

## TP#4 / devoir 2 (deuxième partie)

À remettre le 16 février : la partie 2 du devoir 2 (page 8 de ce document) avec la partie 1 (TP#3/Dev2)

Laboratoire sectoriel : local PK-S1585

### Interprétation des images satellitaires et radar

**Objectif : Interprétation des images satellitaires et du radar météorologique.**

#### Les satellites

**Les satellites météorologiques** disposent d'instruments qui détectent à la fois la lumière visible et la radiation infrarouge ou thermique. Les deux types de capteurs «voient» le même champ de vision, mais ils diffèrent dans leur sensibilité aux différentes longueurs d'onde de la lumière. Les détecteurs qui fournissent des vues de lumière solaire réfléchie sont conçus pour être plus détaillés que l'infrarouge, pour que des objets plus petits puissent être vus. Cependant, des images visibles sont uniquement disponibles le jour, limitant ainsi le suivi continu des conditions météorologiques. Bien que moins détaillées, les images infrarouges sont des cartes de température des surfaces visionnées à partir de la position avantageuse du satellite, qu'il s'agisse de terre, d'eau ou de nuages. On peut faire ressortir les variations de température entre les surfaces pour mettre en valeur certaines caractéristiques intéressantes des météorologues.

Le capteur optique du satellite peut détecter les nuages visibles à l'oeil nu. Ce capteur est sensible à la lumière de longueur d'onde entre 0,4 et 1,1 micromètres (ou microns; 1 micromètre est égal à un millionième de mètre ou 1/1000 de mm). Le capteur IR est sensible à la lumière de longueur d'onde entre 10,5 et 12,5 micromètres. Il peut détecter les nuages élevés même quand ceux-ci sont très minces et donc invisibles pour le capteur optique. Cela est possible car les nuages élevés sont aussi très froids (ils sont composés de cristaux de glace).

#### Les légendes :

La légende dans les images IR indique la correspondance entre la température (en degrés Celsius) et la couleur utilisée.

Dans le cas des images VIS, la bande de couleur dans la légende, lorsque présente, est liée à la réflectivité ou albédo, soit la quantité de lumière solaire réfléchie (de 0 à 100 pour cent).

#### Règles de base de l'interprétation des images satellites (figure 4.1)

Les images satellites de **lumière visible (VIS)** montrent tous les sommets de nuage en blanc, peu importe l'altitude. Ceci ne fonctionne que pendant le jour, ce qui rend les boucles d'animation très courtes. Aussi, la neige apparaît en blanc et peut être confondue avec les nuages à moins de regarder les animations des images satellites (les nuages bougent, mais la neige reste stationnaire, quoique la surface couverte diminue pendant la fonte).

Les images **infrarouges (IR)** montrent les températures froides par des tons pâles, et les températures chaudes en tons plus foncés. Puisque la température moyenne dans la troposphère décroît avec l'altitude, on peut utiliser la règle simple qui dit que les images de nuage plus blanches correspondent à des sommets de nuage plus hauts. Les images IR peuvent être reçues le jour comme la nuit, c'est donc un des canaux préférés pour voir des boucles d'animation longues. Les images IR colorisées vont fréquemment mettre en évidence les nuages plus hauts (froids), qui correspondent souvent aux enclumes au sommet des orages.

