CADETS DE L'AVIATION ROYALE DU CANADA

NIVEAU DE QUALIFICATION QUATRE

GUIDE PÉDAGOGIQUE

SECTION 4

OCOM C436.02 – DÉCRIRE LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES VIOLENTES

Durée totale : 30 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.

Préparer les transparents qui se trouvent à l’annexe A.

DEVOIR PRÉALABLE À LA LEÇON

S.O.

APPROCHE

L’exposé interactif a été choisi pour cette leçon afin de présenter les conditions météorologiques violentes aux cadets et pour stimuler leur intérêt.

INTRODUCTION

RÉVISION

S.O.

OBJECTIFS

À la fin de la présente leçon, le cadet doit être en mesure de décrire les conditions météorologiques violentes.

IMPORTANCE

Il est important que les cadets puissent décrire les conditions météorologiques violentes, parce que ces connaissances sont essentielles à l'instruction future dans le domaine de l’aviation et à l’exécution des fonctions d'instruction possibles à l'escadron.

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 les orages**

Durée : 10 min Méthode : Exposé interactif

ORAGES

Formation

Les conditions de formation d'un orage sont les suivantes :

- l'air instable,
- un taux d'humidité élevé, et
- un agent de soulèvement quelconque.

L'intensité de ces conditions fait la différence entre un nuage cumulus inoffensif et un violent orage. De telles conditions atmosphériques instables peuvent se produire lorsque l'air est réchauffé par le dessous (convection), forcé de monter le côté d'une montagne (ascendance orographique) ou soulevé par dessus une surface frontale (ascendance frontale).

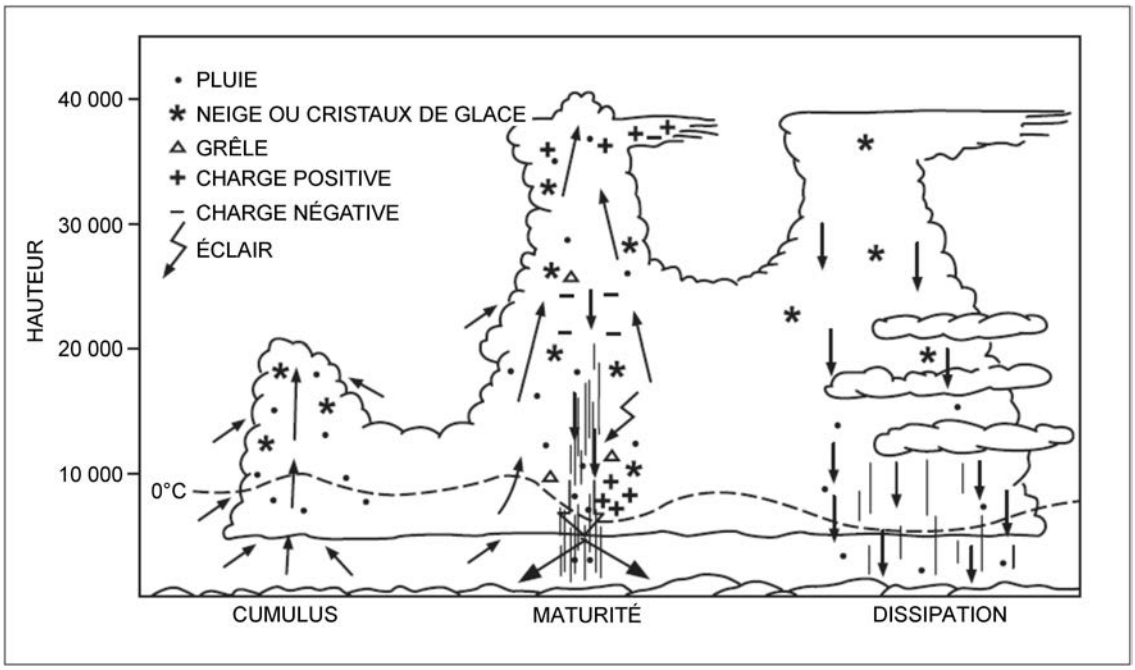


Présenter le transparent de la figure A-1.

Les trois stades distincts d'un orage sont les suivants :

1. cumulus,
2. maturité, et
3. dissipation.

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 Air Command Weather Manual (p. 15-2), 2004, Winnipeg, Manitoba, Wing Publishing Office. Droit d'auteur 2004 par Sa Majesté la Reine du chef du Canada.

Figure 1 Stades d'un orage

Chaque orage commence par un nuage cumulus. Les forts courants ascendants, en raison de l'air instable et d'un agent de soulèvement, entraînent la transformation du nuage en un cumulus bourgeonnant, puis en un nuage cumulonimbus. À ce stade, il n'y a normalement pas de précipitation : les gouttelettes d'eau et les cristaux de glace sont maintenus en suspension dans le nuage par de forts courants ascendants.

Au stade de la maturité, le cumulonimbus peut atteindre la hauteur de 60 000 pieds, avec des courants ascendants de 6000 pieds par minute et des courants descendants de 2000 pieds par minute. Les précipitations, les violentes turbulences et le tonnerre et la foudre sont tous associés aux orages à leur stade de maturité.

Les précipitations tendent à refroidir la zone inférieure du nuage, ce qui entraîne la dissipation de la cellule orageuse. Les courants descendants sont répartis dans toute la cellule, sauf une petite partie dans le haut, où des courants ascendants continuent de circuler. Les averses de pluie cessent graduellement et le haut de la cellule prend la forme d'une enclume.

DANGERS



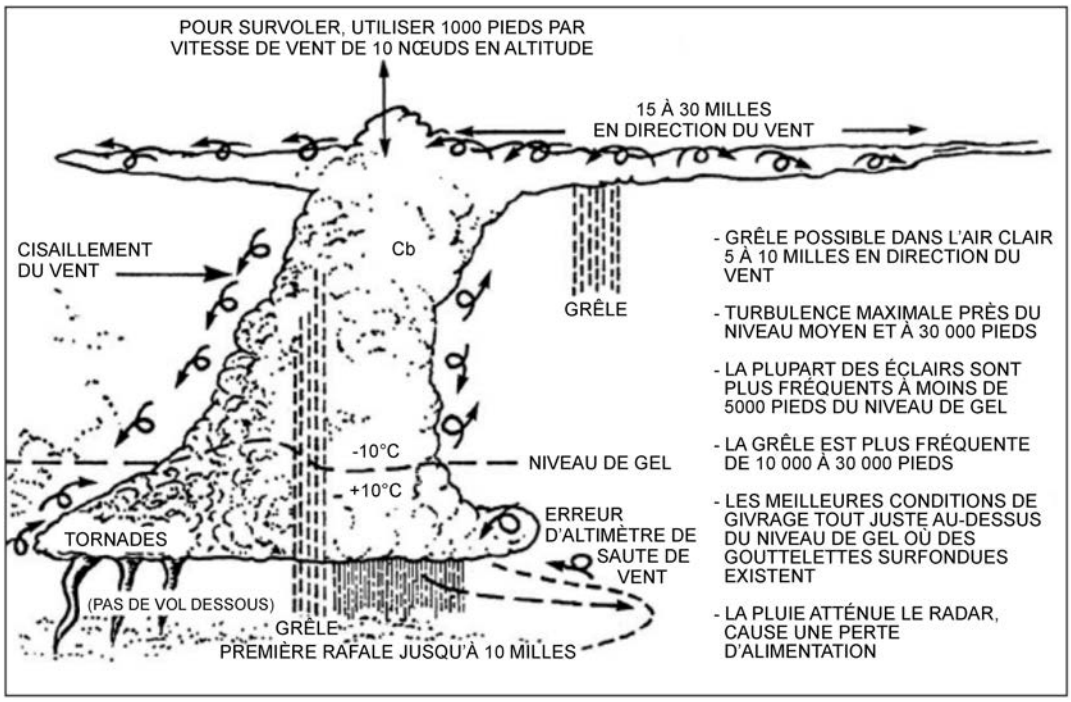
Présenter le transparent de la figure A-2.

