

# MISSION GAIA

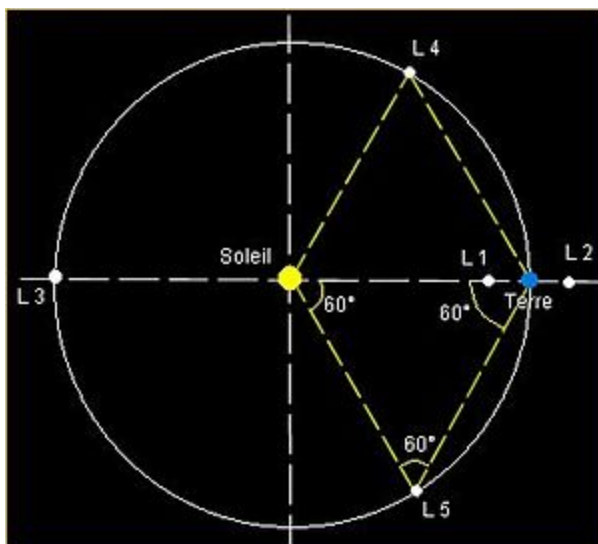


## 1°/ BUT de la MISSION

La mission consiste à lancer le satellite Gaia pour le placer au **point de Lagrange L2** du couple Soleil-Terre. En ce point, il restera en théorie sur un axe Terre-Soleil et pourra réaliser les observations de l'univers prévues pour sa mission : la mesure de la position, de la distance et du mouvement des étoiles.

Les points de Lagrange du système Soleil-Terre sont notés et définis comme suit :

- **L<sub>1</sub>** : sur la ligne définie par les deux masses, entre celles-ci, la position exacte dépendant du rapport de masse entre les deux corps. Dans le cas où l'un de ces deux corps a une masse beaucoup plus faible que l'autre, le point L<sub>1</sub> est situé nettement plus près du corps peu massif que du corps massif.
- **L<sub>2</sub>** : sur la ligne définie par les deux masses, au-delà de la plus petite. Dans le cas où l'un des deux corps a une masse beaucoup plus faible, la distance de L<sub>2</sub> à ce corps est comparable à celle entre L<sub>1</sub> et ce corps.
- **L<sub>3</sub>** : sur la ligne définie par les deux masses, au-delà de la plus grande. Dans le cas où l'un des deux corps est notablement moins massif que l'autre, la distance entre L<sub>3</sub> et le corps massif est comparable avec celle entre les deux corps.



*En un des points de Lagrange, un troisième corps de masse négligeable reste immobile par rapport aux deux autres, au sens où il accompagne à la même vitesse angulaire leur rotation autour de leur centre de gravité commun sans que sa position par rapport à eux n'évolue.*

On peut calculer que le point **L2** se situe à une distance sensiblement égale à 1,5 millions de km du centre de la Terre.

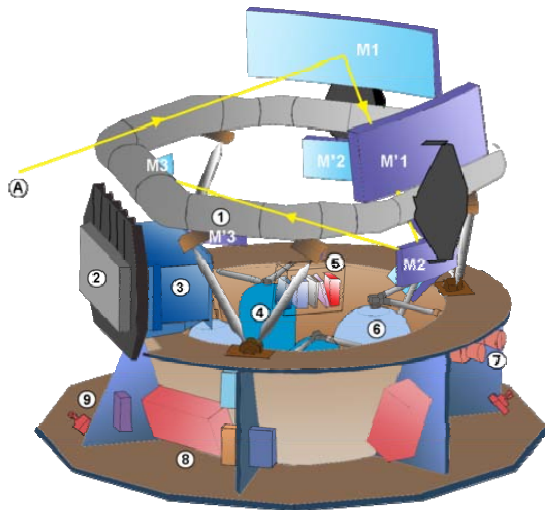
*(sur cette figure, l'échelle n'est pas respectée)*


## 2°/ LE SATELLITE GAIA

Gaia est un satellite de 2 030 kg, dont 920 kg pour la plateforme, 710 kg pour la charge utile, 335 kg d'ergols utilisés par les 12 moteurs fusées chargés des manœuvres jusqu'au début de la phase scientifique de la mission, et 60 kg de gaz utilisé par les propulseurs à gaz froid (12 RCS) qui seront utilisés durant le reste de la mission. La structure principale a la forme d'un prisme hexagonal de 3,5m de haut pour 3 m de diamètre, en excluant le pare-soleil qui porte le diamètre à 10 m.

