

Voler dans un ciel de rayonnements

Est-ce que les vols long-courriers représentent un danger pour la santé des voyageurs?



aperçu

CONTEXTE DU COURS

Les personnes qui effectuent fréquemment des vols long-courriers (équipages et grands voyageurs) sont exposées à une dose de rayonnement naturel trois à quatre fois plus élevée que la dose moyenne à laquelle sont exposés annuellement les Canadiens. Ce rayonnement ionisant, en particulier celui provenant de sources cosmiques, peut théoriquement causer des dommages somatiques et génétiques (bien qu'on n'ait jamais observé d'effets sur la santé humaine de la radioexposition à des doses des centaines de fois plus élevées). Or, il n'y a actuellement aucun règlement obligatoire au Canada limitant l'exposition aux rayonnements cosmiques dans les avions.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Calculer (en mSv) l'exposition au rayonnement ionisant des personnes qui effectuent des vols long-courriers.
- Analyser les conséquences du rayonnement ionisant sur les personnes qui effectuent des vols long-courriers.
- Proposer un plan d'action afin de réduire le risque pour les personnes qui effectuent des vols long-courriers.

ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE

Dans ce cours, les élèves effectueront une recherche sur la limitation de l'exposition aux rayonnements cosmiques du point de vue de différents groupes d'intérêts, puis ils participeront à un débat en classe sur le sujet.

IDÉE MAÎTRESSE

En théorie, les personnes effectuant des vols long-courriers courent plus de risques que les autres en raison des effets du rayonnement ionisant provenant de sources cosmiques. Pour protéger la santé de ce groupe de personnes, il est donc important de prendre les mesures nécessaires afin de réduire le plus possible leur exposition à ce rayonnement.

évaluation

CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES PRÉALABLES

- Comprendre les principes de base du rayonnement ionisant
- Avoir déjà travaillé au sein d'une petite équipe
- Avoir déjà participé à des débats sur différentes questions au sein d'un groupe important
- Avoir déjà trouvé de l'information pertinente à partir de sources Internet

CRITÈRES DE RÉUSSITE

- Les élèves participent à des discussions constructives en classe
- Le travail de recherche effectué par les élèves montre qu'ils comprennent les principes scientifiques et les enjeux liés à des vols long-courriers

STRATÉGIES D'ÉVALUATION

- Passer en revue les notes de recherche des élèves
- Observation (et enregistrement) du débat en classe



durée

75 à 90

MINUTES, PLUS LE TEMPS
PASSÉ EN DEHORS DES
HEURES DE CLASSE



sujets

SCIENCES
BIOLOGIE
PHYSIQUE



habiletés

PENSÉE CRITIQUE
COLLABORATION
COMMUNICATION

ressources et matériel

-   **Fiche reproductible – Point de vue d’un groupe d’intérêt – Compagnies aériennes** – une par élève de ce groupe
-   **Fiche reproductible – Point de vue d’un groupe d’intérêt – Voyageurs d’affaires** – une par élève de ce groupe
-   **Fiche reproductible – Point de vue d’un groupe d’intérêt – Agence des services frontaliers du Canada** – une par élève de ce groupe
-   **Fiche reproductible – Point de vue d’un groupe d’intérêt – Équipages** – une par élève de ce groupe
-   **Fiche reproductible – Point de vue d’un groupe d’intérêt – Professionnels de la santé** – une par élève de ce groupe

