

Ainsi, en ces points, la présence prolongée d'objets célestes est parfaitement possible. Dans le cas du système Soleil-Terre, l'astéroïde 2010 TK₇ a été repéré au point L₄ en 2010 et, tout dernièrement, le 2020 XL₅ au point L₅. Peut-être est-ce dû aux perturbations engendrées par les autres planètes? Ce point se situe en effet à 150 millions de kilomètres la Terre, et le champ gravitationnel de Jupiter y est supérieur. A *contrario*, on a découvert dès 1906, mais cent trente ans après l'étude de Lagrange, une accumulation d'astéroïdes autour des points L₄ et L₅ du système Soleil-Jupiter, la plus massive des planètes: appelés «troyens», ils forment des nuages un peu étalés le long de l'orbite de Jupiter et, vus de cette planète, ils semblent tourner autour des points de Lagrange selon des trajectoires très allongées, conformément aux prédictions de l'analyse de stabilité.

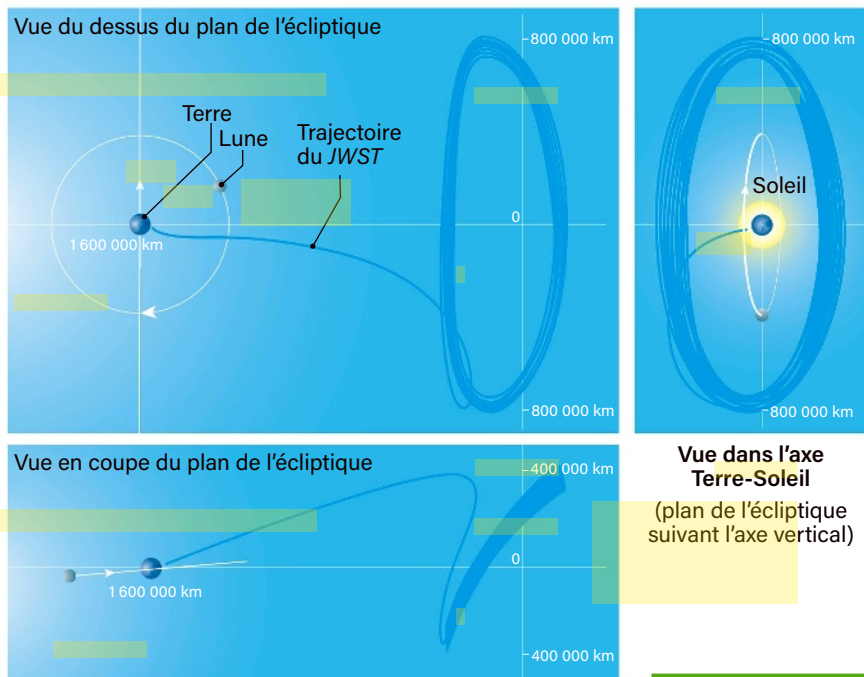
DES POINTS BIEN UTILES

Que vient donc faire le JWST près de L₂? Il rejoint la longue liste des engins spatiaux déjà placés en cet endroit (les satellites WMAP, *Herschel*, *Planck* et *Gaia*, qui y est toujours), faisant fi de son instabilité. On peut invoquer plusieurs raisons: d'abord ces points ne sont pas très éloignés de la Terre; ensuite, en raison justement de cette instabilité, on est sûr de ne pas y trouver un corps céleste susceptible de perturber la mission; enfin, le voisinage de L₂ reste une zone où le bilan résiduel des forces est faible, et il y est donc beaucoup plus facile de corriger ou de changer de trajectoire en actionnant les propulseurs que dans une zone avec un champ de forces plus élevé. Cette dernière propriété est d'ailleurs au cœur de la conception du réseau de transport interplanétaire, un ensemble de trajectoires gravitationnelles à travers le Système solaire qui nécessitent peu d'énergie pour être parcourues, les corrections se faisant justement au voisinage des points de Lagrange associés aux différents couples Soleil-Planète. Si la sobriété énergétique est de mise dans de tels transits, la contrepartie est une durée de voyage considérablement allongée.

