



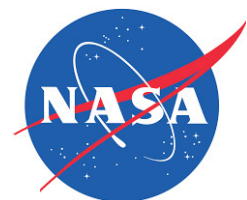
# FEUILLES D'ACTIVITÉS DE L'ÉLÈVE



LE PROGRAMME GLOBE



**BSCS**  
SCIENCE LEARNING





---

© 2019 University Corporation for Atmospheric Research. *Tous droits réservés.*



---

Cette publication a été soutenue par la NASA dans le cadre de la subvention NNX17AD75G.



# TABLE DES MATIÈRES



	<b>1</b> Que savons-nous des tempêtes?	2-4
SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 1	<b>2</b> Qu'est-ce qui favorise la formation des tempêtes?	6-8
	<b>3</b> Comment la température est-elle liée à la formation de nuages?	9-13
	<b>4</b> Quelle est la différence entre une journée ensoleillée et une journée orageuse?	14-17
	<b>5</b> Comment l'air se déplace-t-il et change-t-il lorsqu'une tempête se développe?	18-22
	<b>6</b> Pouvons-nous définir les meilleures conditions pour les tempêtes?	23-25
SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 2	<b>7</b> Quels autres types de tempêtes s'accompagnent de précipitations?	27-28
	<b>8</b> Comment l'air change-t-il avant, pendant et après un front froid?	29-31
	<b>9</b> Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?	32-38
	<b>10</b> Qu'est-ce qui cause le déplacement des fronts?	39-41
	<b>11</b> Qu'est-ce qui pourrait bloquer un front?	42-44
SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 3	<b>12</b> Comment les tempêtes se déplacent-elles dans le monde?	46-48
	<b>13</b> Pourquoi fait-il plus chaud à l'équateur qu'à d'autres endroits sur Terre?	49-52
	<b>14</b> Comment et pourquoi l'air se déplace-t-il sous les tropiques?	53-57
	<b>15</b> Lorsque l'air et les tempêtes se déplacent, pourquoi suivent-ils une trajectoire courbe?	58-60
	<b>TÂCHE FINALE : Défi 1</b> Tempête en Californie	62-64
	<b>TÂCHE FINALE : Défi 2</b> Où est la neige?	65-68
	<b>TÂCHE FINALE : Défi 3</b> Nous vous avertissons	69-72

## LEÇON 1

LEÇON  
**1**

Que savons-nous des tempêtes?



# Que savons-nous des tempêtes?



## ÉTAPE 1 : Que se passe-t-il dans l'atmosphère qui favorise les tempêtes?

Votre classe regardera une vidéo sur une tempête qui a fait rage au Colorado et sur la façon dont les précipitations ont touché la ville de Boulder, dans le Colorado. Après avoir vu la vidéo, pensez à ce que vous savez sur le cycle de l'eau et sur la façon dont les tempêtes se développent. Selon vous, qu'est-ce qui se passe dans l'atmosphère pour provoquer la pluie, la neige et d'autres types de précipitations? Écrivez vos idées ci-dessous.

## ÉTAPE 2 : Quelles sont mes expériences avec les tempêtes et les précipitations?

Pensez à une situation où vous avez vécu une tempête. Répondez aux questions ci-dessous.

1. S'agissait-il d'une tempête de pluie, de neige ou d'un autre type de tempête?
2. À quelle période de l'année cela s'est-il produit?
3. La tempête a-t-elle duré quelques heures ou un jour ou plus?
4. Comment les précipitations de cette tempête ont-elles touché votre communauté?



LEÇON  
**1**

## Que savons-nous des tempêtes?

### ÉTAPE 3 : Indiquez ce que vous savez sur les tempêtes.

Qu'est-ce qui a causé la pluie dans la tempête du Colorado que vous avez vue dans la vidéo? Dessinez et étiquetez une image dans la case ci-dessous pour répondre à cette question. Votre image est un modèle de la manière dont cette tempête s'est produite.

- Votre image devrait montrer tous les facteurs qui ont entraîné la pluie.
- Dans votre dessin, incluez des étiquettes qui expliquent comment chaque facteur a entraîné la pluie.
- Soyez prêt à faire part de vos réflexions à la classe.



LEÇON **1**

# Que savons-nous des tempêtes?



## ÉTAPE 4 : Comment mes idées étaient-elles similaires à, ou différentes de, celles de mes camarades?

Décrivez votre modèle aux autres élèves de votre groupe.

IDÉES SIMILAIRES	IDÉES DIFFÉRENTES

## ÉTAPE 5 : Quelles questions ai-je sur les tempêtes et les précipitations?

Qu'est-ce que vous vous demandez à propos de la formation des tempêtes? Listez les questions que vous avez sur les tempêtes et les précipitations.

# FÉLICITATIONS,

vous faites maintenant partie de la communauté GLOBE!

Maintenant que vous avez terminé la Leçon 1 de GLOBE Weather, vous êtes prêt à devenir un jeune scientifique actif de GLOBE.



**GLOBE** signifie **G**lobal **L**earning and **O**bservations to **B**enefit the **E**nvironment. (Programme d'éducation et d'observation mondial au profit de l'environnement). GLOBE est un programme international de sciences et d'éducation qui regroupe des élèves et des scientifiques du monde entier. Vous avez maintenant la possibilité de participer à GLOBE avec d'autres élèves intéressés à en apprendre davantage sur l'environnement, en menant des recherches sur des sujets qui vous intéressent. GLOBE dispose de nombreuses ressources et opportunités pour les scientifiques de tous âges. Découvrez comment participer en regardant une courte vidéo (4 min 26) sur le site Web de GLOBE : <https://www.globe.gov/do-globe/for-students/be-a-scientist>.

## ▶ SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 1

LEÇON 2

Qu'est-ce qui favorise la formation des tempêtes?

LEÇON 3

Comment la température est-elle liée à la formation de nuages?

LEÇON 4

Quelle est la différence entre une journée ensoleillée et une journée orageuse?

LEÇON 5

Comment l'air se déplace-t-il et change-t-il lorsqu'une tempête se développe?

LEÇON 6

Pouvons-nous définir les meilleures conditions pour les tempêtes?



 LEÇON 2

# Qu'est-ce qui favorise la formation des tempêtes?

Observer les formes des nuages et leurs variations au fil du temps peut vous donner des indices sur ce qui se passe dans le ciel.



## ÉTAPE 1 : Que pouvons-nous apprendre sur les tempêtes en observant les nuages dans le ciel?

En travaillant en équipes de deux ou en petits groupes, écrivez vos idées ci-dessous. (Rédigez des phrases complètes.)



## ÉTAPE 2 : Que remarquez-vous au sujet d'une journée ensoleillée par rapport à une journée orageuse?

Observez les nuages dans les vidéos en accéléré et notez vos observations ci-dessous.



JOURNÉE ENSOLEILLÉE



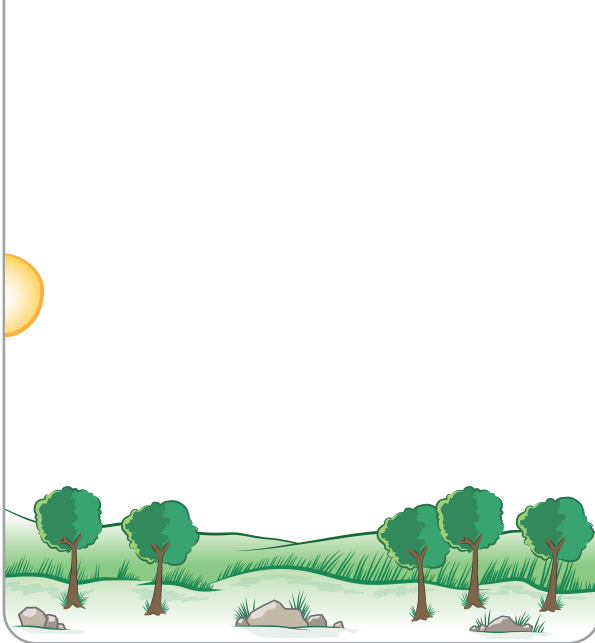
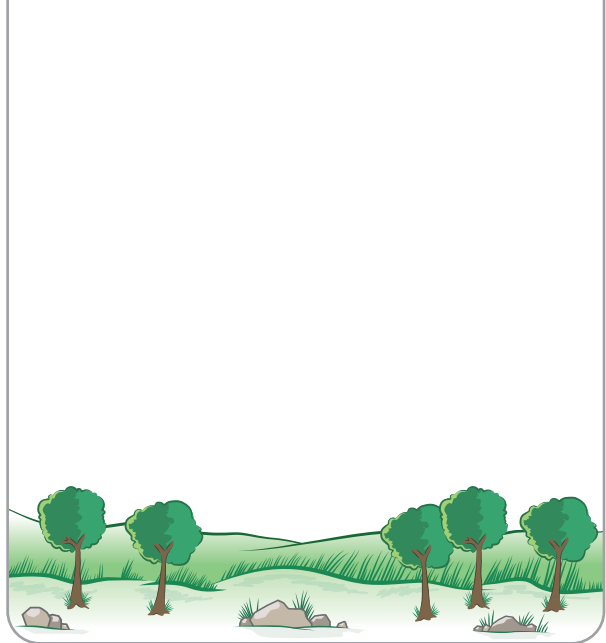
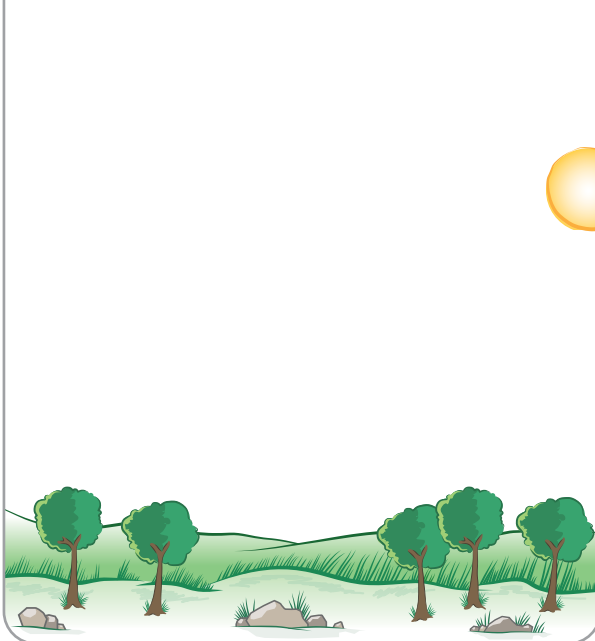
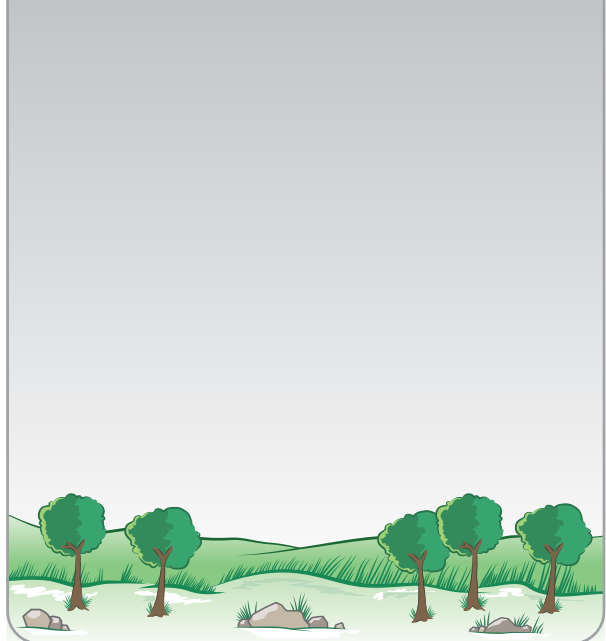
JOURNÉE ORAGEUSE

## Pourquoi pensez-vous que la tempête s'est développée un jour et non pas l'autre?

Écrivez vos idées ci-dessous, à l'aide de phrases complètes.

**ÉTAPE 3 : Illustrez la formation d'une tempête tout au long de la journée.**

Inspirez-vous de la vidéo en accéléré d'une journée orageuse. Illustrez le temps qu'il fait à différents moments de la journée, en utilisant chacune des cases ci-dessous. Incluez ce que vous savez sur la façon dont les nuages, l'eau, l'air et le soleil se déplacent et changent tout au long de la journée.

**MATIN À 9 H****MI-JOURNÉE À 12 H****APRÈS-MIDI À 15 H****NUIT À 21 H**



### S'ARRÊTER ET RÉFLÉCHIR

Répondez aux questions ci-dessous.

**Les nuages et les tempêtes se trouvent généralement très en hauteur. Si vous pouviez examiner l'air en altitude par rapport à l'air près du sol, que remarqueriez-vous, selon vous?**

**Quelles mesures souhaiteriez-vous prendre de l'air à différentes altitudes?**

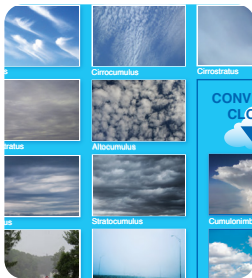
**Comment ces mesures pourraient-elles nous aider à comprendre comment les nuages se forment?**

## ÉTAPE 4 : Faites des observations sur les nuages dans le ciel!

Observez le ciel pour trouver des indices sur ce qui se passe au niveau météorologique dans votre communauté. Suivez les instructions de votre enseignant pour faire des observations et rappelez-vous **de ne jamais regarder directement le soleil**.

N'oubliez pas de rechercher :

- Quelle portion du ciel est couverte par les nuages?
- Quels types de nuages voit-on dans le ciel?
- Les nuages sont-ils opaques ou peut-on voir à travers?



Identifiez les nuages à l'aide de la Carte GLOBE de Nuages ([bit.ly/globecloudchartfrench](http://bit.ly/globecloudchartfrench)).



Téléchargez l'application GLOBE Observer Clouds ([observer.globe.gov](http://observer.globe.gov)) pour faire des observations sur les nuages et prendre des photos qui peuvent être comparées aux images satellites de la NASA. Cela aide les scientifiques à comprendre le ciel d'en haut et d'en bas.

# LEÇON 3

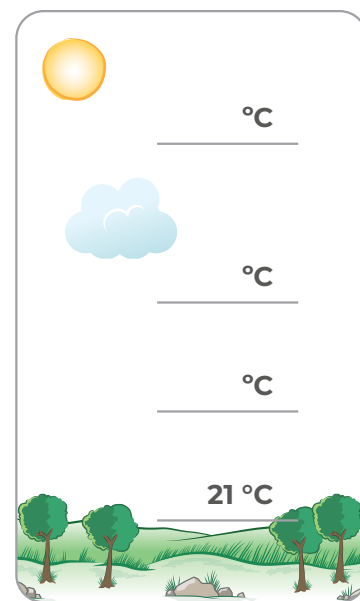
## Comment la température est-elle liée à la formation de nuages?

Les ballons-sondes transportent des instruments dans l'atmosphère pour collecter des données sur la température à différentes altitudes, que ce soit près du sol ou tout là-haut où les nuages se forment, et même encore plus haut. Dans cette leçon, vous explorerez les données recueillies par un ballon-sonde pour en savoir plus sur la manière dont l'air change avec l'altitude.



### ÉTAPE 1 : Servez-vous de la température près du sol pour prévoir les autres températures.

Remplissez les espaces dans le graphique à droite pour faire une prévision sur la manière dont la température de l'air change avec l'altitude.



### ÉTAPE 2 : Collectez des données sur la température.

Sur un ordinateur ou une tablette, ouvrez le ballon-sonde virtuel interactif ([scied.ucar.edu/virtual-ballooning](http://scied.ucar.edu/virtual-ballooning)). Cette simulation vous permet de lancer des ballons-sondes virtuels et de noter la température à différentes altitudes dans l'atmosphère.

1. Cliquez sur « Explorer la troposphère » pour participer au jeu.
2. Apprenez à connaître le graphique. Notez que l'altitude se trouve sur l'axe vertical (axe Y) et la température, sur l'axe horizontal (axe X).
3. Choisissez les paramètres pour le lancement d'un ballon. Chaque ballon que vous lancez prendra trois mesures de température. Réglez l'altitude pour commencer à enregistrer la température en faisant glisser la flèche « Collecter les données » vers le haut ou vers le bas de l'axe Y.
4. Cliquez sur le bouton « Lancer le ballon » et voyez votre ballon recueillir des données sur la température.
5. Notez cette température dans le tableau à la page suivante. Examinez les points que le ballon a fait sur le graphique pour trouver la température à différentes altitudes.
6. Cliquez sur le bouton « Nouveau vol » et choisissez de nouveaux paramètres pour lancer un nouveau ballon et collecter plus de données. Recueillez autant de données que possible avec quatre lancements de ballons.



**ÉTAPE 2 SUITE :**  
Collectez des données sur la température.

	ALTITUDE	TEMPÉRATURE (°C)
↑ nuages élevés	10 km	
	9 km	
	8 km	
	7 km	
	6 km	
	5 km	
	4 km	
	3 km	
	2 km	
	1 km	
↓ nuages bas	0 km	

**ÉTAPE 3 : Analysez et interprétez les données.**

1. Décrivez le schéma que vous voyez dans les données sur la température du sol jusqu'à l'endroit où se forment les nuages d'une tempête.
2. Est-ce le schéma que vous aviez prévu? Pourquoi ou pourquoi pas?
3. Selon vous, qu'est-ce qui *cause* le schéma de température?
4. Comment le schéma de température est-il lié à la formation des tempêtes? (Dessinez ou écrivez vos idées ci-dessous.)



# Comment la température est-elle liée à la formation de nuages?

## ÉTAPE 4 : Comment les températures de l'air et de surface changent-elles pendant la journée?

Pour découvrir pourquoi la température de l'air change avec l'altitude, jetez un coup d'œil à la manière dont la température du sol (température de surface) est liée à la température de l'air juste au-dessus du sol (température de l'air) dans le graphique ci-dessous. Les élèves de Westview Middle School à Longmont, dans le Colorado, ont recueilli les données dans ce graphique. Toutes les heures, pendant une journée, ils ont mesuré la température de surface et la température de l'air à l'extérieur de leur école.

**Comparez les deux tendances de données dans le graphique en suivant les instructions suivantes :**



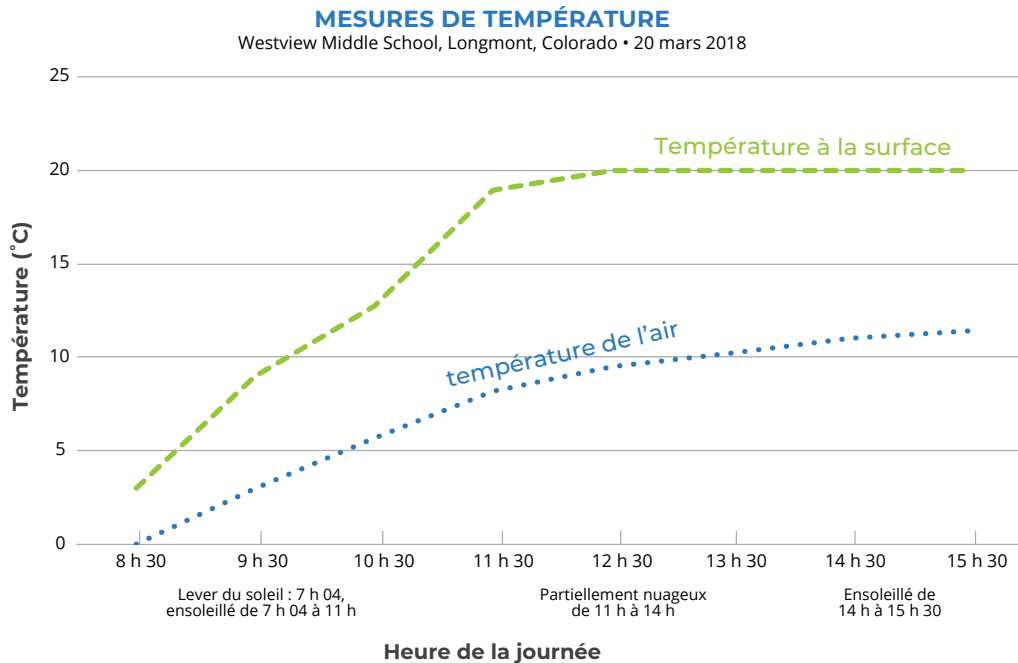
### CE QUE JE VOIS

1. Regardez différentes parties du graphique. Remarquez-vous des schémas? Remarquez-vous des différences intéressantes? Écrivez les énoncés **Ce que je vois** sur le graphique pour noter vos observations.
2. Faites part de vos énoncés à la demande de votre professeur.