**Gaia comprend trois sous-ensembles:**

- la charge utile qui doit remplir les objectifs scientifiques de calcul et d'observation, constituée de deux télescopes et d'instruments placés dans le plan focal.
- la plateforme hébergeant les équipements chargés de faire fonctionner le satellite (contrôle d'attitude, propulsion, télécommunications, énergie, ordinateur de bord).
- un pare-soleil de grand diamètre (10 m), pour maintenir une température très régulière afin d'éviter toute déformation mécanique susceptible d'abaisser la précision des mesures.



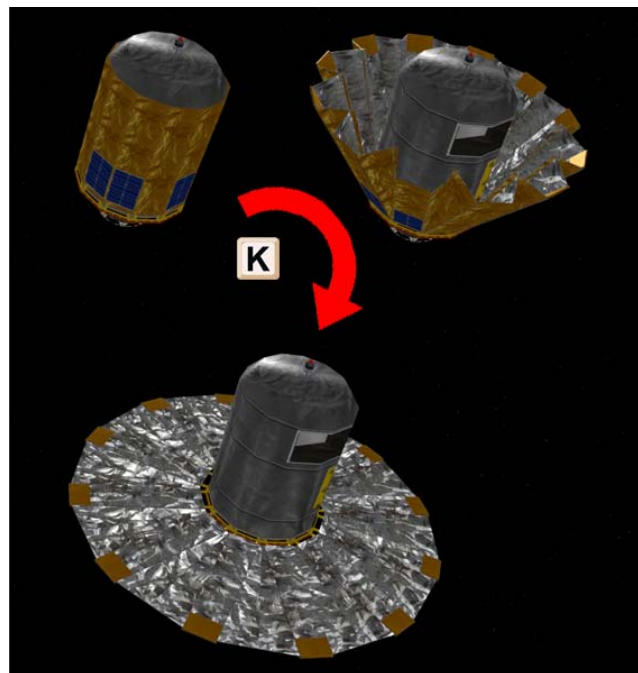
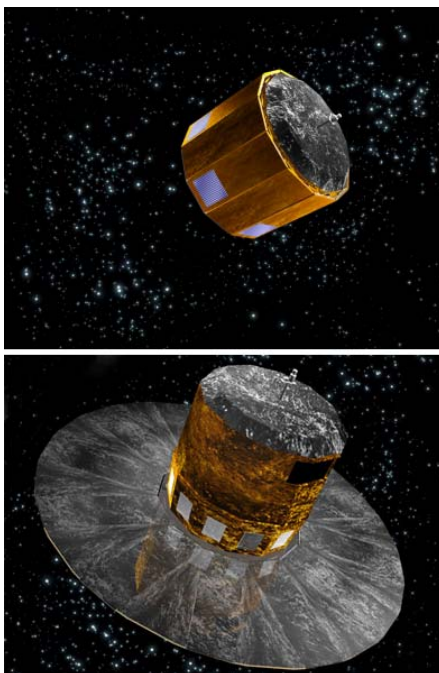
 Schéma de Gaia sans son pare-soleil et sa protection thermique externe :

- M1, M2 et M3** : Miroirs du télescope n°1
- M'1, M'2 et M'3** : Miroirs du télescope n°2
- M4, M'4, M5 et M6** : Miroirs non visibles
- A** : Parcours de la lumière/miroirs M1 à M3
- 1** : Chaîne optique: 106 CCD (\*) disposés en tore
- 2** : Refroidisseur
- 3** : Plan focal électronique
- 4** : Réservoir d'azote
- 5** : Spectroscopie à diffraction
- 6** : Réservoirs d'ergols liquides
- 7** : Viseurs d'étoiles
- 8** : Électronique pour télécoms et batteries
- 9** : Propulsion principale

(\*) **CCD** = Charge-Coupled Device (ou capteur photographique)

### Touches de commandes de Gaia dans Orbiter :

- **K** : pour déployer le pare-soleil
- **Maj gauche + O** : autodestruction du satellite (je vous déconseille l'utilisation de cette touche...) 