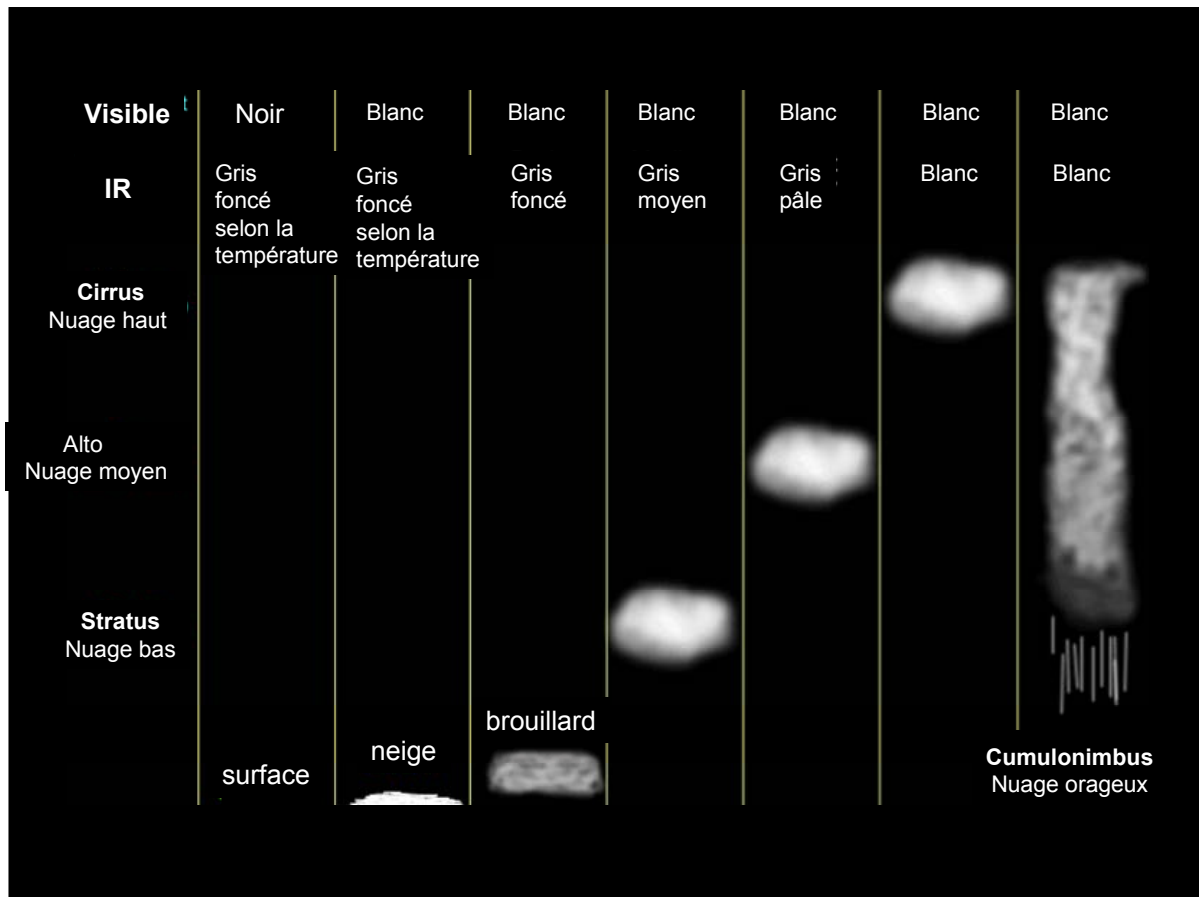


Figure 4.1 : interprétation des images satellitaires

**Exercice 4.1** : Dans la liste ci-dessous, placez une coche (✓) dans la colonne appropriée pour indiquer quel type de vue de satellite (visible ou infrarouge) est mieux adapté pour fournir les renseignements demandés :

	Visible	Infrarouge
a) une couverture 24 heures de l'atmosphère		
b) les détails les plus fins des surfaces de nuages		
c) distinguer le brouillard des surfaces terrestres environnantes		
d) les températures des sommets des nuages (et, indirectement, leurs altitudes)		
e) déceler des petits nuages de beau temps		

