



## CIVIL AVIATION SAFETY ALERT

## ALERTE À LA SÉCURITÉ DE L'AVIATION CIVILE

---

---

### ATTENTION:

COMMERCIAL AIR SERVICES OPERATORS

### À L'ATTENTION DE :

LES EXPLOITANTS AÉRIENS COMMERCIAUX

---

---

### TRANSPORTATION OF VACCINES USING LARGE QUANTITIES OF SOLID CARBON DIOXIDE (DRY ICE)

#### PURPOSE:

This Civil Aviation Safety Alert (CASA) provides information and recommendations to commercial operators concerning safety precautions when transporting vaccines by air, which may require larger-than-normal quantities of solid carbon dioxide (dry ice) for preservation.

#### BACKGROUND:

International vaccine suppliers are starting to deliver initial shipments of the COVID-19 vaccine to Canada. It is anticipated that the international effort to rapidly distribute vaccines worldwide will lead to an unprecedented demand for this type of cargo. As part of the supply chain for these shipments, Canadian commercial operators may be requested to transport these vaccines at a temperature of -70°C for proper preservation. Transportation methods using dry ice have been developed to meet these temperature requirements. While dry ice is regularly and safely used to transport perishable goods, operators may plan to carry larger-than-normal quantities of dry ice during this vaccination effort. This larger-than-normal volume of dry ice

### TRANSPORT DE VACCINS UTILISANT DE GRANDES QUANTITÉS DE DIOXYDE DE CARBONE SOLIDE (GLACE CARBONIQUE OU GLACE SÈCHE)

#### OBJET :

Cette alerte à la sécurité de l'aviation civile (ASAC) fournit des informations et des recommandations aux exploitants commerciaux en ce qui concerne les précautions de sécurité à prendre lors du transport aérien de vaccins, un transport qui pourrait exiger du dioxyde de carbone solide (glace carbonique ou glace sèche) en quantités plus importantes que la normale, à des fins de préservation.

#### CONTEXTE :

Les fournisseurs internationaux de vaccins commencent à livrer les expéditions initiales du vaccin contre la COVID-19 au Canada. On prévoit que l'effort international visant à distribuer rapidement des vaccins dans le monde entier entraînera une demande sans précédent pour ce type de cargaison. En tant que partie intégrante de la chaîne d'approvisionnement de ces expéditions, les exploitants commerciaux canadiens peuvent être tenus de transporter ces vaccins à une température de -70°C pour une conservation adéquate. Des méthodes de transport utilisant de la glace carbonique ont été développées pour répondre à ces exigences de température. Bien que la glace carbonique soit régulièrement et en toute sécurité utilisée pour transporter des denrées périssables, les exploitants

may present risks that existing air operator procedures may not adequately address.

Dry ice continually sublimates (transitions directly from a solid to a gas) at temperatures higher than  $-78^{\circ}\text{C}$  under standard atmospheric pressure. At reduced pressures, the sublimation rate of dry ice will increase, all other factors being equal. A potential risk associated with the sublimation of dry ice is the increase in concentration of gaseous carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) which will replace oxygen in aircraft compartments and progressively affect the health of occupants.

Symptoms of mild  $\text{CO}_2$  exposure may include headaches and drowsiness. At higher concentrations of  $\text{CO}_2$  gas, rapid breathing, confusion, increased cardiac output, elevated blood pressure, and increased arrhythmias may occur. The seriousness of symptoms is dependent on the concentration of  $\text{CO}_2$  and the length of time a person is exposed.

Breathing high concentrations of  $\text{CO}_2$  gas can lead to unrecognized degradation of cognitive functioning and present an asphyxiation hazard. High concentrations of  $\text{CO}_2$  gas may be anticipated in areas adjacent to cargo with sublimating dry ice, such that it may affect flight crew during flights and ground crew who handle the loading and unloading of cargo. The risk of hazardous concentrations of  $\text{CO}_2$  gas increases proportionately with the amount of the dry ice carried, the sublimation rate of that dry ice (variable dependent upon ambient temperature and pressure), the exposure time and degradation in the ventilation system of the aircraft.