### 3°/ ADDONS NÉCESSAIRES

**Kourou CSG v5.1**

<http://francophone.dansteph.com/?page=addon&id=261&language=french>

**Lagrangian points MFD v.02** (en fait déjà fourni dans cet add-on)

<https://www.orbithangar.com/search.php?query=lagrangian>



Ne pas oublier d'activer ce **module Lagrange** dans le **LaunchPad** d'Orbiter...

**IMFD 5.7** de Jarmo Nikkanen

<http://users.kymp.net/p501474a/Orbiter/Orbiter.html>

### 4°/ LES SCÉNARIOS ET LE DÉROULEMENT DE LA MISSION

Le lancement s'effectue sur le site de Kourou ELS par une fusée Soyouz avec un étage Fregat. Il a eu lieu le 19/12/2013 à 9h12mn UTC.

#### A) Scénario n°1



*Comme pour chaque scénario, vous disposez de deux versions presque identiques :*

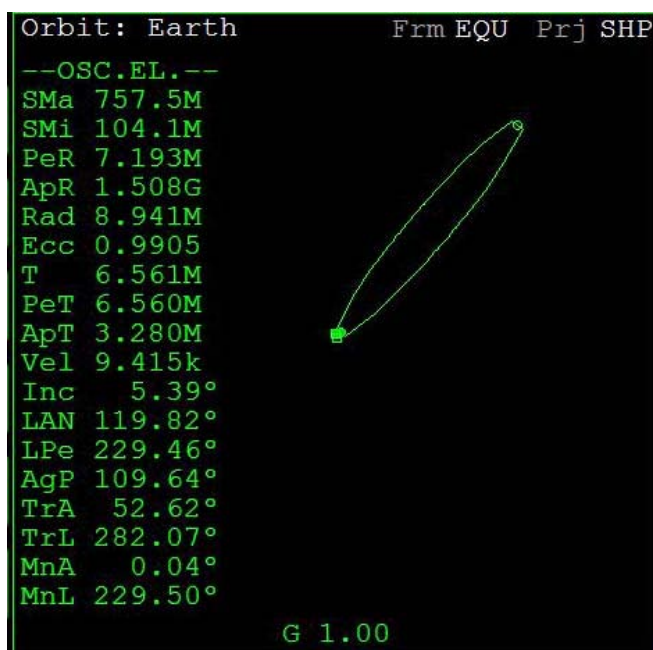
*une version **française** ainsi qu'une version **anglaise**. (Le début de la bande son est légèrement différente).*

*Pour ce scénario, vous avez en supplément **une troisième version** : pour celle-ci, c'est à vous de lancer le "prélaunch" en appuyant sur la touche **P** au bon moment (voir texte du scénario). Il se trouve dans le dossier suivant :*

**CSG - KOUROU \ Rockets (Fusées) \ Soyuz Historic Flights**

Ce scénario démarre le 19 décembre 2013, quelques minutes avant l'heure de lancement.


Le lancement de la fusée est entièrement automatique : vous n'avez rien à faire, uniquement regarder et apprécier. (Sauf pour le scénario situé dans le sous-dossier **CSG-KOUROU**).



A partir de là, il faut attendre patiemment que le lancement soit terminé et que l'orbite autour de la Terre atteigne une apogée (**ApR**) voisine de **1.5 G** (1 500 000 000 m).

La séquence dure 1860 secondes soit environ 30 minutes !..

*Il vaut mieux éviter d'accélérer le temps tout au long de cette séquence automatisée. (Voir **conseils** plus loin). Soyez patients !*

Vous serez prévenus lors de la fin de la séquence par un texte qui s'affichera sur votre écran. Ensuite vous êtes libres de faire ce que bon vous semble... 

*(En fin d'allumage, compléter - s'il le faut - en allumant doucement en prograde pour porter **ApR** aux alentours de **1.5G**).*



#### Conseils si vous voulez utiliser l'accélération du temps :

- pendant la première phase du vol (jusqu'à l'éjection de l'étage principal vers T=300) évitez absolument l'accélération !!!
- Ensuite, vous pouvez accélérer le temps mais pas trop (x10), et revenez à la vitesse normale vers T=550 pour assister à l'éjection du troisième étage.
- Attendez l'allumage de l'étage Fregat pour recommencer à accélérer le temps (x10 ou x100), et revenez à la normale vers T=750 (le moteur de l'étage Fregat va s'éteindre automatiquement).
- À ce moment là, vous pouvez de nouveau accélérer le temps jusqu'à T=1250 pour assister au second allumage de l'étage Fregat.
- Là, de nouveau, vous pouvez accélérer le temps jusqu'à T=1700.