Les dangers du vol à travers un orage ou près de celui-ci sont les suivants :

- de la forte turbulence,
- des éclairs,
- de la grêle,

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.

- du givrage,
- des indications non fiables de l’altimètre en raison de changements rapides de la pression,
- de fortes rafales, et
- de la pluie torrentielle.



Remarque. Tiré de Air Command Weather Manual (p. 15-2), 2004, Winnipeg, Manitoba, Wing Publishing Office. Droit d’auteur 2004 par Sa Majesté la Reine du chef du Canada.

Figure 2 Dangers liés à un orage

ÉVITEMENT

Demeurer à une distance minimale de cinq milles de l’orage. En vol près d’un orage, voler du côté droit puisque le vent circule en sens antihoraire autour de la zone de basse pression. Ne jamais traverser un orage dans un aéronef léger.

CONFIRMATION DU POINT D’ENSEIGNEMENT 1

QUESTIONS :

Q1. Quelles sont les exigences pour qu’un orage se forme?

Q2. À quel stade d’un orage le haut d’un cumulonimbus peut-il prendre la forme d’une enclume?

Q3. Indiquer trois des dangers liés aux orages.

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. De l’air instable, un taux d’humidité élevé et un agent de soulèvement quelconque.

R2. Au stade de dissipation.

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.

R3. Les cadets peuvent donner trois réponses parmi les suivantes :

- de la forte turbulence,
- des éclairs,
- de la grêle,
- du givrage,
- des indications non fiables de l’altimètre en raison de changements rapides de la pression,
- de fortes rafales, et
- de la pluie torrentielle.

Point d’enseignement 2 **Décrire le givrage**

Durée : 5 min Méthode : Exposé interactif

LE GIVRAGE

Lorsque l'avion vole à une altitude où la température de l'air extérieur est au point de congélation ou à une température inférieure et qu'il frappe une gouttelette d'eau surfondue, cette gouttelette gèlera et adhèrera à l’avion. Cela peut se produire dans un nuage, la pluie verglaçante ou la bruine verglaçante. Le givrage peut aussi se produire dans l’air clair, par sublimation.

Les types de givrage

Il existe trois types principaux de givrage :

- le givre transparent (verglas),
- le givre blanc, et
- la gelée blanche.



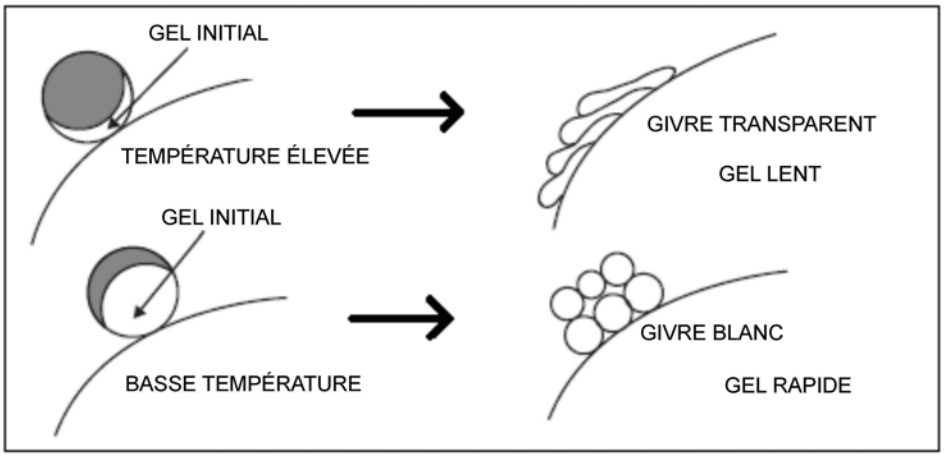
Présenter le transparent de la figure A-3.

Le givre transparent consiste en une couche lourde de glace reluisante qui se forme en vol à travers un nuage dense ou de la pluie verglaçante. Il se forme lorsqu’une petite partie seulement de la gouttelette d'eau surfondue gèle au moment de l’impact et que le reste de la gouttelette se répand et gèle lentement. Le givre transparent constitue la forme la plus dangereuse de givrage pour les raisons suivantes :

- perte de portance en raison de la modification de la cambrure de l'aile,
- augmentation de la traînée en raison de l'accroissement de la partie profilée des ailes,
- augmentation du poids en raison de la grosse masse de glace, et
- vibrations causées par une charge inégale sur les ailes et les pales d'hélice.

Le givre blanc consiste en un dépôt opaque (blanc laiteux) de glace. Il se forme lorsque le revêtement de l'aéronef est à une température inférieure à 0 °C, ce qui cause le gel complet de la gouttelette d'eau au contact. Même si le givre blanc est léger, il est dangereux en raison de l'altération aérodynamique de la cambrure de l'aile et de l'interférence qu'il cause avec le carburateur et le circuit statique du système Pitot.

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 Air Command Weather Manual (p. 9-4), 2004, Winnipeg, Manitoba, Wing Publishing Office. Droit d'auteur 2004 par Sa Majesté la Reine du chef du Canada.

Figure 3 Givre transparent et givre blanc

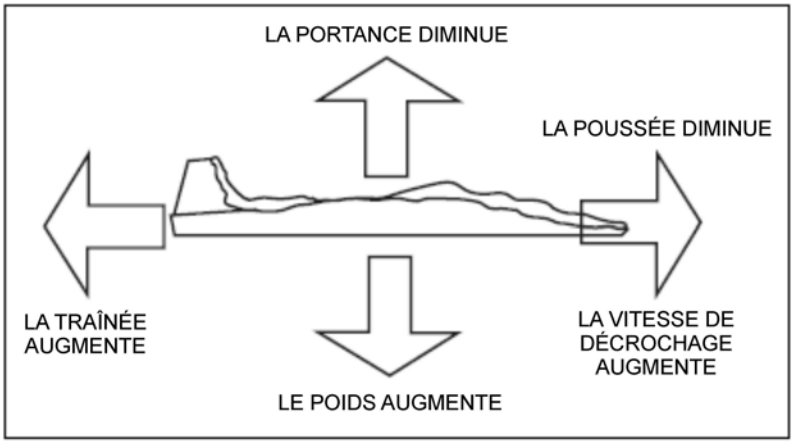
La gelée blanche en une forme semi-cristalline de givrage qui se produit lorsque l'air est clair, par le processus de sublimation. Elle se forme généralement dans les deux circonstances suivantes :

- lorsqu'un aéronef froid traverse de l'air plus chaud et humide pendant une descente abrupte ; et
- lorsqu'un aéronef est stationné à l'extérieur, pendant une nuit froide et dégagée, et qu'il se refroidit par rayonnement sous la température de l'air environnant.