### CE QUE CELA SIGNIFIE

1. À côté de chaque énoncé **Ce que je vois**, écrivez un énoncé **Ce que cela signifie** pour expliquer ce qui se passe, à votre avis, dans chaque partie du graphique.
2. Faites part de vos énoncés à la demande de votre professeur.



**Écrivez une légende pour le graphique qui compare les deux tendances de données.**



# Comment la température est-elle liée à la formation de nuages?

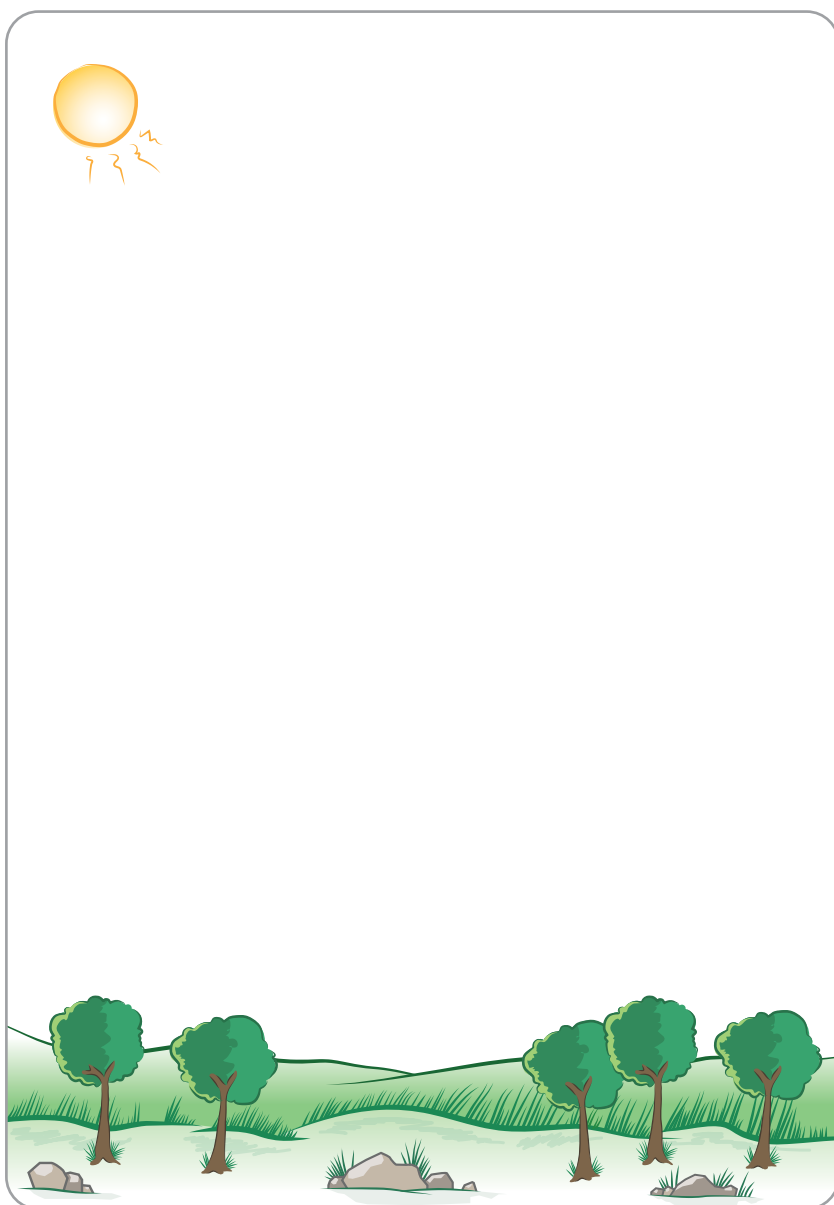
## ÉTAPE 5 : Créez un modèle de la façon dont la lumière du soleil réchauffe l'atmosphère.

Dans la case ci-dessous, dessinez un modèle qui aide à répondre à la question suivante :

### Pourquoi la température de surface augmente-t-elle au cours de la journée et pourquoi la surface est-elle plus chaude que l'air au-dessus d'elle?

Votre modèle doit expliquer :

- Comment la température de surface est liée à la lumière du soleil
- Comment la température de l'air est liée à la température de surface
- Comment la température de l'air change à partir du sol jusqu'à des altitudes plus élevées
- Comment déterminer les trois éléments ci-dessus à l'aide des preuves tirées des données sur la température



#### CLÉ

(Choisissez des couleurs pour représenter la lumière du soleil et la température.)

lumière du soleil

température

Écrivez une légende pour votre modèle pour décrire la manière dont la lumière du soleil réchauffe l'atmosphère.



## Comment la température est-elle liée à la formation de nuages?

### ÉTAPE 6 : Comment votre modèle est-il lié aux tempêtes?

Il n'y avait pas de tempête le jour où les élèves de Westview Middle School ont recueilli les données sur la température de surface et sur la température de l'air, mais le ciel est devenu nuageux dans l'après-midi.

La vidéo en accéléré a montré que les nuages ont commencé à se former le matin et l'après-midi, il a plu.

**Écrivez une phrase pour répondre à la question : Selon vous, comment la température est-elle liée à la formation des nuages et de la tempête?**

**Listez les preuves à partir de votre modèle pour étayer votre réponse ci-dessus.**

**Décrivez la raison pour laquelle les preuves que vous avez énumérées étayent votre réponse.**



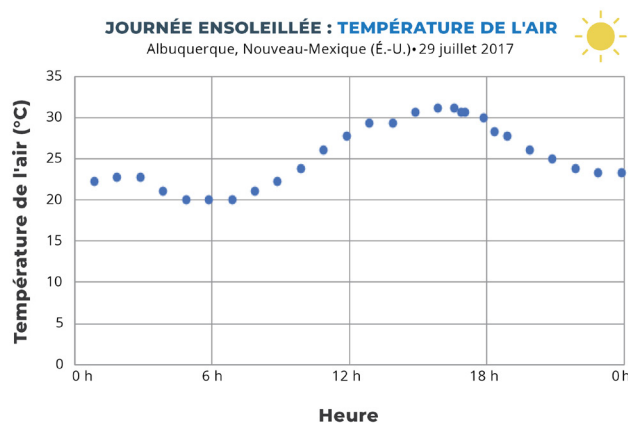


LEÇON **4**

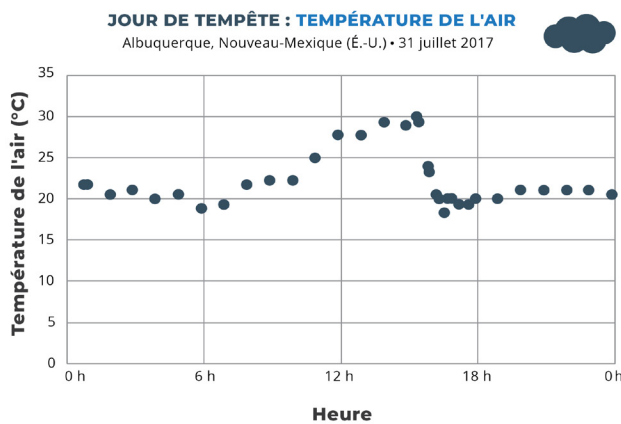
# Quelle est la différence entre une journée ensoleillée et une journée orageuse?

## ÉTAPE 1 : Comparez les températures de l'air entre une journée ensoleillée et une journée orageuse.

Les journées orageuses suivent-elles un schéma différent des journées ensoleillées? Répondez aux questions en utilisant les graphiques des données sur la température ci-dessous.



1. Décrivez le schéma d'une journée ensoleillée.



2. Décrivez le schéma d'une journée orageuse.

3. En regardant uniquement les données sur la température, quand pensez-vous que la pluie est tombée et pourquoi? Entourez l'endroit où la pluie commence sur le graphique de la journée orageuse.

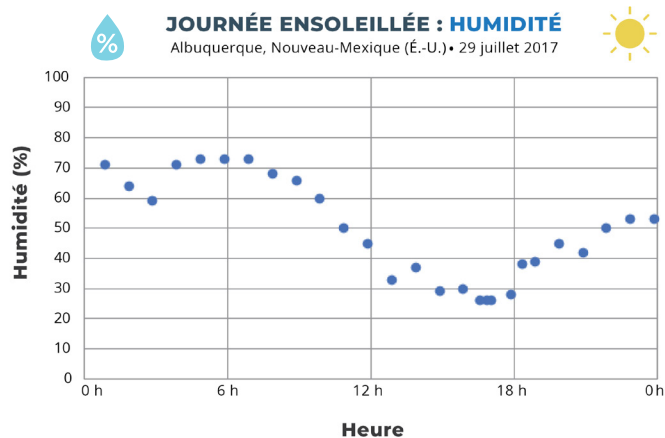


# Quelle est la différence entre une journée ensoleillée et une journée orageuse?

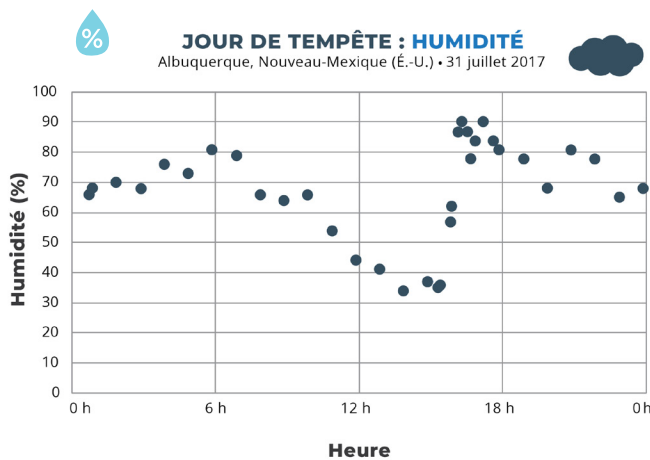
## ÉTAPE 2 : Comparez l'humidité d'une journée ensoleillée par rapport à celle d'une journée orageuse.

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau dans l'air. Si l'humidité est de 100 %, alors l'air ne peut pas contenir plus de vapeur d'eau (et vous êtes probablement dans un nuage). Si l'humidité est inférieure à 100 %, alors l'air pourrait contenir plus de vapeur d'eau. L'air chaud fournit l'énergie nécessaire pour évaporer plus d'eau que l'air froid. C'est pourquoi une journée chaude et humide est plus courante qu'une journée froide et humide. Lorsque l'humidité est basse, les personnes disent que l'air est sec, car il ne contient pas beaucoup de vapeur d'eau.

Les journées orageuses suivent-elles un schéma différent des journées ensoleillées? Répondez aux questions en utilisant les graphiques des données sur l'humidité ci-dessous.



1. Décrivez le schéma d'une journée ensoleillée.



2. Décrivez le schéma d'une journée orageuse.

3. Entourez l'endroit où la pluie commence sur le graphique de la journée orageuse. En tenant compte à la fois de la température et de l'humidité de l'air, quel schéma, selon vous, est le plus susceptible de former des tempêtes?



LEÇON  
**4**

## Quelle est la différence entre une journée ensoleillée et une journée orageuse?

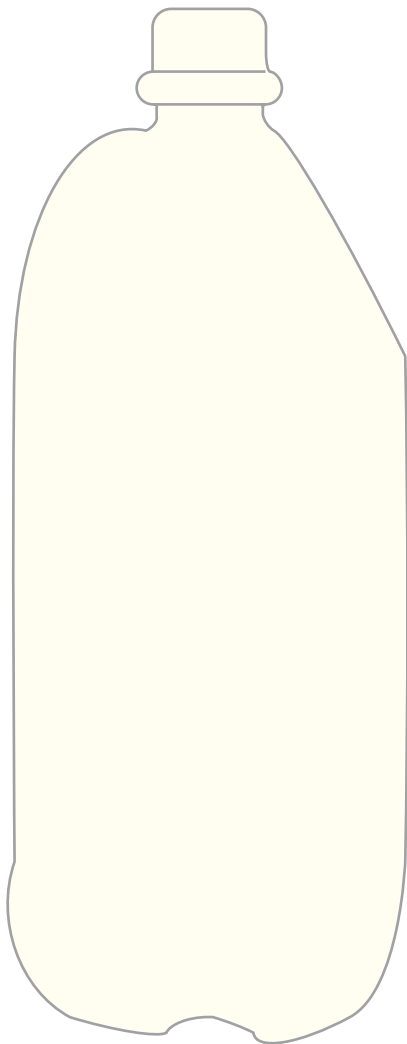
### ÉTAPE 3 : Créez une tempête dans une bouteille.

À partir de ce que vous savez sur la température et l'humidité relative, créez un modèle de journée ensoleillée et de journée orageuse à l'aide de bouteilles transparentes ayant des contenus différents.

1. Dessinez ce que vous mettez dans chacune de vos bouteilles. Étiquetez les matériaux que vous avez ajoutés.



**JOURNÉE ENSOLEILLÉE**



**JOURNÉE ORAGEUSE**





2. Allumez la lampe (pour représenter le soleil) et observez les bouteilles pendant 20 minutes. Ajoutez vos observations sur la température et l'humidité de chaque bouteille aux images ci-dessus. Utilisez le tableau de données de la page suivante pour noter les changements de température et d'humidité dans vos bouteilles.



LEÇON **4**

# Quelle est la différence entre une journée ensoleillée et une journée orageuse?

Mesurez la température avec votre thermomètre et inscrivez-la. Recherchez des signes d'humidité, comme la condensation à l'intérieur de la bouteille, et notez-les dans le tableau ci-dessous.

MINUTE	BOUTEILLE JOURNÉE ENSOLEILLÉE 		BOUTEILLE JOURNÉE ORAGEUSE 	
	TEMPÉRATURE (°C)	HUMIDITÉ	TEMPÉRATURE (°C)	HUMIDITÉ
2				
4				
6				
8				
10				
12				
14				
16				
18				
20				



3. Discutez des questions suivantes avec vos camarades :

- La bouteille de la journée ensoleillée correspond-t-elle à ce à quoi vous vous attendiez? Si non, qu'est-ce qui s'est passé?
- La bouteille de la journée orageuse correspond-t-elle à ce à quoi vous vous attendiez? Si non, qu'est-ce qui s'est passé?
- En vous servant des preuves tirées des bouteilles et des données sur la température et l'humidité, pouvez-vous dire quelles sont les meilleures conditions pour les tempêtes?


 LEÇON 5

## Comment l'air se déplace-t-il et change-t-il lorsqu'une tempête se développe?

Votre professeur montrera comment l'air change lorsqu'il est réchauffé ou refroidi. Cela vous aidera à déterminer ce qui arrive à l'air qui se réchauffe près de la surface, et à l'air qui refroidit à des altitudes plus élevées.

### ÉTAPE 1 : Observez l'air réchauffé et refroidi.

Dessinez l'installation du laboratoire et ce qui arrive au ballon pendant la démonstration. Ajoutez vos observations à votre dessin en cours de réalisation. N'oubliez pas de marquer ce qui se passe.

CONFIGURATION DU LABORATOIRE	BALLON EN MYLAR CHAUFFÉ	BALLON EN MYLAR ALORS QU'IL REFROIDIT

1. Pourquoi le ballon réchauffé monte-t-il? Pensez à ce qui se passe à l'intérieur du ballon.
2. Que se passe-t-il à l'intérieur du ballon lorsqu'il commence à descendre?

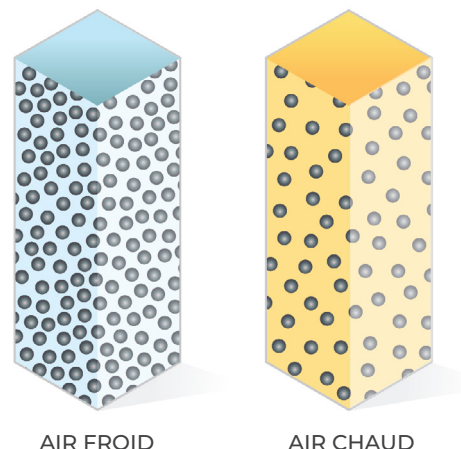


# Comment l'air se déplace-t-il et change-t-il lorsqu'une tempête se développe?

## ÉTAPE 2 : L'air en mouvement

Il y a quelque chose de différent entre l'air chaud et l'air froid qui fait monter l'air chaud et descendre l'air froid. Lorsque l'air à l'intérieur du ballon s'est réchauffé, le ballon s'est gonflé et a monté. Lorsque l'air à l'intérieur du ballon s'est refroidi, le ballon a commencé à se rétracter et à descendre. Réfléchissons un peu plus à cet air et à ce qui se passe lorsqu'il est réchauffé ou refroidi. Pour mieux comprendre, nous allons devoir faire un zoom avant et réfléchir à ce qui se passe dans les molécules d'air.

Imaginez que vous pouvez voir une poche de molécules d'air réchauffées. Lorsque l'air est réchauffé, l'énergie de la chaleur est absorbée par les molécules individuelles, ce qui les pousse à se déplacer plus rapidement. Les molécules se déplacent plus rapidement et plus loin. Lorsque les molécules libèrent leur énergie, elles commencent à ralentir et à se regrouper. Cela se produit lorsque les molécules n'ont plus de source de chaleur et « refroidissent ».



**Dessinez un diagramme qui montre 20 molécules d'air réchauffées à l'intérieur du ballon en mylar par rapport à 20 molécules d'air plus froides.**

BALLON AVEC AIR CHAUD	BALLON AVEC AIR FROID

C'est en cela que l'air chaud et l'air frais sont différents. Mais pourquoi se déplacent-ils dans différentes directions? Pour mieux comprendre, nous allons devoir faire un zoom avant et réfléchir à la planète entière et à la gravité.



## Comment l'air se déplace-t-il et change-t-il lorsqu'une tempête se développe?

### ÉTAPE 2 SUITE : L'air en mouvement

La gravité est la force qui attire tous les objets vers le centre de la planète. Même les petites choses comme les molécules d'air sont influencées par la gravité et sont tirées vers le bas. Le poids des molécules d'air plus élevées dans l'atmosphère pousse les molécules d'air plus bas dans l'atmosphère, plus près les unes des autres. Hautes dans l'atmosphère, elles sont espacées les unes des autres. Les molécules d'air qui sont rapprochées sont à haute pression. Les molécules d'air séparées sont à basse pression.

**Dessinez des molécules d'air entre la planète et le haut de l'atmosphère. N'oubliez pas qu'elles seront espacées différemment selon qu'elles sont proches du sol ou plus haut dans l'atmosphère.**



CLÉ



molécules  
d'air



# Comment l'air se déplace-t-il et change-t-il lorsqu'une tempête se développe?

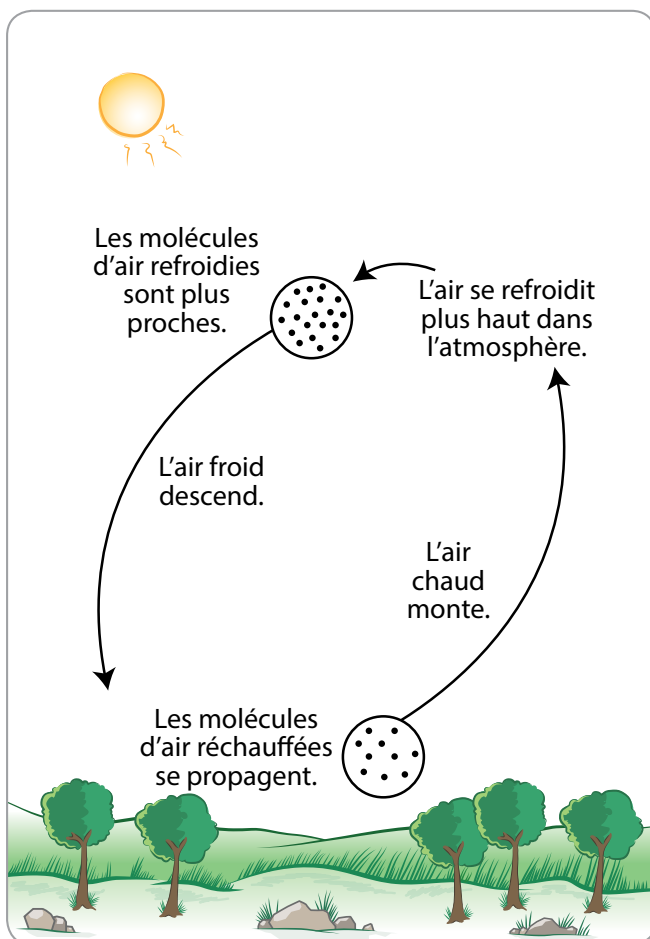
## ÉTAPE 2 SUITE : L'air en mouvement

Lorsque la lumière du soleil réchauffe la terre, puis réchauffe l'air à proximité, les molécules se répandent un peu, en prenant plus d'espace, comme l'air à haute altitude. La pression de l'air chaud est plus basse que celle de l'air autour de lui, ainsi il monte dans l'atmosphère, comme le ballon réchauffé dans l'activité précédente.

