

Projet Atmosphère Canada



MODULE

2

**Radar météorologique :
Détection des précipitations**

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	7

MODULE 2

Radar météorologique : détection des précipitations

Introduction	Notions élémentaires	Activité
Page 2	Page 3	Page 7

INTRODUCTION

À bien des égards, la météorologie moderne a vu le jour durant la Deuxième Guerre mondiale. À cette époque, l'essor phénoménal de l'aviation a conduit à la création de réseaux d'instruments de mesure emportés par des ballons dans la haute atmosphère, à la formation d'un grand nombre de météorologues, à la multiplication des stations d'observation météorologiques dans le monde entier, à l'utilisation des ordinateurs et au lancement des premiers satellites par des fusées. Cette constellation de circonstances a aussi donné naissance au radar (acronyme des mots anglais Radio Detection and Ranging, soit « détection électromagnétique et mesure de la distance »).

Le radar a vu le jour en tant qu'instrument de détection des avions. Le radar émet des ondes électromagnétiques sous forme de micro-ondes qui voyagent à la vitesse de la lumière; celles-ci sont réfléchies par les objets qu'elles frappent. Le temps qui s'écoule entre l'émission et la réception des signaux, divisé par deux et multiplié par la vitesse de la lumière, donne la mesure de la distance entre l'émetteur et la cible. Le suivi d'une cible pendant quelques minutes permet d'en connaître la vitesse et la direction par rapport à la station de radiodétection. Cet usage du radar est fondamental pour la sécurité aérienne moderne.

Les premières observations radar révélaient des échos en provenance des nuages de précipitations. C'est en 1942 en Angleterre qu'on a fait le premier usage sérieux du radar pour l'observation des conditions météorologiques, alors qu'on a suivi un orage porteur de grêle sur une distance de plus de onze kilomètres. De nos jours, l'observation météorologique représente un des principaux usages du radar. Les signaux réfléchis sont analysés par des instruments perfectionnés qui permettent d'étudier et de prédire la formation de grêle ou d'autres phénomènes météorologiques dangereux.

Les précipitations ne sont pas les seules cibles qui réfléchissent les ondes radar. Presque tous les radars peuvent détecter les échos puissants créés par les signaux parasites diffus renvoyés par les arbres, les collines, les édifices et même les lacs situés à proximité de la station de radiodétection.

On nomme ces signaux « échos parasites sol » ou « propagation anormale ». Ils sont susceptibles d'induire en erreur le météorologue radariste qui ne fait pas preuve de circonspection. Les échos parasites sol sont habituellement causés par des cibles situées non loin de la station, mais peuvent aussi provenir d'objets placés beaucoup plus loin, lorsque les conditions atmosphériques s'y prêtent.

L'après-guerre a vu la mise au point de techniques qui permettent d'estimer l'intensité des précipitations en fonction de la puissance des échos détectés par le radar. On en est venu aussi à mieux comprendre la relation entre les différents types d'échos et les phénomènes météorologiques associés. Le Service météorologique du Canada a mis en place un réseau national de radars capables de détecter, en vue d'avertissements précoces, l'arrivée d'orages violents, de tornades et d'ouragans.

Ces dernières années, le radar Doppler a permis d'autres percées. Le radar Doppler est un instrument qui émet des micro-ondes en une série d'impulsions rapides et qui mesure le déplacement des gouttelettes de précipitations dans les intervalles séparant les impulsions. Les données ainsi recueillies permettent à l'ordinateur de retracer les mouvements de l'air à l'intérieur de la zone de précipitation et autour de celle-ci, et fournissent ainsi des indices cruciaux sur la nature et la puissance des systèmes météorologiques. Le météorologue se sert du radar Doppler pour détecter les mouvements à l'intérieur des orages qui annoncent le développement de tornades, les vents dans les grandes tempêtes de neige ou les vents dangereux en provenance d'un orage en décroissance. Dans le cas de conditions météorologiques dangereuses, telles que les ouragans, les tornades et les orages, la reconnaissance des vents naissants rend possible l'émission d'avertissements qui sauveront des vies.

