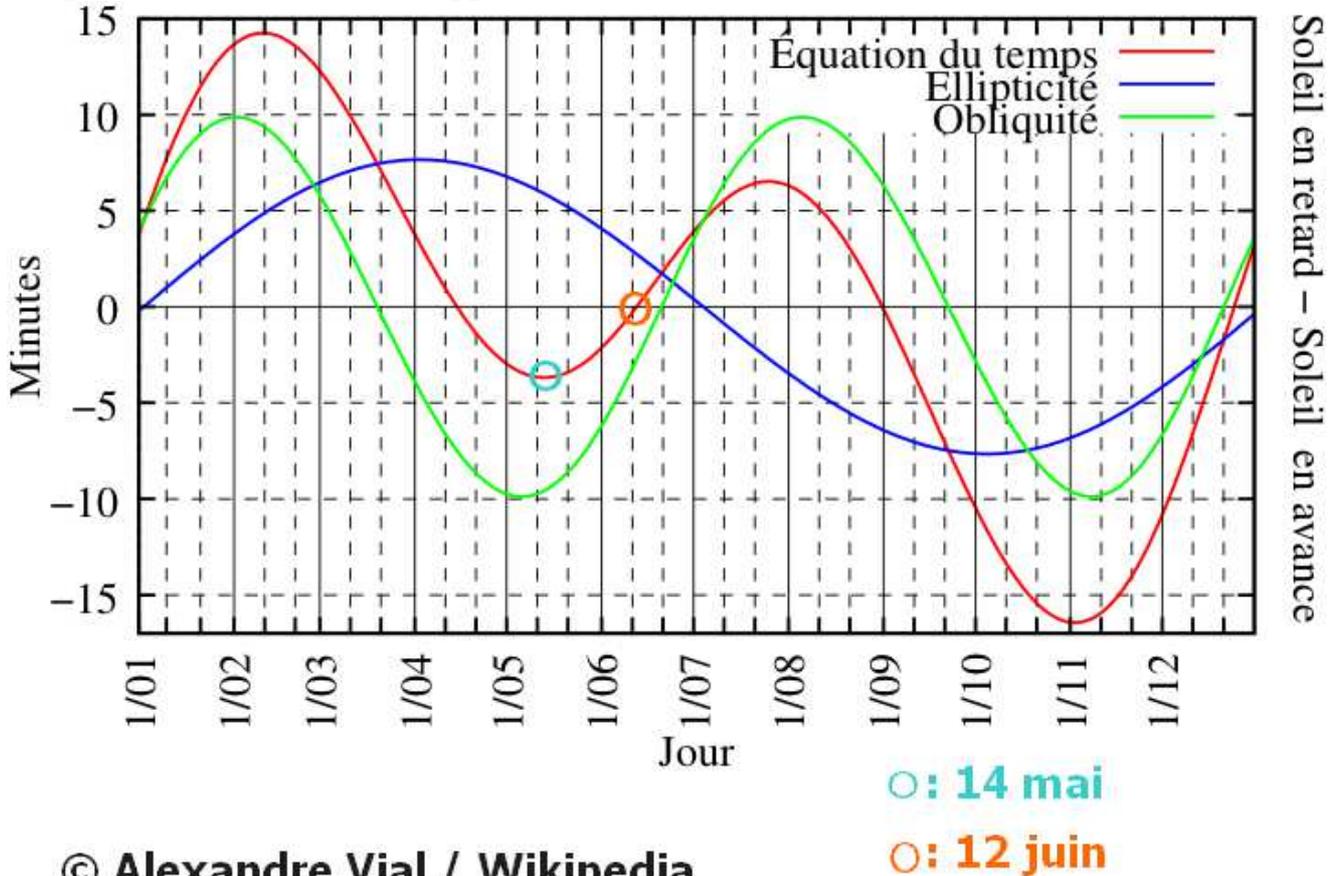
- **01 juillet** : Conjonction entre la Lune et Antarès ( $\alpha$  du Scorpion) sur l'horizon **Sud** visible dès minuit (distance angulaire  $6^\circ$ ).
- **06 juillet** : La Terre passe à son aphélie<sup>1</sup> à 22h 06 min soit 152 093 251 km. Elle s'est rapprochée d'un peu moins de 5 000 000 km du Soleil par rapport au 4 janvier (périhélie).
- **07 juillet** : Conjonction entre la Lune (quatre jours après la PL) et Saturne sur l'horizon **Sud-Sud-Est** (distance angulaire de  $4^\circ$ ) observable en milieu de nuit.
- **10 juillet** : Maximum d'activité de l'essaim des Pégasides de juillet (Pégase), avec environ 3 « étoiles filantes » à l'heure avec des traces lumineuses très rapides.
- **10 juillet** : Conjonction entre Mars et Régulus ( $\alpha$  du Lion) sur l'horizon **Ouest** observable peu après le coucher du Soleil. (distance angulaire  $1^\circ$ ). Vénus, prête à se coucher, est présente à proximité.
- **12 juillet** : Les quatre satellites galiléens forment deux groupes symétriques : Ganymède et Io à l'Est, Europe et Callisto à l'Ouest de Jupiter en seconde partie de nuit vers 2h du matin. Le spectacle peut être observé avec une paire de jumelles. Dans le même temps nous assisterons à une conjonction de la planète géante avec la Lune (distance angulaire de  $9^\circ$ ).
- **13 juillet** : Conjonction entre la Lune et les Pléiades (Taureau) en seconde partie de nuit sur l'horizon **Est** vers 3h du matin (distance angulaire de  $3,5^\circ$ ).
- **19 juillet** : Début de l'année 1445 du calendrier musulman. Rappelons qu'il est du type lunaire et a été adopté au VII<sup>e</sup> siècle après J.-C. Il définit l'ère musulmane dont l'origine, 1er jour de l'an 1 (Hégire ou date de départ de Mahomet de La Mecque pour Médine), correspond, dans le calendrier julien, au vendredi 16 juillet 622.
- **20/21 juillet** : Conjonction entre le fin croissant de la Lune (trois et quatre jours après la NL), Mars et Vénus un peu après le coucher du Soleil sur l'horizon **Ouest-Nord-**