Additional information regarding dry ice is available in Appendix A of this CASA.

peuvent prévoir de transporter des quantités de glace carbonique plus importantes que la normale pendant cet effort de vaccination. Ce volume de glace carbonique plus important que la normale peut présenter des risques dont les procédures existantes des exploitants aériens pourraient ne pas tenir compte de façon adéquate.

La glace carbonique se sublime continuellement (passe directement d'un solide à un gaz) à des températures supérieures à  $-78^{\circ}\text{C}$  sous pression atmosphérique standard. À des pressions réduites, et tous les autres facteurs étant égaux, le taux de sublimation de la glace carbonique augmente. Un risque potentiel associé à la sublimation de la neige carbonique est l'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone gazeux ( $\text{CO}_2$ ) qui remplacera l'oxygène dans les compartiments d'avion et affectera progressivement la santé des occupants.

Les symptômes d'une exposition légère au  $\text{CO}_2$  peuvent inclure des maux de tête et de la somnolence. À des concentrations plus élevées de  $\text{CO}_2$  gazeux, une respiration rapide, de la confusion, une augmentation du débit cardiaque, une pression artérielle élevée et une augmentation des arythmies peuvent survenir. La gravité des symptômes dépend de la concentration de  $\text{CO}_2$  et de la durée pendant laquelle une personne y est exposée.

Respirer de fortes concentrations de  $\text{CO}_2$  gazeux peut entraîner une dégradation non détectée du fonctionnement cognitif et présenter un risque d'asphyxie. Des concentrations élevées de  $\text{CO}_2$  gazeux peuvent être anticipées dans les zones adjacentes à la cargaison avec de la glace carbonique en sublimation, de telle sorte qu'elles peuvent affecter l'équipage de conduite pendant les vols et l'équipage au sol qui s'occupe du chargement et du déchargement de la cargaison. Le risque de concentrations dangereuses de  $\text{CO}_2$  gazeux augmente proportionnellement avec la quantité de glace carbonique transportée, le taux de sublimation de cette glace carbonique (variable dépendant de la température et de la pression ambiante), le temps d'exposition et le niveau de dégradation du système de ventilation de l'aéronef.

Des informations supplémentaires concernant la glace carbonique sont disponibles à l'annexe A de cette ASAC.

## RECOMMENDED ACTION:

When preparing to transport cargo containing large amounts of solid carbon dioxide (dry ice), operators should consider the information in this CASA. Additionally, operators with an approved Safety Management System (SMS) must conduct safety risk assessments in accordance with their SMS. Operators without an approved SMS should conduct a risk assessment and apply appropriate risk mitigations. The risk assessment should consider what safety procedures may be necessary in view of the quantities of dry ice carried, flight time, and aircraft manufacturer recommendations.

Transport Canada recommends that air operators consider the following :

1. Aircraft manufacturers provide information on maximum recommended dry ice quantities that the aircraft ventilation system(s) can accommodate, dependant on that cargo's dry ice sublimation rate.
2. An accurate determination of the dry ice sublimation rate is necessary to determine the quantity of dry ice that may be safely transported aboard an aircraft.
3. As the dry ice sublimates, a loss of weight occurs, affecting the aircraft center of gravity.
4. Dispatch with fully operational environmental control systems, including all air conditioning packs and auxiliary power units, to enable effective ventilation for ground operations and in-flight contingencies. The same applies to the ventilation systems and related components of unpressurized aircraft.

***Note 1:** Running the air-conditioning systems at maximum volume may lead to an additional risk when opening the doors due to potential residual overpressure. The operator should consider this hazard when drafting the operational procedures for the transportation of vaccines.*

***Note 2:** The operator should consider the case of build-up of CO<sub>2</sub> concentration in the cabin as a possible emergency situation and should develop a procedure to require the donning of oxygen masks for the remaining duration of the flight.*

***Note 3:** The operator should consider the use of ground cart conditioned air in lieu of use of the onboard air conditioning systems while the aeroplane is stationary on the ground.*

## MESURES RECOMMANDÉES :

Lorsqu'ils se préparent à transporter une cargaison contenant de grandes quantités de dioxyde de carbone solide (glace carbonique), les exploitants devraient tenir compte des informations contenues dans cette ASAC. De plus, les exploitants disposant d'un système de gestion de la sécurité (SGS) approuvé doivent effectuer des évaluations des risques pour la sécurité conformément à leur SGS. Les exploitants qui n'ont pas de SGS approuvé devraient mener une évaluation des risques et appliquer des mesures d'atténuation des risques appropriées. L'évaluation des risques doit tenir compte des procédures de sécurité qui peuvent être nécessaires compte tenu de la quantité de glace carbonique transportée, du temps de vol et des recommandations du constructeur de l'aéronef.

