

# Projet Atmosphère Canada



MODULE

3

**Radar météorologique:  
détection du mouvement**

Manuel du maître



Canadian Meteorological  
and Oceanographic  
Society

La Société Canadienne  
de Météorologie et  
d'Océanographie



Environnement  
Canada

Environment  
Canada

Canada

## Projet Atmosphère Canada

Né d'une initiative et de la collaboration entre Environnement Canada et la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie (SCMO), le « Projet Atmosphère Canada (PAC) » s'adresse aux enseignants du niveau primaire et secondaire partout au Canada. Ce projet est conçu pour stimuler l'intérêt des jeunes en regard de la météorologie ainsi que pour favoriser et encourager l'enseignement des sciences de l'atmosphère et de celles qui s'y rattachent, au niveau primaire et secondaire, au Canada.

Toute matière adaptée ou reproduite du « Project ATMOSPHERE teacher's guides », est présentée avec l'autorisation de la « American Meteorological Society (AMS) »

## Remerciements

Le Service météorologique du Canada, avec la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie, expriment leur gratitude à l'« American Meteorological Society » pour le soutien et l'aide reçus dans la préparation de cet ouvrage.

Un projet tel que le PAC ne se réalise pas du jour au lendemain. Depuis la transcription électronique à partir des exemplaires de l'AMS en passant par la révision, rédaction, examen critique, traduction, conception graphique et enfin par la mise en page définitive, il aura fallu des jours, des semaines, voir même des mois d'un effort soutenu pour en arriver au produit final. Je voudrais souligner la contribution importante apportée tant par le personnel d'Environnement Canada que par les membre de la SCMO d'un bout à l'autre du pays, ainsi que par le milieu scientifique global qui a autorisé l'utilisation de ses travaux dans le PAC, « manuels du maître ».

Au nom d'Environnement Canada et de la Société canadienne de Météorologie et d'Océanographie :  
Eldon J. Oja  
Chef de projet - Projet Atmosphère Canada

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, stockée dans un système de recherche informatique ou transmise, sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit (électronique, mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre), sans l'assentiment écrit préalable de l'éditeur. L'autorisation est donnée, par les présentes, de reproduire, sans la modifier, la matière contenue dans cette publication, à des fins pédagogiques non commerciales, à condition que la source de la matière soit indiquée. Cette autorisation ne s'applique pas aux transmissions par voie électronique.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2001

Publié par Environnement Canada  
Number de cat. : En56-172/2001F-IN  
ISBN 0-662-86593-6

# Table des matières

Introduction	2
Notions élémentaires	3
Activité	6

## MODULE 3

## Radar météorologique : détection des mouvements

<b>Introduction</b>	<b>Notions élémentaires</b>	<b>Activité</b>
Page 2	Page 3	Page 6

# INTRODUCTION

Lorsque le mauvais temps menace, le météorologue peut suivre l'orage au radar. Le radar météorologique fournit des données sur la taille, la forme, la structure et l'intensité d'un orage ainsi que sur la direction prise par celui-ci. Depuis l'arrivée du radar Doppler, on est en mesure aussi de suivre les mouvements à l'intérieur de la tempête. On peut de la sorte détecter les mouvements aériens qui indiqueraient la formation possible d'une tornade. C'est l'effet Doppler qui rend possible la détection du mouvement. L'effet Doppler, c'est le changement de fréquence d'un son ou d'une onde d'énergie rayonnante atteignant un récepteur lorsque le récepteur et l'émetteur se déplacent l'un par rapport à l'autre.

On peut facilement percevoir l'effet Doppler, qui prend la forme d'une chute de la fréquence, lorsqu'un train qui actionne son sifflet (ou une automobile son klaxon) passe en roulant à côté d'un observateur. Un changement de fréquence survient parce qu'un émetteur qui se déplace vers un observateur fait entendre un son de fréquence plus élevée que lorsqu'il est immobile. Une source sonore qui s'éloignerait d'un observateur provoquerait une baisse de la fréquence. Un phénomène analogue s'observe avec la lumière, provoquant ce qu'on appelle le « décalage vers le rouge ». L'effet Doppler trouve des utilisations dans bon nombre de technologies. Le pistolet radar par exemple, recourt à l'effet Doppler pour mesurer la vitesse d'un véhicule ou d'une balle de base-ball.