---

<sup>1</sup> Plus grande distance au Soleil.

**Ouest** (séparation angulaire M/L de  $5,7^\circ$  et V/L de  $6^\circ$ ). Un horizon très bien dégagé et une paire de jumelles pour Mars seront nécessaires.

- **25 juillet** : Conjonction entre la Lune et Spica ( $\alpha$  de la Vierge) sur l'horizon **Ouest** observable peu après le coucher du Soleil. (distance angulaire  $7^\circ$ ).
- **26 juillet** : L'équation du temps<sup>2</sup> passe par son second maximum (positif) de l'année qui est de +6 min 33 s. Rappelons ci dessous sa forme sur l'année :



© Alexandre Vial / Wikipedia

- **28 juillet** : Belle conjonction entre la Lune et Antarès ( $\alpha$  du Scorpion) sur l'horizon **Sud** visible dès 22h (distance angulaire  $1^\circ$ ).
  - **30 juillet** : Maximum d'activité de l'essaim des Alpha Capricornides sud (constellation du Capricorne), avec environ 5 « étoiles filantes » à l'heure. C'est également le maximum d'activité de l'essaim des Delta Aquarides Sud (constellation du Verseau), avec environ 15 à 25 « étoiles filantes » à l'heure.
- 
- **03 août** : Conjonction entre la Lune et Saturne dès leur lever vers 22h 30min et visible toute la nuit sur l'horizon **Sud-Est** puis **Sud** (séparation angulaire de  $7^\circ$ ).
  - **08 août** : Conjonction entre la Lune (DQ) et Jupiter sur l'horizon **Sud-Sud-Est** visible en seconde partie de la nuit (distance angulaire  $3^\circ$ ).

