

Source le net :

https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Radars_m%C3%A9t%C3%A9orologiques&action=history

Source: [Wikipédia](#) sous licence [CC-BY-SA 3.0](#).

La liste des auteurs de cet article est disponible [ici](#).

Radars météorologiques - Définition et Explications

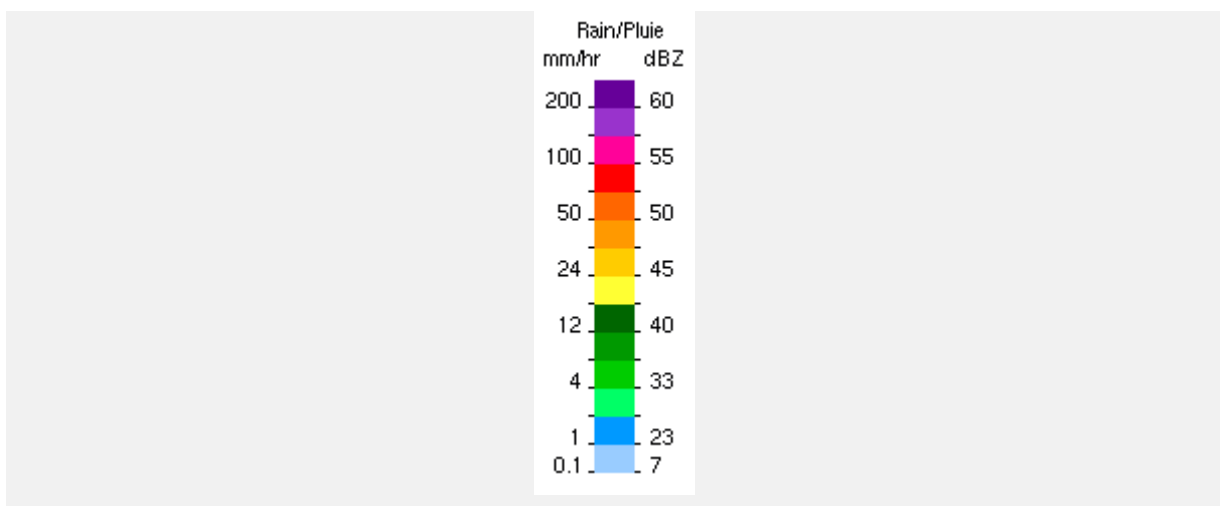
Types principaux d'images produites

Toutes les données obtenues par le sondage radar sont affichées selon leur format. Certains produits servent à afficher plusieurs types de données alors que d'autres sont plus spécifiques. Finalement, selon le type de données, l'affichage utilisera une convention de couleur qui variera.

Conventions d'affichage

À l'origine, les données de réflectivité n'étaient vues que par l'opérateur radar sur un écran cathodique, l'intensité était donc indiquée par la variation de la brillance. Par la suite, des photographies de ces images ou des images analogiques sur papier ont été produites en tons de blanc et gris. Lorsque les ordinateurs ont permis de traiter numériquement les données des radars météorologiques, il est devenu possible de relier une couleur à un taux de précipitations. Cette pratique s'est répandue aux autres types de données quand celles-ci sont devenues disponibles. La réflectivité, les données de vitesses radiales et celles de double-polarimétrie utilisent en général un code de couleur différent. Il n'existe pas de convention internationale quant aux couleurs à utiliser mais plutôt une pratique qui s'est répandue avec les échanges dans le domaine.

Réflectivité



Exemple d'échelle de couleur associée avec la réflectivité

En général, les images de réflectivité utilisent une variation de couleur similaire à celle de l'arc-en-ciel. Les intensités les plus faibles sont indiquées par le **bleu** pâle (cyan), les intensités modérées par le **jaune** et les fortes par le **rouge** puis le magenta. Les intensités peuvent être reliées à la réflectivité en dBZ ou à son équivalent en millimètres/centimètres par **heure**. Par exemple, les images disponibles sur le site du Service météorologique du Canada utilisent cette échelle : en **hiver** le **violet** représente le taux de **précipitation** le plus élevé (20 cm/h) alors que le bleu-vert du bas de l'échelle représente le taux le plus bas (0,1 cm/h). Durant les **mois** d'été, l'échelle de réflectivité est remplacée par celle des précipitations pluviales, en mm/h, qui va d'une **trace** à plus de 100 mm/h.