- Appareil électronique avec accès Internet

activité théorique

 20 MINUTES

- Amorcez la discussion en examinant la signification du concept de « rayonnement ». Idéalement, les élèves connaîtront déjà les différents types et sources de rayonnement ionisant et non ionisant. Sinon, les élèves pourraient participer au cours **L’attaque du mutant de 15 mètres : la radioactivité dans la culture populaire** ou au cours **Pénétration dans le corps : les effets biologiques du rayonnement**.
- Demandez aux élèves s’ils ont déjà effectué un vol long-courrier (plus de 1 000 km), récemment ou autrefois.
- Choisissez un vol (de préférence le plus long) et calculez la dose de rayonnement ionisant provenant de sources cosmiques reçue au cours de ce vol, en sachant que chaque personne est exposée à une dose de 0,01 millisievert (mSv) par tranche de 1 000 km de vol (calculez la dose pour le trajet aller-retour) (voir la section **Le saviez-vous?** à droite).
- Comparez ce chiffre avec la dose annuelle moyenne de rayonnement ionisant (toutes sources confondues) reçue par les Canadiens – soit environ 2,7 mSv (dont 17 % proviennent des rayonnements cosmiques, le reste étant attribuable au radon [50 %], au rayonnement des minéraux dans le sol [20 %] et au rayonnement des aliments et de l’eau [13 %]). Calculez le pourcentage de la dose annuelle de rayonnement ionisant qu’il est recommandé de ne pas dépasser, mais qui pourrait être accumulé par une personne à bord d’un vol de 10 000 km (aller-retour).
- Discutez avec les élèves des conséquences de cette information.
 - » *L’exposition au rayonnement ionisant en avion est-elle une source importante de rayonnement pour la moyenne des gens?*
 - » *Ya-t-il des groupes de gens qui pourraient être davantage exposés aux rayonnements cosmiques en vol?*
- Selon les études réalisées par Transports Canada, les équipages peuvent être exposés à des rayonnements cosmiques de l’ordre de 1 à 6 mSv par an. Or, ce ministère considère qu’une exposition à une dose de rayonnements cosmiques supérieure à 1 mSv par an constitue une exposition professionnelle (similaire à celle des travailleurs de l’industrie nucléaire). Transports Canada a recommandé que l’exposition des équipages aux rayonnements cosmiques ne dépasse jamais 20 mSv par an et que l’employeur prenne des mesures pour limiter l’exposition des membres d’équipage une fois qu’ils ont atteint une dose de 6 mSv au cours d’une année. Il s’agit toutefois uniquement d’une recommandation n’ayant aucune valeur exécutoire.
- Les élèves débattront de la question suivante : Est-ce que le gouvernement fédéral devrait légiférer pour limiter l’exposition aux rayonnements cosmiques des personnes effectuant des vols long-courriers?



LE SAVIEZ-VOUS?

Il n’est pas facile de calculer l’exposition au rayonnement ionisant pendant un vol, car plusieurs paramètres entrent en jeu, dont l’altitude (au fur et à mesure que l’on gagne en altitude, la couche d’atmosphère protectrice qui absorbe une partie des rayonnements cosmiques s’amincit), la latitude du vol (les passagers de vols passant par un pôle seront plus exposés que ceux d’un vol dont la trajectoire est plus près de l’équateur) et le niveau d’activité du Soleil (plus ou moins d’éruptions solaires). Le taux de 0,01 mSv par tranche de 1 000 km de vol est une valeur approximative qui prend en compte la moyenne des effets de tous les paramètres.

FACULTATIF

- Avant ou après le débat en classe, demandez aux élèves de lire l'un des articles sur le rayonnement et les voyages aériens suggérés dans la section des Renseignements généraux.

 **15 MINUTES, PLUS LE TEMPS NÉCESSAIRE POUR EFFECTUER LA RECHERCHE EN DEHORS DES HEURES DE CLASSE**

activité pratique

- Divisez la classe en cinq groupes. Chacun représentera l'un des groupes d'intérêts touchés par la question de l'exposition aux rayonnements cosmiques sur les vols long-courriers (équipages, voyageurs d'affaires, compagnies aériennes, professionnels de la santé et Agence des services frontaliers du Canada). Les élèves devront représenter le point de vue de leur groupe d'intérêt lors d'un débat en classe.
- Remettez à chaque groupe la pertinente **Fiche reproductible – Point de vue du groupe d'intérêt** – et demandez aux élèves de lire les questions se rapportant au groupe d'intérêt qu'ils défendent en vue d'orienter leurs recherches. Chaque groupe fera des recherches sur l'exposition aux rayonnements cosmiques pendant un vol long-courrier et fournira les arguments à l'appui ou à l'encontre d'une intervention du gouvernement pour limiter la dose d'exposition annuelle. Chaque fiche reproductible renferme des questions sur les aspects à prendre en compte pour se préparer au débat et propose des sources d'information utiles à cette fin.

consolidation

 **40 À 50 MINUTES**

- Les élèves représentant le même groupe d'intérêt se placeront ensemble pour participer au débat. L'enseignant agit comme modérateur. Il commence par présenter le sujet du débat (« Est-ce que le gouvernement fédéral devrait réglementer l'exposition aux rayonnements cosmiques à bord des avions? »), puis il invite un représentant de chaque groupe d'intérêt à présenter sa position sur la réglementation et à la justifier. Le modérateur devrait poser les questions suivantes pour alimenter la discussion :
 - » *Pensez-vous qu'il soit nécessaire d'adopter un règlement limitant l'exposition aux rayonnements cosmiques en vol? Expliquez.*
 - » *Si l'on adopte un règlement pour limiter l'exposition aux rayonnements cosmiques en vol, à qui devrait-il s'appliquer?*
 - » *Quelles conséquences la décision de limiter le nombre annuel d'heures de vol pourrait-elle avoir sur la santé de l'équipage ou des grands voyageurs?*
 - » *Quelles pourraient être les conséquences financières d'une décision visant à limiter le nombre annuel d'heures de vol des équipages et des grands voyageurs?*
 - » *Quelle infrastructure faudrait-il mettre en place pour appliquer les règlements limitant l'exposition annuelle aux rayonnements cosmiques pour les équipages ou les grands voyageurs?*
 - » *Est-ce que les avantages de la protection des équipages et des grands voyageurs contre les effets des rayonnements cosmiques justifient les coûts de mise en œuvre d'un tel programme?*
- Lorsque c'est pertinent, les élèves devraient représenter la position de leur groupe d'intérêt sur ces questions, mais ils ne devraient pas hésiter à donner leur opinion personnelle. Encouragez les élèves à poser d'autres questions à leurs camarades et à formuler des commentaires en fonction des réponses qu'ils obtiendront.
- Une fois le débat terminé, faites un sondage auprès des élèves sur la question de départ. Combien d'entre eux pensent qu'il y a lieu d'imposer un règlement pour limiter le nombre d'heures de vols long-courriers? Le cas échéant, quel genre de limites devrait-on imposer?