<sup>2</sup> Voir également les explications sur l'équation du temps dans les LA n°58 et n°59.

- **09 août** : Conjonction entre la Lune et les Pléiades (constellation du Taureau) sur l'horizon **Sud-Sud-Est** visible en seconde partie de la nuit (distance angulaire 5°). Jupiter brille à l'**Ouest** de cet ensemble.
- **11 août** : Les quatre satellites galiléens Europe, Io, Ganymède et Callisto sont regroupés à l'**Ouest** de Jupiter. Le spectacle visible à partir de 1h 15min peut être observé avec une paire de jumelles.



- **13 août** : Maximum d'activité de l'essaim des Perséides (Constellation de Persée), avec jusqu'à 100 « étoiles filantes » à l'heure. Cette année cette date précède de peu celle de la NL et l'observation n'en sera pas gênée. Cet essaim commence à être actif durant la seconde moitié du mois de juillet et le reste jusqu'à la fin du mois d'août.
- **14 août** : Conjonction entre la Lune (2 jours avant la NL) et Pollux ( $\beta$  des Gémeaux) sur l'horizon **Est-nord-Est** (distance angulaire de 4°) observable une heure avant le lever du Soleil.
- **17 août** : Maximum d'activité de l'essaim des Kappa Cygnides (Constellation du Cygne), avec quelques « étoiles filantes » à l'heure. Sa période n'est pas régulière : 9 août en 2022, 18 août en 2021, 17 en 2020.
- **20 août** : Maximum d'activité de l'essaim des Iota Aquarides Nord (constellation du Verseau), avec quelques « étoiles filantes » à l'heure. Nous sommes quatre jours après la NL et les observations ne seront pas perturbées, en particulier en seconde partie de nuit où nous pouvons voir le plus d'objets traversant le ciel.
- **25 août** : Conjonction entre la Lune et Antares ( $\alpha$  Scorpion) sur l'horizon **Sud-Sud-Ouest** (distance angulaire 4°) peu après le coucher du Soleil.
- **30 août** : Conjonction entre la Lune et Saturne dès leur lever vers 21 h et visible toute la nuit sur l'horizon **Sud-Est** puis **Sud** (séparation angulaire de 3°).

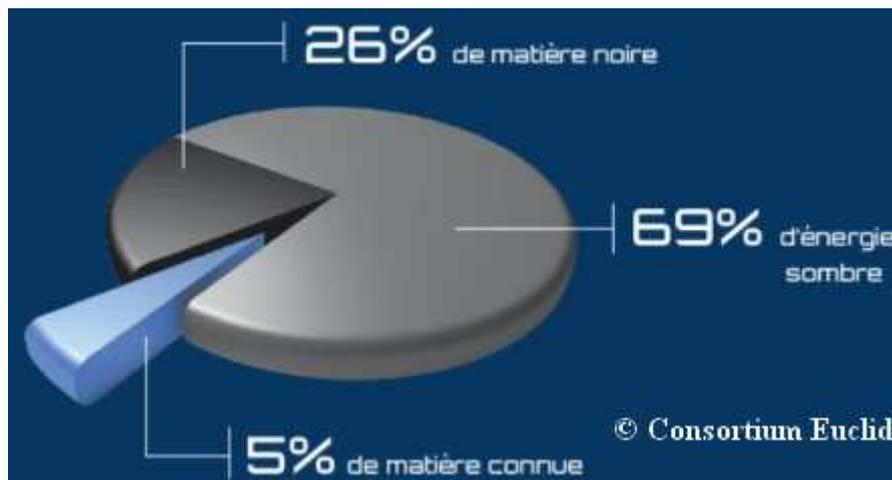
---

## DOSSIER DU BIMESTRE : La mission Euclid

La sonde européenne Euclid, construite pour partir à la recherche dans l'Univers de la matière noire et de l'énergie sombre, a été lancée le 1er juillet depuis Cap Canaveral en Floride.