La gelée blanche doit être retirée avant le décollage puisqu'elle réduira la portance et augmentera la vitesse de décrochage de l'aéronef.



Présenter le transparent de la figure A-4.



Remarque. Tiré de Air Command Weather Manual (p. 9-1), 2004, Winnipeg, Manitoba, Wing Publishing Office. Droit d'auteur 2004 par Sa Majesté la Reine du chef du Canada.

Figure 4 Effets du givrage

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.

La protection contre le givrage

De nombreux avions modernes sont équipés de divers systèmes conçus pour empêcher la glace de se former ou pour l'enlever une fois qu'elle s'est formée. Parmi ces systèmes, en voici trois :

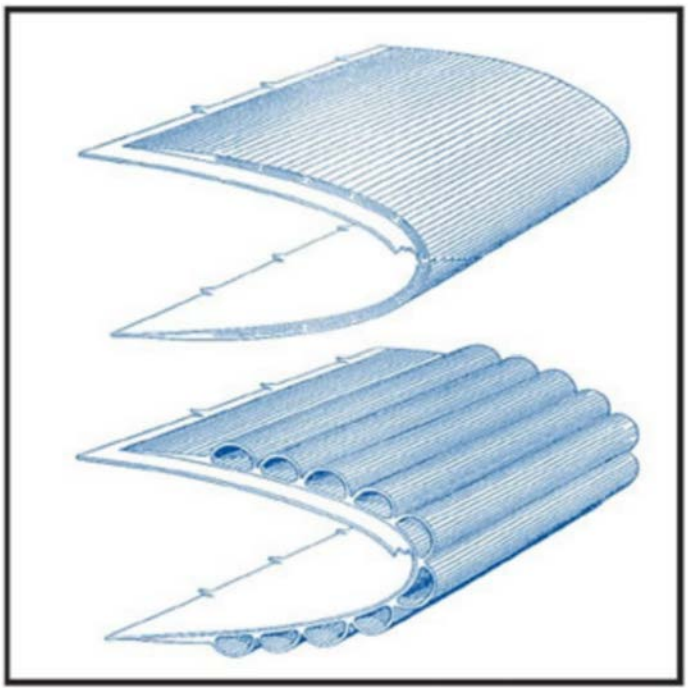
- les liquides,
- les gaines de caoutchouc, et
- les appareils de chauffage.

Les liquides avec un bas point de congélation sont envoyés sur les pales des hélices et les surfaces des ailes pour prévenir le givrage.



Présenter le transparent de la figure A-5.

Les gaines de caoutchouc sont des membranes fixées aux bords d'attaque des ailes et qui peuvent produire des pulsations de façon à faire craquer la glace et l'expulser après qu'elle se soit formée.



Remarque. Tiré de « Icing Conditions in Flight », Pilot Friend. Extrait le 22 octobre 2008 du site http://www.pilotfriend.com/safe/safety/icing_conditions.htm

Figure 5 Gaines de caoutchouc

Le chauffage des zones vulnérables avec de l'air chaud provenant du moteur ou de dispositifs de chauffage spéciaux empêche l'accumulation de glace.

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 DU POINT D'ENSEIGNEMENT 2

QUESTIONS :

Q1. Comment un pilote peut-il distinguer le givre transparent du givre blanc?

Q2. Comment la gelée blanche se forme-t-elle?

Q3. Quelles sont les trois méthodes de protection contre le givrage?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. Le givre transparent est reluisant et le givre blanc est opaque.

R2. La gelée blanche se forme par sublimation.

R3. L'emploi de liquides, de gaines en caoutchouc et de dispositifs de chauffage.

Point d'enseignement 3 **Décrire les types de turbulence**

Durée : 10 min Méthode : Exposé interactif

LES TYPES DE TURBULENCE

La turbulence consiste en un mouvement irrégulier de l'air produit par les contre-courants et les courants verticaux. Il s'agit de l'un des phénomènes météorologiques les plus imprévisibles.

Les quatre types de turbulence sont :

- la turbulence mécanique,
- la turbulence thermique,
- la turbulence frontale, et
- la turbulence causée par le cisaillement des vents.

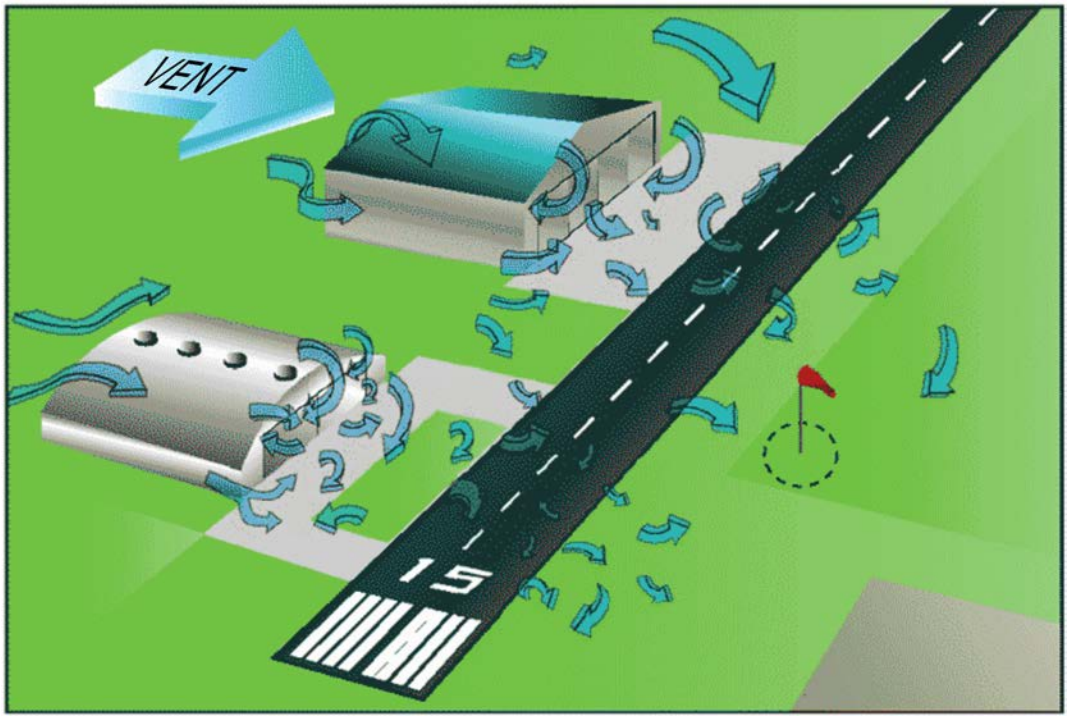


Montrer les diapositives des figures A-6 et A-7 aux cadets.