A partir de là, attendez pour voir l'éjection de l'étage Fregat et son éloignement de Gaia.

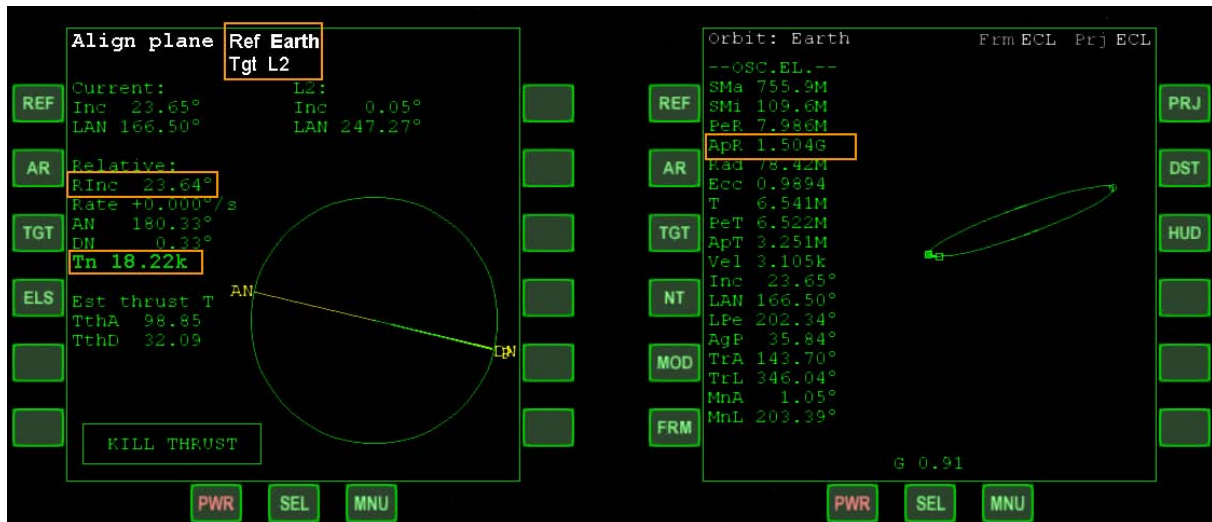




## B) Scénario n°2

Ce scénario démarre juste après la séparation de l'étage **Fregat** de Gaia.

Mais vous n'êtes pas encore à la bonne distance de la Terre pour votre manœuvre d'alignement des plans orbitaux. Il vous faudra attendre environ 5 heures (sans rien faire) pour commencer les préparatifs...



**Ne pas oublier :**

Vers **10h30 UTC** (environ 1h18mn après le lancement) pensez à **ouvrir** le pare soleil de Gaia (touche **K**).

## C) Scénario n°3

Le satellite Gaia se trouve pratiquement à la position requise pour procéder à l'alignement de son plan orbital sur celui de **L2**.

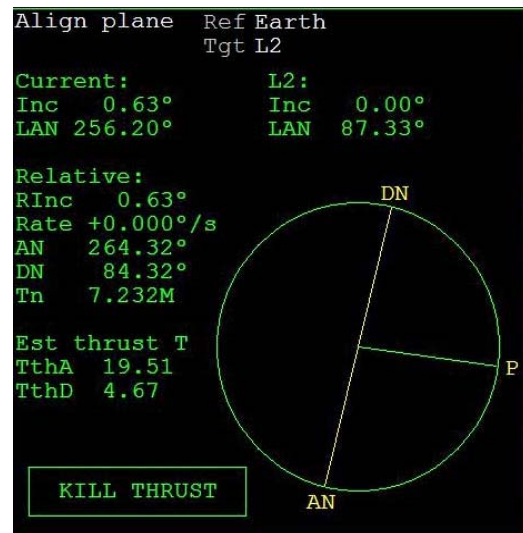
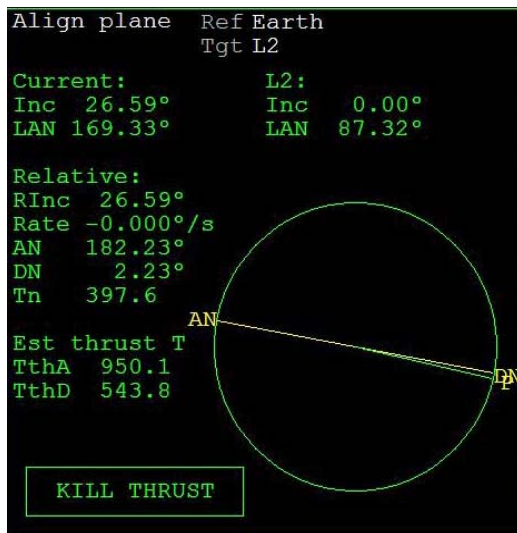
Le module **Align Plane** avec TGT = L2 est déjà ouvert.

