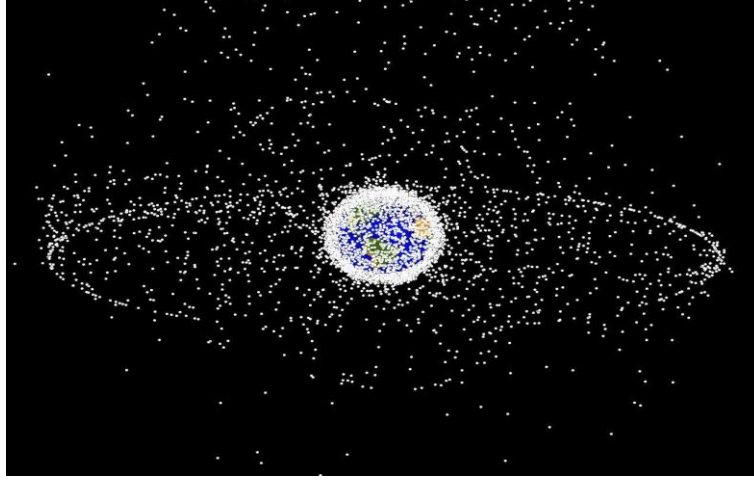


التخطيط لبعثات جمع بقايا المركبات الفضائية¹

بقلم : ماكس سيرف Max Cerf²

ترجمة الطالبتين : سماح حمزاوي

فاطمة الزهراء بولنوار



الحطام الفضائي هو كل جسم من صنع البشر يفوق طوله 10 ميكرومتر ويحوم حول الأرض.

كوكبنا محاط بمكب نفايات حقيقي في فضاء عديم الجاذبية. وتتكوّن تلك النفايات من حطام لا يكاد يحصى ناجم من الأقمار الصناعية القديمة التي لم تعد صالحة. منذ بداية غزو الفضاء في الستينيات، أُطلقت المئات من الأقمار الصناعية، ثم تم التخلي عنها في الفضاء بعد إنهاء مهامها. في حالة الأقمار الثابتة بالنسبة للأرض المستعملة في التلفزة والأرصاد الجوية، يوضع القمر الصناعي

¹ العنوان الأصلي للمقالة : PLANIFICATION DE MISSIONS POUR RAMASSER LES DEBRIS SPATIAUX

موقعها الإلكتروني : <http://www.breves-de-maths.fr/planification-de-missions-ramasser-des-debris-spatiaux/>

² صفحته المهنية : <https://www.ljll.math.upmc.fr/membres/fiches/cerf.html>

مهندس في الشركة الأوروبية للصناعات الجوية والدفاعية (EADS Astrium). انظر : <http://www.astrium.eads.net/> حررت المقالة بناء على عمله المنجز مع :

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

جامعة أورليان (Orléans) : <http://www.univ-orleans.fr/fr>

- إيمانويل تيريلات Emmanuel Trélat، صفحته : <https://www.ljll.math.upmc.fr/~trelat/>

جامعة باريس 6 (Paris 6). انظر : <https://www.sorbonne-universite.fr>

المستعمل في مدار "مقبرة" مرتفع قليلاً، لتفادي الاكتظاظ في المدار الثابت بالنسبة للأرض³. وقد أظهرت دراسة إحصائية حديثة أن عدد بقايا المركبات الفضائية التي تسبح فوق رؤوسنا بلغ عتبة حرجة.

هذا العدد يتضاعف الآن بسرعة مذهلة بسبب التآكل الطبيعي للمواد المشكّلة للأقمار الصناعية والتصادمات المتكررة، وهذا ما يولد بقايا لامتناهية الصغر. هناك حوالي 22 ألف قطعة من الحطام يفوق طولها 10 سم (وهي الأكثر خطورة)، ونحو 500 ألف قطعة يتراوح طولها ما بين 1 و 10 سم، وثمة ملايين القطع الأخرى الصغيرة التي يستحيل تصنيفها.

إذا لم يتمكن المجتمع الدولي من التجنّد بسرعة لمواجهة هذه الكارثة، في المستقبل القريب، فسيكون من الصعب جداً بل ومن المستحيل أحياناً- إطلاق أقمار صناعية جديدة إلى المدار. في الوقت الحاضر، أصبح من الضروري قبل إطلاق أي صاروخ "أريان" (Ariane) التأكّد من عدم وجود بقايا في الفضاء تهدد بتدمير القاذفة أو القمر الصناعي. وهذا يؤدي في بعض الأحيان إلى تأخير موعد الإطلاق، مما قد يكون مكلفاً جداً. أما بالنسبة للأقمار الصناعية الموجودة في المدار، فيجب مراقبتها باستمرار، ولا بد من القيام بعمليات من شأنها تجنّب احتمال التصادم عندما يتجاوز الخطر حدّاً معيناً. كما أن الرهانات ليست هينة في باب الاتصالات عن بعد.

ماكس سيرف Max Cerf مهندس في الشركة الأوروبية للصناعات الجوية والدفاعية (Eads Astrium)، قدّم مؤخراً أطروحة للبحث عن المسارات المثلى التي ينبغي أن تتبعها المركبة الفضائية لجمع البقايا الأكثر خطورة. من وجهة النظر الرياضية، فإن التقنيات المستخدمة تستند إلى نظرية التحكم الأمثل⁴ التي تُستخدم لتحديد المسار الواجب إتباعه بين البقايا لتخفيض استهلاك المركبة الفضائية للطاقة إلى أدنى حد. إن إختيار البقايا التي ينبغي جمعها وترتيب عملية الجمع مسألة عويصة. وبما أننا نحاول أيضاً تخفيض استهلاك الطاقة إلى أدنى حد، فمن الضروري أن نتمكن من حل مسألة مختلطة في الأمثلة بطريقة فعالة، وذلك بالمزج بين المتغيرات المستمرة (أمثلة المسارات بين البقايا) والمتغيرات المتقطعة (الاختيار الأمثل لعدد من البقايا ضمن قائمة البقايا الخطيرة). ينبغي أن تؤدي هذه الدراسات إلى تصميم مركبة تنظيف تكون بأقل تكلفة ممكنة، وقادرة على جمع أكبر عدد من البقايا في كل رحلة.

للاستزادة :

- الموقع الشبكي للمجلس القومي للاقتصاد والاجتماعي (CNES) المعني بالحطام الفضائي.

³ انظر الموقع : https://en.wikipedia.org/wiki/Geostationary_orbit

⁴ انظر الموقع : <http://www.breves-de-maths.fr/planification-de-missions-ramasser-des-debris-spatiaux/www.ljll.math.upmc.fr/~trelat/f>

[/https://debris-spatiaux.cnes.fr](https://debris-spatiaux.cnes.fr)

- أطروحة ماكس سيرف Max Cerf حول :

أمثلة المسارات الفضائية. Optimisation de trajectoires spatiales.

طيران آخر طابق من القاذفة_ Vol d'un dernier étage de lanceur_

تنظيف الحطام الفضائي Nettoyage des débris spatiaux

[/https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00736748](https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00736748)

- "مهمة متعددة لجمع الحطام الفضائي-اختيار الحطام وأمثلة المسارات، ماكس سيرف". انظر

Multiple Space Debris Collecting Mission - Debris selection and Trajectory optimization

<https://arxiv.org/abs/1107.0192>

- E. Trélat , Accélérer les calculs de mécanique spatiale, La Recherche, 468, (2012).

https://www.ljll.math.upmc.fr/~trelat/fichiers/Recherche_oct2012.pdf

مصدر الصورة : Istockphotos

<https://www.istockphoto.com/fr>