La turbulence mécanique

La turbulence mécanique est produite par la friction entre l'air et le sol. L'intensité de cette turbulence dépend de la force du vent de surface, la nature du terrain et la stabilité de l'air. De forts vents, un terrain inégal et de l'air très instable créent une grande turbulence. Les ondes orographiques causent certaines des turbulences mécaniques les plus sévères.

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 « Aviation Weather », Free Online Private Pilot Ground School. Extrait le 22 octobre 2008 du site http://www.free-online-private-pilot-ground-school.com/Aviation-Weather-Principles.html

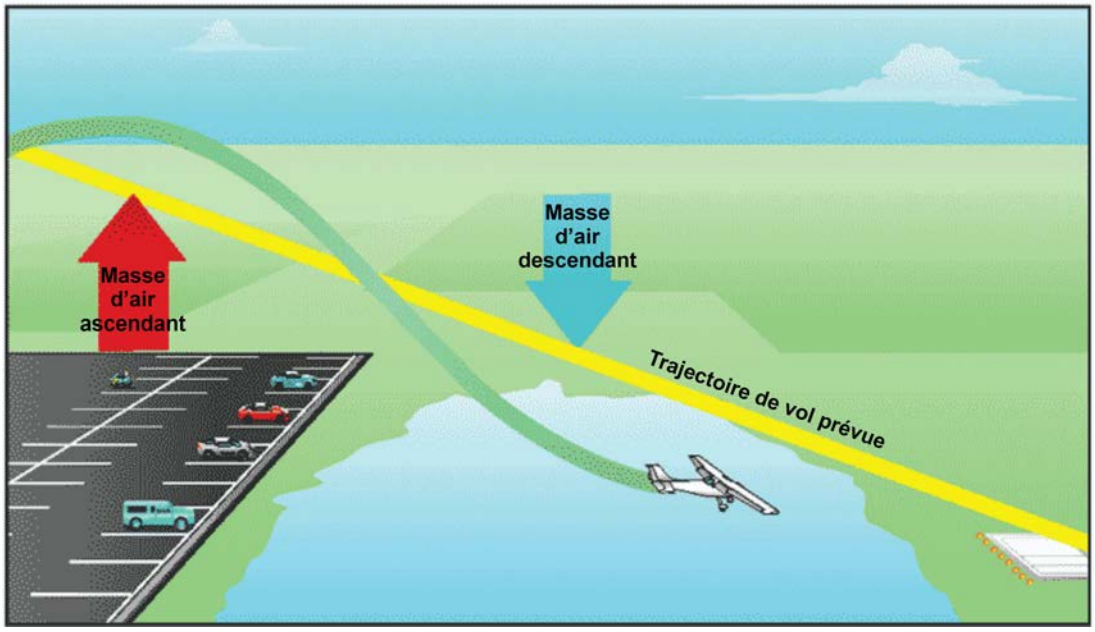
Figure 6 Turbulence mécanique

La turbulence thermique

La turbulence thermique est causée par le réchauffement inégal du sol. Certaines surfaces, comme la terre labourée et une route pavée, se réchauffent plus rapidement que d'autres, comme les champs recouverts d'herbes et l'eau. Des courants de convection isolés sont alors responsables de conditions agitées lorsqu'un avion les traverse. Ces courants de convection peuvent avoir une incidence importante sur la trajectoire de vol d'un avion qui approche une zone d'atterrissage, ce qui cause un atterrissage trop long ou trop court.

Des courants de convection ascendants sont communément appelés « courants thermiques » ou « courants ascendants ». Les pilotes de planeur utilisent leur connaissance du terrain pour trouver des courants thermiques et planer pendant des périodes prolongées. Ils apprennent aussi à reconnaître et éviter des courants de convection descendants (communément appelés « courants descendants »).

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 « Aviation Weather », Free Online Private Pilot Ground School. Extrait le 22 octobre 2008 du site http://www.free-online-private-pilot-ground-school.com/Aviation-Weather-Principles.html

Figure 7 Turbulence thermique

La turbulence frontale

La turbulence frontale est causée par l'ascendance de l'air chaud sur une surface frontale inclinée et la friction entre les deux masses d'air opposées. Cette turbulence est plus forte dans des fronts froids, en particulier lorsque l'air chaud est humide et instable.

Cisaillement du vent

Le cisaillement du vent est causé par des variations importantes de la vitesse et de la direction du vent avec l'altitude.

CONFIRMATION DU POINT D'ENSEIGNEMENT 3

QUESTIONS :

Q1. Qu'est-ce qui cause la turbulence mécanique?

Q2. Donner deux exemples de terrains qui se réchauffent plus rapidement que l'eau.

Q3. Dans quel type de front la turbulence est-elle plus importante?

RÉPONSES ANTICIPÉES :

R1. La turbulence mécanique est produite par la friction entre l'air et le sol.

R2. La terre labourée et une route pavée.

R3. Front froid.

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

QUESTIONS :

Q1. Quels sont les trois stades d'un orage?

Q2. Quels sont les trois principaux types de givrage?

Q3. Nommer les quatre types de turbulence.

RÉPONSES :

R1. Le stade des cumulus, le stade de la maturité et le stade de dissipation.

R2. Le givre transparent, le givre blanc et la gelée blanche.

R3. La turbulence mécanique, la turbulence thermique, la turbulence frontale et le cisaillement du vent.

CONCLUSION

DEVOIR/LECTURE/PRATIQUE

S.O.

MÉTHODE D'ÉVALUATION

S.O.

OBSERVATIONS FINALES

Des conditions météorologiques violentes peuvent nuire à un vol et compliquer la tâche du pilote. Il est essentiel de savoir comment les reconnaître et les surmonter en vue de l'instruction future en aviation.

COMMENTAIRES/REMARQUES À L'INSTRUCTEUR

Les cadets qui ont la qualification en aviation avancée peuvent aider pour cette leçon.

