

نقاط لاغرانج والبعثات بين الكواكب¹

بقلم: إيمانويل تيريل² Emmanuel Trélat

ترجمة الطالبتين: سماح حمزاوي

فاطمة الزهراء بولنوار



رسم فني لتيارات الجاذبية

إن القدرة على السفر بعيداً في الفضاء بين الكواكب حلم قديم، وهو أمر لا يُعدُّ ضرباً من الخيال. والرياضيات كفيلة باقناعنا. ذلك أنه توجد أنواع من تيارات الجاذبية، شبيهة بالتيارات البحرية: فإذا وضعنا حجراً في أحد هذه التيارات فسينقله معه بصفة طبيعية، وبطريقة يمكن تحديدها، ومن ثمّ التنبؤ بها. لكن هذا التثقل بطيء، حاله كحال التيارات البحرية. وهكذا، فإن استخدام تيارات الجاذبية يجعل من

¹ العنوان الأصلي للمقالة : POINTS DE LAGRANGE ET MISSIONS INTERPLANÉTAIRES

موقعها الإلكتروني: <http://www.breves-de-maths.fr/points-de-lagrange-missions/>

المقالة حررت اعتماداً على أعمال المؤلف بمعونة الباحثين :

- غريغوري أرشامبو Grégory Archambeau

المؤسسة الأوروبية للصناعات الجوية والدفاعية (EADS)، موقعها: <https://www.airbus.com/space.html>

- ماكسيم شوبن Maxime Chupin صفحته: <https://www.ceremade.dauphine.fr/~chupin/>

- توماس هابركورن Thomas Haberkorn، صفحته: <https://www.idpoisson.fr/>

- فيليب أوغروس Philippe Augros

المؤسسة الأوروبية للصناعات الجوية والدفاعية (EADS)، موقعها: <https://www.airbus.com/space.html>

² صفحته المهنية : <https://www.ljll.math.upmc.fr/~trelat/>

الممكن تصوّر بعثات فضائية بعيدة -بعثات لروبوتات بسبب بطء الحركة- تكاد تكون مجانية من حيث استهلاك الطاقة.

دعنا الآن نعبر عن ذلك بدقة أكثر : هذه التيارات، المرسومة في الشكل أعلاه، تشكل مجموعات من مسارات جسم صلب "صغير" (مثلا، مركبة فضائية) عندما يكون في حقل جاذبية جرمين سماويين "كبيرين" (مثلا، الشمس والأرض). إن لهذه المسارات خصوصية تجعلها تتغلق بعد مدة : بعد انقضاء فترة معينة نعود إلى نقطة البداية. وهذا ما يسمى بالمدارات الدورية.

وبصفة أعم، نشير إلى أن مسألة الأجسام الثلاثة المقيدة مسألة كلاسيكية في الميكانيكا السماوية : جسمان ضخمان للغاية (مثلا، الشمس والأرض)، وجسم ثالث ذو كتلة مهملة مقارنة بالجسمين الآخرين (مثلا، حجر أو مركبة فضائية). لقد تمت نمذجة التطور الزمني لمواقع الأجسام الثلاثة المعرضة للجاذبية بمعادلات معروفة منذ وقت طويل. ثمة مواقع معينة لهذه الأجسام الثلاثة تجعلها لا تتحرك: أي أن تلك المواقع تمثل نقاط توازن.

ومن بين هذه النقاط، نقاط لاغرانج Lagrange، وهي خمس نقاط لها خصائص مميزة. تفيد هذه الخصائص في مراقبة البعثات الفضائية وتطويرها. فهي نقاط مراقبة ممتازة. ولذلك سيتم في النظام "شمس-أرض" وضع مقراب "جيمس ويب الفضائي" James Webb -الذي سيخلف تلسكوب هابل Hubble- عند نقطة لاغرانج التي تسمى L2. كما تعتبر هذه النقاط مواقع رائعة للربط بين وسائل الاتصال. على سبيل المثال، يستطيع قمر صناعي واحد يحوم حول L2 أن يربط بالاتصال الدائم مع الوجه المظلم للقمر.

وكما أشرنا آنفا، فإن تلك الخصائص تأتي من خصوصيات حقل الجاذبية في مسائل الأجسام الثلاثة. ذلك أن هناك مدارات دورية (مدارات هالو Halo، ومدارات ليساجوس Lissajous) حول نقاط لاغرانج يكون بجوارها استهلاك الطاقة ضعيفا جداً. ومن الناحية الرياضية، فهذه الدراسة تعتمد على نظرية التحكم الأمثل وعلى نظرية الاستقرار، وهما فرعان من فروع الرياضيات يهدفان إلى مراقبة الأنظمة التي نستطيع التأثير عليها (بالتحكم، أو الأوامر).

للاستزادة:

- مقالات على صفحات المؤلفين الثلاثة (انظر روابط هذه الصفحات في الهامشين 1 و 2):

إ. تريلا، م. شوبين، ت. هابركورن.

- Emmanuel Trélat, Théorie du contrôle, points de Lagrange, et exploration spatiale, Images des Mathématiques, CNRS, 2010.
<http://images.math.cnrs.fr/Theorie-du-contrôle-points-de.html>
<http://images.math.cnrs.fr/>

مصدر الصورة : Nasa (متاح للعموم)

<https://www.jpl.nasa.gov/>

(لم يكن متاحا خلال الترجمة). https://www.jpl.nasa.gov/release/2002/release_2002_147.html