

THE ORIGINS OF STRUCTURE IN THE UNIVERSE

CANADIAN ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS IN THE 21ST CENTURY



## **Consultation prébudgétaire de 2019**

### **Mémoire de la Coalition pour l'astronomie canadienne**

**Août 2018**

## **Recommandations**

- Créer une entité officielle responsable de traiter les demandes de financement associées aux grands projets scientifiques.
- Fournir à cette entité un financement suffisant de façon à permettre aux chercheurs canadiens de tirer parti des occasions de collaboration internationales dans le cadre de grands projets scientifiques.
- Définir, pour l'Agence spatiale canadienne, une nouvelle vision qui inclut les sciences spatiales et fournir à l'Agence un financement annuel de 100 millions de dollars afin qu'elle puisse favoriser la concurrence pour les missions spatiales de petite, moyenne et grande envergure.

## **Introduction**

La Coalition pour l'astronomie canadienne est composée :

- d'universitaires, qui sont représentés par l'Association canadienne d'universités pour la recherche en astronomie (ACURA) et ses 20 universités membres;
- d'astronomes professionnels, qui sont représentés par la Société canadienne d'astronomie (CASCA);
- de l'industrie, représentée par les entreprises canadiennes participant aux grands projets d'astronomie.

Les membres de la Coalition se sont rangés derrière le Plan à long terme (PLT) pour l'astronomie et l'astrophysique, un plan décennal lancé initialement en 2000 et renouvelé en 2010, et dont l'objectif est d'assurer la pérennité du leadership canadien dans le domaine à l'échelle internationale. Le processus du PLT, appuyé par la Coalition, a eu beaucoup de succès, l'astronomie arrivant constamment au premier rang des sciences au Canada et les Canadiens continuant d'être à l'avant-plan dans le domaine à l'échelle internationale. Parallèlement, le milieu canadien de l'astronomie est de plus en plus diversifié à mesure qu'on comprend mieux les obstacles professionnels auxquels certains groupes sont confrontés.

Cependant, deux défis importants et liés exigent notre attention de toute urgence. Premièrement, en ce qui concerne l'astronomie au sol, il n'y a toujours pas de mécanisme de financement officiel pour les grands projets scientifiques, comme la collaboration dans le cadre de projets de télescopes internationaux, projets qui sont essentiels au maintien du leadership canadien à l'échelle internationale. Deuxièmement, nous sommes confrontés aux mêmes problèmes du côté de l'astronomie spatiale, même si l'Agence spatiale canadienne (ASC) est logiquement celle à qui ce dossier devrait revenir, mais elle n'est pas actuellement constituée à cette fin.

Notre mémoire propose des recommandations pour relever les deux défis, mais fournit dans un premier temps des renseignements contextuels sur les réussites scientifiques et économiques dans le domaine de l'astronomie canadienne et la façon dont cette réussite est liée à la croissance économique et la compétitivité futures du Canada et au renforcement des relations avec d'importants partenaires commerciaux.

## **Astronomie et astrophysique canadiennes : une réussite scientifique et économique**

Dans le cadre d'analyses normalisées des répercussions par habitant, le Canada arrive au premier rang au sein des pays du G7 en ce qui a trait à l'astronomie et à l'astrophysique. Au Canada, le domaine a une incidence internationale plus marquée que tous les autres domaines scientifiques ou de recherche en génie.

Le Conseil des académies canadiennes et un rapport produit par Hickling, Arthurs & Low à l'intention du Conseil national de recherches ont documenté cette réussite, qui a été bénéfique pour tous les intervenants du domaine de l'astronomie. Par exemple, le nombre d'universités offrant des programmes d'études supérieures en astronomie est passé de trois en 1960 à 20 à l'heure actuelle, et le nombre de personnes participant à des recherches en astronomie au Canada double chaque décennie. La CASCA compte actuellement trois fois plus de membres qu'avant. Par ailleurs, l'industrie canadienne a tiré des centaines de millions de dollars en travaux astronomiques de soutien directs et en retombées connexes; de nouvelles industries et de nouvelles entreprises ont été créées, et d'autres suivront.