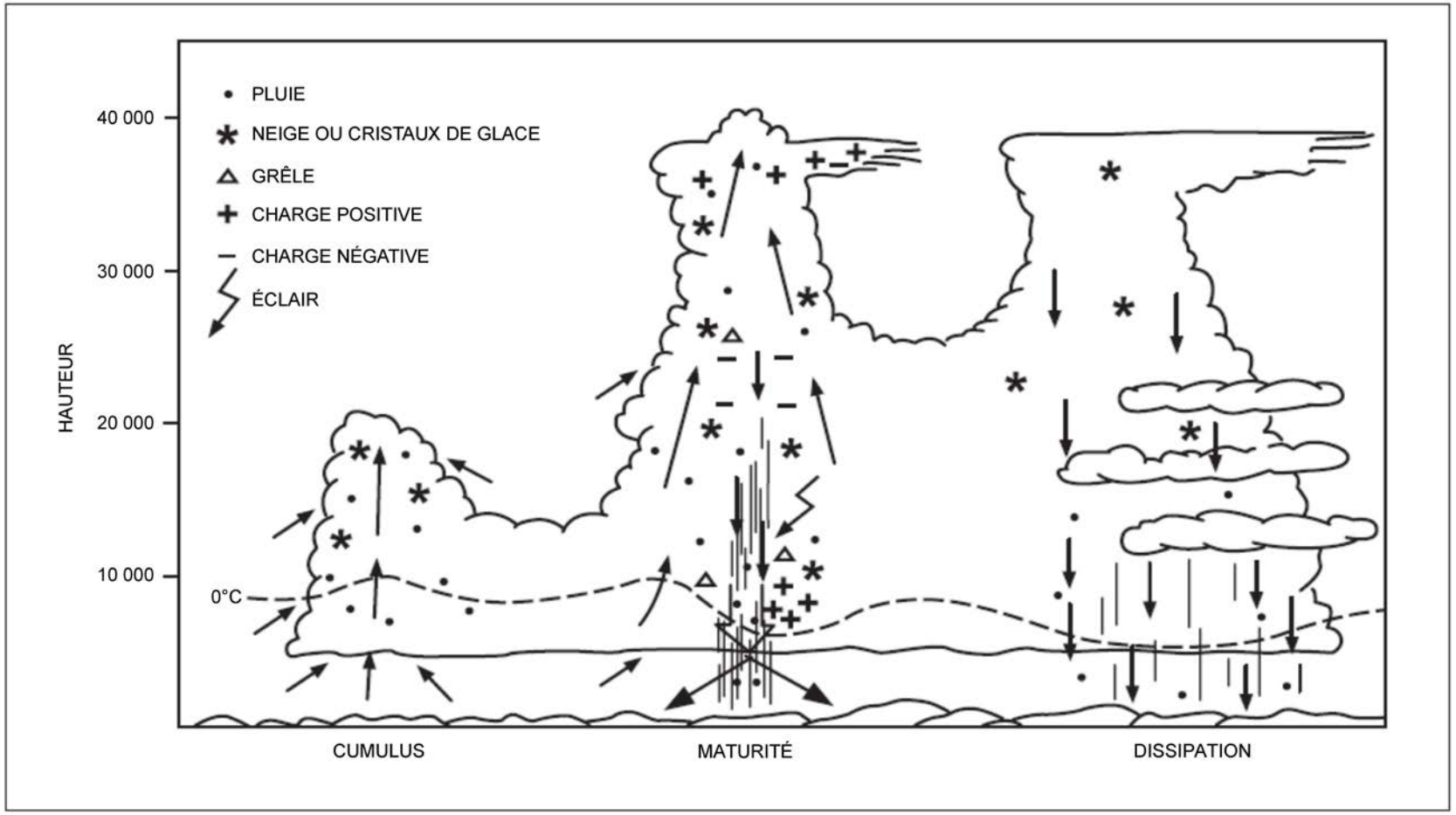
DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

C3-116 ISBN 0-9680390-5-7 MacDonald, A.F. et Peppler, I. L. (2000). *Tiré de Entre ciel et terre : Édition du millénaire*. Ottawa, Ontario, Aviation Publishers Co. Limited

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

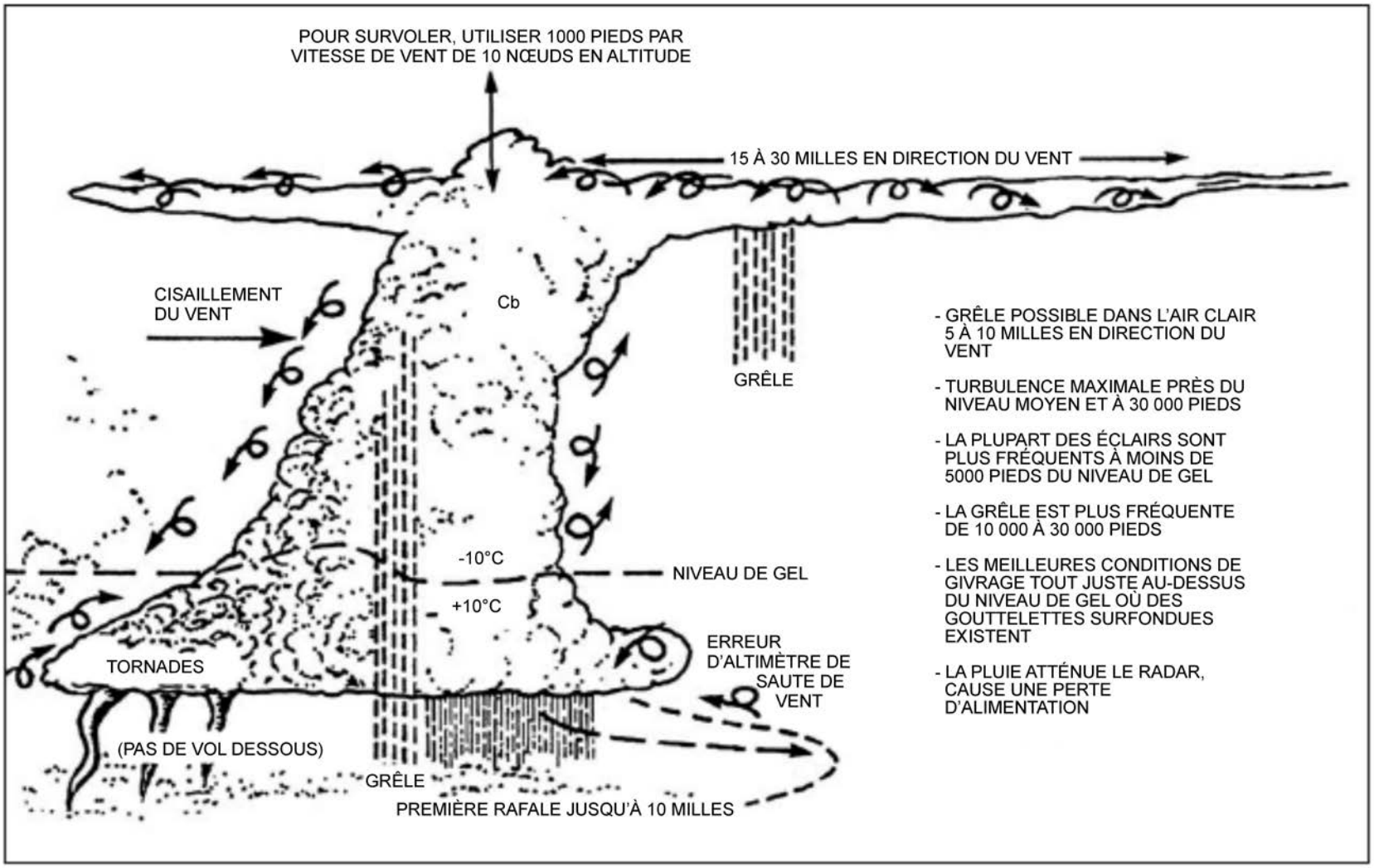
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf.
Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de Air Command Weather Manual (p. 15-2), 2004, Winnipeg, Manitoba, Wing Publishing Office. Droit d'auteur 2004 par Sa Majesté la Reine du chef du Canada.