La matière noire et l'énergie sombre se manifestent par des effets indirects liés à l'existence dans l'Univers d'une masse invisible et d'une énergie diffuse dont nous ne connaissons pas la nature. Parmi les effets liés à la matière noire<sup>3</sup> le phénomène le plus évident est celui créé par les lentilles gravitationnelles. Ces dernières consistent en une modification de la propagation de la lumière d'une source lointaine (quasar ou galaxie) résultant de la modification de la courbure de l'espace-temps causée par la masse d'un objet ou d'un ensemble d'objets situé entre la source et notre planète. Pour l'énergie sombre<sup>4</sup>, sa manifestation la plus spectaculaire concerne l'accélération de l'expansion de l'Univers, découverte en 1998 en étudiant des supernova lointaines.

Les astronomes estiment que la répartition entre les trois composantes matière connue, matière noire et énergie sombre obéit au schéma suivant :



Commençons par aborder les conséquences observationnelles attachées aux lentilles gravitationnelles : il se peut qu'un objet change de position apparente dans le ciel mais il peut également faire apparaître un seul objet en plusieurs points du ciel, donnant parfois lieu à des formations spectaculaires comme des anneaux ou des croix. De plus une lentille gravitationnelle peut aussi provoquer l'amplification de la lumière d'un objet d'arrière-plan. Cela signifie que les astronomes peuvent utiliser la lentille gravitationnelle provenant des amas galactiques comme une loupe cosmique naturelle. Cela en a fait un outil important pour l'étude de l'Univers à ses débuts, rendant perceptible la lumière des premières galaxies qui serait généralement trop faible pour être directement visible avec des instruments comme les télescope spatiaux JWST et Hubble.

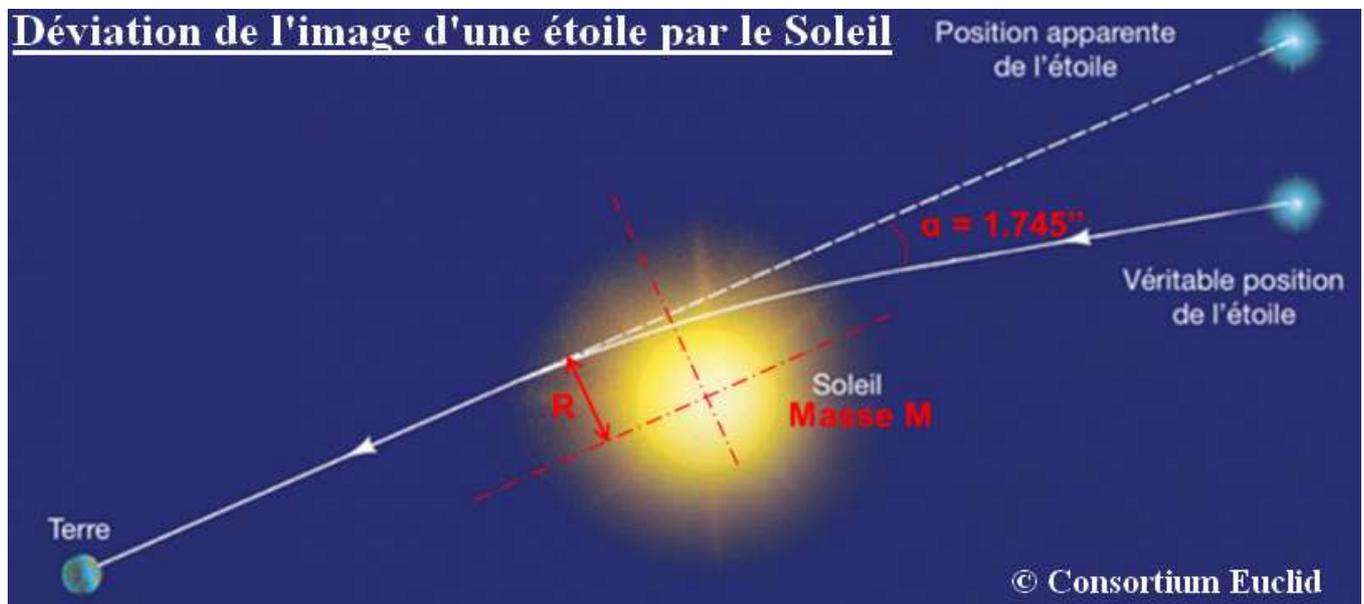
C'est en 1915 qu'Albert Einstein a révolutionné la façon dont nous considérons la gravité en développant la relativité générale, une théorie également connue sous le nom de théorie géométrique de la gravitation. C'est de cette théorie qu'est née l'explication d'une lentille gravitationnelle. L'idée d'Einstein était que la gravité découle du fait que les