(si vous continuez la mission depuis le scénario n°1, ouvrez ce MFD avec TGT=L2)

Afin de pouvoir réaliser cette manœuvre, le point **L2** est représenté sous la forme d'un **"Mesh invisible"**.

**A noter :** il se déplace un peu, malheureusement.

À propos de mesh invisible...  
voyez plus loin !...



Vers **Tn = 400s** commencez à vous positionner en **NML+** ( puisqu'on atteint le nœud descendant **DN** ) afin de vous préparer à réaliser l'allumage du moteur de Gaia, qui devrait avoir lieu à environ **Tn=15** ou **16**. Réduire **RInc** le plus près possible de **0**.

Maintenant, continuons notre mission...



## D) Scénario n°4

Ce scénario se situe à la fin de la phase d'alignement des deux plans orbitaux. Cette manœuvre a donc été réalisée avec succès.

Maintenant, la prochaine étape sera quand Gaia se trouvera à une distance d'environ **1G** (soit environ 1 000 000 km) de la Terre. Vous en avez pour un peu moins de 10 jours ! Nous serons alors aux environs du 30 décembre 2013.

A ce moment là, il faudra procéder à la **circularisation** de l'orbite autour de la Terre...



## E) Scénario n°5

Ce scénario débute lorsque Gaia se trouve à une distance d'environ **1G** de la Terre. Nous allons donc procéder à la **circularisation** de l'orbite de Gaia.

Pour cela, vous allez utiliser le module **Orbital** de **IMFD** (ou InterplanetaryMFD). La méthode pour s'approcher de **L2** est assez empirique, mais je n'ai pas trouvé mieux...



Attention à bien prendre "**Earth**" comme **référence**. Cliquez sur **AB** et laissez faire le **MFD**.

La combustion dure environ 120 secondes.

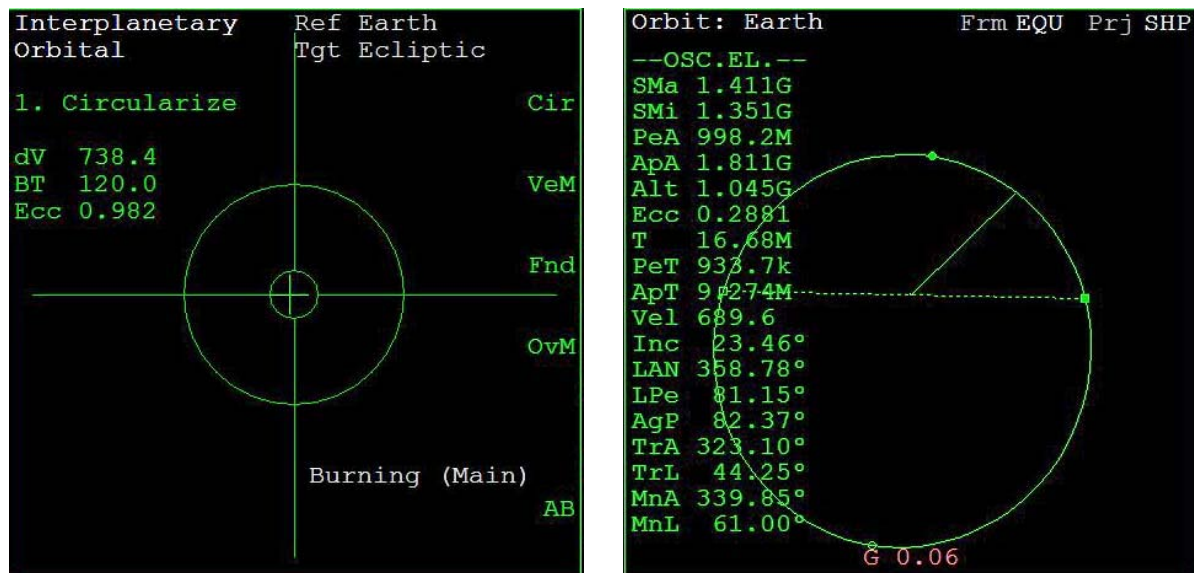
(Attention à avoir toujours "**Earth**" comme référence dans le module **orbit** de **IMFD**).