Figure A-1 Stades d'un orage

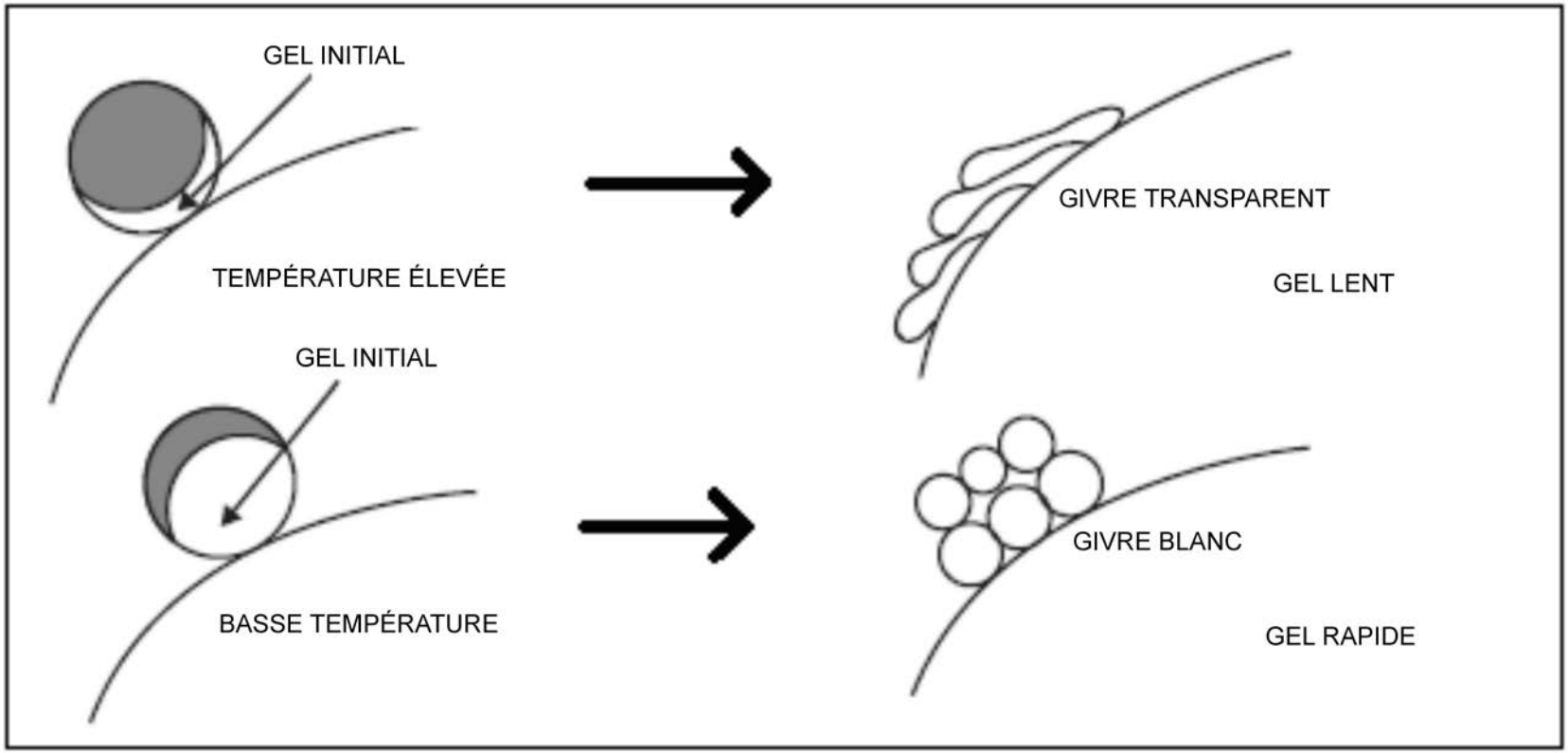
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf. Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de Air Command Weather Manual (p. 15-2), 2004, Winnipeg, Manitoba, Wing Publishing Office. Droit d'auteur 2004 par Sa Majesté la Reine du chef du Canada.

Figure A-2 Dangers liés à un orage

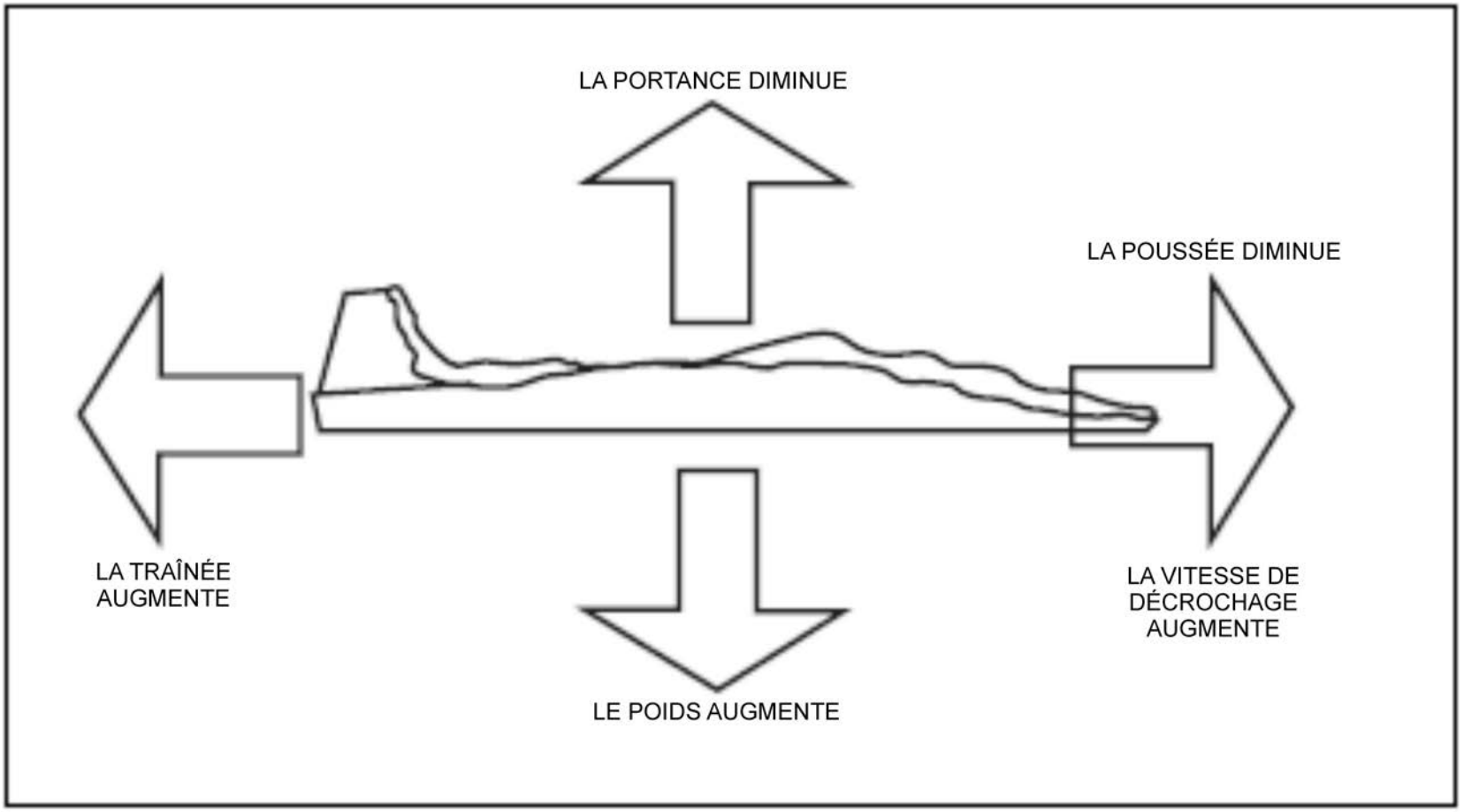
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf. Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de Air Command Weather Manual (p. 9-4), 2004, Winnipeg, Manitoba, Wing Publishing Office. Droit d'auteur 2004 par Sa Majesté la Reine du chef du Canada.