Rien de tout cela n'est arrivé par hasard : c'est le résultat du PLT et de l'approche adoptée par la Coalition. Le PLT exige la participation canadienne à un portefeuille établi minutieusement de projets de la prochaine génération, et il est renouvelé chaque décennie à la suite d'importantes consultations auprès du milieu de l'astronomie et au terme d'un examen externe par des pairs.

Même si la recherche scientifique fondamentale a toujours été l'objectif principal, nous sommes aussi fiers des retombées économiques connexes. Des choses comme le Wi-Fi, la chirurgie oculaire au laser, l'imagerie radiologique à haute résolution et même la technologie utilisée pour effectuer des recherches afin de trouver des vaccins pour l'Ebola et le Zika sont des retombées de la recherche en astronomie. Les projets prioritaires cernés dans le PLT aux fins d'investissements futurs offrent un grand potentiel relativement aux domaines des nouvelles technologies comme la science optique, les réseaux de données haute vitesse, la télédétection, les technologies spatiales et les calculs scientifiques à grande échelle. C'est la raison pour laquelle l'industrie canadienne a toujours été une partenaire de la Coalition, aux côtés de nos scientifiques et des universités.

### **Mécanisme de financement pour les grands projets scientifiques**

Comme la plupart des disciplines scientifiques, l'astronomie passe à des installations de prochaine génération, ou ce qu'on appelle couramment des « grands projets scientifiques » : des installations qui coûtent très cher, qui font intervenir de multiples partenaires internationaux, de longs cycles de planification et de construction et des cycles de vie opérationnels encore plus longs.

Même si ce qu'on dit ici s'applique à la fois à l'astronomie au sol et à l'astronomie spatiale, la présente section du mémoire concerne l'astronomie au sol, puisqu'il y a déjà un candidat logique pour assurer le financement des grands projets scientifiques dans l'espace, c'est-à-dire l'ASC. Pour l'astronomie au sol, l'absence d'un mécanisme officiel de financement des grands projets scientifiques signifie que les scientifiques doivent passer du temps qu'ils pourraient consacrer à leur recherche à demander un soutien financier, puisque la décision de participer ou non à de grands projets revient aux politiciens et exige un engagement qui dépasse le cadre de planification budgétaire actuel, ce qui est un immense défi et crée de l'incertitude parmi les partenaires des projets.

La Coalition a déjà recommandé la création d'un fonds ou d'un mécanisme de financement lié aux grands projets scientifiques, un point de vue repris dans le cadre de l'Examen du soutien fédéral aux sciences. Nous espérons qu'un tel mécanisme découle des consultations récemment énoncées relativement à un nouveau fonds commun aux trois conseils de 275 millions de dollars ciblant les activités de recherche internationales, multidisciplinaires et à risque élevé, mais le financement ne semble pas conçu à cette fin.

De plus, le fonds commun aux trois conseils proposé est insuffisant pour permettre au Canada de rester à l'avant-plan des grands projets scientifiques à l'échelle internationale. Pour mettre les choses en contexte, les 275 millions de dollars prévus pour le nouveau fonds sont échelonnés sur cinq ans. Cependant, le projet phare de l'astronomie canadienne, le Télescope de 30 mètres (TTM), a bénéficié d'une contribution financière du gouvernement fédéral de 243,5 millions de dollars en 2015. En d'autres mots, si l'astronomie avait été aiguillée vers ce fonds au moment où le Canada devait s'engager à l'égard du TTM, il aurait fallu utiliser 89 % du financement quinquennal du fonds. Cependant, c'est le niveau d'investissement requis pour que le Canada puisse jouer un rôle « sans pareil » dans de tels projets et pour que l'industrie canadienne ait

l'occasion d'en fournir les composantes clés.

Par conséquent, le Canada a encore besoin d'une entité officielle chargée de traiter les demandes associées aux grands projets scientifiques, et le financement accordé à cette entité doit être suffisant pour tirer parti des occasions de collaboration scientifique internationale. Pour déterminer le niveau de financement nécessaire, le gouvernement devrait consulter les intervenants de différentes disciplines sur leurs nouvelles priorités. Dans le cas de l'astronomie, par exemple, en raison de notre plan décennal, nous pouvons prévoir les coûts liés aux infrastructures et au fonctionnement à long terme avec un assez bon niveau d'exactitude. Si toutes les disciplines adoptaient une approche similaire, le gouvernement pourrait procéder à une planification financière à long terme en vue d'éventuels grands projets scientifiques.

