CADETS DE L'AVIATION ROYALE DU CANADA

NIVEAU DE QUALIFICATION QUATRE

GUIDE PÉDAGOGIQUE

SECTION 10

OCOM C440.08 – REGARDER LA VIDÉO INTITULÉE *BLAST! (BALLOON-BORNE LARGE APERTURE SUB-MILLIMETRE TELESCOPE)*

Durée totale : 90 min

PRÉPARATION

INSTRUCTIONS PRÉALABLES À LA LEÇON

Les ressources nécessaires à l'enseignement de cette leçon sont énumérées dans la description de leçon qui se trouve dans la publication A-CR-CCP-804/PG-002, *Norme de qualification et plan du niveau quatre*, chapitre 4. Les utilisations particulières de ces ressources sont indiquées tout au long du guide pédagogique, notamment au PE pour lequel elles sont requises.

Réviser le contenu de la leçon pour se familiariser avec la matière avant de l'enseigner.

Fabriquer des transparents à partir des figures qui se trouvent aux annexes A et B.

Photocopier l’annexe C pour chaque cadet.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L’exposé interactif a été choisi pour le PE 1, pour présenter la cosmologie aux cadets et de donner un aperçu de la mission BLAST.

Une activité en classe a été choisie pour le PE 2, parce que c’est une façon interactive de renforcer les connaissances sur la cosmologie, de stimuler l’esprit et l’intérêt des cadets.

Une discussion de groupe a été choisie pour le PE 3, parce qu’elle permet aux cadets d’interagir avec leurs pairs et de partager leurs connaissances, leurs expériences, leurs opinions et leurs sentiments sur la cosmologie à l'aide d'un télescope inframillimétrique à grande ouverture emporté par ballon.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de la présente leçon, les cadets doivent être en mesure de discuter des défis professionnels auxquels les astrophysiciens ont fait face dans la mission BLAST.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets discutent des défis professionnels auxquels les astrophysiciens font face de sorte qu'ils comprennent comment les technologies aérospatiales affectent le travail des astrophysiciens.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Point d'enseignement 1 **Décrire la mission BLAST**

Durée : 10 min Méthode : Exposé interactif



Le terme inframillimétrique utilisé dans la présente leçon fait référence à la longueur d'onde immédiate de l'énergie électromagnétique proche de l'infrarouge qui fait penser à la chaleur du soleil. La plupart des animaux voient le soleil à des longueurs d'ondes visibles mais ils perçoivent le soleil dans l'infrarouge lointain. L'énergie proche de l'infrarouge inframillimétrique est bloquée par la vapeur d'eau atmosphérique.

OBSERVATION DE LA FORMATION D'UNE ÉTOILE

Les astrophysiciens sont intéressés à en apprendre plus sur la façon dont se sont formées les premières galaxies et étoiles. Cependant, ces objets sont souvent cachés par des gaz et des poussières et ne peuvent donc être aperçus à la lumière visible. Heureusement, les naissances d'étoiles sont des événements enflammés. La chaleur des étoiles naissantes réchauffe la poussière environnante qui émet par la suite un rayonnement infra-millimétrique, une forme de rayonnement électromagnétique infrarouge près de la lumière visible. Le rayonnement infrarouge est caractérisé par des longueurs d'ondes plus longues que la lumière visible qui peuvent traverser les régions poussiéreuses de l'espace sans être dispersées. Cependant, afin de déceler un tel rayonnement, des télescopes infra-millimétriques doivent être fabriqués.

La vapeur d'eau de l'atmosphère terrestre absorbe le rayonnement d'une grande partie des longueurs d'ondes infrarouges et infra-millimétriques rendant impossibles les observations à partir du sol de certaines de ces longueurs d'ondes. Des observations limitées peuvent être faites à partir de ballons en haute altitude telles qu'avec le télescope BLAST, mais les observatoires spatiaux tels que le Herschel de l'Agence spatiale européenne sont les seules vraies réponses satisfaisantes à un tel problème.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-1 qui se trouve à l'annexe A.