Transports Canada recommande aux exploitants aériens de considérer les faits et conseils suivants :

1. Que les constructeurs d'aéronefs fournissent des informations sur les quantités maximales de glace carbonique recommandées, que le ou les systèmes de ventilation de l'avion peuvent accepter, en fonction du taux de sublimation de la glace carbonique de cette cargaison.
2. Une détermination précise du taux de sublimation de la glace carbonique est nécessaire pour déterminer la quantité de glace carbonique qui peut être transportée en toute sécurité à bord d'un aéronef.
3. Au fur et à mesure que la glace carbonique se sublime, une perte de poids se produit, affectant le centre de gravité de l'aéronef.
4. Que la mise en service se fasse avec des systèmes de contrôle de l'environnement entièrement opérationnels, incluant tous les packs de climatisation et les groupes auxiliaires de puissance, pour permettre une ventilation efficace pour les opérations au sol et les imprévus en vol. Les mêmes recommandations s'appliquent pour les systèmes de ventilation et les composants associés des aéronefs non pressurisés.

***Note 1:** Faire fonctionner les systèmes de climatisation au débit maximum peut entraîner un risque supplémentaire lors de l'ouverture des portes en raison d'une éventuelle surpression résiduelle. L'exploitant doit tenir compte de ce danger lors de la*

5. CO<sub>2</sub> detectors installed or carried in the aircraft or worn by the flight crew and other crew members will assist the operator and crew in recognizing hazardous concentrations of CO<sub>2</sub> and implementing effective risk controls.

6. Flight crew member training on specific conditions and procedures can improve decision-making in the event of a CO<sub>2</sub> detector alert or other system abnormalities.

7. Maximum ventilation, including during the ground de-icing and anti-icing process, will mitigate CO<sub>2</sub> accumulation in the aircraft.

*rédaction des procédures opérationnelles pour le transport des vaccins.*

*Note 2: L'exploitant devrait considérer le cas d'augmentation de concentration de CO<sub>2</sub> dans la cabine comme une situation d'urgence possible et devrait développer une procédure exigeant le port de masques à oxygène pour la durée restante du vol.*

*Note 3: L'exploitant devrait considérer l'utilisation d'unités externes de conditionnement de l'air au lieu du système de climatisation à bord lorsque l'avion est au sol et à l'arrêt.*

5. Les détecteurs de CO<sub>2</sub> installés ou transportés dans l'avion, ou portés par l'équipage de conduite et les autres membres de l'équipage aideront l'exploitant et l'équipage à reconnaître des concentrations dangereuses de CO<sub>2</sub> et à mettre en œuvre des mesures de contrôle des risques efficaces.

6. La formation des membres d'équipage de conduite sur des conditions et des procédures spécifiques peut améliorer la prise de décision en cas d'alerte d'un détecteur de CO<sub>2</sub> ou d'autres anomalies du système.

7. Une ventilation maximale, y compris pendant le processus de dégivrage et d'antigivrage au sol, atténuera l'accumulation de CO<sub>2</sub> dans l'avion.

## REFERENCE DOCUMENTS:

1. Federal Aviation Administration Advisory Circular (FAA AC) No 91-76A Change 1 — *Hazard Associated with Sublimation of Solid Carbon Dioxide (Dry Ice) Aboard Aircraft*
2. DOT/FAA/AM-06/19 — *Sublimation Rate of Dry Ice Packaged in Commonly Used Quantities by the Air Cargo Industry* — August 2006, Office of Aerospace Medicine, Washington, DC 20591
3. International Air Transport Association (IATA) — *Guidance for Vaccine and Pharmaceutical Logistics and Distribution* — Edition 2, December 16, 2020
4. International Civil Aviation Organization (ICAO) — *Safe transport of COVID-19 vaccines on commercial aircraft* — <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS-Normal/Pages/Vaccines-Transport.aspx> — December 21, 2020

## DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE :

1. Circulaire d'information de la Federal Aviation Administration (FAA AC) No 91-76A Modification 1 — *Hazard Associated with Sublimation of Solid Carbon Dioxide (Dry Ice) Aboard Aircraft*
2. DOT/FAA/AM-06/19 — *Sublimation Rate of Dry Ice Packaged in Commonly Used Quantities by the Air Cargo Industry* — Août 2006, Bureau de la médecine aéronautique (Office of Aerospace Medicine), Washington, DC 20591
3. International Air Transport Association (IATA) — *Guidance for Vaccine and Pharmaceutical Logistics and Distribution* — Édition 2, 16 décembre 2020
4. Organization de l'aviation civile internationale (OACI) — *Safe transport of COVID-19 vaccines on commercial aircraft* — <https://www.icao.int/safety/OPS/OPS->

## APPENDIX A Dry Ice and CO<sub>2</sub> Gas Information

### Dry Ice and Its Hazards:

Dry ice is solid (frozen) carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) pressed into dry blocks or pellets used as a refrigerant to package items that must remain cold or frozen during transport, such as biological samples, vaccines, or foodstuffs.

When dry ice melts, it does not pool on the ground or form a puddle; it sublimates — changes directly from solid to a gas.

Dry ice can be hazardous in poorly ventilated, enclosed spaces due to CO<sub>2</sub> inhalation/overexposure; skin contact with dry ice can result in frostbite.

### CO<sub>2</sub> Gas and Its Hazards:

CO<sub>2</sub> gas is:

- A naturally occurring component (0.04%) of the atmosphere;
- A physiological respiratory gas;
- Colorless, odorless, and nonflammable; and
- 1.5 times heavier than air and tends to accumulate near the ground.

Increased levels of CO<sub>2</sub> cause drowsiness; higher concentrations increase the rate and depth of breathing and heart rate.

CO<sub>2</sub> gas in higher concentrations is both an asphyxiant and a toxicant. It causes suffocation by displacing and diluting the amount of oxygen (O<sub>2</sub>) in the air, leading to hypoxia (lack of oxygen) and is toxic to brain functioning.

### Difference Between CO<sub>2</sub> Gas Overexposure and Hypoxia:

Symptoms of CO<sub>2</sub> overexposure are different from hypoxia symptoms. Flight crew should not rely on typical hypoxia symptoms (e.g. breathlessness, excessive yawning, euphoria, tiredness, and fatigue) to detect CO<sub>2</sub> overexposure. Standard hypoxia awareness training **IS NOT** training for overexposure to CO<sub>2</sub> gas.

### Symptoms of CO<sub>2</sub> Overexposure and Health Effects:

## ANNEXE A Informations sur la glace carbonique et le CO<sub>2</sub> gazeux

### La glace carbonique et ses dangers:

La glace carbonique (ou glace sèche) est du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) sous forme solide (congelé), pressé en blocs secs ou en granulés utilisés comme réfrigérant pour emballer des articles qui doivent rester froids ou congelés pendant le transport, tels que des échantillons biologiques, des vaccins ou des denrées alimentaires.

Lorsque la glace carbonique fond, elle ne s'accumule pas sur le sol et ne forme pas de flaque d'eau; elle se sublime, c'est-à-dire qu'elle passe directement de la forme solide à la forme gazeuse.

La glace carbonique peut être dangereuse dans les espaces clos mal ventilés en raison de l'inhalation ou de la surexposition au CO<sub>2</sub>; le contact de la peau avec de la glace carbonique peut provoquer des gelures.

### Le CO<sub>2</sub> gazeux et ses dangers:

Le CO<sub>2</sub> gazeux est:

- un composant naturel de l'atmosphère (0,04%);
- Un gaz respiratoire physiologique;
- Incolore, inodore et ininflammable; et
- 1,5 fois plus lourd que l'air et a tendance à s'accumuler près du sol.