**Recommandation n° 1 :** Créer une entité officielle responsable de traiter les demandes de financement associées aux grands projets scientifiques

**Recommandation n° 2 :** Fournir à cette entité un financement suffisant de façon à permettre aux chercheurs canadiens de tirer parti des occasions de collaboration internationales dans le cadre de grands projets scientifiques.

## **Nouvelle vision pour l'Agence spatiale canadienne**

Le leadership du Canada en matière d'astronomie au sol découle en grande partie de la collaboration exceptionnelle entre les universités, l'industrie et le gouvernement. Le même potentiel existe pour ce qui est de l'astronomie spatiale – y compris la possibilité bien réelle de mener une mission spatiale internationale –, mais le partenaire clé qui manque à l'appel, c'est le gouvernement, qui est actuellement représenté par l'ASC. Même si l'ASC travaille de façon diligente pour soutenir des vols habités, elle ne dispose pas des ressources nécessaires pour soutenir un portefeuille scientifique spatial actif et en tirer les bénéfices.

La solution réside dans une ASC reconstituée qui s'appuie sur une vision en matière d'astronomie spatiale et qui bénéficie du financement nécessaire pour soutenir des missions spatiales régulières. Puisque la planification des missions dure plus de dix ans, un engagement durable du gouvernement s'impose. Un investissement annuel de 100 millions de dollars permettrait d'organiser régulièrement des concours concernant des projets spatiaux de petite, moyenne et grande envergure, y compris la possibilité pour le Canada d'être aux commandes d'une mission d'exploration spatiale phare. Ces fonds iraient à des partenariats de haute technologie faisant intervenir l'industrie et le milieu universitaire et généreraient des retombées dans les marchés technologiques des centaines, voire des milliers de fois plus importantes. Ces 100 millions de dollars représentent un investissement par habitant dans l'astronomie spatiale qui s'élève à environ la moitié du budget d'astrophysique de la NASA par habitant.

Un tel investissement annuel couvrirait les occasions actuelles et nouvelles liées à l'astronomie spatiale canadienne (voir ci-dessous), et un portefeuille d'environ une douzaine d'autres projets permettant au Canada de réaliser son potentiel et d'être un chef de file dans le secteur spatial tout en assurant la croissance des industries qui soutiennent les sciences spatiales. À l'inverse, si le Canada n'investit pas, l'expertise scientifique et industrielle qu'il détient actuellement sera transférée ailleurs.

**Recommandation n° 3 :** Définir, pour l'Agence spatiale canadienne, une nouvelle vision qui inclut les sciences spatiales et fournir à l'Agence un financement annuel de 100 millions de dollars afin qu'elle puisse favoriser la concurrence pour les missions spatiales de petite, moyenne et grande envergure.

### **Avantages économiques**

L'espace est la fenêtre qui permet de voir tout ce qui se passe sur notre planète et au-delà. Les technologies qui nous permettent de regarder au-delà de l'univers nous aident aussi à regarder ce qui se passe ici et à comprendre des problèmes près de chez nous. Les changements climatiques, les communications, la gestion des ressources naturelles et la défense nationale doivent de nombreuses percées aux sciences et à l'exploration spatiale. Les pays qui reconnaissent à sa juste valeur l'espace en tireront les bénéfices. Il y a des siècles, les pays qui ont repoussé les limites de l'exploration de la surface terrestre sont devenus les grandes puissances économiques mondiales. Aujourd'hui, la prochaine frontière, c'est l'espace.

Le fait d'investir dans les sciences spatiales simulerait une interaction vigoureuse entre les scientifiques et les entreprises aérospatiales, s'appuyant sur la réputation déjà reluisante du Canada en matière de travail industriel à l'appui des projets spatiaux. On parle ici d'investissements dans les industries de l'avenir. Les investissements du passé dans les sciences spatiales ont permis de générer et d'améliorer des technologies comme les détecteurs de guidage de précision, les systèmes

de métrologie, les systèmes d'affichage numérique à multiplexage en fréquence, tandis que la spectro-imagerie par transformation de Fourier et la technologie des capteurs à front d'onde, qui ont des applications à la fois au sol et dans l'espace, sont sur le point de renforcer les marchés d'exportation.