OBSERVATION DE LA FORMATION D'UNE GALAXIE

Lorsque les astronomes observent l'espace de plus en plus éloigné, leurs observations portent réellement sur une période de plus en plus ancienne. La lumière voyage à une vitesse incroyable et semble être instantanée à courtes distances de la Terre, mais la lumière en provenance de galaxies éloignées prend des millions d'années avant d'atteindre la Terre. Plus l'objet de l'observation dans l'espace est éloigné, plus long est le temps qu'a pris la lumière pour voyager. Les observateurs voient littéralement la lumières d'événement qui sont survenus dans un passé lointain. En observant de plus en plus vers le passé, les astronomes peuvent élaborer une ligne de temps de l'évolution de l'univers.



Présenter aux cadets le transparent de la figure A-2 qui se trouve à l'annexe A.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

Pour en apprendre davantage sur l'astronomie infrarouge, consulter The Cosmic Classroom: The Infrared Universe au site Web http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/

ÉLABORATION DE LA MISSION BLAST

Mots clés :

Bolomètres. Les capteurs qui décèlent la lumière inframillimétrique.

Nacelle. La grande structure métallique qui contient le télescope, les moteurs et les ordinateurs.

Charge utile. Tout ce qui pend au ballon.

Appareil photographique pour étoiles. Les appareils photographiques que le télescope BLAST utilise pour s'orienter dans le ciel.

De gros ballons inhabités gonflés à l'hélium ont longtemps offert à la NASA un moyen peu couteux de placer des charges utiles dans l'environnement proche espace. Les capacités uniques de ce programme sont cruciales pour le développement de nouvelles technologies et de charges utiles pour les missions de vols spatiaux de la NASA. Ils offrent aussi une formation essentielle pour la prochaine génération de scientifique comme cela est démontré dans la vidéo *BLAST!* Aussi, plusieurs observations scientifiques importantes sont effectuées durant les vols en ballon de longue durée.

Le télescope BLAST utilisait l'énergie solaire pour alimenter ses instruments et a pris avantage de la présence continue du soleil durant l'été aux pôles Nord et Sud. Ne volant que durant le jour, le télescope BLAST était assuré d'une source d'énergie stable et d'un vol à une altitude stable. Si le soleil venait à se coucher durant le vol, l'hélium contenu dans le ballon pourrait refroidir et ce dernier pourrait descendre à une altitude inférieure. Au lever du soleil, l'hélium pourrait se réchauffer et le ballon remonterait.

Le télescope BLAST nécessitait un mode de direction et de pointage précis du télescope. Même s'il était muni d'un système mondial de positionnement (GPS) à bord, le télescope BLAST s'est fié aux étoiles pour se diriger. Il y avait deux appareils photographiques au-dessus du miroir principal (les longs tubes blancs). Ces appareils photographiques prenaient des images des étoiles dont les positions dans le ciel sont connues. Les ordinateurs du télescope BLAST analysaient ensuite ces points de référence et, par l'entremise d'une série de moteurs et de gyroscopes, commandaient sa direction en conséquence.

Lors de l'atterrissage, un système commandé à distance a séparé le télescope BLAST de son ballon et un parachute s'est ouvert pour aider à ralentir la descente du télescope. Le télescope BLAST pris environ 45 minutes pour atteindre le sol. Le parachute a été conçu pour se détacher ensuite de lui-même de la nacelle. Le précieux disque dur contenant toutes les données a dû être physiquement récupéré. La récupération pourrait être très difficile selon l'endroit où le télescope BLAST atterri.

En 2005, le télescope BLAST a volé de la Suède au Canada en accomplissant des observations modérément réussies.

Montrer aux cadets le transparent de la figure B-1 qui se trouve à l'annexe B.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

En 2006, le télescope BLAST a volé au-dessus de l'Antarctique en réalisant plusieurs observations réussies.