Des niveaux accrus de CO<sub>2</sub> provoquent de la somnolence; des concentrations plus élevées augmentent la fréquence et la profondeur de la respiration et de la fréquence cardiaque.

À des concentrations encore plus élevées, le CO<sub>2</sub> gazeux est à la fois un agent asphyxiant et un agent toxique. Il provoque une suffocation en déplaçant et en diluant la quantité d'oxygène (O<sub>2</sub>) dans l'air, conduisant à une hypoxie (manque d'oxygène) et il est toxique pour le fonctionnement du cerveau.

### La différence entre la surexposition au CO<sub>2</sub> gazeux et l'hypoxie:

Les symptômes de la surexposition au CO<sub>2</sub> sont différents des symptômes de l'hypoxie. L'équipage de conduite ne devrait pas se fier aux symptômes typiques de l'hypoxie (par exemple essoufflement,

- 0.04% CO<sub>2</sub> (400 ppm): typical outside air CO<sub>2</sub> levels; no physiological symptoms.
- 0.5% CO<sub>2</sub> (5,000 ppm): Transport Canada regulatory limit for transport category aircraft (AWM 525.831); subtle to no physiological symptoms.
- 1% CO<sub>2</sub> (10,000 ppm): drowsiness.
- 2% CO<sub>2</sub> (20,000 ppm): headache and difficulty breathing during exertion.
- 3% CO<sub>2</sub> (30,000 ppm): mild sleepiness, reduced hearing, sweating, increased heart rate, difficulty breathing at rest.
- 5% CO<sub>2</sub> (50,000 ppm): lethargy, dizziness, confusion, rapid breathing/shortness of breath (noticeable inability to breathe fast and deep enough).
- 8% CO<sub>2</sub> (80,000 ppm): dimmed vision, muscle tremor/twitching, and unconsciousness.
- >10% CO<sub>2</sub> (100,000 ppm): immediate unconsciousness, seizures, and imminent death.

#### Effects of Sublimation of Dry Ice on Air Transport:

- The sublimation rates recommended in FAA AC 91-76A, *Hazard Associated with Sublimation of Solid Carbon Dioxide (Dry Ice) Aboard Aircraft*, are established under a specific set of conditions. If the operational conditions are not the same, the actual sublimation rate will be different.
- Decreased pressure, e.g., 8000-foot cabin altitude, will increase the sublimation rate.
- Reducing cabin pressure will draw CO<sub>2</sub> gas from a package(s), increasing the CO<sub>2</sub> concentration in the compartment. For this reason, existing smoke/fire/fume procedures should not be used unless they are modified to address this phenomenon.
- At the end of a flight, compartments containing dry ice will tend to have a high CO<sub>2</sub> concentration that can take several minutes to dissipate. When the cargo door is opened, the area immediately outside the door also experiences a high CO<sub>2</sub> concentration for several minutes.

bâillements excessifs, euphorie, et fatigue) pour détecter une surexposition au CO<sub>2</sub>. La formation habituelle de sensibilisation à l'hypoxie **N'EST PAS** une formation à la surexposition au CO<sub>2</sub> gazeux.

#### Les symptômes de la surexposition au CO<sub>2</sub> et ses effets sur la santé:

- 0.04% de CO<sub>2</sub> (400 ppm): niveaux typiques de CO<sub>2</sub> dans l'air extérieur; aucun symptôme physiologique.
- 0.5% de CO<sub>2</sub> (5 000 ppm): limite réglementaire de Transports Canada pour les aéronefs de la catégorie transport (AWM 525.831); symptômes physiologiques subtils ou inexistants.
- 1% de CO<sub>2</sub> (10 000 ppm): somnolence.
- 2% de CO<sub>2</sub> (20 000 ppm): maux de tête et difficultés respiratoires pendant l'effort.
- 3% de CO<sub>2</sub> (30 000 ppm): somnolence légère, audition réduite, transpiration, accélération du rythme cardiaque, difficulté à respirer au repos.
- 5% de CO<sub>2</sub> (50 000 ppm): léthargie, vertiges, confusion, respiration rapide / essoufflement (incapacité notable à respirer suffisamment vite et profondément).
- 8% de CO<sub>2</sub> (80 000 ppm): vision réduite, tremblements / contractions musculaires et perte de conscience.
- >10% de CO<sub>2</sub> (100 000 ppm): perte de conscience immédiate, convulsions et mort imminente.