Lorsque l'air réchauffé monte dans l'atmosphère, il refroidit car, à des altitudes plus élevées, l'air est plus froid. N'oubliez pas que l'air froid ne contient pas autant de vapeur d'eau que l'air chaud, ainsi tandis que l'air chaud refroidit, une partie de la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes d'eau qui forment les nuages.

Lorsque l'air devient plus froid, les molécules se rapprochent. La pression de l'air froid est plus élevée que celle de l'air autour de lui, ainsi il descend dans l'atmosphère, comme le ballon refroidi dans l'activité précédente. Ensuite, il peut être réchauffé et s'élever à nouveau.

Ce cycle de montée et de descente de l'air est appelé **convection**.



**EXPLIQUER :** Pourquoi l'air chaud monte-t-il et l'air froid descend-il?





## Comment l'air se déplace-t-il et change-t-il lorsqu'une tempête se développe?

### ÉTAPE 3 : Créez un modèle pour décrire la manière dont les précipitations se produisent dans une tempête isolée.

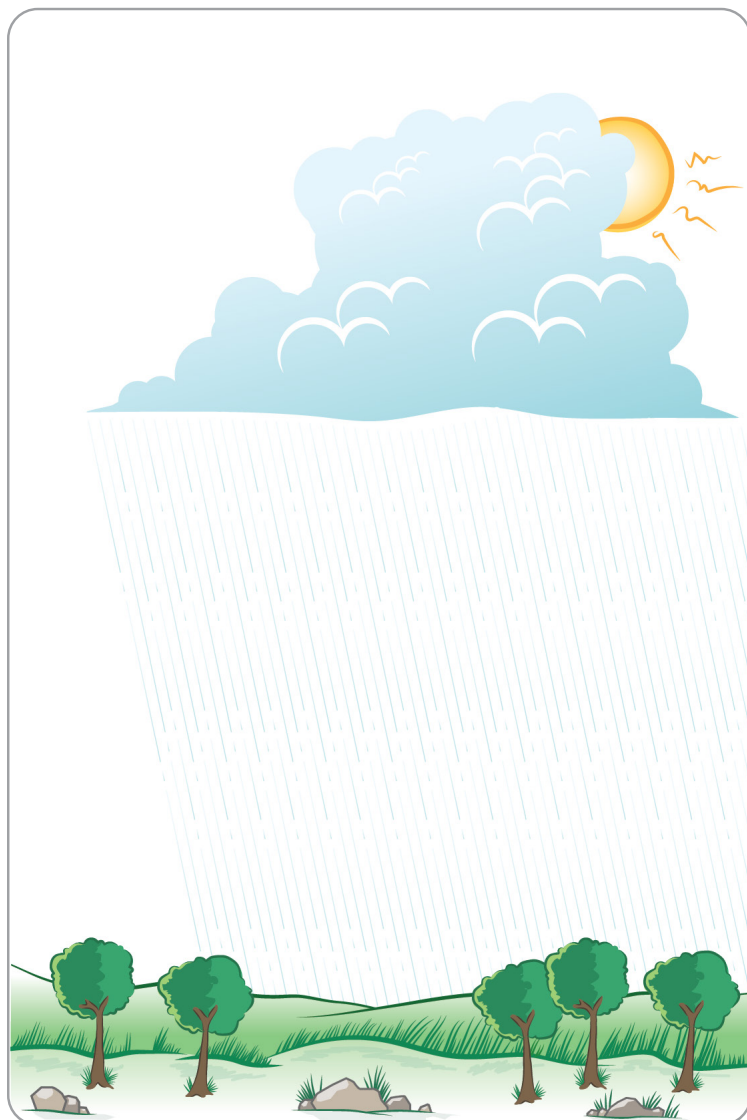
Pour commencer, **dessinez et écrivez** dans l'illustration pour expliquer comment les précipitations se produisent dans une tempête isolée.

Assurez-vous que votre modèle répond aux questions suivantes :

- Qu'est-ce qui arrive à l'énergie du soleil qui favorise une tempête isolée?
- Qu'est-ce qui arrive à l'eau à la surface et aux nuages qui conduisent à la tempête isolée?
- Comment la température de l'air et l'humidité changent-elles lorsque l'air se déplace du sol vers les nuages?
- Comment l'air se déplace-t-il entre le sol et l'endroit où se développe la tempête?

Écrivez une explication qui accompagne votre modèle et répondez à la question ci-dessous :

**EXPLIQUER :** Qu'est-ce qui doit se produire pour qu'une tempête isolée se développe?



**LEÇON**  
**6**

# Pouvons-nous définir les meilleures conditions pour les tempêtes?

**ÉTAPE 1 : Faites des prévisions.**

À l'aide de votre modèle pour une tempête isolée et de ce que vous savez sur la température et l'humidité, prévoyez quelles seraient les conditions les plus favorables pour une tempête isolée.

Une forte tempête se développerait si la température dans la haute atmosphère près des nuages était

**beaucoup plus froide que**    **beaucoup plus chaude que**    **à peu près identique à**

la température près du sol, car \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Une forte tempête se développerait si l'humidité était  **élevée**    **modérée**    **faible**

parce que \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Pouvons-nous définir les meilleures conditions pour les tempêtes?

## ÉTAPE 2 : Notez et expliquez vos observations.

Vous pouvez maintenant tester vos prévisions avec la simulation Faire un orage ([scied.ucar.edu/make-thunderstorm](http://scied.ucar.edu/make-thunderstorm)). Suivez les instructions de votre professeur pour la collecte des données à partir de la simulation. Notez vos observations sur cinq essais dans le tableau ci-dessous. Expliquez ensuite pourquoi une tempête s'est développée ou pas.

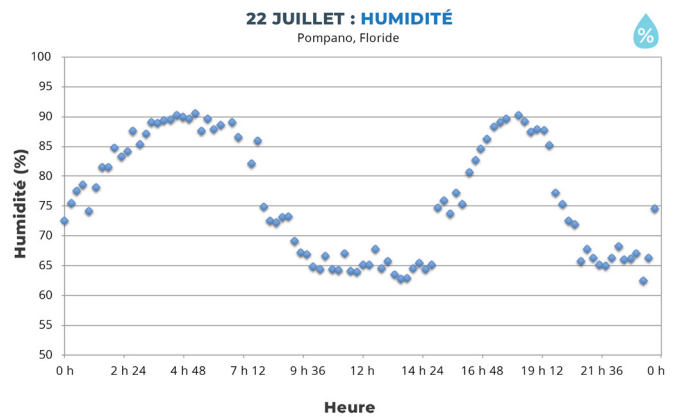
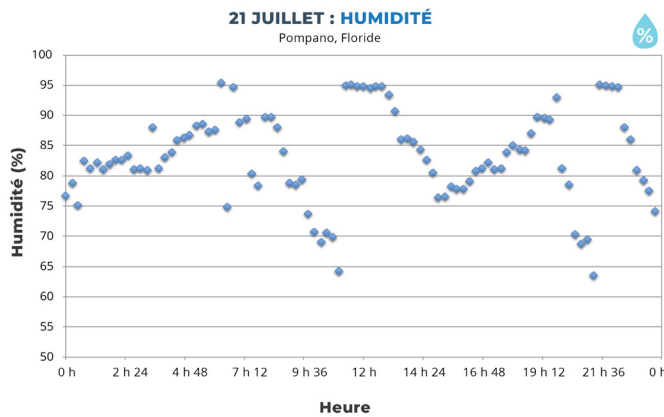
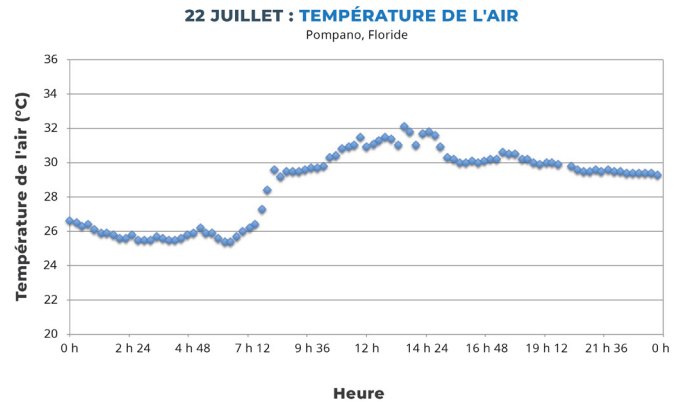
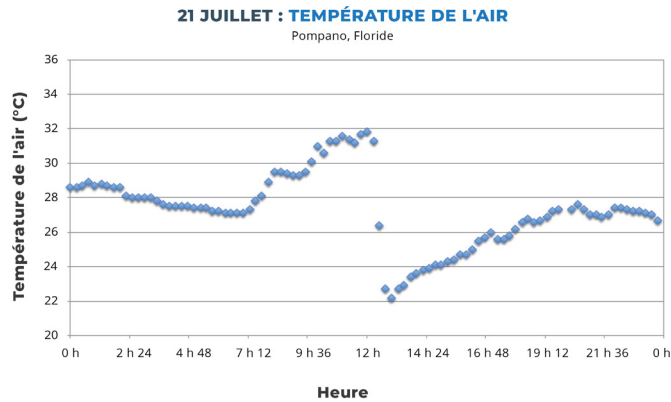
CONDITIONS	RÉSULTAT	POURQUOI CELA S'EST-IL PASSÉ? Expliquez ce qui a aidé la tempête ou ce qui manquait.
temp. en haute altitude <input type="text"/> humidité <input type="text"/> temp. en basse altitude <input type="text"/>	<input type="radio"/> pas de tempête <input type="radio"/> petite tempête <input type="radio"/> moyenne tempête <input type="radio"/> grande tempête	
temp. en haute altitude <input type="text"/> humidité <input type="text"/> temp. en basse altitude <input type="text"/>	<input type="radio"/> pas de tempête <input type="radio"/> petite tempête <input type="radio"/> moyenne tempête <input type="radio"/> grande tempête	
temp. en haute altitude <input type="text"/> humidité <input type="text"/> temp. en basse altitude <input type="text"/>	<input type="radio"/> pas de tempête <input type="radio"/> petite tempête <input type="radio"/> moyenne tempête <input type="radio"/> grande tempête	
temp. en haute altitude <input type="text"/> humidité <input type="text"/> temp. en basse altitude <input type="text"/>	<input type="radio"/> pas de tempête <input type="radio"/> petite tempête <input type="radio"/> moyenne tempête <input type="radio"/> grande tempête	
temp. en haute altitude <input type="text"/> humidité <input type="text"/> temp. en basse altitude <input type="text"/>	<input type="radio"/> pas de tempête <input type="radio"/> petite tempête <input type="radio"/> moyenne tempête <input type="radio"/> grande tempête	

# Pouvons-nous définir les meilleures conditions pour les tempêtes?

## ÉTAPE 3 : Quand a-t-il plu?

Voici les données sur la température et d'humidité de l'air sur deux jours à Pompano, en Floride. Il a plu l'un de ces deux jours. Déterminez la journée la plus probable et l'heure à laquelle il a plu.

1. Entourez sur le graphique le jour où la pluie est tombée.



2. Expliquez quelles conditions étaient susceptibles d'entraîner cette pluie et pourquoi vous pensez qu'elle est tombée à ce moment-là. Servez-vous des preuves des études précédentes, et de votre modèle, pour appuyer votre explication.

## ▶ SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 2

LEÇON 7

Quels autres types de tempêtes s'accompagnent de précipitations?

LEÇON 8

Comment l'air change-t-il avant, pendant et après le passage d'un front froid?

LEÇON 9

Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?

LEÇON 10

Qu'est-ce qui cause le déplacement des fronts?

LEÇON 11

Qu'est-ce qui pourrait bloquer un front?


 LEÇON 7

# Quels autres types de tempêtes s'accompagnent de précipitations?



## ÉTAPE 1 : Qu'est-ce que vous remarquez à propos du front froid?

Regardez la vidéo en accéléré d'une journée durant laquelle un front froid a traversé Lyons, dans le Colorado, et observez comment la météo change au fil du temps.

	LEVER DU SOLEIL À MIDI	MIDI À 16 H	16 H AU COUCHER DU SOLEIL
<b>VENT</b> Vitesse du vent :	<input type="radio"/> élevée <input type="radio"/> faible	<input type="radio"/> élevée <input type="radio"/> faible	<input type="radio"/> élevée <input type="radio"/> faible
Direction du vent : <i>est-ce qu'elle change?</i>			
<b>NUAGES</b> Type de nuages : <i>quels types sont visibles?</i>			
Nébulosité : <i>quelle est la portion de ciel couverte par les nuages?</i>			
<b>PRÉCIPITATIONS</b> <i>Quand les précipitations se forment-elles?</i>			
<i>Pourriez-vous dire quel type : pluie, neige ou autre?</i>			
<i>Y en avait-il beaucoup ou un peu?</i>			

1. En quoi la tempête dans la vidéo en accéléré est-elle différente d'une tempête isolée?

## ÉTAPE 2 : Réfléchissez à différents types de tempêtes.

Avez-vous connu des tempêtes différentes des tempêtes isolées que vous avez étudiées plus tôt?

Décrivez les tempêtes que vous avez vécues et expliquez ce qui les a rendues différentes d'une tempête isolée.

DÉCRIREZ LA TEMPÊTE QUE VOUS AVEZ VÉCUE.	EN QUOI EST-ELLE DIFFÉRENTE D'UNE TEMPÊTE ISOLÉE?

# Quels autres types de tempêtes s'accompagnent de précipitations?



## ÉTAPE 3 : Interprétez une prévision météo pour un front froid.

Les prévisions sur sept jours ci-dessous montrent un front froid circulant dans une région. Travaillez en équipe pour interpréter ce qui se passe avant, pendant et après le passage du front.

Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Généralement ensoleillé	Partiellement nuageux	Partiellement nuageux	Généralement nuageux	Généralement nuageux	Averses de pluie	Ensoleillé
Max. 68° Min. 55°	Max. 75° Min. 60°	Max. 74° Min. 60°	Max. 70° Min. 56°	Max. 70° Min. 55°	Max. 60° Min. 31°	Max. 47° Min. 30°

	AVANT LE FRONT FROID (samedi à mercredi)	PENDANT LE FRONT FROID (jeudi)	APRÈS LE FRONT FROID (vendredi)
<b>Température :</b> La température la plus élevée était :			
La température la plus basse était :			
<b>Humidité et nuages</b> Nous n'avons pas de données sur l'humidité, mais nous savons que les nuages se forment lorsque l'humidité est plus élevée. <i>Quand l'humidité a-t-elle été élevée ou faible?</i>	<input type="radio"/> humidité élevée <input type="radio"/> humidité faible	<input type="radio"/> humidité élevée <input type="radio"/> humidité faible	<input type="radio"/> humidité élevée <input type="radio"/> humidité faible
<b>Précipitations</b> <i>Quand y a-t-il eu des précipitations? Quand cela n'a-t-il pas eu lieu?</i>	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non

1. Selon vous, comment était l'air (température et humidité) à cet endroit avant le passage du front?
2. Selon vous, comment était l'air (température et humidité) à cet endroit après le passage du front?
3. À votre avis, qu'est-ce qui a causé les précipitations pendant le front?

LEÇON **8**

# Comment l'air change-t-il avant, pendant et après le passage d'un front froid?

## ÉTAPE 1 : Décrivez la température de l'air avant, pendant et après le passage du front froid.

Imaginez que votre ville vient de recevoir un bulletin météorologique faisant état d'un front froid se dirigeant vers vous. Lisez le bulletin météorologique et analysez les données sur la température, l'humidité et le vent pour déterminer ce qui s'est passé pendant cette tempête.

BULLETIN MÉTÉO

On s'attend à ce qu'un front froid change les températures dans la région après un réchauffement prolongé. Le front froid arrivera à South Riding, en Virginie, le matin du 21 octobre 2016. Préparez-vous à un changement de température sur deux jours lorsque le front traversera la région, remplaçant ainsi une masse d'air chaud par une masse d'air froid.

Entourez les données sur le graphique qui montre quand le front froid traverse South Riding, VA. Décrivez le graphique à l'aide des énoncés **Ce que je vois** et **Ce que cela signifie**.

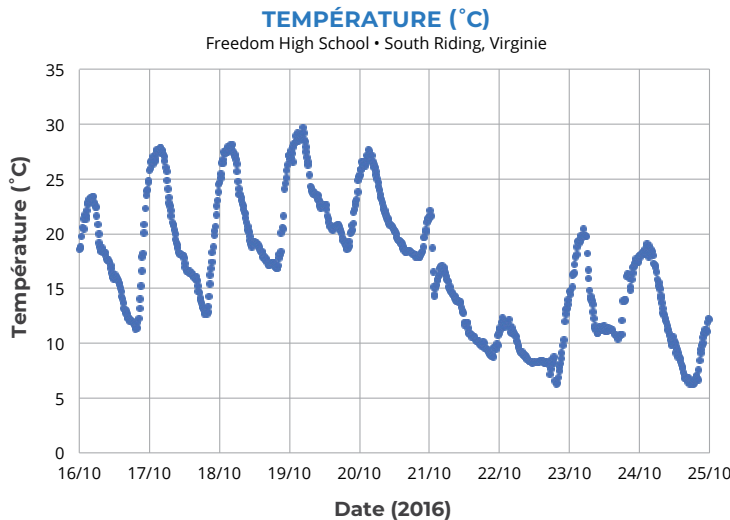


**CE QUE JE VOIS** : Regardez différentes parties du graphique. Remarquez-vous des schémas? Remarquez-vous des différences intéressantes? Écrivez les énoncés **Ce que je vois** sur le graphique pour noter vos observations.



**CE QUE CELA SIGNIFIE** : À côté de chaque énoncé **Ce que je vois**, écrivez un énoncé **Ce que cela signifie** pour expliquer ce qui, selon vous, se passe dans chaque partie du graphique.

Remarque : Les lignes verticales du graphique indiquent midi à chacune des dates indiquées sur l'axe X.



1. Décrivez le schéma de la température de l'air avant le passage du front froid.





# Comment l'air change-t-il avant, pendant et après le passage d'un front froid?

## ÉTAPE 1 SUITE : Décrivez la température de l'air avant, pendant et après le passage du front froid.

- Décrivez le schéma de la température de l'air après le passage du front froid.
- Comment la température de l'air change-t-elle lorsque le front passe?

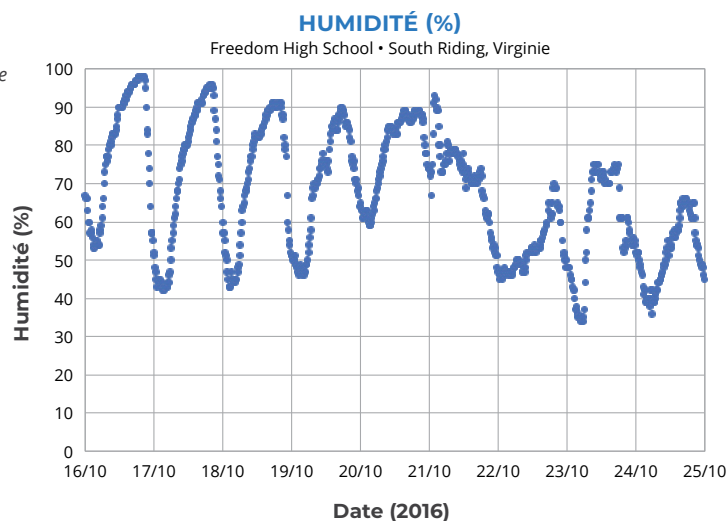


## ÉTAPE 2 : Décrivez l'humidité avant, pendant et après le passage du front froid.



Entourez les données sur le graphique qui montre quand le front froid a traversé South Riding, VA. Écrivez les énoncés **Ce que je vois** et **Ce que cela signifie** sur le graphique.

Remarque : Les lignes verticales du graphique indiquent midi à chacune des dates indiquées sur l'axe X.



- Décrivez le schéma de l'humidité avant le passage du front froid.
- Décrivez le schéma de l'humidité après le passage du front froid.
- Comment l'humidité change-t-elle lorsque le front passe?