Montrer aux cadets le transparent de la figure B-2 qui se trouve à l'annexe B.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS :

Q1. Pourquoi les télescopes infra-millimétriques qui observent le rayonnement infrarouge sont-ils nécessaires pour l'étude de la formation des étoiles?

Q2. Pourquoi les télescopes infra-millimétriques sont-ils utilisés dans l'espace ou le proche espace?

Q3. Combien de temps le télescope BLAST a-t-il pris pour descendre au sol avec son parachute?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Le rayonnement infrarouge est caractérisé par des longueurs d'ondes beaucoup plus longues que la lumière visible de sorte qu'elles peuvent traverser les régions poussiéreuses de l'espace où les étoiles se forment sans être dispersées.

R2. La vapeur d'eau de l'atmosphère terrestre absorbe le rayonnement d'une grande partie des longueurs d'ondes infrarouges et infra-millimétriques rendant impossibles les observations à partir du sol de certaines de ces longueurs d'ondes.

R3. Le télescope BLAST pris environ 45 minutes pour atteindre le sol.

Point d'enseignement 2 **Demander aux cadets de regarder la vidéo *BLAST!***

Durée : 55 min Méthode : Activité en classe

ACTIVITÉ

OBJECTIF

L'objectif de cette activité est de permettre aux cadets de visionner le film *BLAST! (Balloon-Borne Large Aperture Sub-Millimetre Telescope*) d'une durée de 53 minutes.

RESSOURCES

- DVD de *BLAST!, et*
- le document de l'annexe C.

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

S.O.

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

INSTRUCTIONS SUR L'ACTIVITÉ

1. Distribuer l'annexe C à chaque cadet.

2. Demander aux cadets de tenir compte des questions posées dans le document de cours pendant qu'ils visionnent le film *BLAST*!

3. Faire jouer tout le film *BLAST! (Balloon-Borne Large Aperture Sub-Millimetre Telescope*) d'une durée de 53 minutes.

MESURES DE SÉCURITÉ

S.O.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

La participation des cadets à l'activité servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

Point d'enseignement 3 **Discuter de la science et de l'élaboration de la mission BLAST**

Durée : 15 min Méthode : Discussion de groupe

CONNAISSANCES PRÉALABLES



L'objectif d'une discussion de groupe est d'obtenir les renseignements suivant auprès du groupe, à l'aide des conseils pour répondre aux questions ou animer la discussion, et des questions suggérées fournies.

Les connaissances préalables de cette discussion sont fondées sur le PE 1 et la matière du film *BLAST! (Balloon-Borne Large Aperture Sub-Millimetre Telescope*).

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

DISCUSSION DE GROUPE



CONSEILS POUR RÉPONDRE AUX QUESTIONS OU ANIMER UNE DISCUSSION :

- Établir les règles de base de la discussion, p. ex., tout le monde doit écouter respectueusement; ne pas interrompre; une seule personne parle à la fois; ne pas rire des idées des autres; vous pouvez être en désaccord avec les idées, mais pas avec la personne; essayez de comprendre les autres, de la même façon que vous espérez qu'ils vous comprennent, etc.
- Asseoir le groupe dans un cercle et s'assurer que tous les cadets peuvent se voir mutuellement.
- Poser des questions qui incitent à la réflexion; en d'autres mots, éviter les questions à répondre par oui ou par non.
- Gérer le temps en veillant à ce que les cadets ne débordent pas du sujet.
- Écouter et répondre de façon à exprimer que le cadet a entendu et compris. Par exemple, paraphraser les idées des cadets.
- Accorder suffisamment de temps aux cadets pour répondre aux questions.
- S'assurer que chaque cadet a la possibilité de participer. Une solution est de faire le tour du groupe et de demander à chaque cadet de donner une brève réponse à la question. Permettre aux cadets de passer leur tour, s'ils le souhaitent.
- Préparer des questions supplémentaires à l'avance.