Figure A-3 Givre transparent et givre blanc

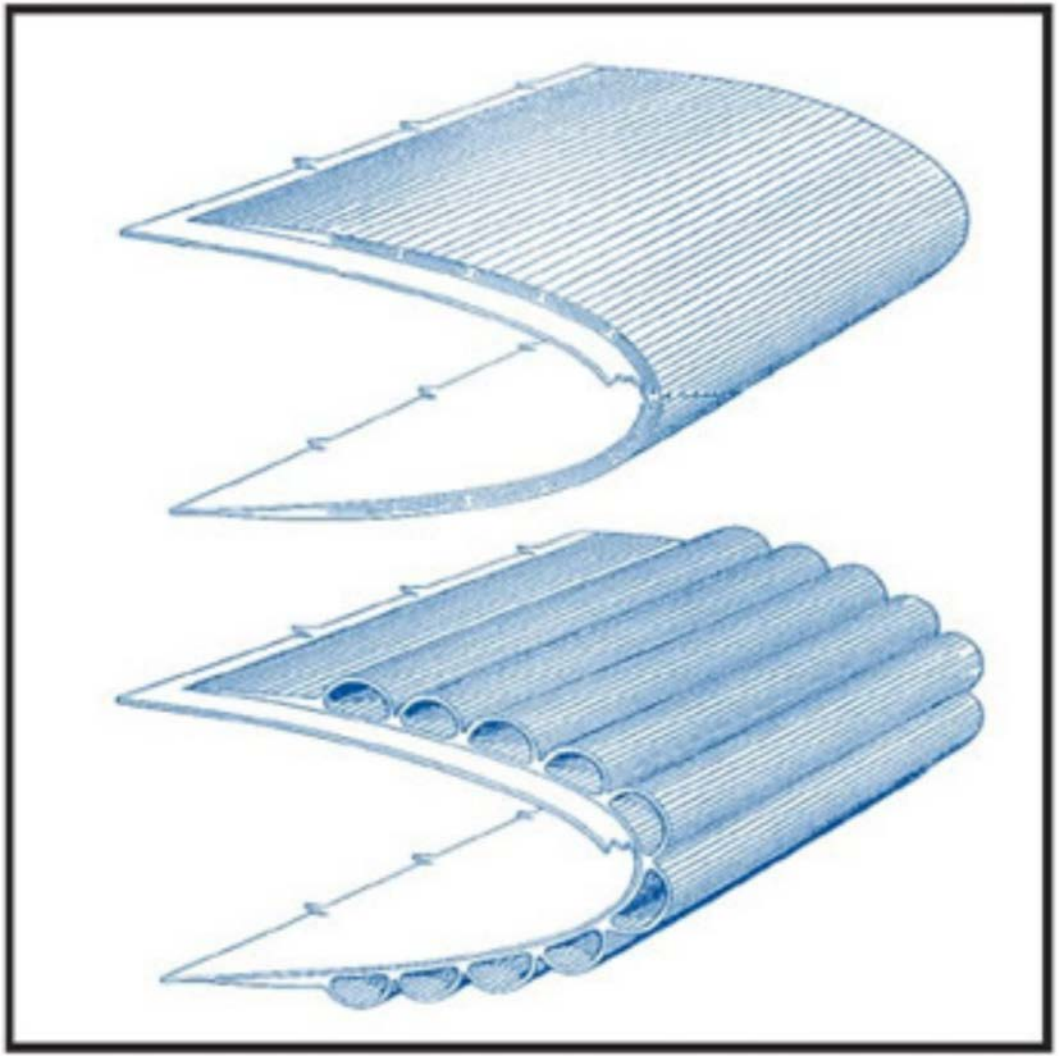
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf. Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de Air Command Weather Manual (p. 9-1), 2004, Winnipeg, Manitoba, Wing Publishing Office. Droit d'auteur 2004 par Sa Majesté la Reine du chef du Canada.