LE SAVIEZ-VOUS?

En raison des hautes altitudes auxquelles le Concorde volait régulièrement, cet avion de ligne supersonique était équipé d'un dosimètre mesurant le rayonnement, mais aucun autre avion de ligne commercial ne possède ce genre de dispositif à bord. Plusieurs forces aériennes surveillent l'exposition de leurs équipages aux rayonnements cosmiques et de nombreux aéronefs de l'armée disposent de systèmes de radioprotection, intégrés à la carlingue ou à la combinaison de vol des équipages.

FACULTATIF

- Chaque équipe représentant un groupe d'intérêt pourrait préparer à l'intention des autres élèves un document d'information exposant son point de vue. Chaque élève pourrait lire les documents d'information et rédiger un texte d'opinion défendant son point de vue quant à la nécessité d'adopter une loi fédérale imposant des limites à la dose d'exposition des équipages ou des grands voyageurs à bord de vols long-courriers.

activités complémentaires

- Demandez aux élèves d'explorer d'autres solutions possibles au problème de l'exposition au rayonnement ionisant sur les vols long-courriers. Par exemple :
 - » Concevoir des vêtements de radioprotection pour les équipages;
 - » Voler à plus basse altitude;
 - » Éviter les trajectoires polaires;
 - » Intégrer à la carlingue de l'avion un blindage de radioprotection.
- Quelles seraient les conséquences de ces solutions? Les élèves peuvent débattre des diverses solutions, effectuer une analyse coûts-avantages ou créer des tableaux des conséquences.

ressources supplémentaires

PAGES WEB DE L'ASSOCIATION NUCLÉAIRE CANADIENNE

- [Qu'est-ce que le rayonnement?](#)
- [Mesure du rayonnement](#)
- [Effets sur le corps](#)

PLANS DE COURS CONNEXES D'ÉDUNUCLÉAIRE

- [L'attaque du mutant de 15 mètres : la radioactivité dans la culture populaire](#)
- [Pénétration dans le corps : les effets biologiques du rayonnement](#)
- [Demi-vie : pour tout savoir](#)

renseignements généraux

[Consulté le 1^{er} août 2019]

- **Exposure of cosmic radiation of British Airways flying crew on ultralonghaul routes – Occupational and Environmental Medicine, U.S. National Library of Medicine**
(en anglais seulement)
Cette page donne de l'information sur la dose d'exposition aux rayonnements cosmiques sur les vols long-courriers ainsi que sur les façons de surveiller l'exposition.
- **Galactic radiation exposure during commercial flights: Is there a risk? – Canadian Medical Association Journal, U.S. National Library of Medicine** (en anglais seulement)
Examine différents types de rayonnement galactique et les risques liés à l'exposition pendant des vols commerciaux.
- **Exposition au rayonnement cosmique et voyages en avion – Santé Canada, gouvernement du Canada**
Un aperçu du rayonnement cosmique, de sa nature, ses effets et ses dangers pour la santé.
- **What Aircrews Should Know About Their Occupational Exposure to Ionizing Radiation – Civil Aerospace Medical Institute, Federal Aviation Administration** (en anglais seulement)
Un rapport conjoint du ministère des transports et de la Federal Aviation Administration des États-Unis portant sur les paramètres à prendre en compte lorsqu'on évalue les effets du rayonnement sur les équipages.
- **Rayonnement – Grandeurs et unités de rayonnement ionisant**
Information sur la mesure et les effets de l'exposition aux rayonnements cosmiques pendant les vols long-courriers.
- **Mesures pour gérer l'exposition au rayonnement cosmique des employés travaillant à bord des aéronefs – Transports Canada, gouvernement du Canada**
Cette circulaire d'information de l'Aviation commerciale et d'affaires recommande aux exploitants aériens d'élaborer un programme pour gérer l'exposition aux rayonnements cosmiques des employés travaillant à bord des aéronefs.