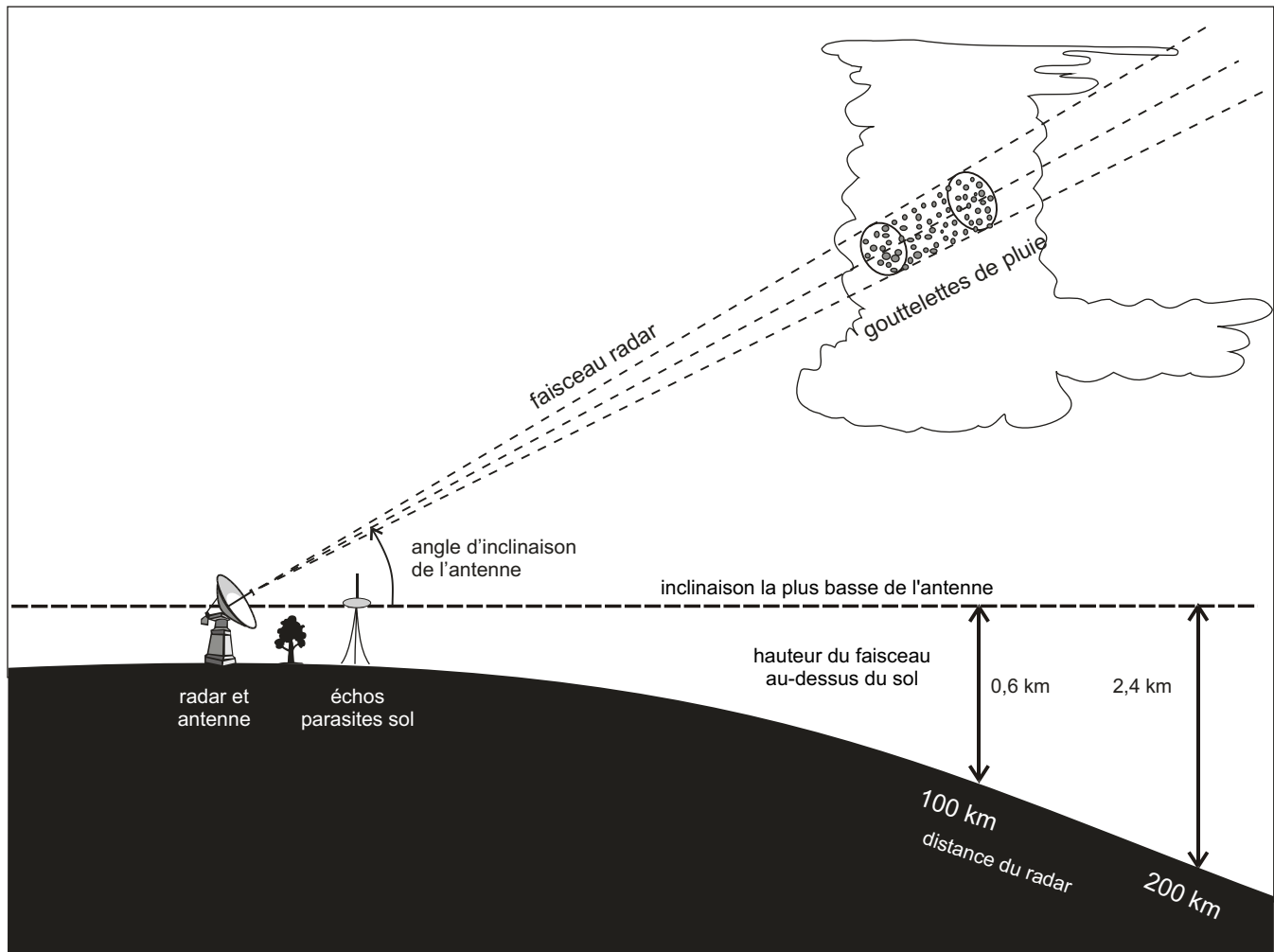
Le radar est un instrument qui permet d'observer les conditions météorologiques et les précipitations à une échelle et dans un cadre temporel tels que le Service météorologique du Canada est en mesure de fournir au public des informations détaillées et au moment où celui-ci en a vraiment besoin.