En ce qui concerne l'avenir, on prévoit que le marché de l'industrie spatiale connaîtra une croissance, passant d'un marché de 350 milliards de dollars à un marché de 1 à 2,7 billions de dollars d'ici les années 2040. Par exemple, on prévoit que la valeur du marché de la métrologie industrielle s'élèvera à 13 milliards de dollars d'ici 2023, tandis que, dans le cas des communications intersatellites, on parle de 5 milliards de dollars d'ici 2025. Les sciences spatiales sont un investissement dans la compétitivité et la diversité économiques futures du Canada.

### **Occasions spatiales pour le Canada**

Il y a deux missions spatiales à court terme qui offrent un potentiel économique et scientifique énorme pour le Canada.

Wide Field InfraRed Survey Telescope (WFIRST) : Cet observatoire de la NASA vise à répondre à des questions essentielles au sujet de la nature de la matière noire, de l'énergie noire et de la gravité elle-même et de capter des images et le spectre d'exoplanètes autour des étoiles proches. Les images du WFIRST seront aussi précises que celles prises par le télescope spatial Hubble, mais elles couvriront une zone 100 fois plus importante, ce qui permettra de sonder le ciel de façon rapide et exacte, et de découvrir des millions de galaxies. Il s'agit du prochain observatoire phare de la NASA, qui en est actuellement à la phase de formulation et dont le lancement est prévu en 2024.

Les entreprises canadiennes qui participent aux travaux liés au WFIRST incluent COM DEV, ABB, NuVu Cameras et de nombreuses autres. Cependant, en juin 2018, le manque de financement a forcé le Canada à quitter la mission. Même s'il reste des occasions potentielles, les occasions qui s'offrent à nous passent rapidement, et notre réputation internationale en a souffert.

Cosmological Advanced Survey Telescope for Optical and Ultraviolet Research (CASTOR) : CASTOR est une mission proposée qui serait dirigée par le Canada et qui permettrait de contribuer de façon unique, puissante et durable à l'astrophysique en fournissant une imagerie panoramique de haute résolution (spectre ultraviolet-visible). Ce petit satellite polyvalent et novateur surpasserait de loin tous les télescopes optiques au sol en ce qui concerne la résolution angulaire et fournirait un relevé ultraviolet-visible d'une résolution sans précédent d'une zone représentant le huitième du ciel.

Tout en faisant des percées dans des domaines scientifiques comme l'archéologie galactique, la surveillance des quasars, la formation d'étoiles et l'astrophysique stellaire, nous pourrions aussi obtenir une imagerie ultraprofonde selon trois filtres généraux pour compléter les données liées aux plus grandes longueurs d'onde qui seront tirées des missions internationales prévues liées à l'énergie noire. CASTOR combinerait le plus grand plan focal jamais envoyé dans l'espace et une conception optique novatrice qui produit des images de qualité d'un champ de deux ordres de grandeur supérieur à Hubble. Aucune installation astronomique prévue ou proposée ne posséderait un potentiel de découverte supérieur à CASTOR à ces longueurs d'onde.

### **Conclusion**

Presque chaque jour de la semaine, les Canadiens entendent parler de découvertes astronomiques majeures, dont bon nombre font intervenir des chercheurs canadiens. Le leadership mondial du Canada en matière d'astronomie au sol est quelque chose dont on peut être fier et une réalisation qu'on peut utiliser pour pousser la prochaine génération à entreprendre une carrière dans les domaines des STIM. Le même potentiel est là pour ce qui est de l'espace, y compris la possibilité absolument passionnante que le Canada dirige une mission spatiale. Cependant, ces deux possibilités sont tributaires de la mise en place de mécanismes de financement permettant au Canada de tirer parti des occasions découlant de son leadership actuel à l'échelle internationale.

En conclusion, en maintenant ce leadership scientifique, le gouvernement peut aussi stimuler des centaines d'entreprises qui soutiennent les travaux astronomiques, en leur offrant d'énormes retombées – dont l'importance a été prouvée –, menant à la création d'emplois et au positionnement de l'industrie canadienne en vue de l'économie de l'avenir.