QUESTIONS SUGGÉRÉES

Q1. Quelles sont les caractéristiques principales de la relation professionnelle entre l'étudiante diplômée responsable des appareils photographiques pour les étoiles et ses deux professeurs?

Q2. Autres que la géographie, quels sont les similitudes et les liens importants entre les missions de Shackleton et la mission du télescope BLAST?

Q3. Pourquoi est-il si important pour les visiteurs de la station McMurdo d'être physiquement qualifiés?

Q4. Comment une meilleure compréhension des débuts de l'univers influence-t-il la vie quotidienne?



D'autres questions et réponses seront soulevées au cours de la discussion de groupe. La discussion de groupe ne doit pas se limiter uniquement aux questions suggérées.



Renforcer les réponses proposées et les commentaires formulés pendant la discussion de groupe, en s'assurant que tous les aspects du point d'enseignement ont été couverts.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

La participation des cadets à la discussion de groupe servira de confirmation de l'apprentissage de ce PE.

17-C440.08-7

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CONFIRMATION DE FIN DE LEÇON

La participation des cadets au visionnement et à la discussion sur le film *BLAST!* servira de confirmation de l'apprentissage de cette leçon.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

Les astrophysiciens font face à des défis de taille lorsqu'ils repoussent les frontières de la science. Heureusement, les outils et le développement constant des technologies aérospatiales permettent à la recherche scientifique de progresser.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Il est recommandé que cet OCOM soit prévu durant trois périodes consécutives.

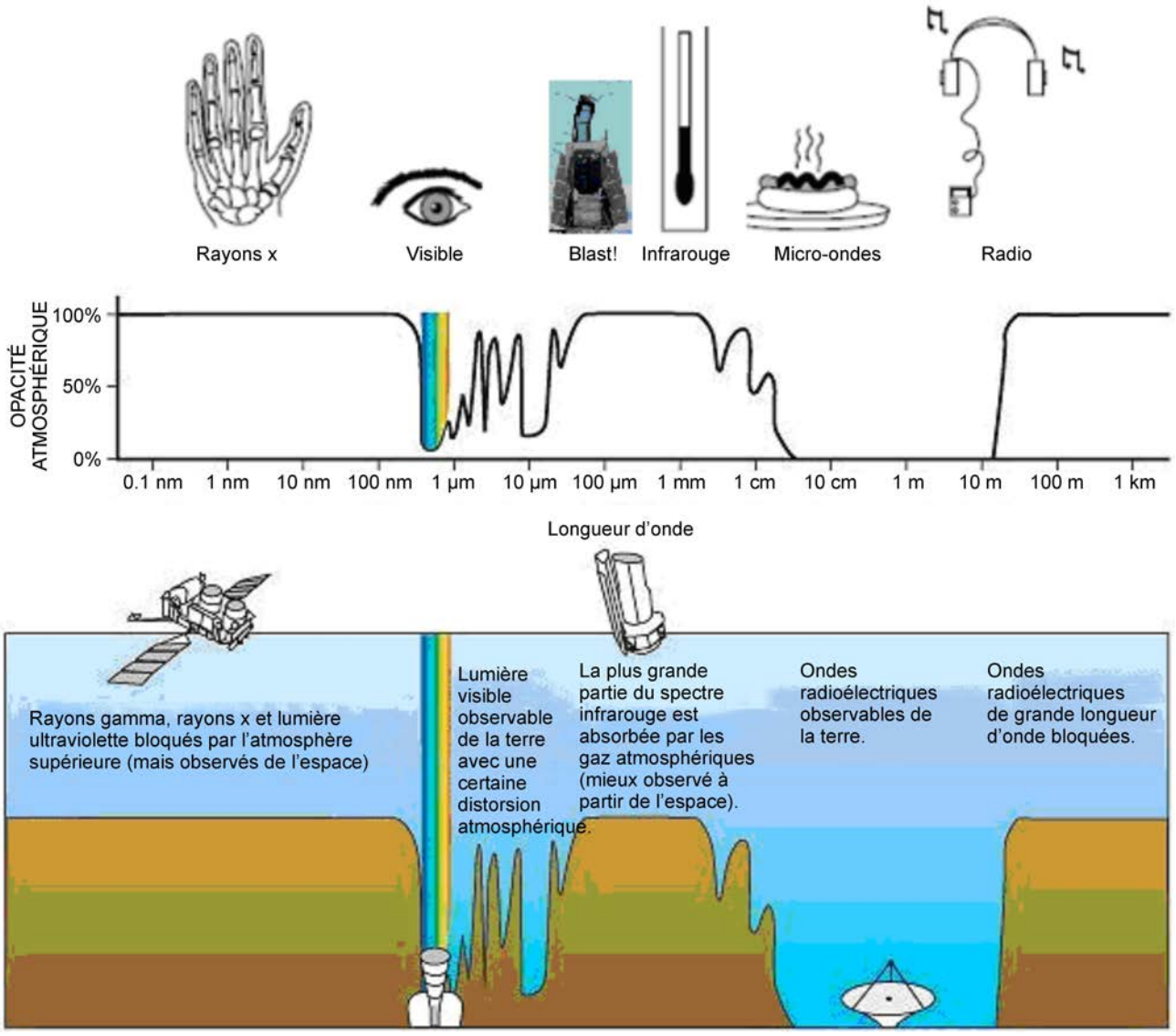
Si l'OCOM C440.07 (Utiliser un télescope) est choisi, il est recommandé de le présenter avant d'enseigner cette leçon.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