## Exercice 4.2

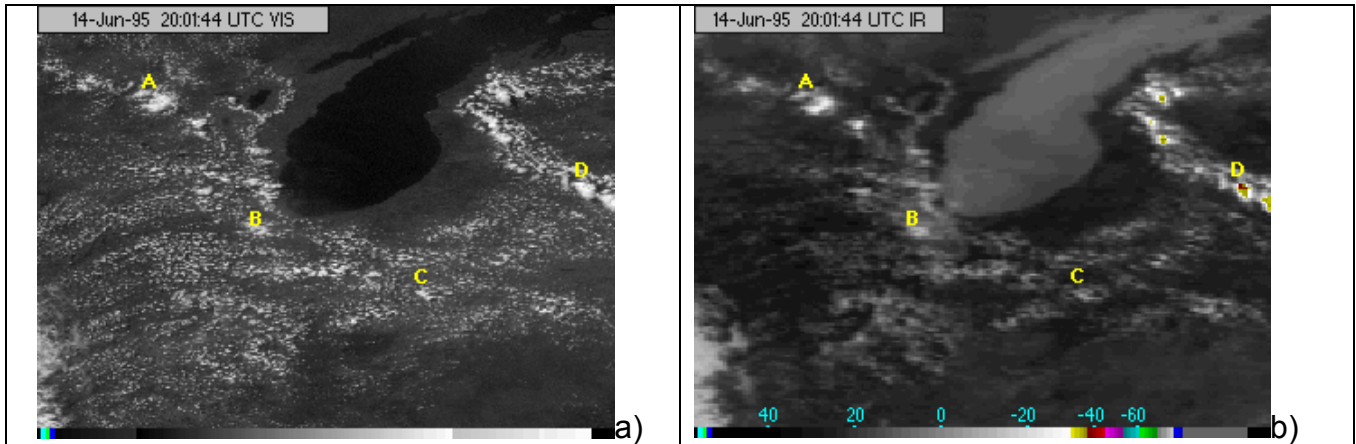


Figure 4.2 : Lac Michigan : a) image satellitaire dans le visible et b) image satellitaire dans l'infrarouge

a) Considérez les localités A, B, C et D dans les figures a) et b). Où est-ce que les nuages sont les plus hauts ? Justifiez votre réponse.

b) Est-ce que le Lac Michigan est plus chaud ou plus froid que le sol autour ? Justifiez.

## Le radar

**Le radar** est un outil d'observation météorologique très utile qui sert à localiser les zones de précipitations et à étudier la gravité des tempêtes. En interprétant les images brillantes, appelées « échos », qui apparaissent à l'écran du radar météorologique, les météorologues obtiennent des informations sur les zones de pluie et de neige.

Qu'il fasse jour ou nuit, que le temps soit dégagé ou couvert, les météorologues doivent observer les conditions météorologiques sur de grandes distances. Des radars conçus spécialement pour l'observation des phénomènes météorologiques permettent de localiser des zones de précipitations et de surveiller les tempêtes.

Les radars météorologiques détectent les gouttelettes d'eau et les particules de glace situées dans les nuages ou sous ces derniers qui sont assez grosses pour tomber sous forme de pluie, de neige ou de grêle. Le champ de vision des radars s'étend bien au-delà de l'horizon visible et permet même de voir le sommet d'orages situés à 350 km de distance. Grâce à l'interprétation des échos reçus par les radars, on peut déterminer l'intensité des précipitations. À partir de la corrélation existant entre l'intensité de l'écho renvoyé par le radar et l'intensité des précipitations, on peut estimer la quantité totale de pluie que recevra un endroit donné pendant un certain temps.

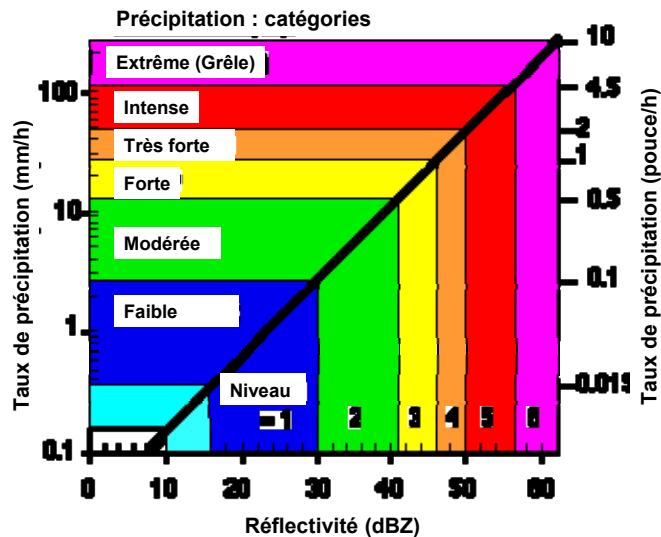


Figure 4.3 : Réflectivité versus Taux de précipitation (Stull, 2000: "Meteorology for Scientists and Engineers, 2nd Ed.)