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

1. Le radar, acronyme de l'expression anglaise Radio Detection and Ranging, c'est-à-dire « détection électromagnétique et mesure de la distance », émet un faisceau de micro-ondes capable de détecter les particules de précipitation dans l'atmosphère (pluie, neige et grêle).
2. Les ondes radar traversent l'atmosphère à la vitesse de la lumière en un faisceau concentré. L'antenne radar parcourt de son faisceau l'horizon et le ciel à différents angles jusqu'à ce que la totalité du volume situé à une certaine distance ait été balayée.
3. Après avoir émis des ondes, le radar se met à l'écoute des signaux réfléchis. Un signal réfléchi, appelé écho, prend naissance lorsque l'onde émise rencontre sur sa trajectoire un objet (gouttelettes de pluie, glace, neige, arbres, édifices, montagnes, oiseaux et même insectes) qui la réfléchit.
4. Une partie des signaux réfléchis est renvoyée au radar. L'affichage de la puissance des signaux renvoyés par les échos s'appelle réflectivité. On peut établir une corrélation entre la réflectivité et l'intensité de l'écho et donc le volume et le type de précipitations attendues.
5. Le temps qui s'écoule entre l'émission d'un signal et sa réception sous forme d'écho est fonction de l'éloignement de la cible. La direction dans laquelle pointe l'antenne émettrice correspond à la position de la cible.
6. Les radars météorologiques modernes sont aussi capables d'évaluer le signal réfléchi afin de détecter le mouvement de rapprochement ou d'éloignement de la cible par rapport au radar.
7. Pendant que le faisceau du radar balaye l'horizon et le ciel à différents angles, un ordinateur relié au radar stocke les données relatives à la réflectivité pour chaque distance et pour chaque direction. Le ciel est ainsi étudié en trois dimensions sur un rayon de 350 kilomètres autour de la station.
8. Des ensembles de données sur la réflectivité peuvent être affichés sur un écran qui montre une image horizontale de l'atmosphère ou une coupe verticale de l'atmosphère dans une direction donnée.
9. Les données sur la réflectivité ne portent habituellement que sur les particules nuageuses suffisamment volumineuses pour tomber sous forme de précipitations. Toutes les particules n'atteindront pas le sol, car il se produit fréquemment que la pluie tombante s'évapore après avoir quitté le nuage.
10. 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.
11. 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.
12. La portée horizontale du radar dépend des phénomènes atmosphériques, de la courbure de la terre et des propriétés du faisceau émis.
13. Les valeurs de réflectivité radar s'affichent à l'écran suivant un code de couleurs correspondant à l'intensité des précipitations.
14. En recueillant et en additionnant les différentes images radars, on peut associer ces différentes intensités à des volumes de précipitation sur une certaine période de temps.
15. L'ordinateur relié aux nouveaux radars météorologiques peut avertir le

- météorologiste par des signes distinctifs de la grêle, des inondations subites ou des tornades. L'opérateur peut aussi découvrir ces signes de sa propre initiative.
16. 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.
 17. 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.
 18. 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.
 19. 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.
 20. Tel qu'il a été mentionné plus haut, tous les échos reçus par le radar ne correspondent pas à des phénomènes météorologiques. Les édifices, les collines et les arbres situés à proximité de l'émetteur radar peuvent aussi 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 » ou « propagation anormale ».
 21. La forme, la taille et la puissance de l'écho radar permettent la détection de phénomènes météorologiques dangereux, notamment ceux associés à la présence d'un orage.
 22. 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.
 23. Les images de la réflectivité des tornades peuvent présenter des échos en forme de crochet ou de pendentif.
 24. Les coupes verticales de l'atmosphère construites à partir des données fournies par le radar ont leur utilité, car elles montrent les aspects de la réflectivité dans toute l'épaisseur de l'atmosphère. Un des éléments révélés par une telle image est l'étendue verticale des orages; les orages les plus hauts (ou les plus gros) sont ceux qui sont les plus susceptibles de s'accompagner de phénomènes météorologiques violents, tels la grêle et les tornades.
 25. Les bandes spirales des orages violents propres aux ouragans se manifestent clairement dans les images de réflectivité à cause des volumes énormes de précipitations qu'elles portent.
 26. Parfois, une bande de réflectivités très élevées apparaît à l'écran. C'est ce qu'on appelle des *bandes brillantes*. Ce phénomène correspond à une zone nuageuse dans laquelle la neige est en train de se transformer en pluie. Cette neige fondante ou mouillée possède un niveau de réflectivité beaucoup plus élevé que la neige normale et plus élevé que la pluie. Le phénomène des *bandes brillantes* survient à des altitudes où la température avoisine zéro degré Celsius. Les températures de la partie supérieure du nuage sont inférieures au point de congélation et celles de la partie du nuage située près du sol sont situées au-dessus du point de congélation. Le météorologue doit être au fait de ce phénomène afin de ne pas confondre les bandes brillantes avec une zone d'intenses précipitations.
 27. 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. Les précipitations faibles, notamment la neige, demeurent souvent invisibles au-delà d'une certaine distance (environ 100 km) parce qu'elles se trouvent sous le faisceau du radar.
28. 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. Ce phénomène s'explique par l'absorption et la dispersion du faisceau radar par les précipitations intercalées.
 29. Des profils de température et d'humidité inhabituels peuvent distordre les échos et fournir des impressions fausses quant à la taille et à la forme.
 30. 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, faisant paraître les phénomènes distants plus faibles et plus grands qu'ils ne le sont en réalité.
 31. À mesure qu'augmente la distance entre la station radar et les précipitations, la capacité de détection des précipitations, de l'instrument, faiblit.



Le radar balaye la totalité de ce volume en élevant et abaissant son faisceau en même temps que tourne l'antenne.