C3-295 Devlin, P. (producteur et réalisateur). (2008). *BLAST!* [Film]. États-Unis, The ArtistShare Project.

C3-298 *BLAST (Balloon-Borne Large Aperture Sub-Millimetre Telescope)*. University of Pennsylvania Department of Physics and Astronomy. Extrait le 30 janvier 2009 du site http://blastexperiment.info/

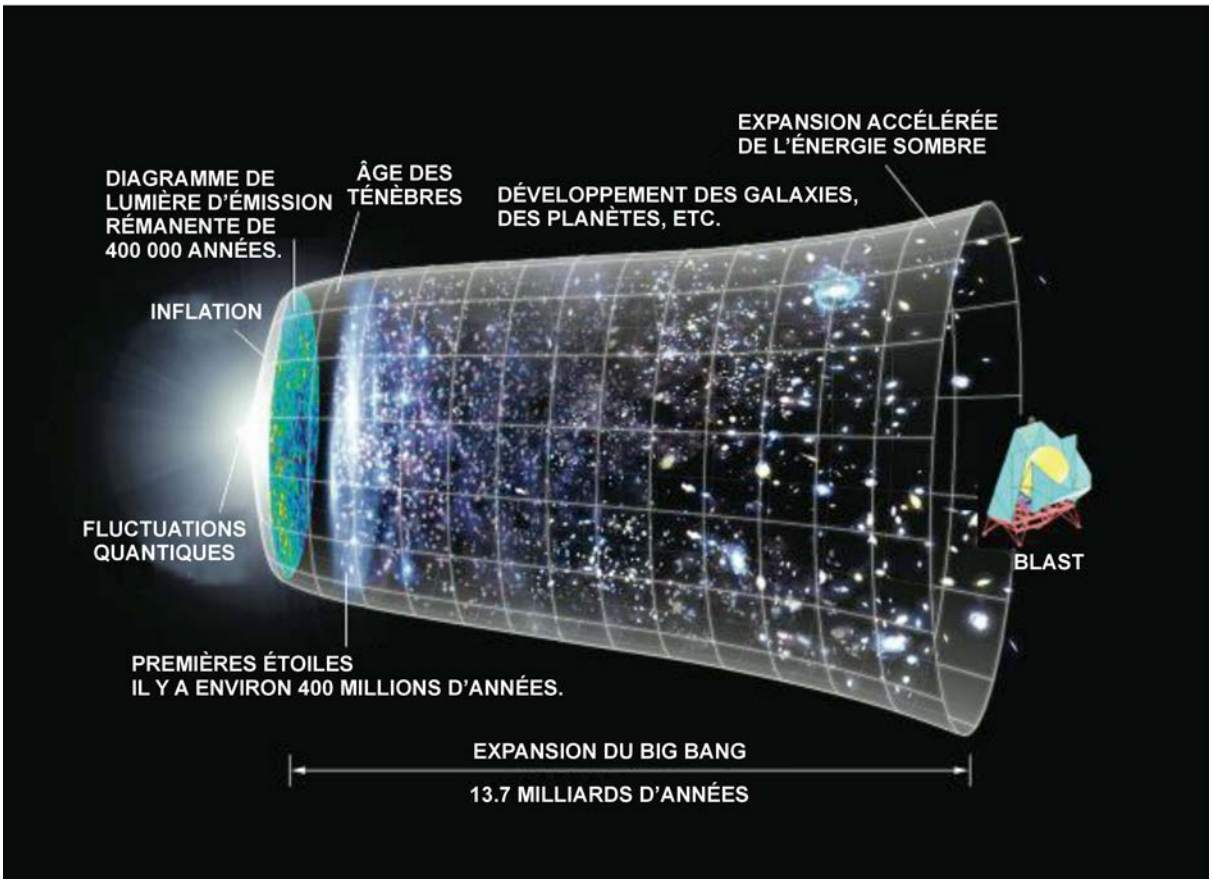
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Trié de « Infrared Windows », The Cosmic Classroom, par le California Institute of Technology, 2009. Extrait le 27 mars 2009 du site http://www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu/Windows/irwindows.html