Pareillement, le même effet s'observe lorsque le signal radar est réfléchi par une cible mouvante, comme un nuage de gouttes de pluie. Si les gouttes de pluie se déplacent en direction du radar, les signaux réfléchis vers l'instrument possèdent une fréquence plus élevée que si la cible était stationnaire. Si la masse de gouttes de pluie s'éloigne du radar, la fréquence des signaux

renvoyés sera plus basse. L'ampleur du décalage permet de déterminer la vitesse à laquelle la cible s'éloigne ou se rapproche du radar. Les radars météorologiques capables de détecter le mouvement s'appellent radars Doppler.

Dans l'atmosphère, le déplacement d'une précipitation est causé en partie par les vents qui soufflent à l'intérieur des nuages. On peut donc déduire certains mouvements de l'air. Dans le cas de phénomènes météorologiques dangereux, comme les ouragans, les tornades et les tempêtes, les profils d'évolution des mouvements de l'air permettent l'émission d'avertissements susceptibles de sauver des vies.

# NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

1. Le radar (de l'anglais **R**adio **D**etection and **R**anging, soit « détection électromagnétique et mesure de la distance »), émet des micro-ondes sous forme de faisceau. Il sert à détecter les particules de précipitations (pluie, neige et grêle) présentes dans l'atmosphère.
2. Le radar météorologique est conçu pour émettre des micro-ondes à une fréquence particulière. La fréquence correspond au nombre d'ondes qui passent par un point donné par unité de temps.
3. L'énergie émise par le radar traverse l'atmosphère à la vitesse de la lumière en un étroit faisceau. L'antenne radar émet le faisceau dans toutes les directions de l'azimut et selon la verticale à différents angles, et balaie ainsi la majeure partie du ciel à une certaine distance du radar.
4. Après avoir émis des signaux, le radar se met à l'écoute des ondes réfléchies. Un signal réfléchi, appelé écho, prend naissance lorsque le signal émis rencontre sur sa trajectoire un objet (goutte de pluie, glace, neige, arbre, édifice, oiseau et même insecte) et est réfléchi par lui.
5. Une partie du signal réfléchi est reçue par le radar. L'affichage de la puissance des signaux réfléchis par les échos s'appelle réflectivité. Il existe une corrélation entre la réflectivité et l'intensité de l'écho.
6. Le temps qui s'écoule entre l'émission d'un signal et la réception de l'écho est fonction de l'éloignement de la cible. La direction de l'antenne détermine la direction de la cible par rapport au radar. L'angle d'inclinaison de l'antenne et la distance de la cible permettent de déterminer la hauteur de celle-ci.
7. Les radars météorologiques permettent aussi d'évaluer les signaux réfléchis afin de détecter le mouvement de la cible par rapport au radar grâce à l'effet Doppler.
8. Lorsque la cible se rapproche du radar, celui-ci reçoit des fréquences plus élevées; lorsque la cible s'éloigne du radar, il capte des fréquences plus basses.
9. La différence de fréquence entre le signal émis et le signal réfléchi est directement proportionnelle à la vitesse de la cible par rapport au radar.
10. Les cibles stationnaires, comme les édifices, les arbres et les montagnes, ou celles qui se meuvent perpendiculairement au faisceau radar, réfléchissent les ondes à la même fréquence que le signal émis. Ainsi, des précipitations qui se déplaceraient vers le sud ne pourraient être détectées par un faisceau radar orienté vers l'est ou vers l'ouest.
11. La variation de vitesse par rapport au radar détectée dans un volume cible donne la mesure de la turbulence de l'atmosphère entourant la cible.
12. Pendant que le radar balaye l'horizon à différents angles d'inclinaison, un ordinateur relié au radar emmagasine les valeurs de réflectivité pour toutes les distances et directions, jusqu'à ce qu'un volume de 220 kilomètres de rayon ait été couvert par l'instrument.
13. Des ensembles de valeurs de réflectivité stockées dans l'ordinateur peuvent être affichés sur un moniteur. Ils permettent d'examiner une coupe horizontale de l'atmosphère à une altitude donnée ou une coupe verticale de l'atmosphère dans une direction donnée.