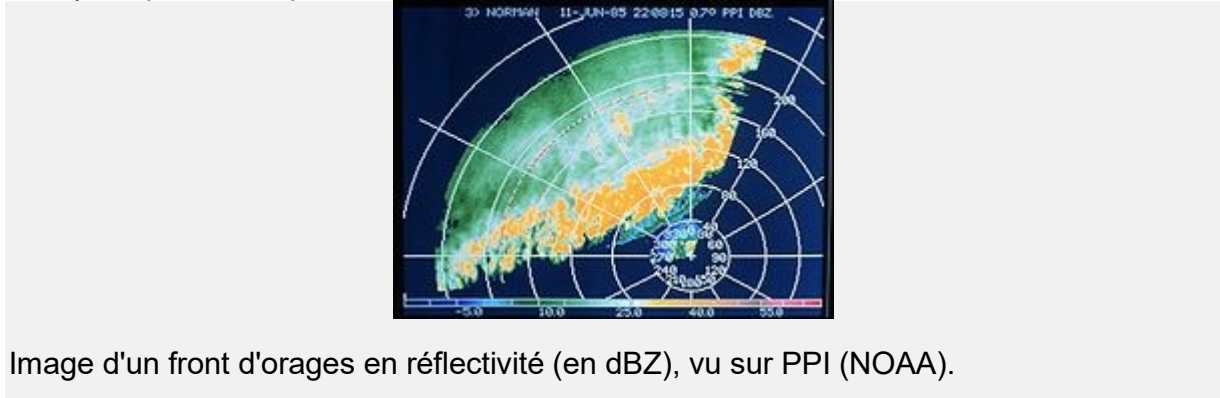
Certains utilisateurs préfèrent cependant des codes numériques plus simples à interpréter. Ainsi, lorsqu'un pilote d'**avion** ou un contrôleur aérien décrivent l'intensité des échos de précipitations sur leur affichage radar, ils utilisent des niveaux : *niveau 1* pour la précipitation faible, *niveau 2* pour de la précipitation modérée possiblement reliée avec une basse **visibilité** et de la **turbulence**, *niveau 3* pour de la pluie/neige forte reliée à des conditions de vol dangereuses.

Certains affichages commerciaux indiquent le type de précipitations. Ainsi les images que l'on peut voir aux bulletins télévisés en hiver peuvent séparer les zones de **pluie**, de **pluie verglaçante** et de **neige**. Ceci n'est pas une information venant du radar mais une association avec les informations venant des stations météorologiques de **surface**. Un programme analyse la **température**, le **point** de rosée et le type de précipitation rapportés par les **METAR** sous une zone d'échos au radar et fait la **division** des zones. Cet analyse peut être améliorée en utilisant les données des modèles de prévision **numérique** du **temps** comme **champ** d'essai mais le **tout** reste sujet à des erreurs de lissage et ne tient pas compte des effets de petite échelle dans la distribution des types de précipitations (air **froid** emprisonné dans une **vallée** qui donne de la pluie verglaçante au lieu de pluie par exemple). Quand les données de seront largement disponibles, une telle analyse sera plus fiable.

Vitesse Doppler

Dans le cas de la vitesse radiale obtenue par les données Doppler, le principe du **décalage vers le rouge** ou le bleu est utilisé comme en **astronomie**. Ainsi la zone ayant des précipitations s'approchant du radar sera indiquée par des couleurs froides bleu/verte/violet, selon leur vitesse radiale, alors que les précipitations s'éloignant seront représentées par des couleurs chaudes rouge/jaune. Les vitesses s'approchant peuvent être également indiquées par un **chiffre** positif et celles s'éloignant par un chiffre négatif, la valeur représentant la grandeur de la vitesse radiale.

PPI (Vue panoramique à angle d'élévation constant)



Comme les données sondées par le radar se font un angle d'élévation à la fois, les premières images ont été celles d'un affichage panoramique des données de chaque angle individuellement (PPI). Ce type de données doit être interprété en se rappelant que le faisceau radar s'élève au-dessus du sol à mesure qu'on s'éloigne du radar. Donc ce qu'on voit près du radar est à beaucoup plus bas niveau que ce que l'on voit à 200 km.