Figure A-1 Le spectre électromagnétique et l'opacité atmosphérique

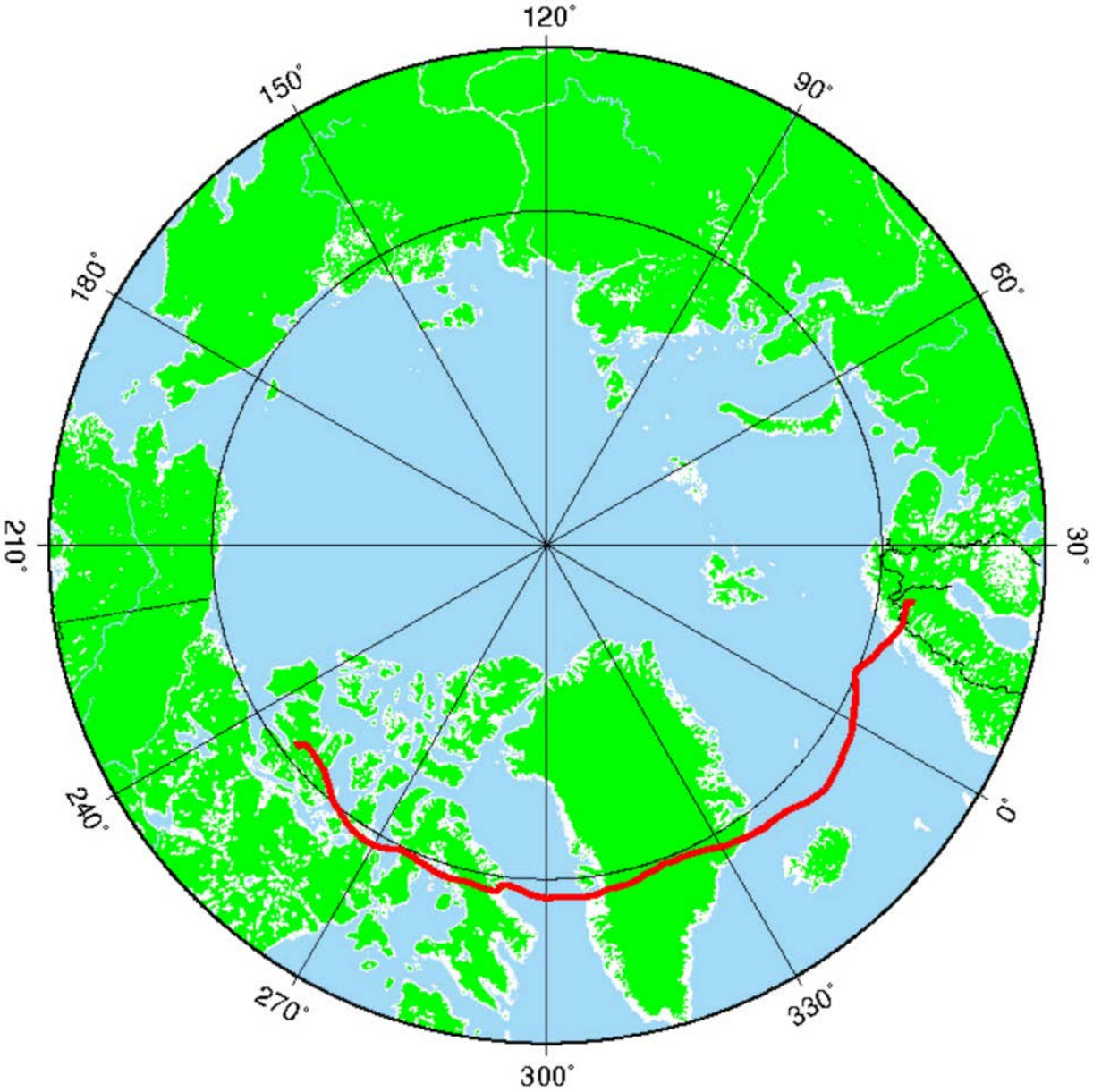
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « BLAST, How It Works », The Importance of BLAST, par l'ArtistShare Project, 2009. Extrait le 28 mars 2009 du site http://www.blastthemovie.com/press/BLAST_HowItWorks.pdf