Quand celle-ci est faite, passer en **prograde**, et allumer le moteur de Gaia pour porter **ApR** (ou **ApA** : à cette distance, cela ne change pas grand-chose) - qui aura peut-être un peu bougé - à un peu moins de **1.7G**.

Surveillez votre manœuvre dans le **MFD-Orbit**.



**Remarque** : il semble que cette manœuvre est facultative.



Nous sommes le 31 décembre en fin de journée.

Il ne reste plus qu'à poursuivre le voyage jusqu'à ce que nous obtenions à peu près l'alignement de Gaia avec la Terre et le Soleil.

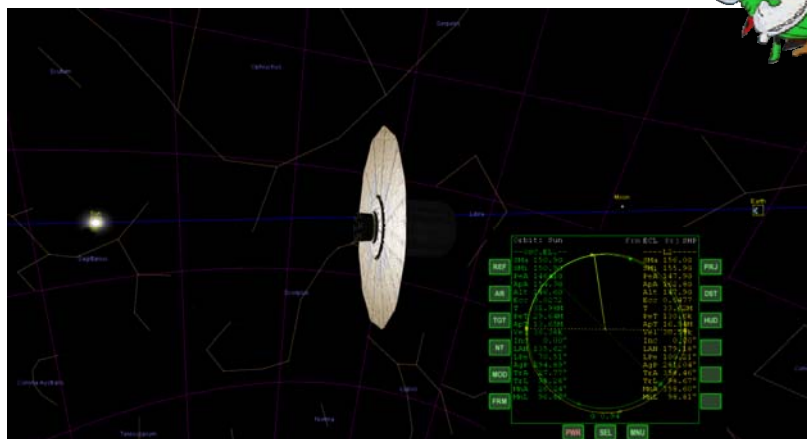
## F) Scénario n°6

Ce scénario débute juste après la circularisation de l'orbite de Gaia.

Il reste donc pas mal de chemin à faire jusqu'à la manœuvre finale...

Comptez environ un mois...

Quand vous constaterez que vous n'arrivez plus à vous rapprocher de l'alignement souhaité **Soleil-Terre-L2-Gaia**, passez à l'étape suivante.



## F) Scénario n°7

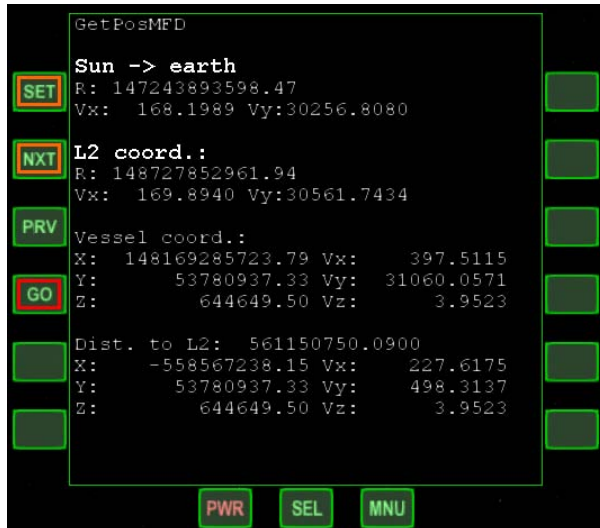
Gaia est presque arrivé à destination... mais nous ne sommes pas tout à fait au point **L2** qui est difficile à atteindre avec précision.

Nous allons tricher en ouvrant le **MFD-Lagrange** avec :

- **SET** = Earth
- **NXT** = choisir L2
- puis faire **GO**.