Il en résulte qu'un nuage avec des taux de pluie élevé à 30 km du radar peut sembler diminuer ou augmenter d'intensité à mesure qu'il s'éloigne du radar. En fait, comme notre faisceau est plus haut dans le nuage au second temps, il regarde une autre section de ce dernier.

Un PPI est également affligé de retours venant du sol près du radar. Ceci donne de très forts retours qui peuvent être mal interprétés comme étant des précipitations fortes.

USAGE : Tous les types de données: réflectivité, vitesse radiale et les différents champs de polarimétrie.

CAPPI (Vue panoramique à altitude constante)

Pour pallier les problèmes du PPI, le CAPPI a été développé par les chercheurs canadiens. Il s'agit en fait d'une coupe horizontale à travers l'ensemble des angles d'élévation sondés par le radar. Selon le nombre d'angles et les élévations de ceux-ci, on peut faire une coupe plus ou moins précise. Selon le niveau de notre coupe, il arrive également qu'à une certaine distance nous n'ayons plus de données à l'altitude recherchée. Ce qui est ensuite vu sur le CAPPI, ce sont les données du PPI le plus près de ce niveau.

Par exemple, sur l'image des angles plus haut en page (section), les 24 angles s'échelonnent de 0,5 à 25 degrés et nous pouvons donc faire un CAPPI à travers ces données. Les lignes grasses en dents-de-scie représentent des CAPPI à 1,5 et 4 km d'altitude. Remarquez qu'au-delà de 120 km, l'angle le plus bas passe au-dessus de 1,5 km et qu'à 200 km il dépasse le 4 km. Donc la portion des CAPPI qui sera au-delà de ces limites sera donc plutôt un PPI de l'angle le plus bas.

Usage

Pour qu'un CAPPI donne des images relativement lisses de point en point, il faut des données sur un assez grand nombre d'angles dans la [verticale](#) afin d'éviter les trous dans la couverture verticale. De plus, il est important que le champ de données soit sans changements brusques selon la [hauteur](#). C'est pourquoi ce sont surtout les données de réflectivité qui sont affichées sur des CAPPIs.

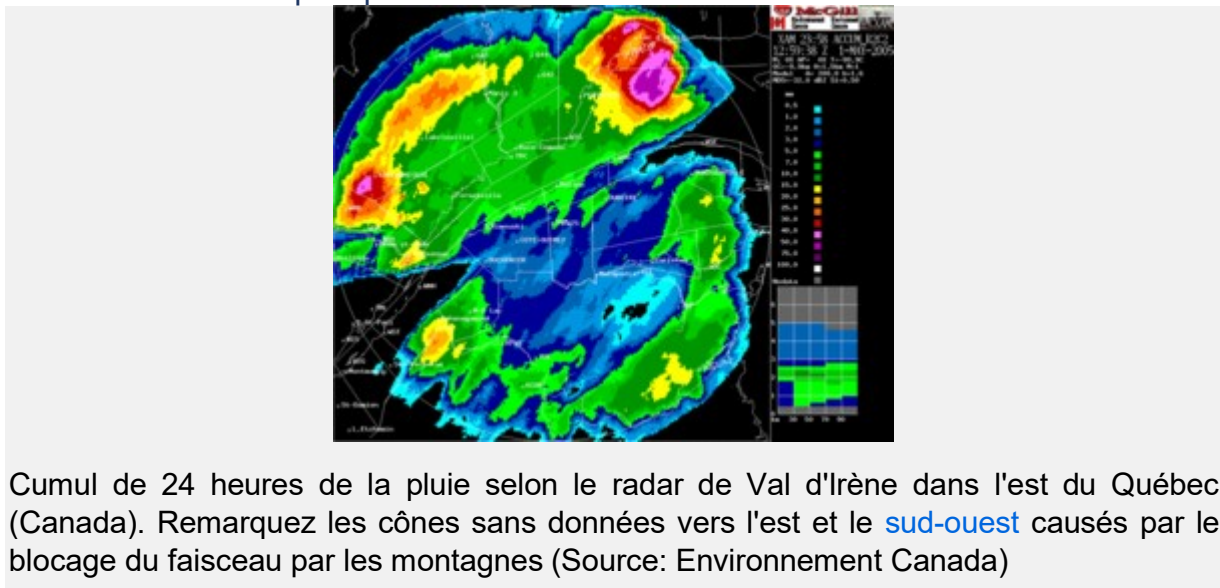
Les données de vitesses Doppler sont en général plus bruyantes car la direction des vents peut changer soudainement en quelques centaines de mètres d'altitude ce qui peut causer des images CAPPI en bandes si la coupe est faite [autour](#) de la hauteur de ce changement. Seule l'[Université McGill](#) (Montréal, Canada) produit régulièrement des CAPPIs Doppler. Cependant, certains chercheurs l'utilisent, entre autres pour l'analyse de la [circulation](#) autour des cyclones tropicaux et pour le développement de produits NEXRAD.