# Comment l'air change-t-il avant, pendant et après le passage d'un front froid?

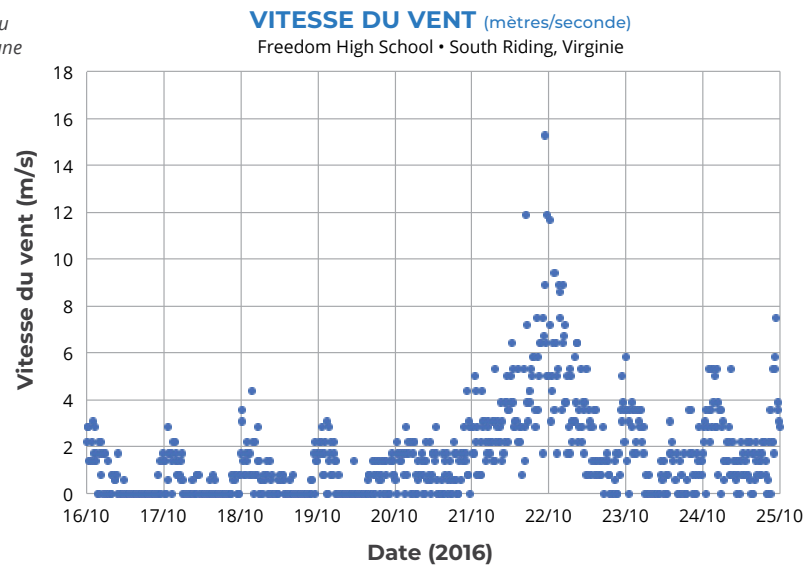


## ÉTAPE 3 : Décrivez la vitesse du vent avant, pendant et après le passage du front froid.



Entourez les données sur le graphique qui montre quand le front froid a traversé South Riding, VA. Écrivez les énoncés **Ce que je vois** et **Ce que cela signifie** sur le graphique.

Remarque : Les lignes verticales du graphique indiquent midi à chacune des dates indiquées sur l'axe X.



1. Décrivez la vitesse du vent avant le passage du front froid.
2. Décrivez la vitesse du vent après le passage du front froid.
3. Comment la vitesse du vent change-t-elle lorsque le front passe?

### BULLETIN MÉTÉO



...emportez vos parapluies le matin du 21 octobre. La probabilité qu'il pleuve est élevée.



### DISCUTEZ AVEC VOTRE CLASSE :

Pourquoi pensez-vous que les probabilités de précipitations sont élevées le matin du 21 octobre?

En quoi cette tempête ressemble-t-elle à, ou est-elle différente de, la tempête isolée que vous avez étudiée auparavant?

Les élèves d'une école secondaire en Virginie ont recueilli les données météorologiques qui se trouvent dans les graphiques de cette leçon.

Si vous avez recueilli des données météorologiques dans votre école, quels types d'événements météorologiques seriez-vous le plus susceptible d'observer?




 LEÇON 9

# Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?

## ÉTAPE 1 : Comment l'air change-t-il lorsqu'un front traverse un endroit?

Illustrez les conditions météorologiques (température, humidité et vent) que l'on pourrait retrouver un jour avant le front, pendant le front, et un jour après que le front soit arrivé à Freedom High School, à South Riding, en Virginie. Servez-vous de couleurs et de symboles pour montrer les changements de température, d'humidité et de vent.

AVANT	PENDANT	APRÈS

### CRÉEZ UNE CLÉ :

Air chaud

Air froid



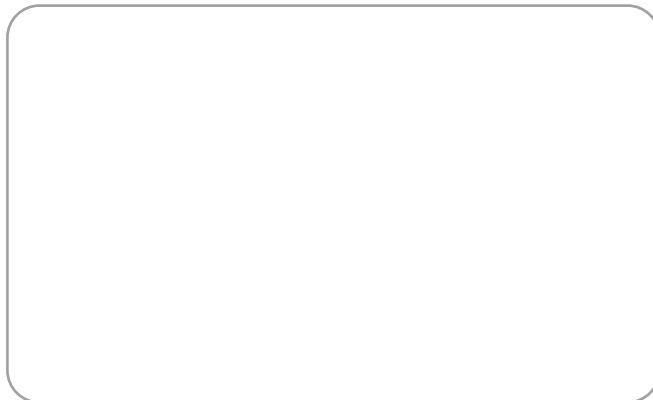
(choisissez une couleur)

(choisissez des symboles pour montrer les changements de l'humidité et du vent)

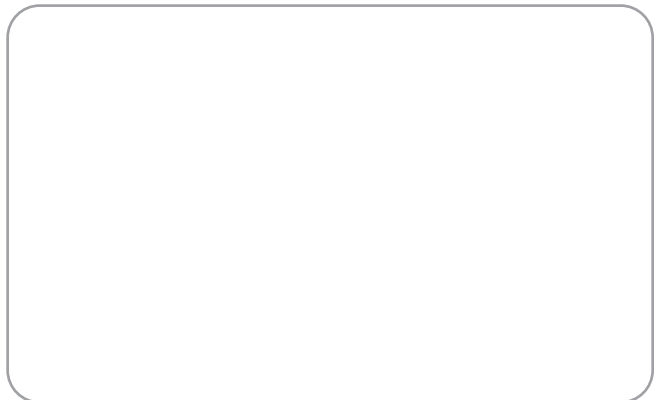
## ÉTAPE 2 : Faites des observations sur ce qui arrive aux liquides chauds et froids dans le réservoir.

Notez vos observations sur l'eau du réservoir dans l'espace ci-dessous. Le réservoir est un modèle où il y a de l'eau chaude et de l'eau froide pour simuler l'air chaud et l'air froid dans l'atmosphère. Ce faisant, on peut voir ce qui se passe lorsque l'air chaud et l'air froid se rencontrent.

Dessinez une section transversale qui montre à quoi le réservoir ressemble **AVANT** que la partition ne soit retirée.



Dessinez une section transversale qui montre à quoi le réservoir ressemble **APRÈS** que la partition soit enlevée.




### DISCUTEZ-EN EN CLASSE :

Que s'est-il passé lorsque les liquides froids et chauds se sont rencontrés?

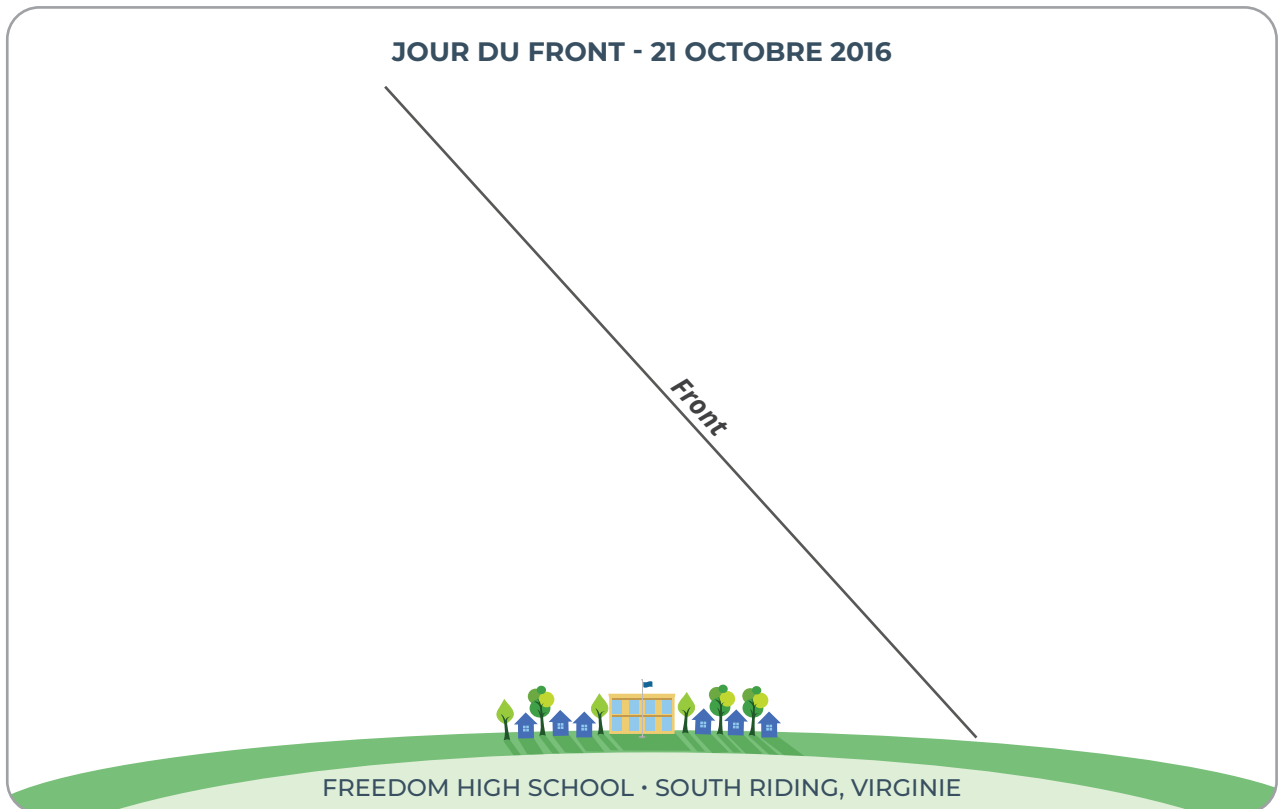
## Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?



### ÉTAPE 3 : Créez un modèle pour expliquer les précipitations pendant le front froid.

Le modèle ci-dessous représente une section transversale de l'atmosphère, comme le réservoir d'eau qui illustre un front froid. Dessinez sur le modèle pour expliquer :

1. L'emplacement de la masse d'air froid.
2. L'emplacement de la masse d'air chaud.
3. La direction vers laquelle chaque masse d'air se déplace.
4. Là où on s'attendrait à ce que les nuages se forment.



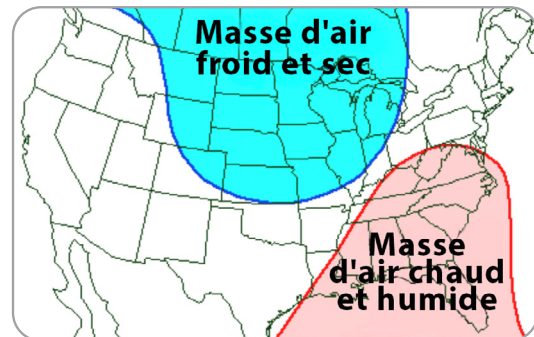
**EXPLICATION :** Écrivez une légende pour votre modèle pour expliquer pourquoi la Freedom High School a connu des précipitations le 21 octobre 2016.



# Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?

## ÉTAPE 4 : Examinez les masses d'air et les fronts.

Sur de grandes surfaces, la température et l'humidité de l'air peuvent être similaires. L'air ayant des caractéristiques similaires est appelé une **masse d'air**. Par exemple, l'air au-dessus du nord de l'Amérique du Nord peut former une masse d'air froid et sec. Il est froid parce qu'il se forme à haute latitude, près de l'Arctique. Il est sec parce qu'il se forme au-dessus de la terre, et que peu d'humidité s'évapore de la terre par rapport à l'océan. L'air au-dessus du golfe du Mexique et du sud des États-Unis peut former une masse d'air chaud et humide. Il est chaud parce qu'il se forme à une latitude inférieure, plus près de l'équateur. L'eau qui s'évapore du golfe du Mexique rend la masse d'air humide. Les deux types de masses d'air se « cognent » souvent l'une contre l'autre lorsqu'elles se déplacent et forment des fronts.

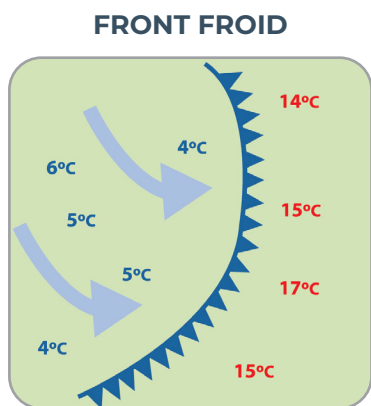


### S'ARRÊTER ET RÉFLÉCHIR

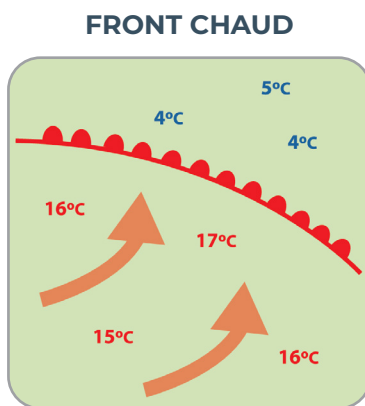
**Quel type de masse d'air était au-dessus de la Freedom High School avant que le front ne traverse la zone?**

**Quel type de masse d'air était au-dessus de la Freedom High School après que le front ait traversé la zone?**

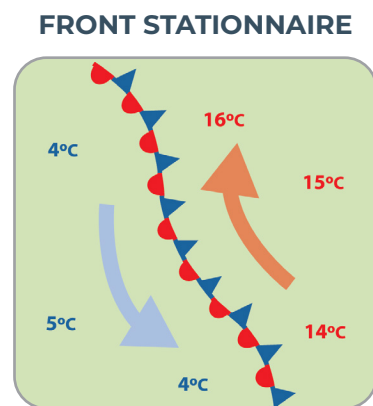
Il existe plusieurs types différents de fronts. Le type de front dépend de la manière dont les masses d'air interagissent. Les images ci-dessous montrent comment différents types de fronts sont indiqués sur les cartes météorologiques à l'aide de symboles.



À un front froid, une masse d'air plus froid se glisse sous une masse d'air plus chaud. Un front froid est représenté sur une carte météo sous la forme d'une ligne bleue avec des triangles qui pointent dans le sens du déplacement du front.



À un front chaud, une masse d'air plus chaud s'avance sur une masse d'air plus froid. Un front chaud est représenté sur une carte météo sous la forme d'une ligne rouge avec des demi-cercles qui pointent dans le sens du déplacement du front.



À un front stationnaire, une masse d'air froid et une masse d'air chaud sont côte à côte. Les deux peuvent se déplacer, mais aucune n'a suffisamment de force pour pénétrer dans l'espace de l'autre. Un front stationnaire est représenté sur une carte météo à la fois par des demi-cercles rouges et par des triangles bleus.



# Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?

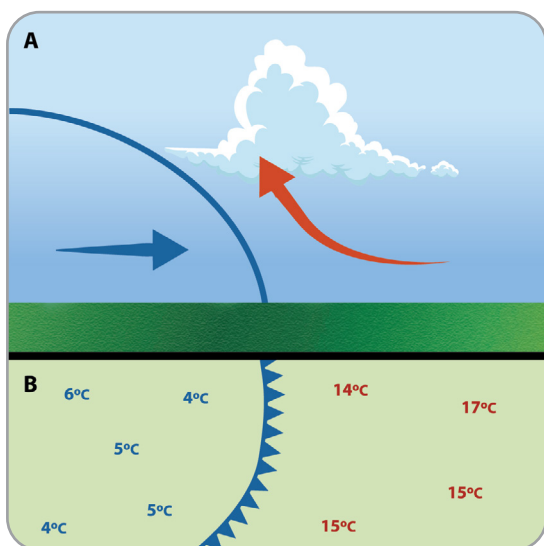
**Dans cette étude, nous nous concentrons sur les fronts froids.**

Les fronts froids peuvent produire des tempêtes spectaculaires. Les vents soufflent en rafales et il y a une baisse soudaine de température. Il peut y avoir de fortes pluies, de la grêle, du tonnerre et des éclairs. Lorsque l'air chaud s'élève, le long d'un front froid, les cumulus se forment exactement comme dans les tempêtes isolées que vous avez étudiées plus tôt : comme l'air se déplace vers le haut, il se refroidit et la vapeur d'eau se transforme en gouttelettes d'eau liquide qui forment des nuages. Les nuages peuvent devenir des cumulonimbus et entraîner de la pluie ou de la neige si la température est inférieure au point de congélation. Une fois qu'un front froid se déplace, on peut remarquer que la température se refroidit, que la pluie s'arrête, que le ciel s'éclaircit ou que d'autres types de nuages remplacent les cumulus.



## S'ARRÊTER ET RÉFLÉCHIR

**Qu'est-il arrivé lorsque la masse d'air froid s'est glissée sous la masse d'air chaud à la Freedom High School?**



**(A)** La partie supérieure de cette image présente une section transversale d'un front froid. C'est là qu'une masse d'air froid se glisse sous une masse d'air chaud. L'air chaud est poussé vers le haut où il se refroidit, et la vapeur d'eau se condense dans les nuages.

**(B)** La partie inférieure de l'image montre la carte météorologique d'un front froid. La masse d'air froid, qui se trouve à gauche, se glisse sous une masse d'air chaud. La ligne bleue longée de triangles indique l'endroit où se rejoignent l'air froid et l'air chaud.

Un front froid (et la masse d'air froid qui se déplace à l'intérieur) pourrait ne pas être froid. Pendant l'été, les températures peuvent être assez chaudes, mais il peut toujours y avoir des fronts froids. L'été, un front froid signifie généralement un temps plus frais par rapport aux journées précédentes.

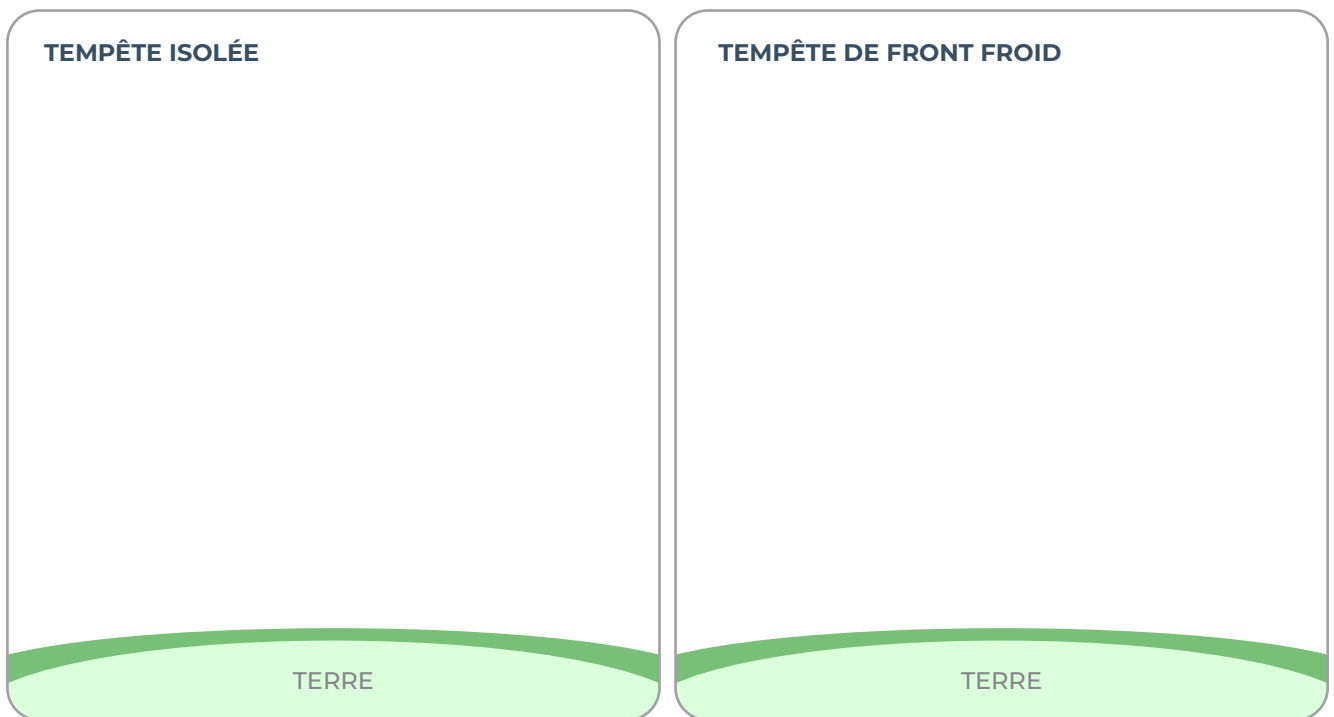
## Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?



### ÉTAPE 5 : Comparons nos deux types de tempêtes : des tempêtes isolées et des tempêtes qui se forment le long d'un front froid.

Dessinez des modèles en section transversale pour expliquer comment des précipitations pourraient se produire dans chaque type de tempête.

- Servez-vous des autres modèles que vous avez créés et de la lecture dans la présente leçon pour vous aider à décider quoi dessiner.
- Indiquez où l'air est plus chaud et où il est plus frais.
- À l'aide de flèches, illustrez comment l'air se déplace.
- Montrez où les nuages se forment dans les deux types de tempêtes.



1. En quoi les tempêtes isolées et les tempêtes de front froid sont-elles similaires?

2. En quoi sont-elles différentes?

## Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?