Comme par magie, Gaia va bien se positionner en **L2**.



La distance à **L2** sera très faible, mais malheureusement elle va évoluer dans le temps avec les influences parasites comme la Lune.

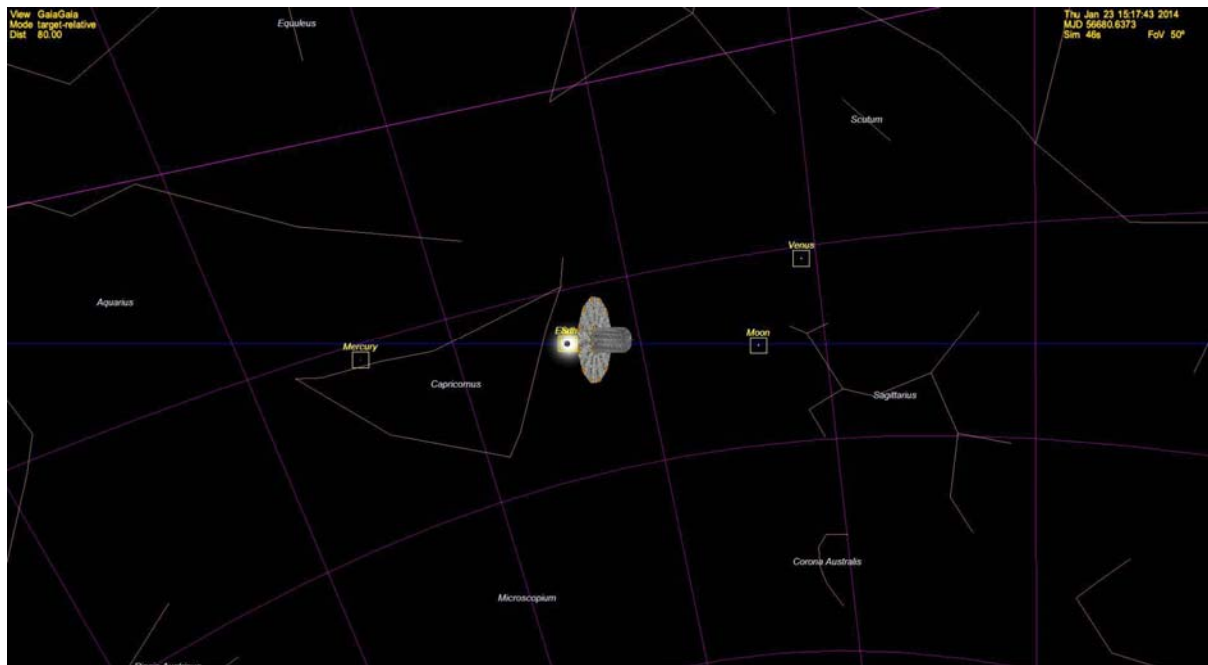
Sur l'image ci-dessous, le disque noir sur le Soleil est la Terre.

*Gaia est bien alignée, mais l'angle de vue a volontairement été décalé pour une meilleure visibilité.*

## G) Scénario n°8

Après un voyage de plusieurs mois, le satellite Gaia se trouve enfin positionné au Point de Lagrange **L2**. Ce scénario vous positionne directement à cette étape finale.

Le disque noir situé au milieu du Soleil est bien la Terre.



Vous allez maintenant pouvoir commencer vos observations...

Amusez-vous à déplacer Gaia en translation et en rotation, et admirez les constellations.

(Appuyez sur **F9** en vue externe pour les voir).

Elle est pas belle la vie ?...