Pour en revenir aux points de Lagrange, L₁ possède les mêmes propriétés que L₂ mais est plus adapté à l'observation du Soleil, comme c'est le cas avec le satellite *Soho*, plutôt que celle de l'espace profond. Il y a enfin une raison plus profonde à l'utilisation des points de Lagrange: depuis Poincaré, on sait qu'il existe en effet des familles de trajectoires

TOURNER AUTOUR DU POINT

Le JWST ne va pas simplement se positionner au point de Lagrange L₂, mais plutôt se mettre en orbite autour de celui-ci. Ces schémas montrent différentes vues de la trajectoire de transit et de six mois d'orbite de l'engin, où il se déplacera à des vitesses de l'ordre de 250 mètres par seconde. Le télescope spatial s'éloignera jusqu'à 832 000 kilomètres de L₂ et sera toujours exposé à la lumière du Soleil.



quasi-périodiques, pas nécessairement dans le plan de l'écliptique et parfois quasi fermées (on parle d'orbites de halo) à proximité de ces points, y compris les instables L₁ et L₂. Pour un satellite placé sur une telle orbite, le coût pour l'y maintenir malgré l'instabilité intrinsèque de l'orbite et d'éventuelles autres perturbations (dans le cas du JWST, par exemple, l'écran solaire qui le protège subit de plein fouet la pression de radiation de la lumière de notre étoile) est très limité. Pour le JWST, ce coût équivaut à booster chaque année sa vitesse de 2,5 mètres par seconde. L'orbite choisie (voir la figure ci-dessus) est à bonne distance de L₂: elle s'en éloigne de 250 000 à 832 000 kilomètres. Grâce à son inclinaison par rapport à l'écliptique, jamais le télescope ne se trouvera dans l'ombre de la Terre ou de la Lune: de quoi maintenir en permanence la communication vers la Terre et éviter des variations d'éclairement à même de perturber le délicat équilibre thermique de l'instrument. L₂ est si pratique que *Gaia* et le JWST seront rejoints bientôt par *Euclid* et *Nancy-Grace-Roman*, deux autres télescopes spatiaux! ■

BIBLIOGRAPHIE

R. Montgomery, **Le problème des trois corps rebondit**, *Pour la Science*, n° 520, 2020.

Z. Musielak et B. Quarles, **The three-body problem**, *Reports on Progress in Physics*, 2014.

G. Collange, **Introduction au problème à trois corps et dynamique linéarisée autour des points de Lagrange**, note technique CCT Mécanique orbitale N° 7, CNES, 2006.

Le site du JWST : www.jwst.nasa.gov/



N° 114 (févr. 22)
réf. DO114



N° 113 (nov 21)
réf. DO113



N° 112 (août 21)
réf. DO112



N° 111 (mai 21)
réf. DO111



N° 110 (fév. 21)
réf. DO110



N° 109 (nov. 20)
réf. DO109



N° 108 (sept. 20)
réf. DO108



N° 107 (mai 20)
réf. DO107



N° 106 (févr. 20)
réf. DO106



N° 105 (nov. 19)
réf. DO105



N° 104 (juil. 19)
réf. DO104



N° 103 (avr. 19)
réf. DO103

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR [BOUTIQUE.GROUPEPOURLASCIENCE.FR](https://boutique.groupepourlascience.fr)



À renvoyer accompagné de votre règlement à :

Service Abonnement Groupe Pour la Science – 235 avenue Le Jour se Lève– 92100 Boulogne Billancourt – email : serviceclients@groupepourlascience.fr



OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,40 €.

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ x 10,40 € = 1040 €
 2^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €
 3^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €
 4^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €
 5^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €
 6^e réf. _____ x 10,40 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Offre valable jusqu'au 21/12/22 en France Métropolitaine.
 Les prix affichés incluent les frais de port et les frais logistiques.

En souscrivant à cette offre, vous acceptez nos conditions générales de vente disponibles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/CGV-PLS>. Les informations que nous collectons dans ce bon de commande nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourscience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science

☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science en nous retournant ce bulletin complété



Pour retrouver tous nos numéros et effectuer un paiement par carte bancaire, rendez-vous sur boutique.groupepourlascience.fr