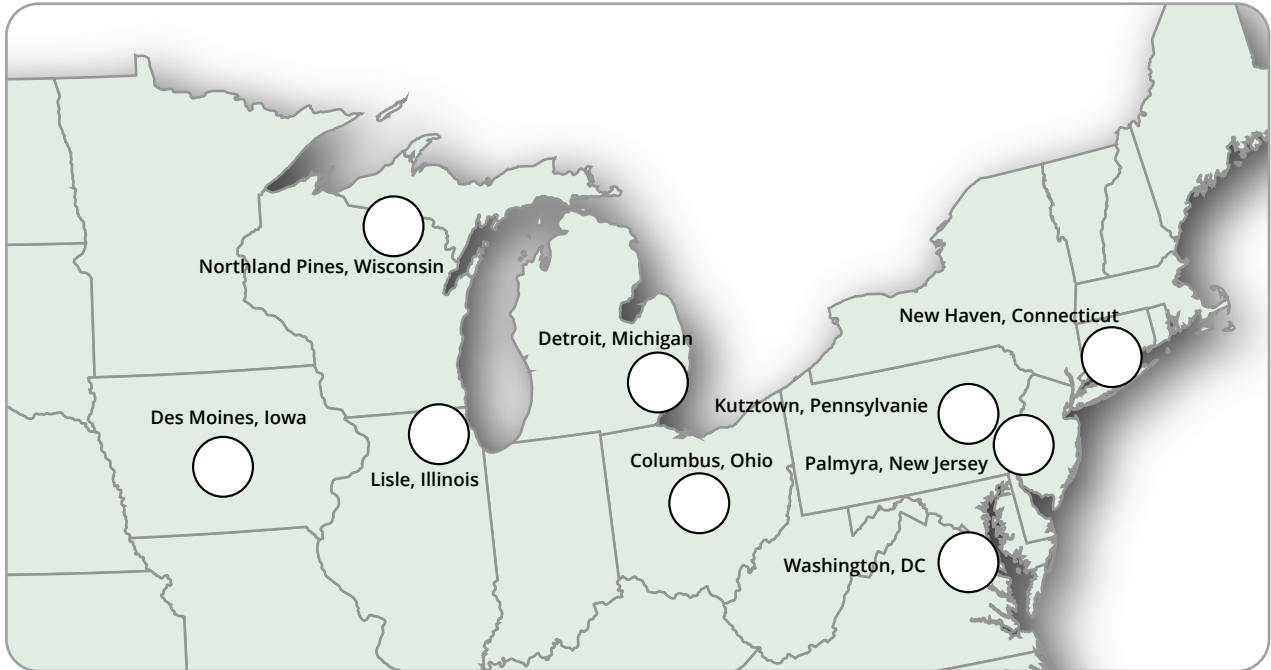
### ÉTAPE 6 : Concentrez-vous sur l'ensemble grâce à notre modèle de front froid.

Votre professeur vous assignera à un groupe. Chaque membre de votre groupe inscrira les données météorologiques d'une journée sur une période de quatre jours, sur la carte de la page suivante. Vous mettrez ensuite les quatre cartes ensemble pour voir ce qui s'est passé lorsqu'un front froid a traversé cette région, le Midwest et le Nord-Est.




- 1. Choisissez une journée.** Chaque membre de votre groupe choisira une journée de données à inscrire. À la page suivante, entourez votre journée sur les tableaux Température maximale et Précipitations et indiquez la date sur votre carte.
- 2. Coloriez et étiquetez votre carte.**
  - a. Coloriez les endroits où la température est supérieure à 30 °C en ROUGE.
  - b. Coloriez les endroits où la température est égale ou inférieure à 30 °C en BLEU.
  - c. Dessinez des lignes de pluie obliques près de l'endroit s'il y a eu des précipitations.
  - d. Ajoutez les couleurs rouge et bleu à la clé.
- 3. Comparez les cartes.** Lorsque votre groupe aura rempli les quatre cartes, alignez-les dans l'ordre, du 8 septembre au 11 septembre.
- 4. Déterminez où se trouve le front froid.** Dessinez le front sur chaque carte à l'aide du symbole de la ligne bleue/du triangle bleu.
- 5. Déterminez où se trouve la masse d'air froid.** Ombrez la masse d'air froid en BLEU sur chaque carte.
- 6. Déterminez où se trouve la masse d'air chaud.** Ombrez la masse d'air chaud en ROUGE sur chaque carte.
- 7. Faites des observations sur la façon dont les masses d'air et le front se déplacent avec le temps.** Préparez-vous à discuter de vos idées.



# Qu'est-ce qui cause des précipitations le long d'un front froid?



DATE :

-  Température maximale supérieure à 30 °C
-  Température maximale égale ou inférieure à 30 °C
-  Précipitations

## TEMPÉRATURE MAXIMALE (°C)

	8/09/15	9/09/15	10/09/15	11/09/15
Des Moines, Iowa	27,8	27,8	28,9	21,1
Northland Pines, Wisconsin	25,4	22,7	19,6	16,9
Lisle, Illinois	31,7	23,3	25,6	19,6
Détroit, Michigan	31,2	30,1	24,7	25,8
Columbus, Ohio	32,7	30,9	26,1	28,2
Washington, DC	33,3	34,4	28,9	30,5
Palmyra, NJ	32,2	32,7	33,9	26
Kutztown, Pennsylvania	31,2	32,5	32,7	22
New Haven, Connecticut	32,8	30	25	26,7

## PRÉCIPITATIONS (cm)

	8/09/15	9/09/15	10/09/15	11/09/15
Des Moines, Iowa	0,3	0	0	0
Northland Pines, Wisconsin	0,5	0,1	0	0,1
Lisle, Illinois	2,2	0	0,9	1,5
Détroit, Michigan	0	0,1	0	0,6
Columbus, Ohio	0	0	0	1,6
Washington, DC	0	0	0,3	0
Palmyra, New Jersey	0	0	3,6	0,1
Kutztown, Pennsylvania	0	0,6	3,6	0
New Haven, Connecticut	0	0	0	0

# LEÇON 10

## Qu'est-ce qui cause le déplacement des fronts?

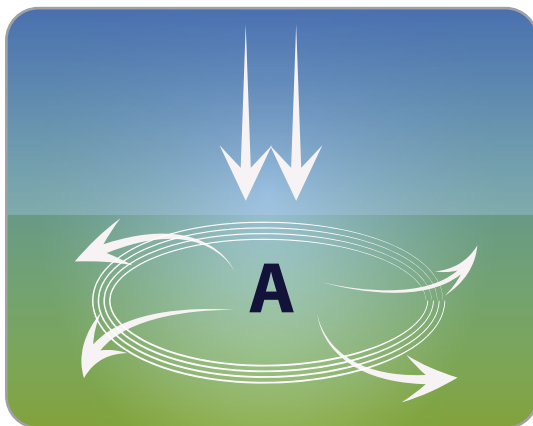
### ÉTAPE 1 : Vous souvenez-vous de la pression atmosphérique? C'est plus compliqué.

Dans la leçon 5, vous avez appris que la pression atmosphérique provoque le déplacement de l'air.

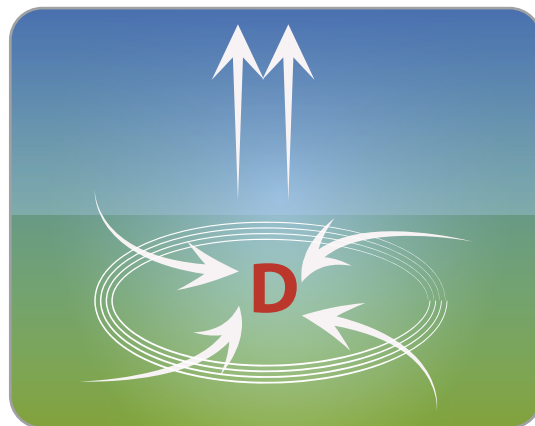
- L'air monte dans l'atmosphère quand la pression est plus basse.
- L'air descend dans l'atmosphère quand la pression est plus haute.

Vous avez appris comment l'air qui se déplace vers le haut ou le bas peut provoquer une petite tempête isolée. Il se peut que la même chose se produise sur de vastes étendues (la taille des grands États américains), et cela crée des vents qui peuvent déplacer les fronts.

La pression atmosphérique n'est pas toujours la même d'un endroit à un autre. À un endroit donné, la pression atmosphérique peut être légèrement plus basse, ce qui fait monter l'air. Ailleurs, la pression atmosphérique peut être légèrement plus élevée, ce qui fait descendre l'air.



**Dans les zones où la pression est plus haute,** l'air descend vers le bas et se propage vers l'extérieur une fois qu'il est arrivé sur le sol. Une zone de haute pression (ou anticyclone) est illustrée par un A bleu sur les cartes météorologiques.



**Dans les zones où la pression est basse,** comme l'air se déplace vers le haut, l'air qui est à proximité s'engouffre dans cet espace. Une zone de basse pression (ou système dépressionnaire) est illustrée par un D rouge sur les cartes météorologiques.

L'air qui se déplace rapidement vers une zone de basse pression tout en s'éloignant d'une zone de haute pression est à l'origine du vent.

Les mesures de la pression atmosphérique s'effectuent à l'aide d'un instrument appelé baromètre. Les baromètres utilisés pour les mesures météorologiques enregistrent la pression en unités appelées millibars (mb). La pression atmosphérique moyenne au niveau du sol est de 1 013,3 mb.



# Qu'est-ce qui cause le déplacement des fronts?

## ÉTAPE 2 : Analysez les données sur la pression atmosphérique pour une région.

Suivez les instructions pour trouver et analyser les zones de haute pression et de basse pression sur la carte ci-dessous et déterminer la direction dans laquelle le front froid se déplace.

1. Appliquez un code couleur aux zones où les pressions sont élevées ou basses (et ajoutez les couleurs à la clé).
  - a. Surlignez les zones où les pressions sont le plus élevées sur la carte (plus de 1 015 mb) avec un crayon de couleur.
  - b. Surlignez les zones où les pressions sont les plus basses (moins de 995 mb) avec un crayon de couleur différente.
2. Dessinez des flèches sur la carte pour indiquer la direction du vent. N'oubliez pas que le vent s'éloigne des zones de haute pression pour se déplacer vers les zones de basse pression.
3. En fonction de la direction du vent, dessinez des triangles sur le front. (Les triangles doivent pointer dans la direction vers laquelle le front se déplace.)
4. Les zones où la pression est la plus élevée et la plus basse sont étiquetées sur une carte météo (comme les symboles de la clé).
  - a. Marquez l'emplacement de la zone de pression la plus élevée (anticyclone) sur la carte d'un A bleu.
  - b. Marquez l'emplacement de la zone de pression la plus basse (système dépressionnaire) sur la carte d'un D rouge.

### PRESSION MESURÉE EN MILLIBARS (mb)



CLÉ :

**D**

le centre d'une zone de basse pression

**A**

le centre d'une zone de haute pression



front froid

1014,4 1014,6  
1015,8

Pression barométrique (mb)



pressions les plus élevées - plus de 1 015 mb (choisissez une couleur)



pressions les plus basses - moins de 995 mb (choisissez une couleur)



### DISCUTEZ-EN EN CLASSE :

De quel côté venait le vent? Quelles preuves avez-vous pour étayer votre affirmation?



## Qu'est-ce qui cause le déplacement des fronts?

### ÉTAPE 3 : Analysez les données sur la pression à un endroit.

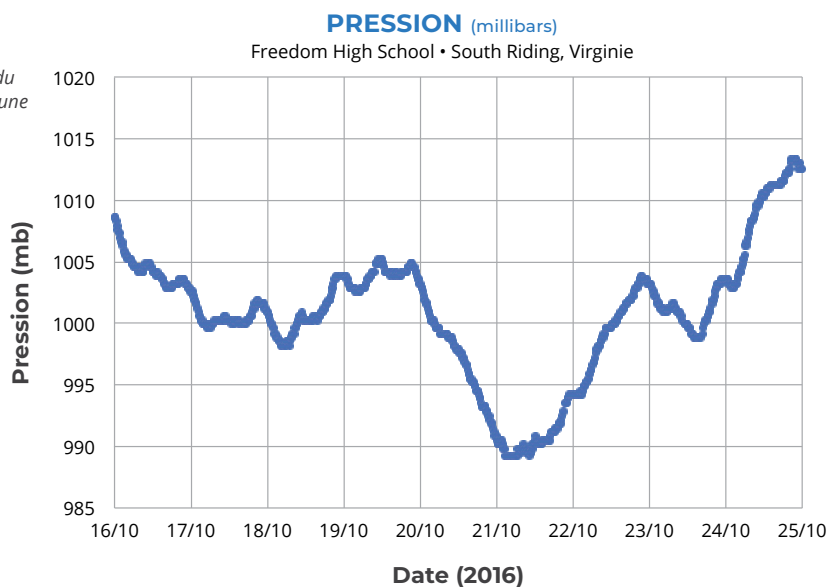
Dans la leçon 8, vous avez examiné les données météorologiques de la Freedom High School à South Riding, en Virginie, sur une période de 10 jours, alors qu'un front froid a traversé la région. Les données suivantes sur la pression ont été recueillies à la Freedom High School pendant cette même période de 10 jours. N'oubliez pas que le front froid est arrivé à la Freedom High School, tôt le 21 octobre.



Comment la pression a-t-elle changé avec le temps? Ajoutez les énoncés **Ce que je vois** et **Ce que cela signifie** pour décrire la pression avant, pendant et après le passage du front froid.



Remarque : Les lignes verticales du graphique indiquent midi à chacune des dates indiquées sur l'axe X.



1. Quand la pression barométrique était-elle la plus basse? Quand était-elle la plus élevée?
2. Écrivez une phrase décrivant l'endroit où la pression est la plus basse et où elle est la plus élevée autour d'un front froid.
3. Examinez les données sur le vent dans la leçon 8. Le moment le plus venteux pendant cette tempête correspond au moment où la pression était la plus basse. Écrivez une phrase pour expliquer pourquoi les vents s'élevèrent lorsque la pression atmosphérique est basse.



# LEÇON 11

## Qu'est-ce qui pourrait bloquer un front?

Bien que le Colorado soit situé loin de l'océan et des autres grandes étendues d'eau, il y a eu une quantité anormalement élevée d'humidité dans l'air au-dessus de cet État, et la tempête n'a pas bougé pendant des jours, ce qui a entraîné des inondations en septembre 2013. Dans cette activité, vous allez examiner des informations sur la tempête. Votre objectif est de déterminer ce qui a entraîné autant d'humidité dans l'atmosphère et de concevoir un modèle pour démontrer pourquoi ce système de précipitations est demeuré si longtemps au-dessus du Colorado.

### ÉTAPE 1 : Analysez les données sur la tempête du Colorado.

En vous servant du tableau des totaux quotidiens de pluie collectés pendant la tempête à la Centennial Middle School à Boulder, dans le Colorado, choisissez parmi les affirmations suivantes, celle qui selon vous est vraie concernant la tempête qui s'est abattue sur le Colorado en septembre 2013.

DATE	PLUIE* (mm)
10/09/2013	23,9
11/09/2013	35,1
12/09/2013	214,1
13/09/2013	84,1
14/09/2013	0,8
15/09/2013	4,8
16/09/2013	36,8

\*Les totaux d'accumulation de pluie sont tous pour la tempête du Colorado, qui a duré sept jours.

- La tempête du Colorado de septembre 2013 était une tempête isolée.
  - La tempête du Colorado de septembre 2013 était un front froid.
  - La tempête du Colorado de septembre 2013 était différente d'une tempête isolée ou d'un front froid.
1. Expliquez pourquoi l'affirmation que vous avez choisie est vraie. Fournissez des preuves à l'appui de votre affirmation.

# Qu'est-ce qui pourrait bloquer un front?

## ÉTAPE 2 : Interprétez le rapport sur la tempête.

Lisez le rapport ci-dessous pour obtenir des informations sur la manière dont l'air et l'humidité se déplaçaient, et sur l'endroit où la pluie tombait pendant la tempête.

### RAPPORT SUR LA TEMPÊTE

▶ **Haute pression :** Il y avait un système de haute pression (anticyclone) au nord, au-dessus du Wyoming, qui a poussé une masse d'air froid vers le sud, et un système de haute pression au sud, au-dessus du Mexique, ainsi qu'à l'est sur le Tennessee et dans les environs. Cela a provoqué l'immobilisation du front au-dessus du Colorado.

▶ **Basse pression et humidité :** Un système de basse pression (système dépressionnaire) dans l'Utah et dans le Nevada a attiré l'air chaud et humide du golfe du Mexique et du Pacifique oriental dans la tempête.

▶ **L'effet des montagnes :** Alors que l'air se déplaçait dans la partie orientale des montagnes Rocheuses, il a formé des nuages, puis de la pluie, et est demeuré stationnaire pendant plusieurs jours.

**Créez un modèle pour la tempête :** Servez-vous des symboles de la clé et des informations contenues dans le rapport sur la tempête pour concevoir un modèle. Indiquez sur le modèle la direction dans laquelle l'air se déplace selon les zones de haute et de basse pression, ainsi que l'endroit d'où provient l'air humide qui a causé la tempête.



CLÉ :

**D**

le centre d'une zone de basse pression

**A**

le centre d'une zone de haute pression



front froid



zone de pluie  
(choisissez une couleur)

## Qu'est-ce qui pourrait bloquer un front?

### ÉTAPE 3 : À l'aide de votre modèle, expliquez ce qui s'est passé dans le Colorado.

À l'aide de votre modèle de la tempête du Colorado, répondez aux questions ci-dessous.

1. D'où l'humidité provenait-elle pendant la tempête?
2. Quels types de masses d'air ont interagi dans la tempête? Quelle masse d'air a porté l'humidité pendant la tempête?
3. Qu'est-ce qui a causé les précipitations sur le front?
4. Pourquoi le front a-t-il stagné, causant plusieurs jours de pluie abondante dans certaines régions du Colorado?

## ▶ SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 3

LEÇON  
12

Comment les tempêtes se déplacent-elles dans le monde?

LEÇON  
13

Pourquoi fait-il plus chaud à l'équateur qu'à d'autres endroits sur Terre?

LEÇON  
14

Comment et pourquoi l'air se déplace-t-il sous les tropiques?

LEÇON  
15

Lorsque l'air et les tempêtes se déplacent, pourquoi suivent-ils une trajectoire courbe?



**LEÇON**  
**12**

# Comment les tempêtes se déplacent-elles dans le monde?

**ÉTAPE 1 : Comment les tempêtes se déplacent-elles en Amérique du Nord?**

Regardez la vidéo des tempêtes qui se déplacent en Amérique du Nord et dessinez des flèches sur la carte ci-dessous pour illustrer les schémas des tempêtes que vous observez.

Dessinez des flèches pour indiquer la direction dans laquelle chaque tempête traverse cette région.

**ÉTAPE 2 : Pourquoi ce schéma est-il important?**

Expliquez ci-dessous pourquoi il serait utile de comprendre les schémas du mouvement des tempêtes.



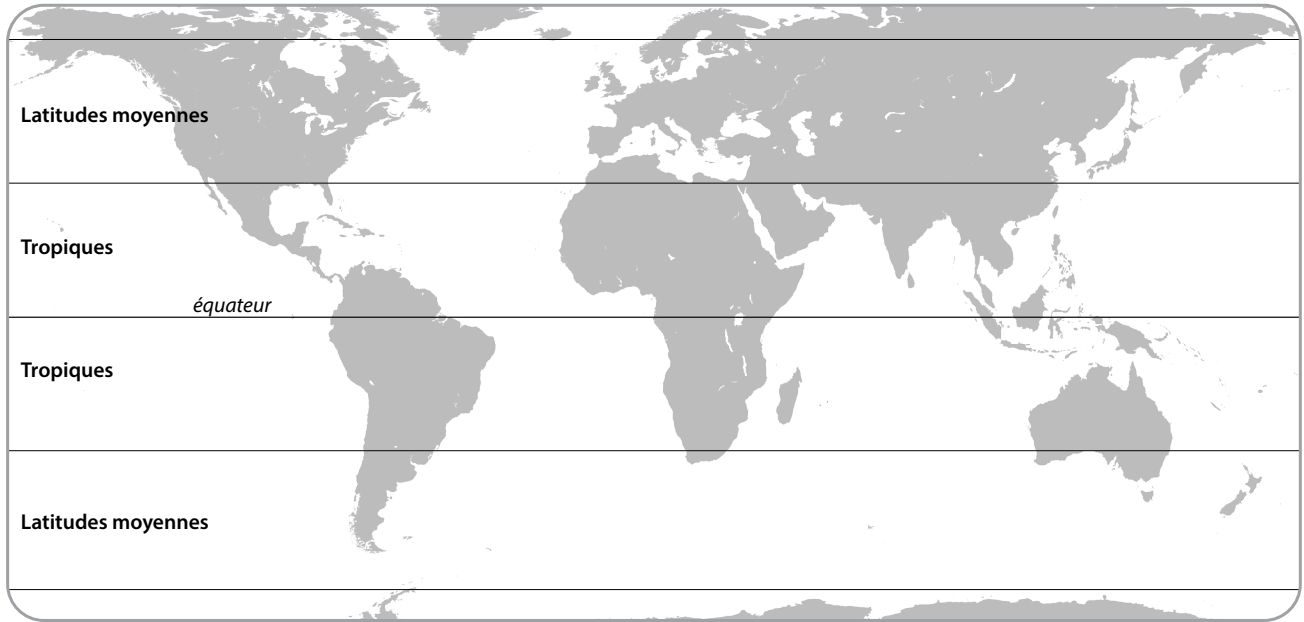
## Comment les tempêtes se déplacent-elles dans le monde?