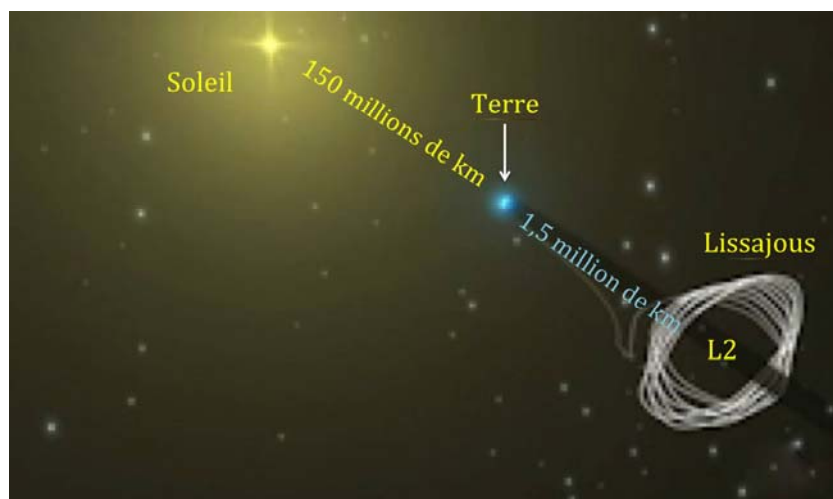
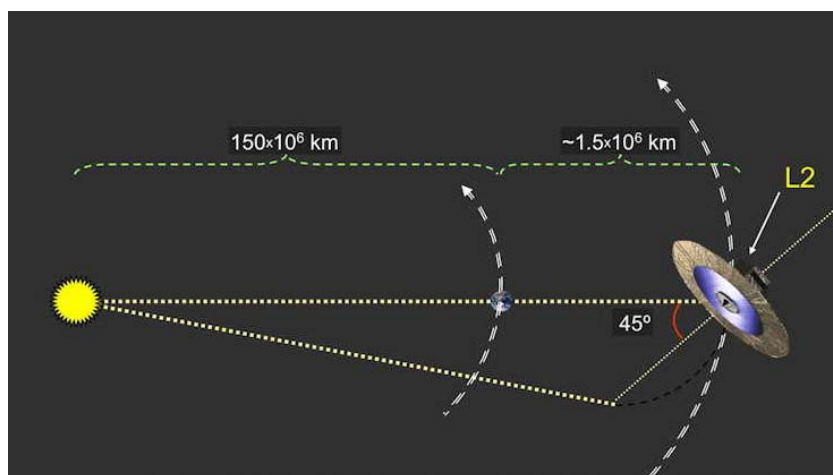
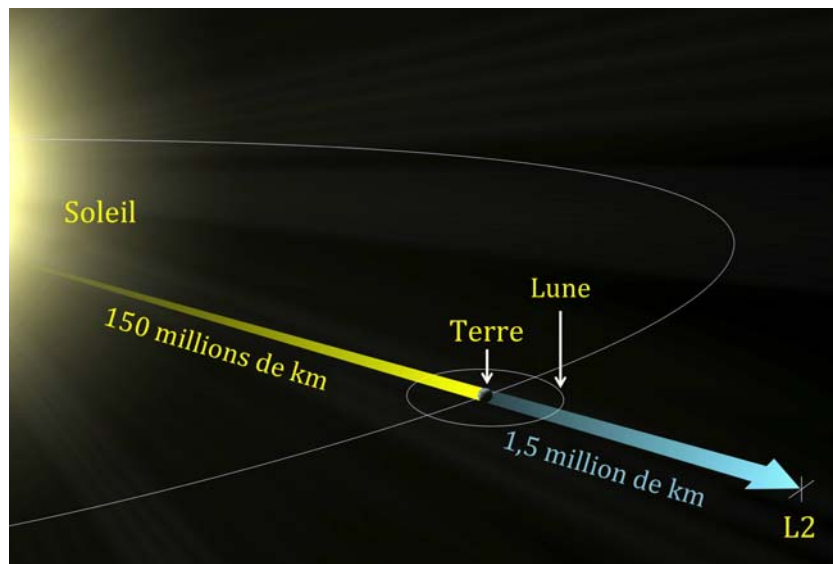
## 5°/ À PROPOS DU *MESH INVISIBLE* DU POINT DE LAGRANGE L2

Effectivement, le mesh représentant la position de L2, utilisé pour pouvoir aligner les plans orbitaux de Gaia avec celui-ci est invisible. Mais comme j'avais envie de pouvoir (à la demande) rendre ce mesh visible, j'ai donc pris la liberté de pouvoir le transformer en mesh visible avec un clin d'œil (contestable) avec le nom de monsieur Lagrange... j'espère que celui-ci ne m'en voudra pas !... 🇫🇷

**Commande** : touche **G** (avec focus sur **L2** bien sûr).

## 6°/ ET POUR FINIR QUELQUES IMAGES





**Papyref - Février 2014-2020**  
 Modification et mise à jour par **Jacquesmomo - Août 2020**