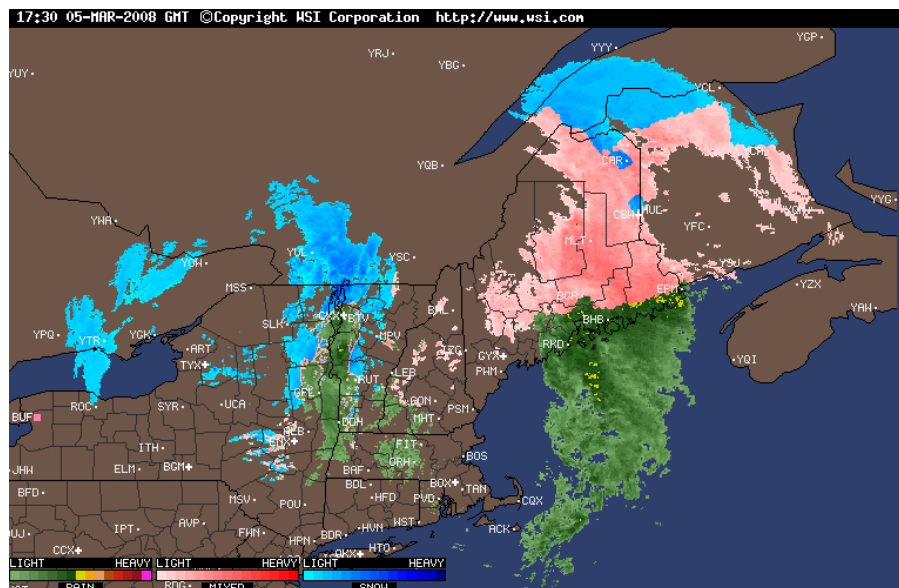


Figure 4.4 : image radar, mercredi le 5 mars, à 12:30 heure de Montréal. L'image montre les régions où il y a de la précipitation. Les couleurs indiquent le type de précipitation : la couleur rose indique de la neige fondante (mélange de pluie, neige, grésil ...) et le bleu indique de la neige. <http://www.intellicast.com/National/Radar/>

Le radar météorologique est utile pour déterminer l'emplacement, le mouvement et l'intensité des précipitations au fur et à mesure qu'elles se produisent. Contrairement aux images par satellite qui nous montrent les systèmes météorologiques vus du haut (et de loin), les images radar donnent une perspective vers le haut à partir du sol et détectent la présence de précipitations par l'écho radar. Les couleurs dans une image radar peuvent représenter l'intensité de la précipitation (figure 4.3) et le type de précipitation (figure 4.4). Il faut toujours lire les légendes puisque l'échelle de couleurs dépend du produit.

**Question :** Quel type de précipitation observe-t-on sur le lac Ontario ?

## Comment évaluer le déplacement des précipitations sur les images radar?

En comparant une série d'images radar, les prévisionnistes peuvent observer l'évolution d'une perturbation, suivre sa trajectoire, déterminer l'intensité des précipitations, émettre avertissements et alertes, et affiner leurs prévisions. Vous pouvez aussi faire une prévision. Voici quelques techniques utiles auxquelles vous pouvez recourir.

### Comment animer des images RADAR pour obtenir une prévision à court terme (1 à 3 heures)?

1. Choisir une station radar.
2. Cliquer sur le bouton « Animer » pour faire fonctionner les commandes de lecture.
3. Observer le mouvement des échos de précipitations sur l'écran.

**Note :** L'image de l'échelle locale est toujours orientée de façon à ce que le *nord géographique* se trouve toujours vers le haut.

Maintenant, vous devez déterminer la vitesse de déplacement de l'écho. Ceci vous permettra de prévoir à quel endroit il devrait se trouver dans une heure ou deux. Pour ce faire, vous devez choisir deux images prises à une heure d'intervalle.

#### Méthode suggérée :

- Reculez les images d'une heure à partir de la dernière image et notez où est situé l'écho de précipitations.
- Revenez maintenant à la dernière image et mesurez la distance entre les positions des 2 échos.
- Comparez cette distance à celle qui sépare 2 des cercles concentriques de l'image.
- Sachant que la distance entre 2 cercles est de 40 km, vous pouvez faire une estimation de la vitesse et de la direction du déplacement des précipitations.
- Sachant que le nord est situé au haut de l'image, les échos qui se déplacent vers la droite, par exemple, peuvent être interprétés comme se déplaçant vers l'est.

#### Exemple :

Supposons que les échos de précipitation se déplacent vers la station radar en provenance de l'ouest et que vous voulez savoir quand les précipitations atteindront le site de la station (le point central de l'image).