### ÉTAPE 3 : Observez le déplacement des précipitations dans le monde.

Regardez une vidéo de tempêtes qui se déplacent dans le monde. Comment les tempêtes se déplacent-elles près de l'équateur? Sous les tropiques? Aux latitudes moyennes?

Dessinez des flèches et écrivez sur la carte ci-dessous pour noter vos observations sur le déplacement des tempêtes à partir de la vidéo.



### ÉTAPE 4 : Discutez de vos observations.

Discutez des questions suivantes avec vos camarades et notez vos réponses ci-dessous. Soyez prêt à partager vos idées dans une discussion de classe.

1. Quels schémas avez-vous remarqué sur la façon dont les précipitations se déplacent dans le monde?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Quelles questions avez-vous à propos de ces schémas?



## Comment les tempêtes se déplacent-elles dans le monde?

### ÉTAPE 5 : Donnez une explication initiale.

Selon vous, qu'est-ce qui pourrait causer ces schémas de déplacement des tempêtes dans le monde? Inspirez-vous de vos connaissances sur les séquences d'apprentissage 1 et 2 pour répondre aux questions ci-dessous.

1. Que savez-vous sur les causes de la pluie?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Que savez-vous sur les causes du déplacement de l'air?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. Comment les mêmes processus pourraient-ils concerner le monde entier?

**LEÇON**  
**13**

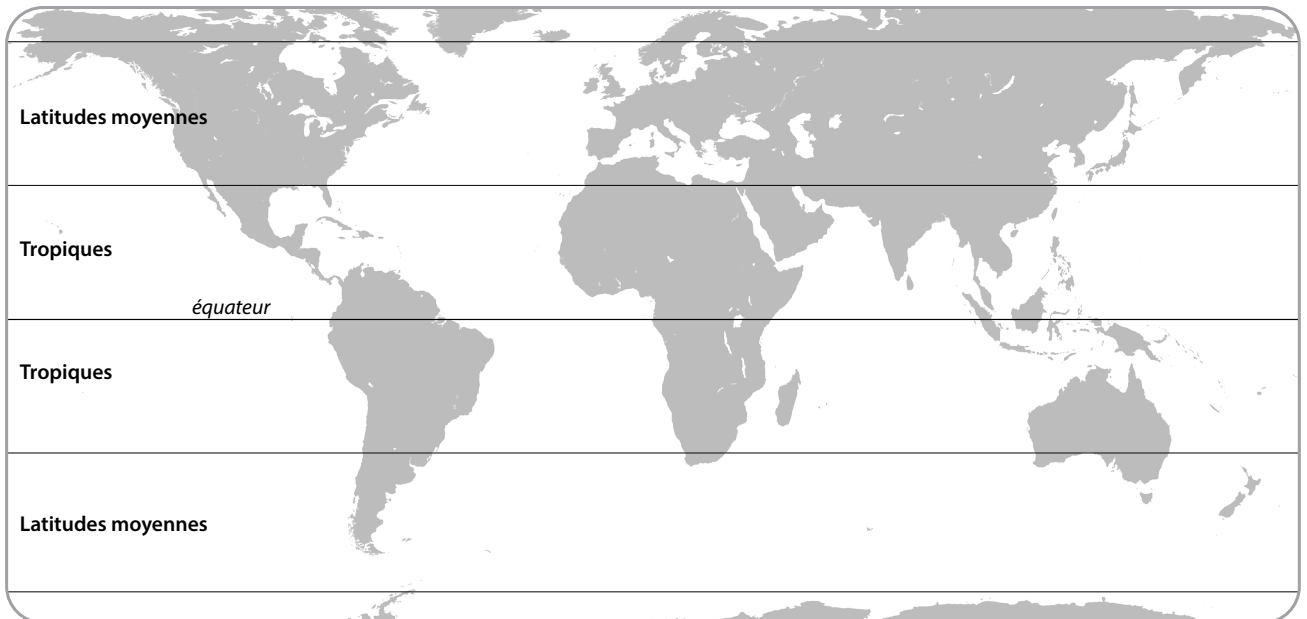
# Pourquoi fait-il plus chaud à l'équateur qu'à d'autres endroits sur Terre?

**ÉTAPE 1 : Observez des schémas de températures moyennes annuelles.**

Regardez attentivement la diapositive Températures moyennes mondiales.

1. Où les températures sont-elles plus froides?
2. Où sont-elles plus chaudes?
3. Quels schémas remarquez-vous?

Dessinez et écrivez vos réponses à ces questions sur la carte ci-dessous.



Notez vos idées sur la raison pour laquelle il fait plus chaud à l'équateur qu'à d'autres endroits sur Terre.



## Pourquoi fait-il plus chaud à l'équateur qu'à d'autres endroits sur Terre?



### ÉTAPE 2 : Observez les angles de propagation de l'énergie.

Travaillez en groupes de trois pour étudier ce qui arrive à la lumière lorsqu'elle brille sur le papier millimétré à différents angles. Préparez-vous à discuter de vos idées.

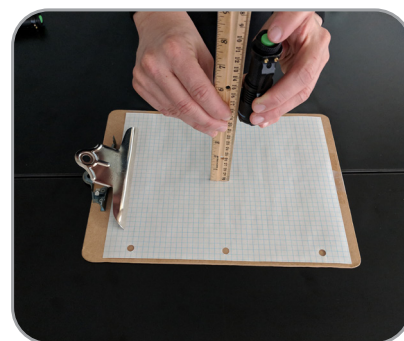
**Matériel :** Un presse-papiers ou une surface plane, une lampe de poche, une règle, une feuille de papier millimétré, un crayon

Que représente la lampe de poche dans cette étude?

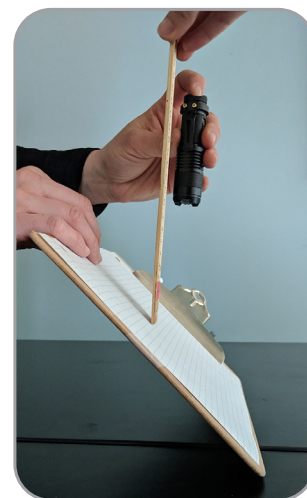
Que représente le presse-papiers dans cette étude?

### INSTRUCTIONS :

1. Décidez qui tiendra la lampe de poche et la règle, qui tiendra le presse-papiers et qui prendra des notes.
2. Placez un morceau de papier millimétré sur votre presse-papiers et posez-le à plat sur la table.
3. Pour étudier ce qui arrive à la lumière qui brille à différents angles sur une surface, suivez les étapes suivantes :
  - a. Allumez la lampe de poche et maintenez-la directement au-dessus du presse-papiers.
  - b. Ajustez la distance entre la lampe de poche et le presse-papiers afin que la lumière brille entièrement sur le papier millimétré, avec beaucoup d'espace sur les bords. Servez-vous de la règle pour mesurer la distance. *Remarque : Cette distance variera selon la luminosité de votre lampe de poche, mais essayez à environ 4 à 5 cm et rapprochez-la plus ou moins si nécessaire.*
  - c. Le preneur de notes trace les bords du motif lumineux sur le papier millimétré. Assurez-vous que la lampe de poche est pointée vers le bas lorsque vous prenez cette mesure!
  - d. Étiquetez cette image « directe ».
  - e. Ensuite, inclinez le presse-papiers de façon à ce que la lumière brille sur le papier millimétré à un angle, comme illustré sur l'image à droite. N'oubliez pas de maintenir la lampe de poche à la même distance du presse-papiers que lorsque vous avez effectué la mesure « directe » (Servez-vous de la règle!). Encore une fois, assurez-vous que la lampe de poche pointe directement vers le bas en direction de la table comme lorsque vous avez effectué la mesure « directe ».
  - f. Le preneur de notes trace le nouveau motif lumineux sur le papier millimétré.
  - g. Étiquetez la nouvelle image « inclinée ».
  - h. Maintenant, inclinez le presse-papiers à différents angles et observez ce qui arrive à la lumière. Vous n'avez pas à noter ces images. Remarquez simplement ce qui arrive à la lumière lorsqu'il y a moins d'inclinaison (moins d'angle) par rapport à plus d'inclinaison (angle plus grand).



DIRECTEMENT



INCLINÉ



### DISCUTEZ AVEC VOTRE GROUPE :

- Décrivez comment le schéma de la lumière change lorsque le presse-papiers passe de plat à incliné.
- Observez-vous une différence dans la luminosité de la lampe?
- Pensez à la quantité d'énergie lumineuse de la lampe de poche qui éclaire un carré particulier sur le papier millimétré. Comment cela change-t-il lorsqu'on modifie l'angle du presse-papiers?

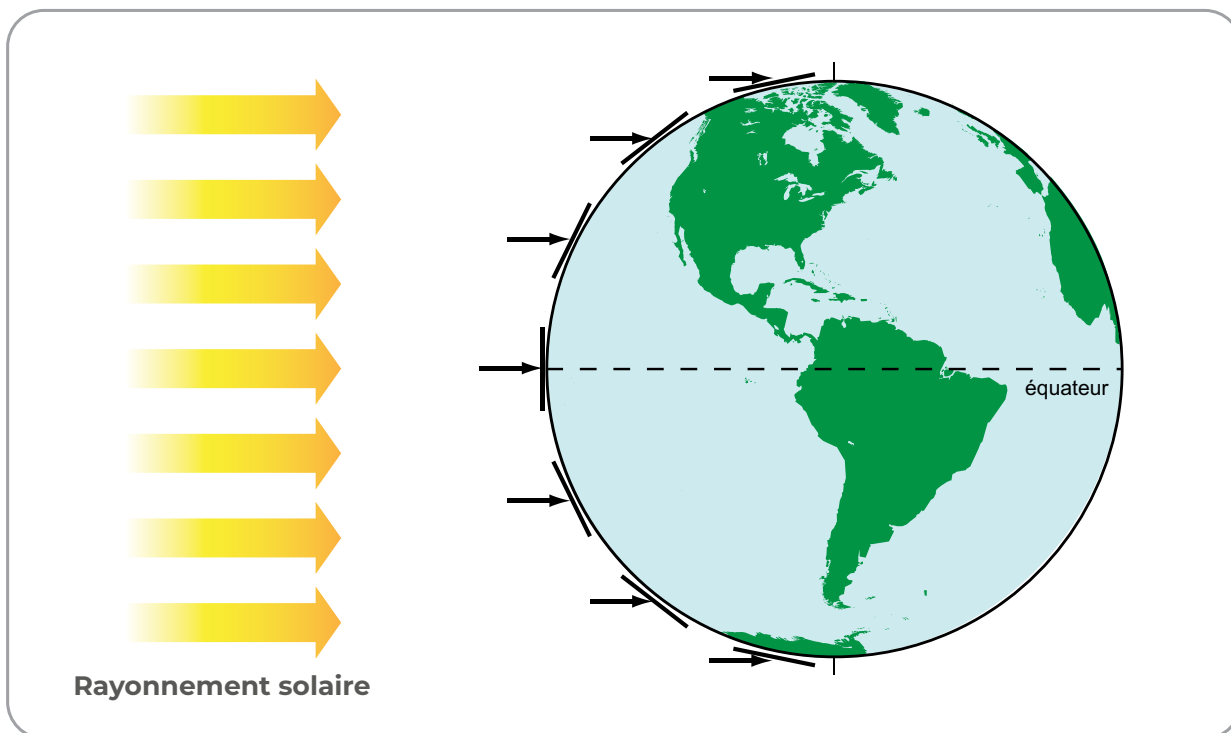


## Pourquoi fait-il plus chaud à l'équateur qu'à d'autres endroits sur Terre?

### ÉTAPE 3 : Pensez à l'énergie entrante du soleil.

Servez-vous de l'image ci-dessous pour réfléchir à l'endroit où le rayonnement solaire (la lumière du soleil) est plus direct et où il est plus répandu sur la surface de la Terre. Ensuite répondez aux questions ci-dessous.

#### L'ÉNERGIE ENTRANTE DU SOLEIL -ANGLE LIÉ À LA LATITUDE



1. Quelle zone reçoit plus de lumière solaire concentrée? Quelles sont vos preuves?
2. Quelle zone reçoit moins de lumière solaire concentrée? Quelles sont vos preuves?
3. Comment la concentration de lumière solaire influence-t-elle les températures? Quelles sont les zones plus chaudes? Quelles sont les zones plus froides?



# Pourquoi fait-il plus chaud à l'équateur qu'à d'autres endroits sur Terre?



## ÉTAPE 4 : Analysez la température et la latitude.

Votre professeur vous remettra des tableaux de température maximale quotidienne. Les étudiants d'écoles en Finlande, dans le Vermont (États-Unis), en Arizona (États-Unis), en Arabie saoudite et au Sri Lanka ont recueilli ces données. Travaillez en groupe pour faire correspondre les tableaux à l'endroit où vous pensez que les données ont été recueillies. Servez-vous des indices ci-dessous pour vous aider à décider de la manière dont les graphiques et les endroits correspondent :

**INDICE 1 :** Les différences saisonnières sont plus fortes à une latitude plus élevée (plus loin de l'équateur). Au niveau ou à proximité de l'équateur, il n'y a généralement pas de différences saisonnières dans la température.

**INDICE 2 :** Les températures sont plus chaudes à basse latitude (près de l'équateur) qu'à haute latitude (loin de l'équateur).

	TABLEAU (lettre)	TEMPÉRATURE MAXIMALE LA PLUS BASSE	TEMPÉRATURE MAXIMALE LA PLUS ÉLEVÉE	DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE (la plus élevée moins la plus basse)
<b>Finlande</b>				
Voici pourquoi je pense que la Finlande correspond à ce tableau :				
<b>Vermont, États-Unis</b>				
Voici pourquoi je pense que le Vermont correspond à ce tableau :				
<b>Arizona, États-Unis</b>				
Voici pourquoi je pense que l'Arizona correspond à ce tableau :				
<b>Arabie saoudite</b>				
Voici pourquoi je pense que l'Arabie saoudite correspond à ce tableau :				
<b>Sri Lanka</b>				
Voici pourquoi je pense que le Sri Lanka correspond à ce tableau :				

# LEÇON 14

## Comment et pourquoi l'air se déplace-t-il sous les tropiques?

### ÉTAPE 1 : Concevez un modèle.

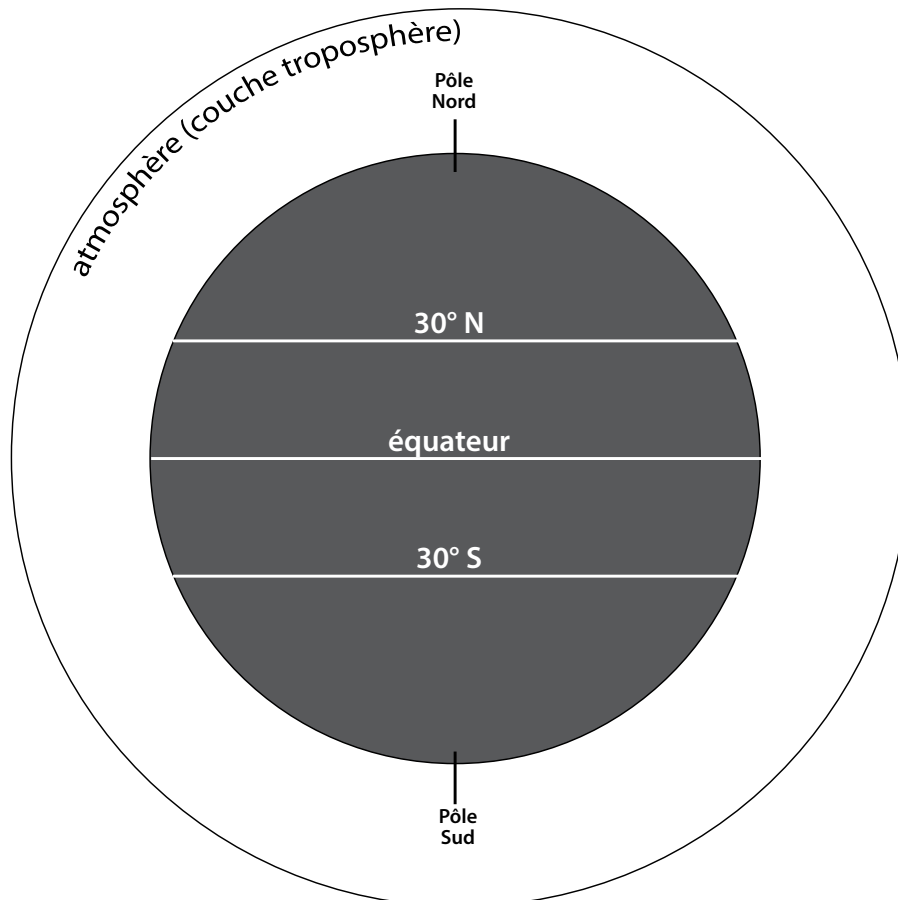
Comment pensez-vous que l'air se déplace sous les tropiques entre 30° N et 30° S? Pourquoi? Notez vos idées initiales sur l'image ci-dessous.

Les différences de température causent le déplacement de l'air dans le monde.

- À certains endroits, les températures chaudes font grimper l'air de la surface terrestre plus haut dans l'atmosphère.
- À d'autres endroits, des températures plus froides font descendre l'air de l'atmosphère vers la surface de la Terre.

Transposez ces idées dans l'illustration de l'atmosphère de la Terre ci-dessous. Sur l'illustration, l'atmosphère est exagérée.

1. **Dessinez des flèches dans la couche troposphère de l'atmosphère** pour indiquer où l'air monte. Rappelez-vous que l'air chaud monte.
2. L'air ne peut pas monter indéfiniment. **Dessinez des flèches** pour indiquer où va l'air qui monte quand il se trouve au sommet de la troposphère.
3. Aux latitudes 30° N et 30° S, l'air est plus froid qu'à l'équateur. **Dessinez des flèches** dans l'atmosphère pour indiquer ce qui arrive à l'air plus froid.







## ÉTAPE 2 : Enquêtez sur le mouvement de l'air à la surface de la Terre.

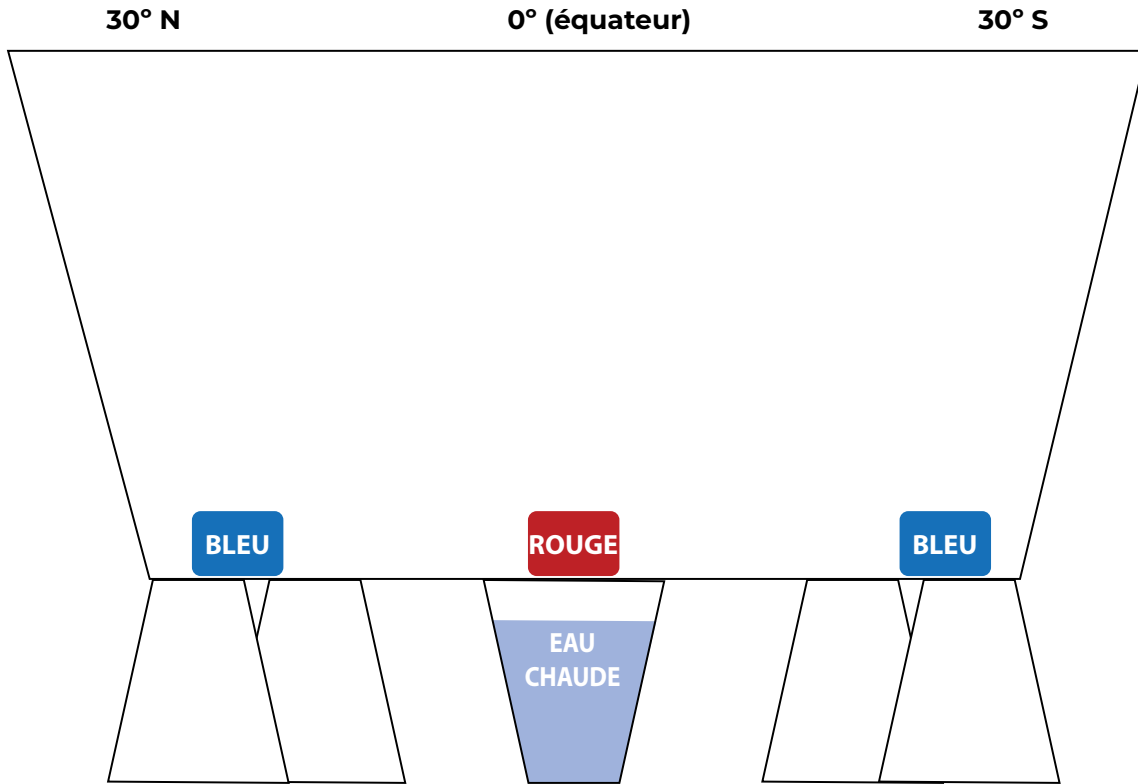
Écrivez, à deux, un énoncé qui relie la démonstration du réservoir d'eau au monde réel et explique pourquoi ils sont semblables. La première partie du modèle est complétée pour vous donner un exemple.