#### Effets de la sublimation de la glace carbonique sur le transport aérien:

- Les taux de sublimation recommandés dans la circulaire FAA AC 91-76A, *Hazard Associated with Sublimation of Solid Carbon Dioxide (Dry Ice) Aboard Aircraft* (« Dangers associés à la sublimation du dioxyde de carbone solide (glace carbonique) à bord des aéronefs »), sont établis dans un ensemble de conditions spécifiques. Si les conditions d'exploitation ne sont pas les mêmes, le taux de sublimation réel sera différent.
- Une pression réduite, par exemple une altitude cabine de 8000 pieds, augmente le taux de sublimation.
- La réduction de la pression dans la cabine entraîne une formation de CO<sub>2</sub> gazeux à partir des colis, augmentant la concentration de CO<sub>2</sub>

dans le compartiment. Pour cette raison, les procédures existantes relatives à l'évacuation de la fumée, du feu ou d'autres vapeurs ne doivent pas être utilisées à moins qu'elles ne soient modifiées pour tenir compte de ce phénomène.

- À la fin d'un vol, les compartiments contenant de la glace carbonique ont tendance à avoir une concentration élevée de CO<sub>2</sub> qui peut prendre plusieurs minutes à se dissiper. Lorsque la porte de chargement est ouverte, la zone immédiatement à l'extérieur de la porte connaîtra également une concentration élevée de CO<sub>2</sub> pendant plusieurs minutes.

### CONTACT OFFICE:

For more information concerning this issue, contact a **Transport Canada Centre**; or contact Nilvio Vezzano, Manager of Aircraft Design Standards (AARTC/D) in Ottawa, by e-mail at [nilvio.vezzano@tc.gc.ca](mailto:nilvio.vezzano@tc.gc.ca)

### BUREAU RESPONSABLE :

Pour davantage de renseignements à ce sujet, **veuillez communiquer avec un Centre de Transports Canada** ou avec Nilvio Vezzano, Gestionnaire des Normes de conception des aéronefs à Ottawa, par courriel à [nilvio.vezzano@tc.gc.ca](mailto:nilvio.vezzano@tc.gc.ca).

### *Original signed by / Document original signé par*

Félix Meunier  
Director | Directeur  
STANDARDS BRANCH | DIRECTION DES NORMES

THE TRANSPORT CANADA CIVIL AVIATION SAFETY ALERT (CASA) IS USED TO CONVEY IMPORTANT SAFETY INFORMATION AND CONTAINS RECOMMENDED ACTION ITEMS. THE CASA STRIVES TO ASSIST THE AVIATION INDUSTRY'S EFFORTS TO PROVIDE A SERVICE WITH THE HIGHEST POSSIBLE DEGREE OF SAFETY. THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS OFTEN CRITICAL AND MUST BE CONVEYED TO THE APPROPRIATE OFFICE IN A TIMELY MANNER. THE CASA MAY BE CHANGED OR AMENDED SHOULD NEW INFORMATION BECOME AVAILABLE.

L'ALERTE À LA SÉCURITÉ DE L'AVIATION CIVILE (ASAC) DE TRANSPORTS CANADA SERT À COMMUNIQUER DES RENSEIGNEMENTS DE SÉCURITÉ IMPORTANTS ET CONTIENT DES MESURES DE SUIVI RECOMMANDÉES. UNE ASAC VISE À AIDER LE MILIEU AÉRONAUTIQUE DANS SES EFFORTS VISANT À OFFRIR UN SERVICE AYANT UN NIVEAU DE SÉCURITÉ AUSSI ÉLEVÉ QUE POSSIBLE. LES RENSEIGNEMENTS QU'ELLE CONTIENT SONT SOUVENT CRITIQUES ET DOIVENT ÊTRE TRANSMIS RAPIDEMENT PAR LE BUREAU APPROPRIÉ. L'ASAC POURRA ÊTRE MODIFIÉE OU MISE À JOUR SI DE NOUVEAUX RENSEIGNEMENTS DEVIENNENT DISPONIBLES.