Finalement, les données de double [polarisation](#) sont nouvelles et peuvent être également bruyantes. Aucun exemple de CAPPI de ces données n'est connu mais au moins une société en électronique radar nommée *SIGMET* a un [logiciel](#) qui permet de le faire.

Exemples en temps réel

- Université McGill
- [Environnement Canada](#)

Carte de cumul des précipitations



Une des utilités principales des radars météorologiques est de pouvoir détecter à distance les précipitations pour des usages hydrométriques. Par exemple, les services de [contrôle](#) du [débit](#) des rivières, d'avertissement d'inondations, de [planification](#) de travaux de [barrage](#), etc. ont tous [besoin](#) de savoir les quantités de pluie et neige qui

tombent sur de larges domaines. Le radar complète idéalement un [réseau](#) de pluviomètres en étendant la prise de données sur une grande [superficie](#), le réseau servant à son étalonnage. Ce produit a différentes appellations : carte ou image d'accumulations (Canada), lame d'[eau](#) (France ou en hydrologie), carte des hauteurs de précipitations, etc.

Pour faire une image d'accumulations, il faut multiplier le taux de précipitation obtenu à bas niveau dans un [sondage](#) radar par la durée voulue. Comme les précipitations se déplacent, on ne peut prendre le taux qu'à un seul [instant](#) donné et il faut donc faire plusieurs sondages à intervalles réguliers et distribuer la précipitation entre chaque pas de temps. Par exemple, si on génère un PPI ou CAPPI de bas niveau à toutes les [10 minutes](#). En comparant ces images informatiquement, on peut en tirer la vitesse et la direction de [déplacement](#) du patron de précipitations. Le taux de précipitations X (par minute), qui se déplace du point A au point B entre deux pas de temps, laissera donc 10 X millimètres de pluie. On répartit ensuite cette [quantité](#) également tout le long du trajet de A à B. Pour obtenir des accumulations sur de plus grandes périodes (heures, [jours](#), etc.), il suffit donc d'additionner les données de plusieurs pas de temps de sondage.

Comme il sera discuté plus bas dans l'article, certains artéfacts peuvent cependant se mêler aux véritables données dans le retour au radar. Pour avoir une estimation plus exacte des accumulations, il faudra les filtrer avant de produire ces cartes d'accumulations.