<sup>3</sup> En étudiant l'amas de galaxies Coma en 1933, Fritz Zwicky fut le premier à découvrir l'existence d'une anomalie gravitationnelle, qu'il appela « *énigme de la masse manquante* » qui devint plus tard celle de la matière noire. À partir des vitesses de rotation des galaxies de l'amas observées il a pu calculer que la masse gravitationnelle avait une valeur très supérieure à celle attendue à partir de leur luminosité. Il manquait une partie invisible de la masse de l'amas.

<sup>4</sup> La première preuve d'une expansion accélérée de l'Univers a été obtenue à l'aide des observations de plusieurs supernova lointaines par Riess (1998) et Perlmutter (1999).

masses courbent le tissu même de l'espace-temps et plus la masse est grande, plus cette courbure est importante. Bien sûr, cette courbure a un effet sur les autres objets situés à proximité. Ainsi, par exemple, la courbure de l'espace-temps causée par le soleil maintient les planètes du Système solaire en orbite, tandis que la courbure qu'une planète provoque elle-même maintient ses satellites en orbite. Le physicien théoricien américain John Wheeler a décrit par une formule lapidaire les conséquences de la relativité générale: « *La matière montre à l'espace-temps comment se courber, et l'espace-temps montre à la matière comment se déplacer* ».

Mais la courbure de l'espace-temps n'affecte pas que la matière ; elle influence également la propagation de la lumière. En relativité générale la lumière voyage en suivant ce que la théorie appelle une géodésique. Loin de toute concentration de matière ce chemin est tout simplement une ligne droite mais dans un environnement matériel l'espace-temps est donc courbé et il en est de même des géodésiques. La première vérification de cette déviation a été faite le 29 mai 1919 lors d'une éclipse de Soleil comme l'illustre l'image suivante :



Nous pouvons faire une analogie<sup>5</sup> en traçant une ligne droite sur une feuille de papier. Si ce papier est ensuite plié, la ligne elle-même n'a pas changé mais cependant elle n'est plus droite. Le chemin que suivent les photons lorsqu'ils voyagent dans l'espace peut être courbé comme une ligne tracée sur du papier. La courbure de la lumière lorsqu'elle passe dans une région courbée de l'espace-temps créée par un objet massif donne lieu à une lentille gravitationnelle.

La mission Euclid va donc cartographier la géométrie de la matière dans l'Univers et permettra de déterminer la distribution des galaxies afin d'en savoir plus sur les composantes de l'Univers que nous ne pouvons pas voir, c'est à dire l'énergie sombre et la matière noire. Elle visera à mesurer, au cours de sa durée de vie prévue de six ans, la position de 1,5 milliard de galaxies au cours des 10 derniers milliards d'années de notre histoire cosmique.

<sup>5</sup> Les analogies ont toujours des limites. Ici nous considérons une situation concernant exclusivement une dimension spatiale alors qu'en relativité générale il faut également tenir compte de la dimension temporelle donc d'une courbure temporelle.