PARTIE DU MODÈLE		PARTIE DU MONDE RÉEL		POURQUOI SONT-ILS SEMBLABLES?
L'eau dans le réservoir	<i>est comme</i>	<i>l'atmosphère terrestre</i>	<i>parce que</i>	<i>l'eau dans le bac en plastique transparent représente l'air entourant la Terre. L'air et l'eau sont tous les deux des fluides, donc ils se comportent de la même manière.</i>
Le colorant alimentaire rouge	<i>est comme</i>		<i>parce que</i>	
Le colorant alimentaire bleu	<i>est comme</i>		<i>parce que</i>	
La tasse d'eau bouillante	<i>est comme</i>		<i>parce que</i>	
Le fond du bac d'eau en plastique transparent	<i>est comme</i>		<i>parce que</i>	



### ÉTAPE 3 : Notez vos observations sur le mouvement de l'eau.

Dessinez la manière dont l'eau se déplace dans le réservoir.

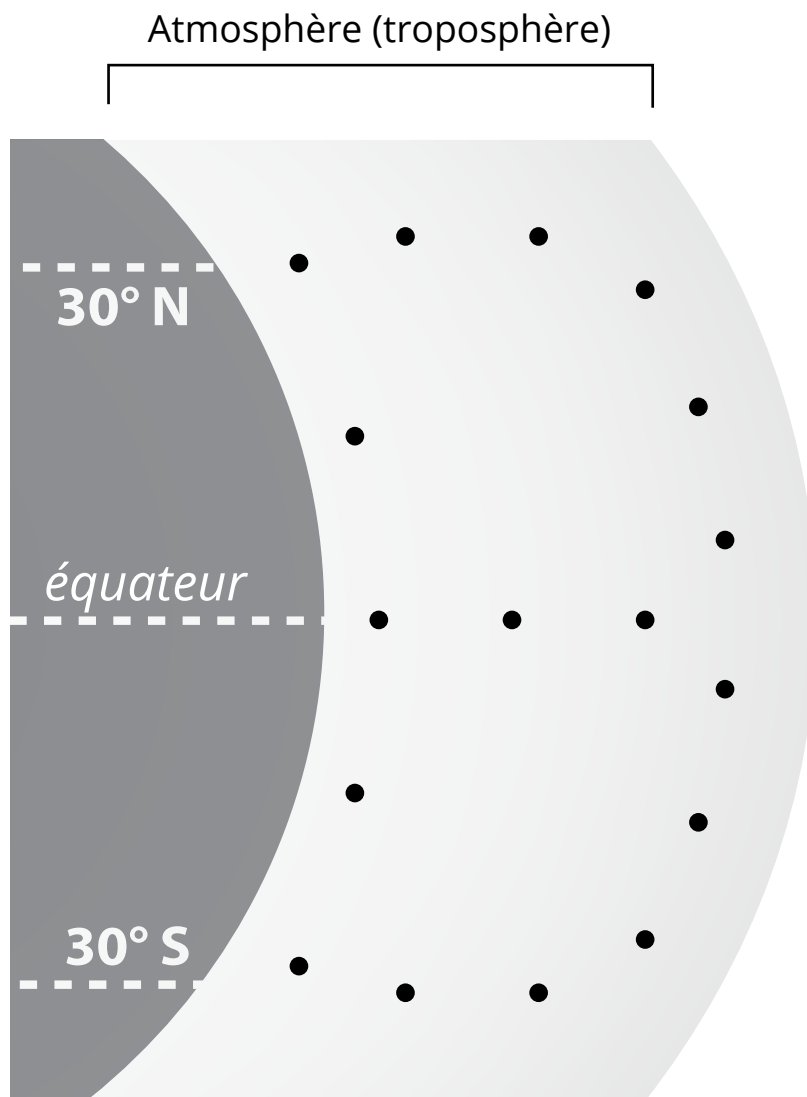


<b>NOTEZ VOS OBSERVATIONS</b> <i>Je remarque...</i>	<b>NOTEZ VOS IDÉES SUR LES RAISONS</b> <i>Je pense...</i>	<b>NOTEZ VOS QUESTIONS</b> <i>Je me demande...</i>



#### ÉTAPE 4 : Décrivez comment et pourquoi l'air se déplace sous les tropiques.

Concentrez-vous sur la manière dont l'air se déplace sous les tropiques (entre 30° N et 30° S de l'équateur). Dessinez des flèches pour relier les points et montrer comment l'air se déplace dans l'atmosphère, tout comme l'eau s'est déplacée dans le réservoir d'eau.



Écrivez une légende pour décrire le mouvement de l'air dans le modèle ci-dessus.



## ÉTAPE 5 : Créez un modèle pour décrire la pression atmosphérique et les nuages à différentes latitudes.

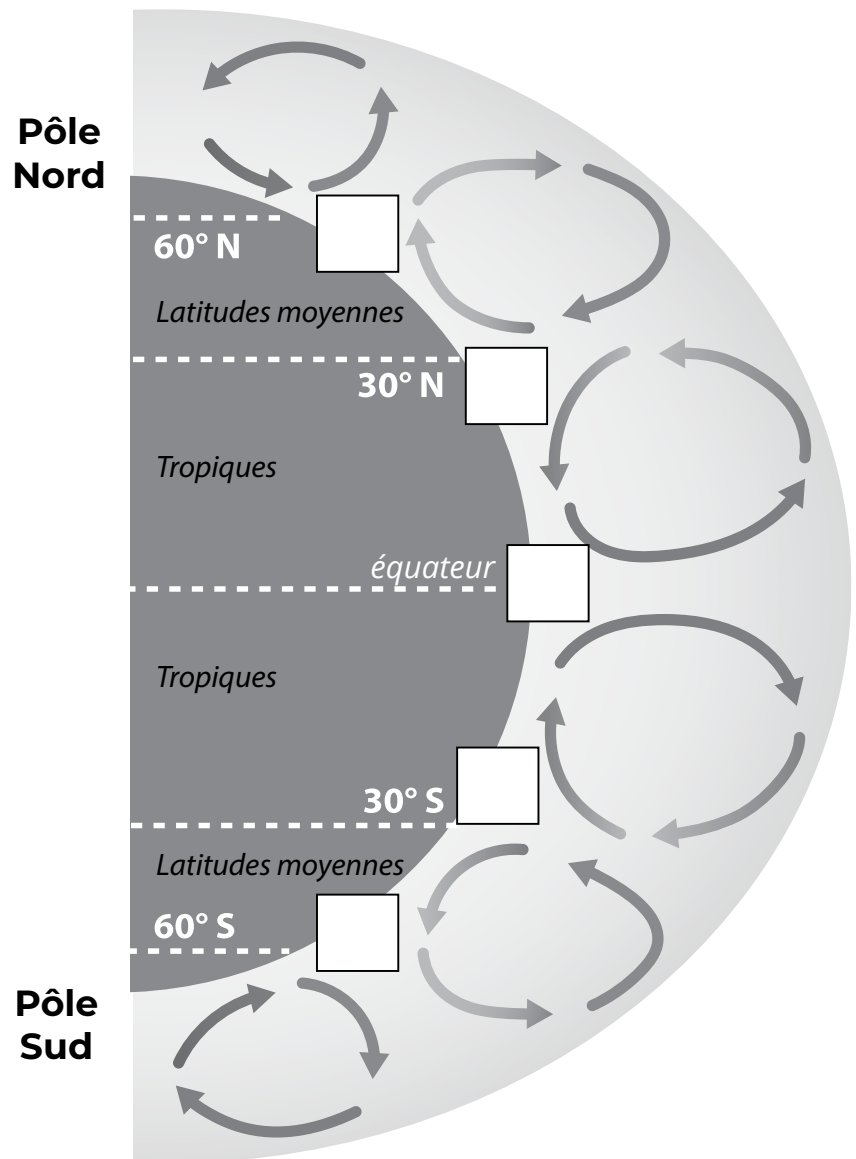
Passez en revue le diagramme suivant sur la manière dont l'air se déplace dans le monde.

**D** Mettez un « D » dans les cases blanches où la pression serait basse.

**A** Mettez un « A » dans les cases blanches où la pression serait haute.



Dessinez des nuages aux endroits où la pression est basse, là où ils sont susceptibles de se former.



**LEÇON**  
**15**

# Lorsque l'air et les tempêtes se déplacent, pourquoi suivent-ils une trajectoire courbe?

## ÉTAPE 1 : Comparez le mouvement d'une tempête avec votre modèle.



Regardez de nouveau la vidéo *Chutes de neige et de pluie dans le monde* de la leçon 12, cette fois-ci, en concentrant vos observations sur le mouvement des tempêtes sous les tropiques. Ci-dessous, comparez le mouvement que vous voyez dans la vidéo à la façon dont vous pourriez prévoir le déplacement des tempêtes en fonction de votre modèle sur le mouvement de l'air sous les tropiques (à partir de la fin de la leçon 14).

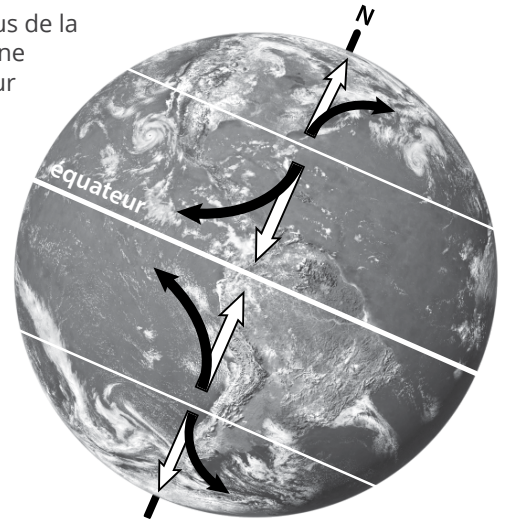
1. Quel type de mouvement avez-vous observé dans la vidéo qui n'est pas expliqué par votre modèle?



# Lorsque l'air et les tempêtes se déplacent, pourquoi suivent-ils une trajectoire courbe?

## ÉTAPE 2 : Découvrir la force de Coriolis.

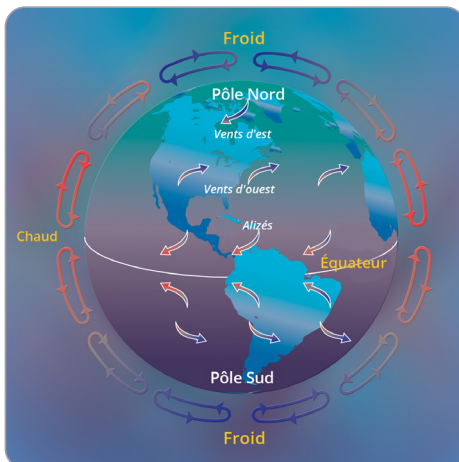
Parce que la Terre tourne, l'air ne se déplace pas en ligne droite au-dessus de la surface (comme les flèches blanches sur l'image à droite). L'air a plutôt une trajectoire incurvée (comme les flèches noires). L'air au nord de l'équateur tourne vers la droite à mesure qu'il se déplace. L'air au sud de l'équateur tourne vers la gauche à mesure qu'il se déplace. C'est ce que l'on appelle la **force de Coriolis**.



## S'ARRÊTER ET AGIR

### Faites un modèle de la force de Coriolis.

- Faites un modèle de la Terre.
  - Gonflez le ballon.
  - Dessinez un équateur autour du point le plus large.
  - Dessinez des lignes autour du ballon, là où les lignes des latitudes 30° N et 30° S se trouveraient.
- Simulez la manière dont l'air sous les tropiques se déplacerait si la Terre ne tournait pas.
  - Élève 1 : maintenir le ballon devant vous de sorte que les lignes de l'équateur et de la latitude soient parallèles au sol.
  - Élève 2 : dessiner une flèche à partir de la latitude 30° N, en direction de l'équateur.
- Simulez la façon dont l'air bouge avec la rotation de la Terre.
  - Élève 1 : faire tourner lentement le ballon dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour reproduire la rotation de la Terre sur son axe. (Regardez le ballon du dessus pour déterminer quelle direction est dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.)
  - Élève 2 : dessiner une autre flèche en commençant par le même point qu'avant et en essayant d'arriver à l'équateur.



### Pourquoi l'air se déplace-t-il dans différentes directions sous les tropiques et aux latitudes moyennes?

La terre est toujours en mouvement. La terre pivote ou tourne, en faisant un tour complet toutes les 24 heures. Si la Terre ne tournait pas, l'air monterait au niveau de l'équateur et descendrait au niveau des pôles. Mais, parce que la Terre tourne, il y a trois zones de convection au nord de l'équateur et trois au sud de l'équateur. La convection entraîne le mouvement des vents à la surface de la Terre, vers l'équateur sous les tropiques, loin de l'équateur aux latitudes moyennes, et vers l'équateur autour de chaque pôle. Ces vents sont appelés **vents dominants**. Les vents dominants suivent une trajectoire courbe à cause de la force de Coriolis. Les vents aux latitudes moyennes suivent une trajectoire courbe allant d'ouest en est. Les vents sous les tropiques se déplacent généralement d'est en ouest.

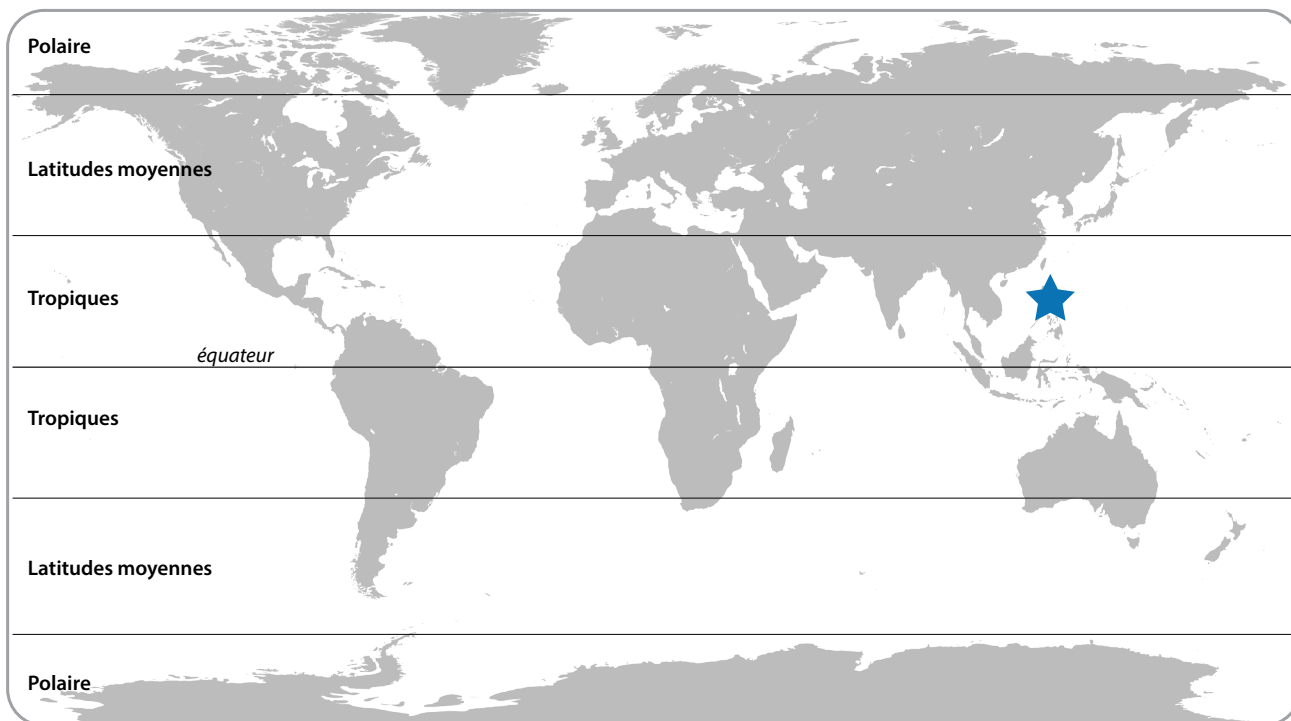


## Lorsque l'air et les tempêtes se déplacent, pourquoi suivent-ils une trajectoire courbe?

### ÉTAPE 3 : Apportez une explication.

À l'aide du modèle de déplacement de l'air sous les tropiques que vous avez conçu et de ce que vous avez appris sur la force de Coriolis, expliquez la direction que les tempêtes vont probablement prendre dans les Philippines (représenté par une étoile ci-dessous) et à l'endroit où vous vivez.

- Dessinez une flèche sur la carte pour indiquer la direction que prennent habituellement les tempêtes aux Philippines (emplacement étoilé).
- Dessinez un symbole différent sur la carte pour indiquer l'endroit où vous vivez. Ensuite, dessinez une flèche pour indiquer la direction que prennent habituellement les tempêtes là où vous vivez.



1. Expliquez pourquoi vous pensez que les tempêtes traversent les Philippines dans une direction particulière.

2. Expliquez pourquoi vous pensez que les tempêtes proviendront d'une direction particulière là où vous vivez.



## ▼▼▼ TÂCHE FINALE

TÂCHE FINALE : Défi 1

Tempête en Californie

TÂCHE FINALE : Défi 2

Où est la neige?

TÂCHE FINALE : Défi 3

Nous vous avertissons



## TÂCHE FINALE : Défi 1

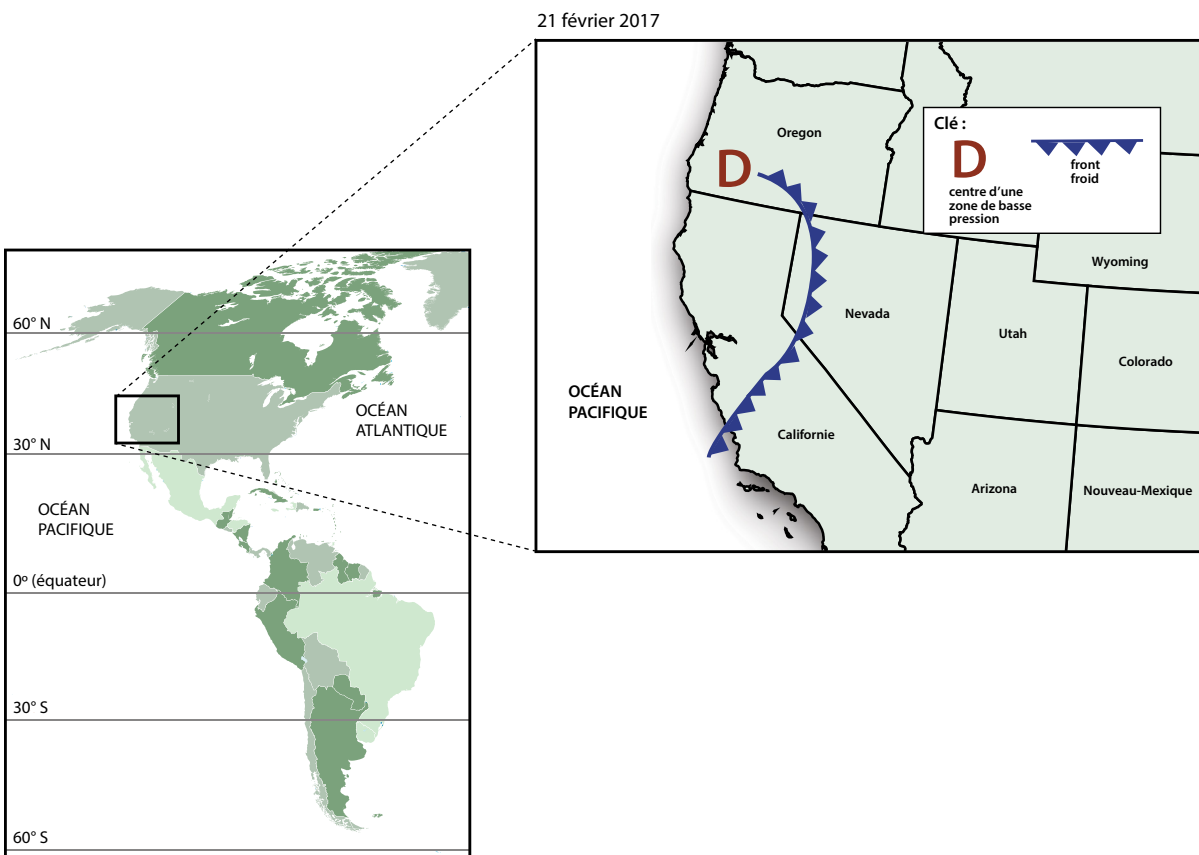
## En Californie, pourquoi la tempête a-t-elle été accompagnée de pluie à certains endroits et de neige à d'autres?