Carte des sommets d'échos

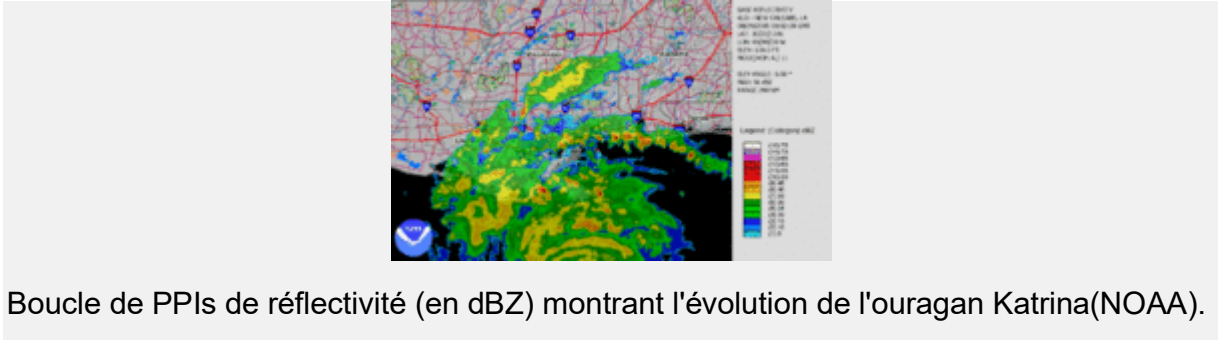
Un autre domaine d'utilisation des radars est celui de l'aviation. Une carte très utile pour ce domaine est celle des sommets de précipitations. En effet, les aéronefs désirent savoir la hauteur des sommets des nuages, entre autres ceux des orages, pour savoir à quelle altitude voler afin d'éviter les nuages dangereux. Comme le [radar météorologique sonde](#) un [volume](#) en trois [dimensions](#), on peut donc y trouver la hauteur à laquelle se terminent les précipitations. Ce n'est pas la hauteur à proprement parler des nuages, puisque le sommet de ceux-ci ne contient que des gouttelettes pas assez grosses pour être visible au radar, mais il s'en approche.

La façon de procéder est simplement de prendre les données depuis l'angle le plus élevé vers le plus bas et de noter la hauteur et les endroits à chaque angle de visée où on dépassera un taux seuil de précipitations. Plus ce taux sera faible, plus on s'approche du sommet réel du nuage.

Coupes verticales

Afin de connaître la structure verticale des nuages, ce qui est important pour reconnaître leur type, un produit de coupe verticale des données des radars a été développé.

Animations



Tous les produits dérivés des données radar peuvent être animés. L'utilisateur peut ainsi voir l'évolution du patron de réflectivités, de vitesses, etc. et en tirer des informations sur le déplacement et la **dynamique** du phénomène météorologique observé.

Par exemple, on peut extrapoler le déplacement pour prévoir à court terme l'arrivée de la pluie sur une **ville** d'intérêt. On peut remarquer également le développement ou la diminution des précipitations.

Dans les sections suivantes, nous parlerons des différents types de retours au radar qui ne proviennent pas d'hydrométéores et qui nuisent à l'interprétation. Une **animation** est très utile pour repérer les artéfacts non météorologiques qui ont un comportement aléatoire (bruit, propagation anormale) ou qui ne bougent pas (échos de sol). Cependant, certains autres artéfacts, comme les retours venant des oiseaux, bougent de la même façon que le ferait une précipitation et l'utilisation d'une animation ne permettra pas à elle seule de les repérer.

Mosaïques de radars

Les données d'un seul radar météorologique sont utiles si on ne regarde qu'à courte portée et sur un temps assez court. Cependant, pour bien voir le déplacement des précipitations, les sorties de plusieurs radars doivent être mis en réseau sur une carte mosaïque. Comme les différents radars peuvent avoir des caractéristiques différentes, dont leur calibration, et avoir des zones de recoupement, il faut prévoir un **arbre** de décision pour choisir quelque valeur mettre en un point de façon à avoir un continuum.

Pour les radars qui peuvent avoir une certaine **atténuation** dans les précipitations fortes, comme ceux de 5 cm de **longueur d'onde**, on mettra en général la **donnée** du radar ayant le plus fort retour en un point si deux radars couvrent cet endroit. Pour les radars n'ayant pas d'atténuation notable, comme ceux de 10 cm, on mettra plutôt la valeur du radar le plus près.

Ceci peut également varier entre l'hiver et l'été. Dans le premier cas, il peut y avoir beaucoup de différence de position dû au **transport** par les vents et de variations du taux de précipitations par sublimation (virga). Cela peut aboutir à une grande différence entre le niveau de la **donnée** du radar et le sol.