Figure A-2 Le Big Bang

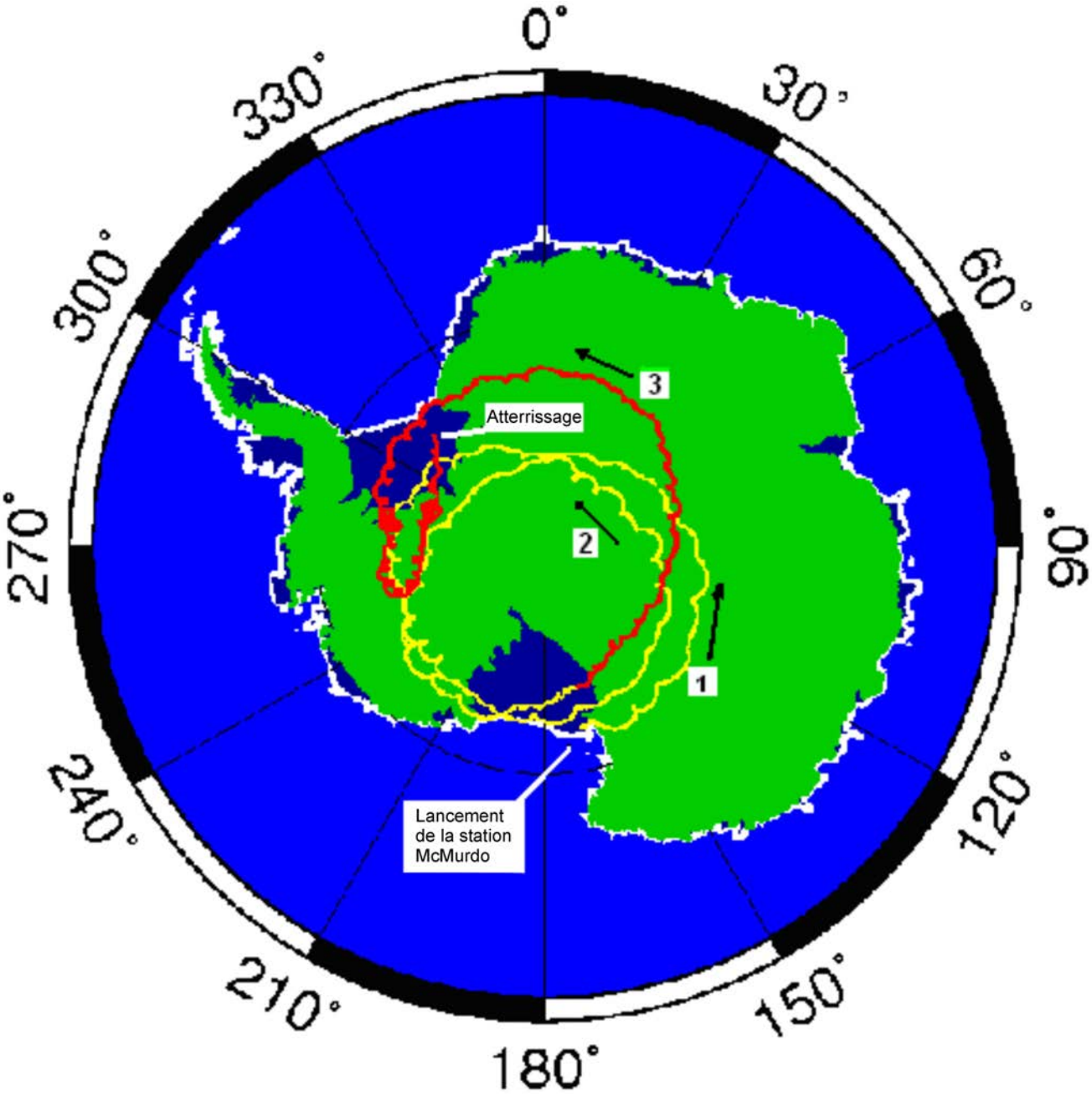
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Flight Trajectory », BLAST, par la Swedish Space Corporation, 2009. Extrait le 28 mars 2009 du site : http://www.ssc.se/?id=7082

Figure B-1 Chemin parcouru par le télescope BLAST en 2005

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Flight Trajectory », BLAST, par la Swedish Space Corporation, 2009. Extrait le 28 mars 2009 du site http://www.nsbf.nasa.gov/map/balloon4/balloon4.png

Figure B-2 Chemin parcouru par le télescope BLAST en 2006

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

QUESTIONS DONT ON DOIT TENIR COMPTE DURANT LA PROJECTION DU FILM *BLAST!*

- Quels sont les avantages d'effectuer des missions en ballon durant les étés en arctique et en antarctique?
- Quelle est la nature de la relation professionnelle entre les étudiants diplômés et les professeurs?
- Pourquoi les scientifiques attachent-ils tant d'importance au fait d'être les premiers à publier de nouvelles connaissances?
- Comment le télescope spatial Herschel de l'Agence spatiale européenne a-t-il profité de l'essai à partir d'un ballon concernant ses bolomètres infrarouges à la fine pointe de la technologie?
- Pourquoi un pays tel le Canada et une institution telle l'Université York accordent-il une grande valeur à ce projet couteux de science pure qui touche à des événements qui ont eu lieu à des milliards d'années-lumière et il y a des milliards d'années?

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.

CETTE PAGE EST INTENTIONNELLEMENT LAISSÉE EN BLANC

Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.