Figure A-4 Effets du givrage

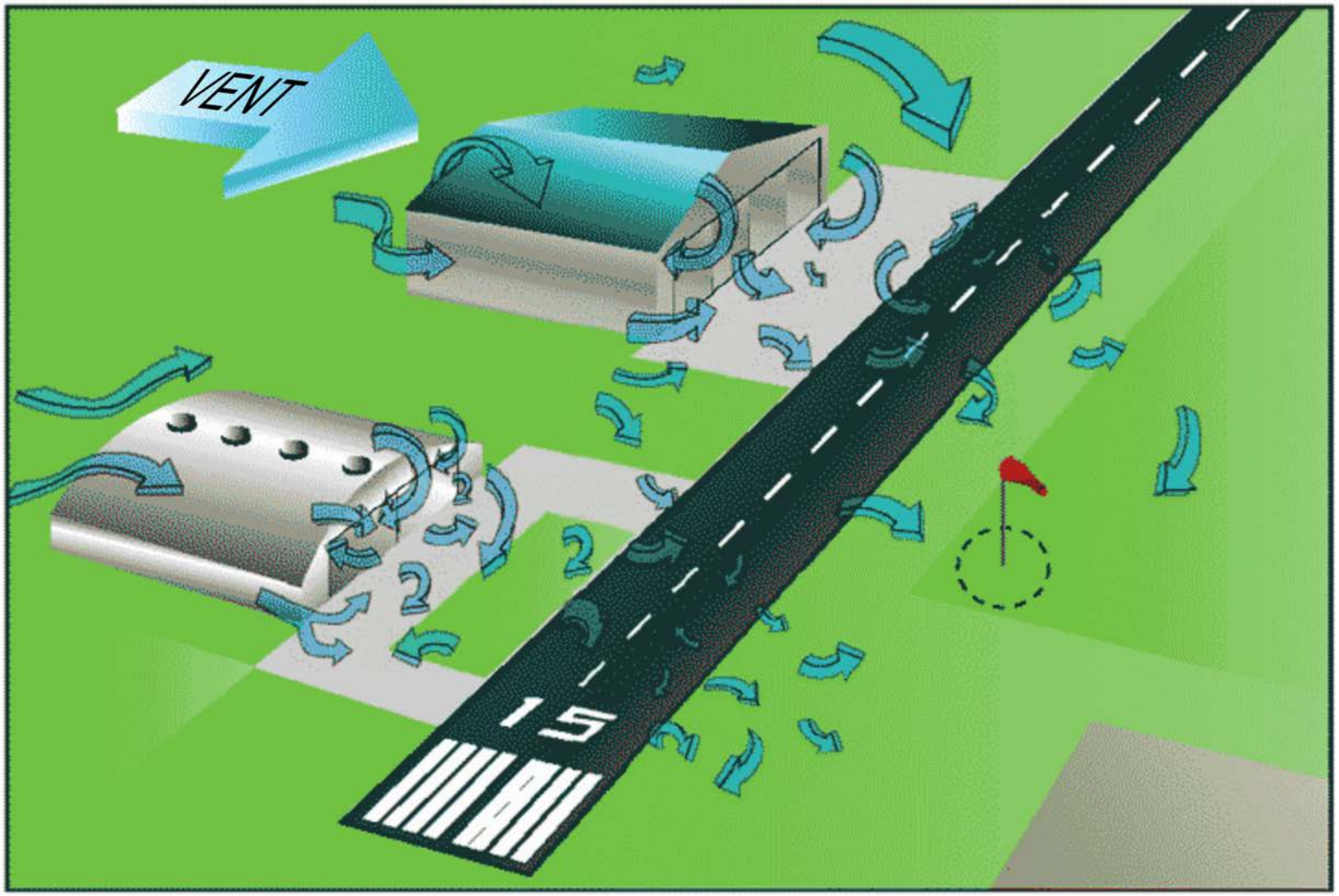
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf. Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Icing Conditions in Flight », Pilot Friend. Extrait le 22 octobre 2008 du site http://www.pilotfriend.com/safe/safety/icing_conditions.htm

Figure A-5 Gaines de caoutchouc

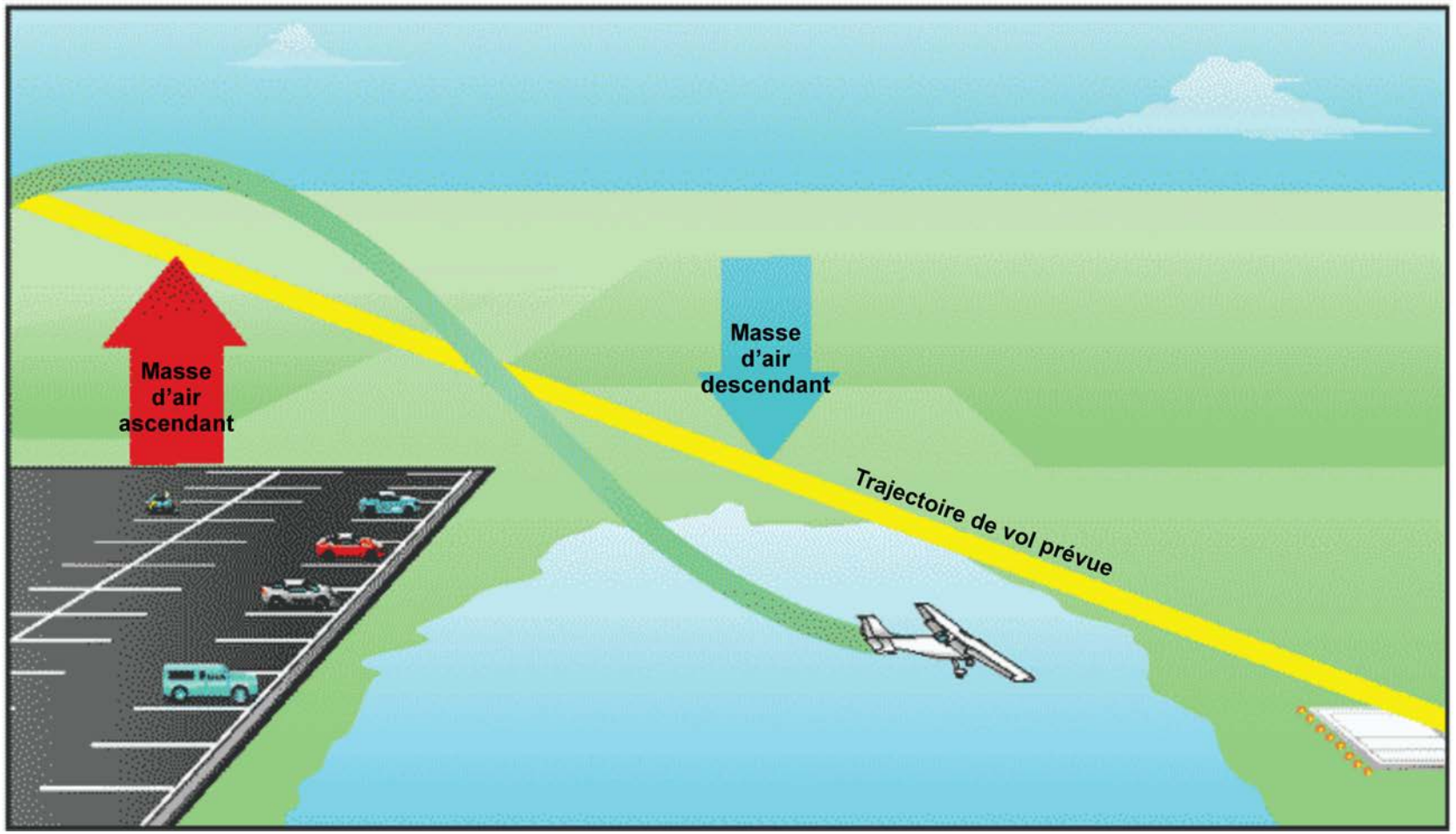
Unofficial convenience copy of A-CR-CCP-804/PF-002, cached 2026-11-08 from https://app.cadets.gc.ca/cadet-publications/A-CR-CCP-804-PF-002/A-CR-CCP-804-PF-002.pdf. Verify against the official publication.



Remarque. Tiré de « Aviation Weather », Free Online Private Pilot Ground School. Extrait le 22 octobre 2008 du site http://www.free-online-private-pilot-ground-school.com/Aviation-Weather-Principles.html

Figure A-6 Turbulence mécanique

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 « Aviation Weather », Free Online Private Pilot Ground School. Extrait le 22 octobre 2008 du site http://www.free-online-private-pilot-ground-school.com/Aviation-Weather-Principles.html

Figure A-7 Turbulence thermique

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.