Voici quelques sites pour voir les données en réseaux:

Environnement Canada

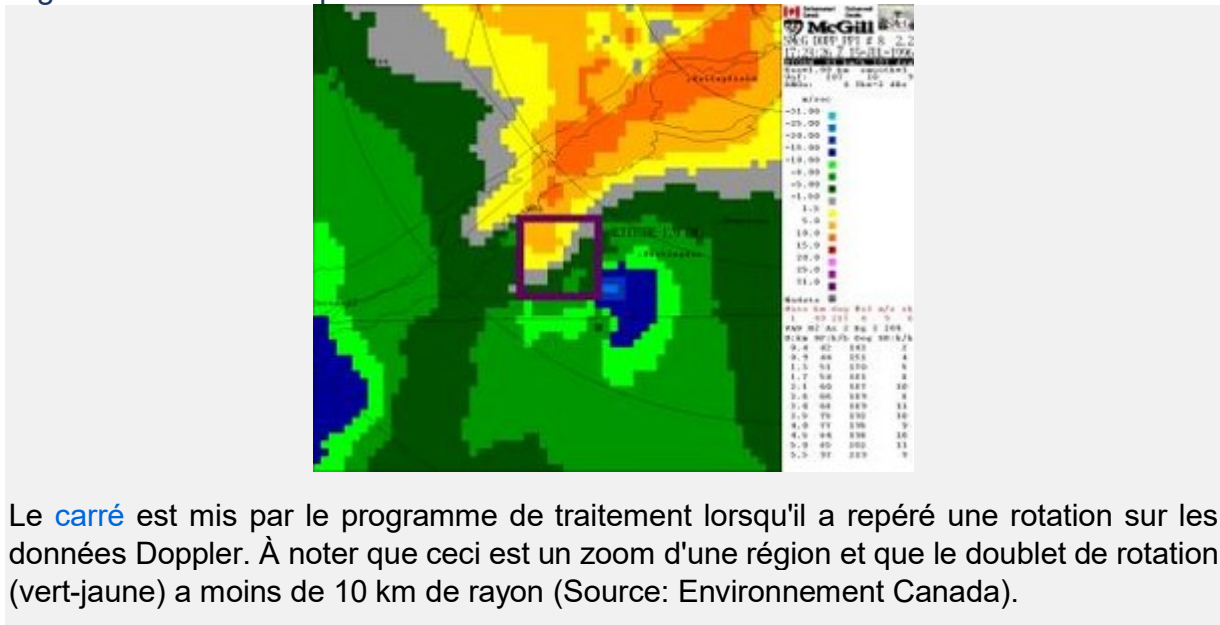
Radar américain par NOAA

Données du réseau de [Météo-France](#) (ARAMIS)

République Tchèque

République d'[Afrique](#) du [Sud](#)

Algorithmes automatiques



Le carré est mis par le programme de traitement lorsqu'il a repéré une rotation sur les données Doppler. À noter que ceci est un zoom d'une région et que le doublet de rotation (vert-jaune) a moins de 10 km de rayon (Source: Environnement Canada).

Pour mieux repérer les informations contenues dans les données d'un radar, divers algorithmes informatiques ont été développés. En effet, un météorologiste à l'œil averti et avec beaucoup d'expérience pourra interpréter ces sorties mais certains détails demandent trop d'attention. Ceci est particulièrement vrai des données Doppler qui ne donnent que la composante radiale.

Les principaux algorithmes de réflectivité sont

- La quantité de précipitation totale (VIL en anglais) dans la colonne ce qui permet de repérer les nuages les plus importants comme les orages.
- Celui de Rafale Potentielle qui relie le VIL et la hauteur du sommet des échos radar. Plus la quantité d'eau se concentre dans le nuage, plus la rafale sera forte lorsque le cœur des précipitations descendra ;
- Présence de grêle ;
- [Voûte](#) d'échos faibles qui repère les endroits où la réflectivité est plus forte en altitude qu'au sol, ce qui indique la présence d'un fort courant ascendant.

Les principaux algorithmes pour les vitesses Doppler

- Repérage des rotations dans les orages. Avec un radar météorologique on ne peut voir les tornades, car elles sont plus petites que la résolution habituelle, mais on peut voir se former dans les cellules orageuses les rotations qui pourront se concentrer en [tornade](#) si les conditions sont favorables.
- Repérage du cisaillement des vents dans les bas niveaux qui donne une idée où se produisent des rafales importantes.