- Vous avez noté que sur l'image prise il y a une heure, l'écho touche le 4e cercle concentrique (distance de 160 km de la station radar).
- L'image la plus récente montre que l'écho atteint maintenant le 3e cercle concentrique (120 km de la station).
- Ceci veut dire que les précipitations se déplacent à une vitesse de 40 km/h en direction de la station radar.
- Si la vitesse des précipitations ne change pas, vous pouvez prévoir qu'elles atteindront la station radar dans 3 heures.

Parallèlement, vous pouvez vérifier si les échos de précipitation s'affaiblissent ou s'intensifient en examinant les variations de couleur des échos de précipitations (par rapport aux couleurs affichées sur l'échelle d'intensité) à mesure qu'ils se déplacent. Vous pouvez également déterminer si la zone de précipitations croît ou diminue en importance.

## Conclusion

Vous pouvez maintenant faire votre propre **prévision à court terme** en étudiant le mouvement des échos radar à partir de n'importe quel point de l'écran radar.

Tout ce que vous avez à faire est de :

1. Mesurer avec une règle la distance séparant les échos;
2. Comparer le résultat avec la distance séparant les cercles concentriques; et
3. Déterminer à quelle vitesse les précipitations s'approchent.

Exercice 4.3 : La couleur est essentielle à la bonne interprétation d'images radar (figure 4.5)

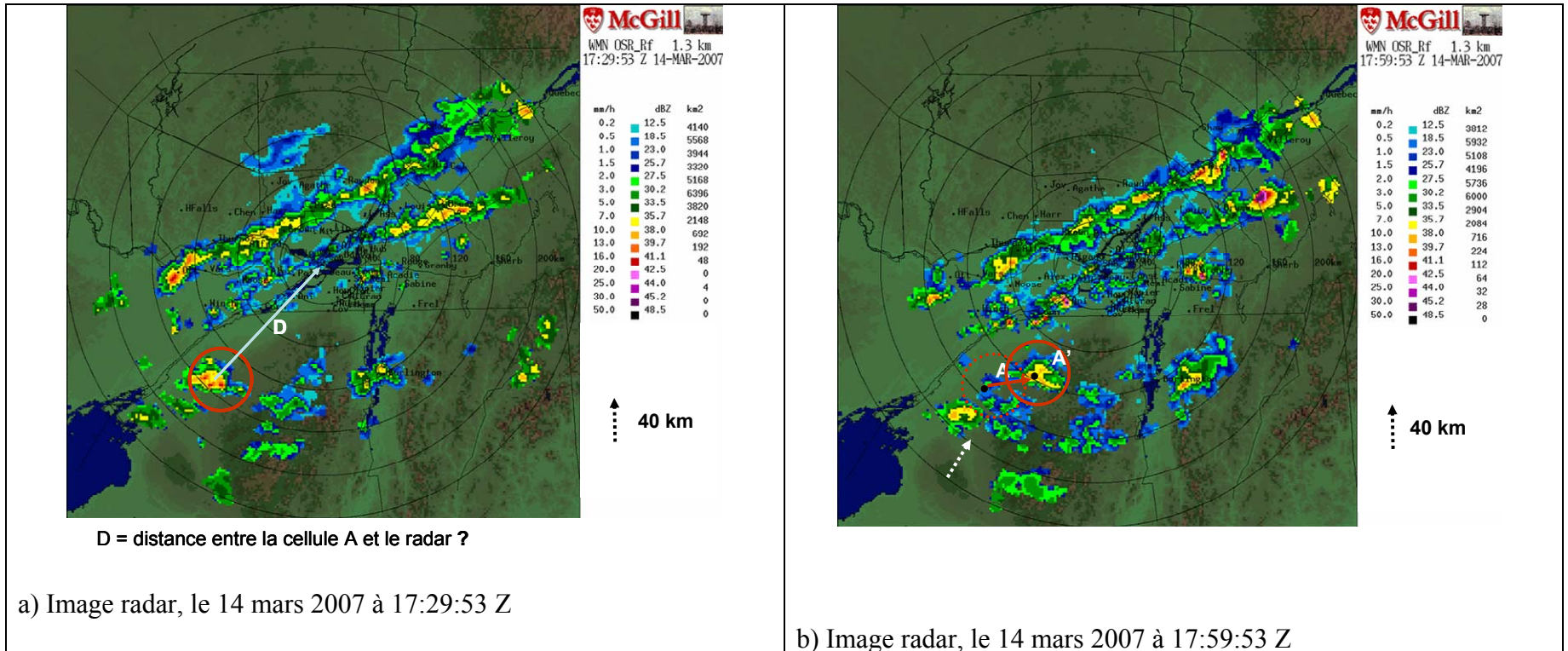


Figure 4.5 : Images de réflectivité radar. Radar de McGill à St. Anne de Bellevue.