14. Les données sur la réflectivité ne rendent compte, en général, que des particules suffisamment grosses pour tomber sous forme de précipitations.
15. Les images horizontales peuvent faire voir la réflectivité correspondant i) à un angle d'inclinaison quelconque ii) à une altitude constante donnée iii) à la valeur maximale à cet endroit à partir de n'importe quelle élévation. Chaque image verticale peut montrer la hauteur des échos dans n'importe quelle direction.
16. Étant donné que, sous l'effet de l'atmosphère, le faisceau du radar s'incline vers la terre le long de sa trajectoire, les images fournies par le radar vont bien au-delà de l'horizon.
17. La portée horizontale du radar dépend des phénomènes atmosphériques, de la courbure de la terre et des propriétés du faisceau émis.
18. Les valeurs de réflectivité radar s'affichent à l'écran suivant un code de couleurs correspondant à l'intensité des précipitations.
19. On peut associer ces différentes intensités à des volumes de précipitation sur une certaine période de temps.
20. Les vitesses des objets vus par le radar sont représentées par un code de couleurs qui montre les déplacements en direction de l'instrument en tons de bleu et de vert et les déplacements qui s'éloignent de l'instrument en tons de rouge et d'orangé.
21. L'ordinateur relié aux nouveaux radars météorologiques peut avertir le météorologiste de la présence de profils révélant de la grêle, un risque de crues subites et de tornades.
22. On peut obtenir des animations par la succession des images radar. On peut ainsi observer l'évolution d'un orage, ses structures et son déplacement.
23. Les échos de précipitations émanent habituellement de cellules, de lignes ou de régions. Les régions qui reçoivent les plus fortes précipitations se trouvent d'ordinaire au centre des échos.
24. La neige renvoie un écho faible, la pluie un écho plus fort et la grêle mouillée un signal très fort. Les gouttelettes d'eau constituant les nuages sont, en général, trop petites pour être détectées par un radar normal.
25. Les radars sont devenus tellement sensibles qu'ils permettent de détecter même la poussière, les oiseaux et les insectes, ainsi que les changements de température ou d'humidité de l'atmosphère.
26. Tel qu'il a été mentionné plus haut, tous les échos reçus par le radar ne correspondent pas à des phénomènes météorologiques; même les édifices, les collines et les arbres situés à proximité de l'émetteur radar peuvent renvoyer des signaux. Un motif de réflectivité intense correspondant à un écho puissant et immobile s'affiche donc souvent à proximité de la station radar. On appelle ce phénomène « échos parasites sol ».
27. La forme, la taille et la puissance de l'écho radar permettent la détection de phénomènes météorologiques dangereux.
28. Des cellules orageuses peuvent exister le long de fronts froids ou de lignes de grains. Les cellules peuvent se réunir pour former des amas d'orages violents. De tels phénomènes se manifestent habituellement par des réflectivités fortes correspondant à une possibilité de fortes pluies ou de grêle.

29. Les radars météorologiques Doppler peuvent détecter les changements de température et d'humidité sur le front des vents qui s'écoulent d'un orage. La collision d'écoulements d'air provenant des orages en engendre de nouveaux.
30. Les images de la vélocité peuvent aussi révéler les risques qui menacent la circulation aérienne, comme le cisaillement du vent à basse altitude (changements brusques de la vitesse ou de la direction du vent à basse altitude).
31. Les images de la réflectivité des tornades peuvent présenter des échos en forme de crochet ou de pendentif, tandis que les images de la vélocité montrent des zones circulaires, intenses et localisées de vents soufflant à grande vitesse vers le radar (en vert) ou s'éloignant de lui (rouge).
32. Les coupes verticales de l'atmosphère ont leur utilité, car plus les orages sont élevés, plus les phénomènes qui leur sont associés risquent d'être violents.
33. Les bandes spirales des orages violents propres aux ouragans se manifestent clairement dans les images de réflectivité.
34. Les images produites par le radar exigent une interprétation prudente. Ainsi, le faisceau radar, d'ordinaire moins incurvé que la surface terrestre, peut passer par-dessus des cibles éloignées.
35. Les fortes précipitations tombant entre la station radar et des cibles éloignées peuvent affaiblir le signal du radar, de sorte que les échos en provenance des zones de pluie situées au-delà risquent d'être distordus ou de passer inaperçus.
36. Des profils de température et d'humidité inhabituels peuvent distordre les échos et fournir des impressions fausses.
37. Le faisceau du radar a tendance à diverger en s'éloignant de sa source. Ce phénomène est susceptible de causer des distorsions dans la forme et la taille des échos.
38. À mesure qu'augmente la distance entre la station radar et les précipitations, la capacité de détection des précipitations de l'instrument faiblit.

On peut consulter des cartes, des prévisions météorologiques, des images toutes récentes obtenues de satellites et de radars sur le site Web d'Environnement Canada à l'adresse :

<http://meteo.ec.gc.ca>