D'une masse au lancement de 2,16 tonnes, la sonde Euclid mesure 4,7 m de haut et 3,1 m de diamètre. Elle emporte 850 kg d'instrumentation scientifique et 200 kg d'ergol pour faire les corrections de position tout au long de la mission. Il faudra environ un mois à Euclid pour parvenir à sa destination au point de Lagrange L2, emplacement déjà partagé par plusieurs autres engins spatiaux, dont le JWST . Ce point L2 se trouve à environ 1,6 million de km de la Terre dans la direction opposée au Soleil . C'est un emplacement quasi stable mais il nécessite des propulseurs de manœuvre pour le maintien en position. Le point L2 offre également de meilleures conditions d'observation de l'espace lointain, avec la Terre, la Lune et le Soleil toujours derrière le vaisseau spatial. Ceci est essentiel pour que Euclid puisse réussir sa mission de cartographier 1,5 milliard de galaxies avec une qualité d'image quatre fois plus nette que les relevés disponibles au sol.



Pour en savoir plus sur l'énergie sombre Euclid va étudier le décalage vers le rouge d'un grand nombre de galaxies. La loi de Hubble nous indique que notre distance à une galaxie est liée à la vitesse avec laquelle l'expansion de l'Univers l'éloigne de nous : plus cette vitesse de récession est élevée, plus la galaxie est éloignée et plus son décalage vers le rouge est élevé. Par conséquent, la mesure du décalage vers le rouge indique aux astronomes le taux d'expansion de l'Univers et va donc nous renseigner sur l'intensité de cette l'énergie sombre qui accélère cette expansion. La mission se penchera sur des galaxies qui existaient il y a 10 milliards d'années - donc avec un décalage vers le rouge d'environ 2 - soit plus du double de l'âge du Système solaire. Pendant les six ans de durée de vie prévue, Euclid cartographiera environ 36% du ciel et effectuera plus

particulièrement une étude très profonde sur trois champs plus petits du ciel totalisant 40 degrés carrés.

Pour cartographier la répartition de la matière noire Euclid dispose de deux ensemble de détecteurs spécifiques. Le premier étudiera de faibles lentilles gravitationnelles : la courbure infinitésimale de la lumière créée par des concentrations de matière. Une lentille faible se manifeste lorsque la masse défectrice n'est pas suffisamment importante pour donner lieu à plusieurs images du même objet lointain. Une lentille faible provoque toujours une certaine distorsion, mais celle-ci n'est pas perceptible sur une seule galaxie et donc la seule façon de vraiment voir l'effet d'une lentille faible est d'étudier beaucoup de galaxies autour de la masse responsable de la courbure de l'espace-temps et de faire la moyenne de l'effet sur elles.

L'autre système de capteurs étudiera les fluctuations du rayonnement de fond diffus cosmologique (CMB) qui se manifestent aujourd'hui dans la distribution spatiale des galaxies. À de très grandes échelles, les galaxies ont tendance à se regrouper par paires séparées par une distance standard. Cette distance standard est liée aux ondes sonores dans le plasma de l'Univers primordial ; des ondes de densité de matière se sont propagées à travers ce plasma et sont aujourd'hui liées à la localisation des halos de matière noire associés aux galaxies. La taille de cette distance standard augmente avec le temps à mesure que l'Univers s'étend. On a donc une règle standard pour mesurer l'expansion de l'Univers et donc l'importance de l'énergie noire à différentes époques de l'histoire cosmique.

D'ici quelques mois, après l'arrivée du véhicule au point de Lagrange L2 et le calibrage des différents instruments, nous devrions avoir les premiers résultats mais ça n'est que lorsque suffisamment de données auront été enregistrées que nous pourrons commencer à avoir une première ébauche de la répartition de la matière noire et de l'importance de l'énergie sombre.

Pour approfondir le sujet :

[https://euclid.cnes.fr/fr/EUCLID/Fr/GP\\_mission.htm](https://euclid.cnes.fr/fr/EUCLID/Fr/GP_mission.htm)

<https://www.euclid-ec.org/>

## **CONFÉRENCES DE L'OBSERVATOIRE**

Actuellement les conférences de l'observatoire de Besançon sont suspendues. Nous vous donnerons dans la prochaine LA les propositions éventuelles pour l'année saison 2023 - 2024.

**À BIENTÔT SUR TERRE  
L'AAFC**