- Quelle est la distance D entre la cellule A et le radar de McGill?
- À quelle vitesse se déplace la cellule A?
- Indiquez avec un X le maximum de précipitation observé à 17:59:53 Z

## Devoir 2 (partie 2)

### A. Monette

À remettre, avec la partie 1 du devoir 2, le 16 février

Pour ces exercices, utilisez le site [meteocentre](http://meteocentre.com) dans la section archives à l'adresse suivante :

<http://meteocentre.com/archive/>

Pour les prochaines questions, dans le menu en bas de l'image, choisissez la date du 1 août 2006 à 22 UTC.

- A) Quelle heure est-il à Montréal? **Il est 18h. (22h-4h) Heure Avancée de l'Est**  
B) Choisissez dans le premier onglet du menu «Analyse horaire : Montréal». Quelle est la température près de Montréal? **33 C**  
C) Quelle est la direction du vent près de Montréal? **Sud-Ouest**

Choisissez ensuite dans le premier onglet, «Satellite : VIS Montréal» sans toucher à la date ou à l'heure.

1. A) Quelles sont les conditions de nébulosité à ce moment pour Montréal? **Ciel dégagé**  
B) En cliquant sur précédente et suivante, en haut de l'image, estimez la direction de déplacement de la masse nuageuse au centre-gauche de l'image. **Vers le Sud-Est**  
C) Que pouvez-vous conclure sur l'évolution du temps pour Montréal dans les heures suivantes (jusqu'au début de la soirée)? **Il y aura un ennuagement certain dans les prochaines minutes et fort probablement des précipitations fortes dans les prochaines heures.**

Choisissez maintenant dans le premier onglet, «Satellite : IR Montréal», toujours pour le 1 août 2006 22h UTC. Cette image permet de voir la température du sol ou des nuages s'ils sont présents. Elle peut donc donner une bonne idée de la présence de nuage ou pas sur une région, les nuages étant toujours plus froids que le sol durant la période estivale, la température décroissant avec l'altitude. Plus les nuages sont hauts dans le ciel, plus ceux-ci seront froids.

2. A) Est-ce que vos observations décrites au numéro 2 A) sont confirmées par les images IR? Expliquez. **Oui du fait que la couleur orangée au-dessus de Montréal signifie des températures chaudes et donc que le ciel est bel est bien dégagé**  
B) Estimez la température sur Montréal à 22h UTC à l'aide de l'échelle à la droite de l'image **entre 30 et 35 C**  
C) Estimez la température de la masse nuageuse se situant au nord-ouest de Montréal. Que pouvez-vous conclure sur la hauteur de cette masse nuageuse (basse, moyenne ou haute altitude)? **Entre -60 et -80 C , donc en haute altitude**

Choisissez finalement dans le premier onglet, «Radar : McGill 1.5 km». Cette image permet de savoir si en temps réel il y a de la précipitation sur une région. À droite de l'image, il y a une légende qui indique l'intensité des précipitations. Le bleu pâle indique des précipitations de très faibles intensités, alors que les couleurs rouges, mauves et noires indiquent des précipitations très fortes pouvant être accompagnées d'orages et de tornades.

- A) Est-ce qu'il y a de la précipitation à cette heure sur Montréal? **Non, pas à ce moment**  
B) Quelle est la quantité de précipitation maximale présente à ce moment sur la carte? Indiquez la couleur et la quantité en mm/h en vous aidant de la légende. **Noire, 75-100 mm/h**  
C) En prenant en compte vos réponses des numéros précédents, qu'est-ce que vous suggérez à une personne qui s'est préparé à aller jouer une partie de tennis pendant la soirée de cet jour d'été? Est-ce que son match risquait d'être interrompu par la pluie ou les orages? Expliquez votre raisonnement. **Comme les précipitations risquent de toucher Montréal dans les prochaines heures, il lui est suggéré d'annuler sa partie. En plus, une importante probabilité d'orages forts est présentes au courant de la soirée. De fait, les averses et orages ont commencé à 20h45 et une tornade a même été détecté près de Montréal ce soir-là.**