Le 2 février 2017, une tempête a traversé la Californie, sur la côte ouest des États-Unis. La tempête était accompagnée de précipitations extrêmes qui ont causé des inondations et des coulées de boue à certains endroits, ainsi que d'abondantes chutes de neige dans les zones montagneuses de la Californie.

USA TODAY :

### La Californie du Nord déjà durement touchée est dévastée par une nouvelle tempête

« Le service météorologique national des É.-U. annonçait jusqu'à 200 millimètres de pluie pour certaines parties de la région lundi et mardi. Dans certaines zones, les rafales de vent pourraient atteindre plus de 100 km/h. Les avertissements d'inondation pour quelques rivières pourraient durer jusqu'à la fin de la semaine (cela pour un État qui, il y a deux mois, était en proie à une grave sécheresse). De fortes chutes de neige étaient prévues dans les montagnes de la Sierra Nevada, où les totaux sont mesurés en mètres et non en centimètres. »



## En Californie, pourquoi la tempête a-t-elle été accompagnée de pluie à certains endroits et de neige à d'autres?



### ÉTAPE 1 : Analysez la tempête en Californie.

À l'aide des cartes de la page précédente et de ce que vous avez appris sur les tempêtes, répondez aux questions ci-dessous.

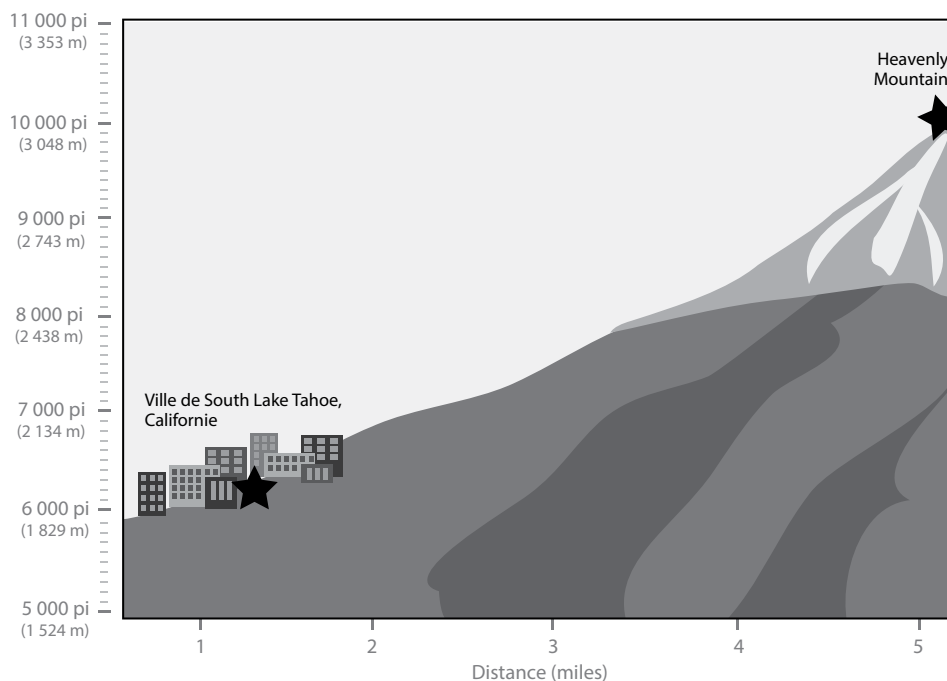
1. D'après ce que vous avez appris sur les vents mondiaux, où pensez-vous que le front froid était situé avant qu'il ne passe au-dessus de la Californie?
2. Pour qu'une tempête provoque de la pluie et de la neige, l'air doit retenir l'humidité. D'où pensez-vous que l'humidité dans cette tempête provenait avant de se retrouver dans l'atmosphère? Réfléchissez à ce que vous savez sur le cycle de l'eau au moment de répondre.
3. D'après ce que vous avez appris sur les fronts froids et les symboles sur la carte météo de la page précédente, où pensez-vous que la tempête passera ensuite? Comment le savez-vous?

## En Californie, pourquoi la tempête a-t-elle été accompagnée de pluie à certains endroits et de neige à d'autres?



**ÉTAPE 2 :** Plus de détails sur la tempête en Californie : Le 21 février 2017, la ville de South Lake Tahoe, en Californie, a reçu 61 mm (2,4 pouces) de pluie. Pendant ce temps, le sommet voisin de Heavenly Mountain recevait 61 cm (24 pouces) de neige.

- De quels renseignements auriez-vous besoin pour décider si de la pluie ou de la neige tombera pendant une tempête? Expliquez votre réponse.
- Regardez ci-dessous la section transversale montrant la ville de South Lake Tahoe et Heavenly Mountain. Servez-vous de ce que vous savez sur l'atmosphère pour expliquer pourquoi il a neigé sur la Heavenly Mountain, alors qu'il a plu dans la ville de South Lake Tahoe.
- Dessinez sur la section transversale ci-dessous.
  - Indiquez où l'atmosphère est plus froide et où elle est plus chaude.
  - Indiquez l'endroit où il a plu et l'endroit où il a neigé. Indiquez également où un mélange de pluie/neige peut s'être abattu au sol.
  - Indiquez s'il y a des endroits pour lesquels vous souhaiteriez obtenir des informations supplémentaires afin de savoir si la pluie, la neige ou un mélange de pluie/neige est tombé.



## TÂCHE FINALE : Défi 2

## À mesure que la tempête s'est déplacée vers l'est, pourquoi a-t-il neigé à certains endroits mais pas à d'autres?

Au bout de quelques jours, le front froid et le centre de basse pression se sont déplacés. Du 20 au 22 février, la tempête s'est progressivement déplacée de la Californie vers le Nevada. Puis, le 23 février, la tempête s'est déplacée plus rapidement vers l'est et le sud. Au milieu du pays, les températures étaient assez froides pour qu'il neige.



## À mesure que la tempête s'est déplacée vers l'est, pourquoi a-t-il neigé à certains endroits mais pas à d'autres?

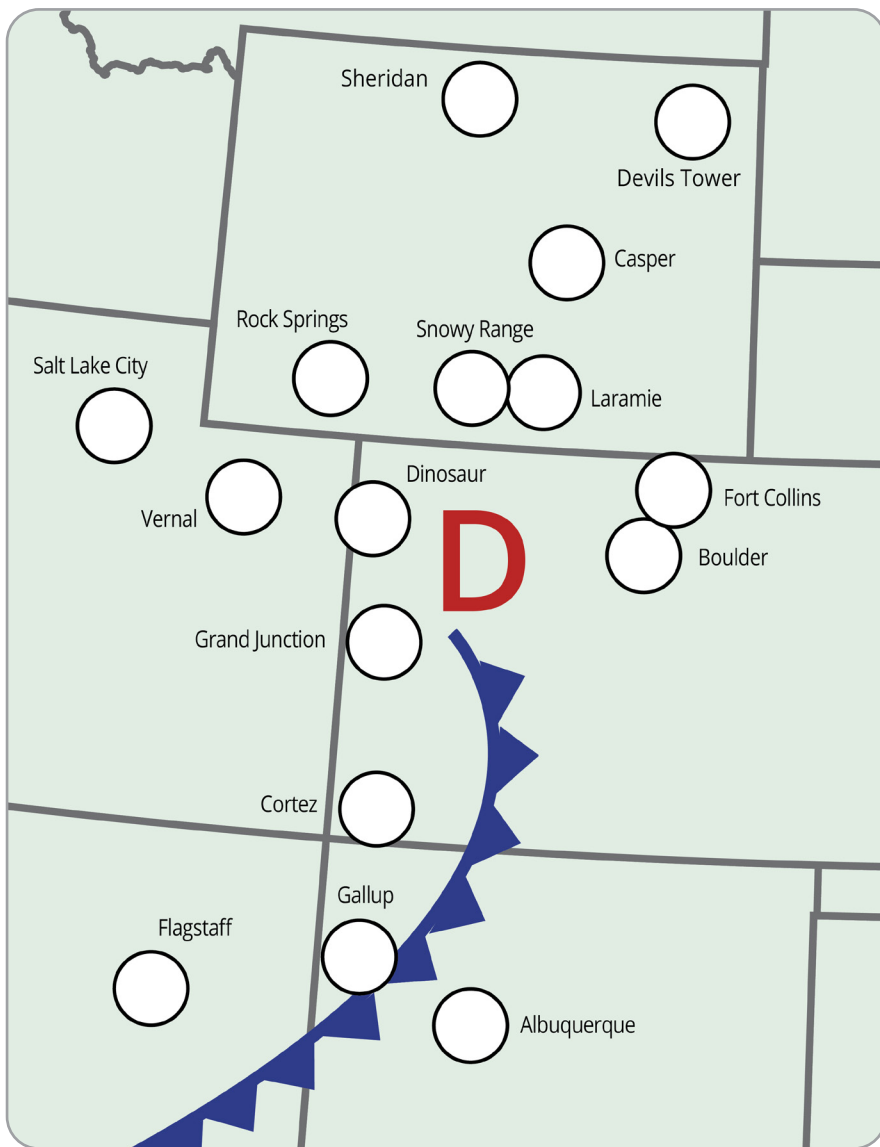
### ÉTAPE 1 : Recensez les données sur les chutes de neige.

Vous trouverez ci-dessous le rapport sur les chutes de neige pour les communautés indiquées sur la carte.

- Localisez les communautés sur la carte et **inscrivez la quantité de neige** dans les cercles.

### CHUTE DE NEIGE : 23 FÉVRIER 2017

LIEU	NEIGE (CM)
Rock Springs, Wyoming	45,7
Laramie, Wyoming	7,6
Snowy Range, Wyoming	61,0
Sheridan, Wyoming	1,3
Devils Tower, Wyoming	0
Casper, Wyoming	13,7
Dinosaur, Colorado	19,1
Grand Junction, Colorado	0
Fort Collins, Colorado	3,8
Boulder, Colorado	1,3
Cortez, Colorado	0
Flagstaff, Arizona	0
Salt Lake City, Utah	8,6
Vernal, Utah	17,8
Gallup, Nouveau-Mexique	0
Albuquerque, Nouveau-Mexique	0



**D**

Le centre d'une zone de basse pression



front froid



neige

### ÉTAPE 2 : Où les écoles pourraient-elles fermer?

Les écoles peuvent fermer s'il y a d'abondantes chutes de neige.

Trouvez les endroits où vous pensez que les écoles ont fermé à cause de la neige. **Coloriez ces endroits de couleur claire** sur la carte pour voir facilement où il y a eu le plus de neige.



## À mesure que la tempête s'est déplacée vers l'est, pourquoi a-t-il neigé à certains endroits mais pas à d'autres?

### ÉTAPE 3 : Cherchez une tendance dans les chutes de neige.

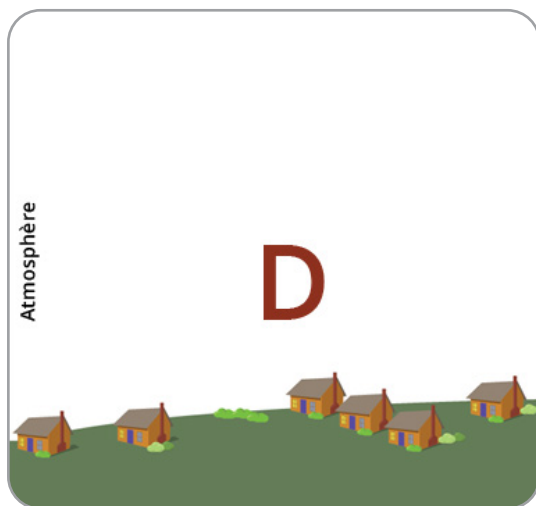
Reportez-vous à la carte de chute de neige de la page précédente pour répondre aux questions ci-dessous.

1. Que remarquez-vous sur l'emplacement des communautés ayant reçu le plus de neige? Où la plupart de la neige est-elle tombée par rapport au front et à la zone de basse pression?
2. Pourquoi pensez-vous que cette zone a reçu plus de neige?

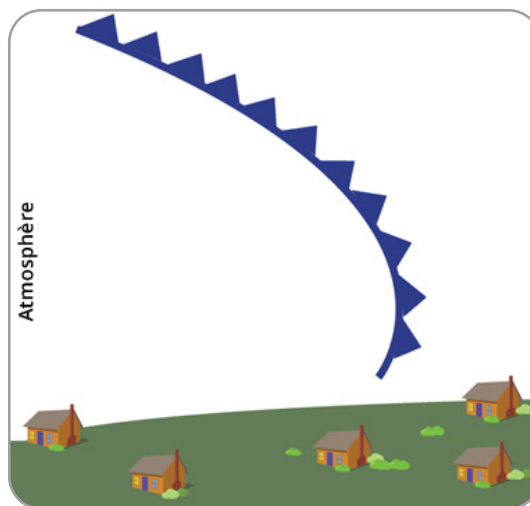
### ÉTAPE 4 : Pourquoi n'a-t-il pas neigé partout?

Il y a deux choses dont une tempête a besoin pour provoquer des précipitations :

1. L'air qui monte et se refroidit et
  2. Une humidité suffisante dans l'air pour créer des nuages et des précipitations.
1. **Dessinez une section transversale** qui montre comment l'air se déplace et où les nuages se forment dans une zone de basse pression et sur un front froid en vous servant des modèles que vous avez conçus en classe.



Comment l'air se déplace et où les nuages se forment **dans une zone de basse pression**



Comment l'air se déplace et où les nuages se forment **à un front froid**

2. Remarquez où il y a une zone de basse pression et où le front se trouve sur la carte de chute de neige. Souvenez-vous que la tempête est venue de l'ouest, elle s'est donc déplacée au-dessus des zones situées à l'ouest de la carte avant d'arriver à cet endroit.
  - **Sur la carte de chute de neige, entourez les endroits** où il y a eu peu ou pas de neige.
  - Pourquoi pensez-vous que ces endroits n'ont pas reçu beaucoup de neige/de neige?
3. **Nommez les endroits** qui vous semblent trop loin de la tempête pour avoir reçu beaucoup de neige.

**Humidité :** Lorsqu'elle était sur la côte ouest, cette tempête était pleine d'humidité, et c'est ce qui a causé autant de pluie et de neige. Est-elle encore pleine d'humidité? Le taux de moiteur dans l'air est mesurée sous la forme d'humidité. Aux pages suivantes se trouvent les données moyennes sur l'humidité pour les communautés affichées sur la carte.

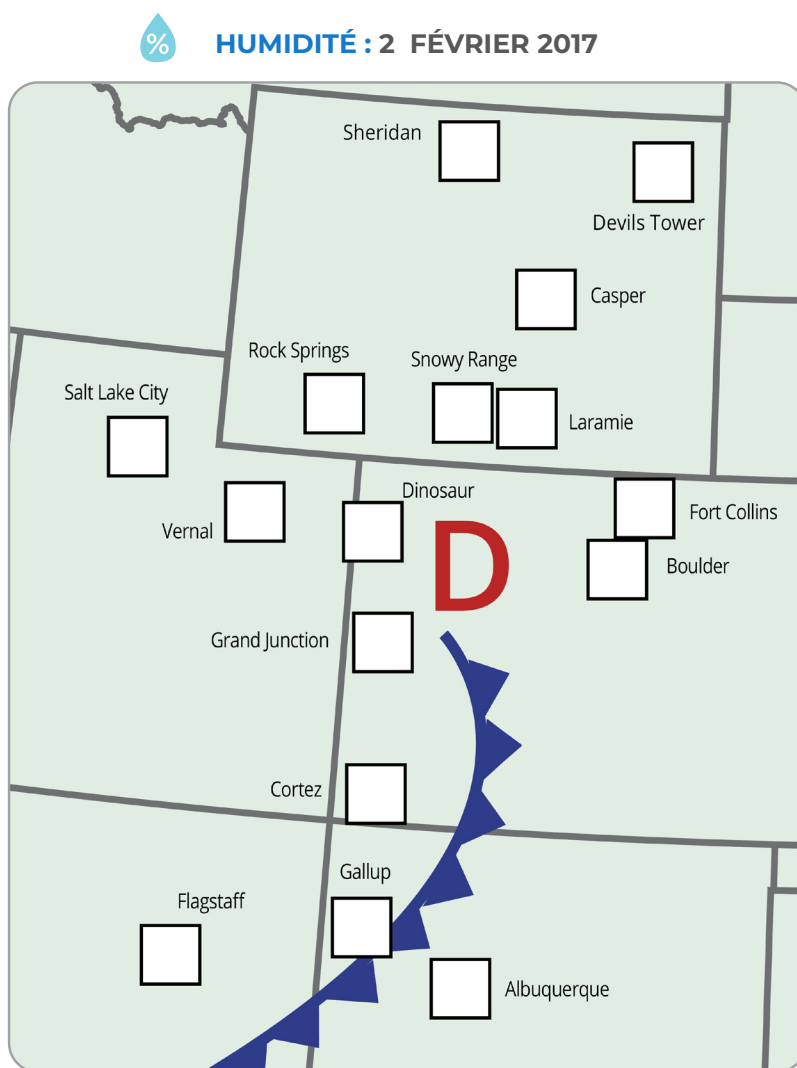


## À mesure que la tempête s'est déplacée vers l'est, pourquoi a-t-il neigé à certains endroits mais pas à d'autres?

Suivez les instructions ci-dessous pour créer la carte sur l'humidité.

1. Les mesures de l'humidité dans le tableau ont été prises à proximité du sol, pas dans les nuages, mais elles peuvent nous aider à estimer la quantité d'humidité dans l'air. Localisez les communautés sur la carte et **notez l'humidité** dans les carrés en utilisant une couleur différente de celle des mesures de chute de neige.
2. **Codez en couleur** les endroits où l'humidité moyenne était inférieure à 70 %. Ces endroits sont moins susceptibles de recevoir des précipitations. **Choisissez une autre couleur** pour les endroits où l'humidité était supérieure à 70 %. Ces endroits sont plus susceptibles de recevoir des précipitations.
3. Nommez les endroits qui, selon vous, semblent ne pas avoir reçu beaucoup de précipitations parce que l'air ne comportait pas assez d'humidité.

ENDROIT	HUMIDITÉ MOYENNE (%)
Rock Springs, Wyoming	81
Laramie, Wyoming	77
Snowy Range, Wyoming	77
Sheridan, Wyoming	84
Devils Tower, Wyoming	88
Casper, Wyoming	92
Dinosaur, Colorado	90
Grand Junction, Colorado	62
Fort Collins, Colorado	85
Boulder, Colorado	85
Cortez, Colorado	58
Flagstaff, Arizona	56
Salt Lake City, Utah	81
Vernal, Utah	90
Gallup, Nouveau-Mexique	43
Albuquerque, Nouveau-Mexique	33



**LÉGENDE :**

**D** Le centre d'une zone de basse pression

front froid

humidité

humidité inférieure à 70 % (choisissez une couleur)

humidité supérieure à 70 % (choisissez une couleur)



**Discutez avec vos camarades de classe.**

Comment les données sur l'humidité vous aident-elles à comprendre pourquoi il a neigé à certains endroits et pas à d'autres?

**TÂCHE FINALE : Défi 3**

# Où les écoles auront-elles un jour de neige le 24 février?


**ÉTAPE 1 : Prenez en compte les endroits où il a neigé le 23 février.**

Pour prévoir le temps, les météorologues tiennent compte de la météo de la veille. Dans le cas présent, vous êtes le météorologue. Pour prévoir où la neige est susceptible de tomber le 24 février, vous devez tenir compte de l'endroit où cette tempête a causé des chutes de neige la veille (le 23 février).

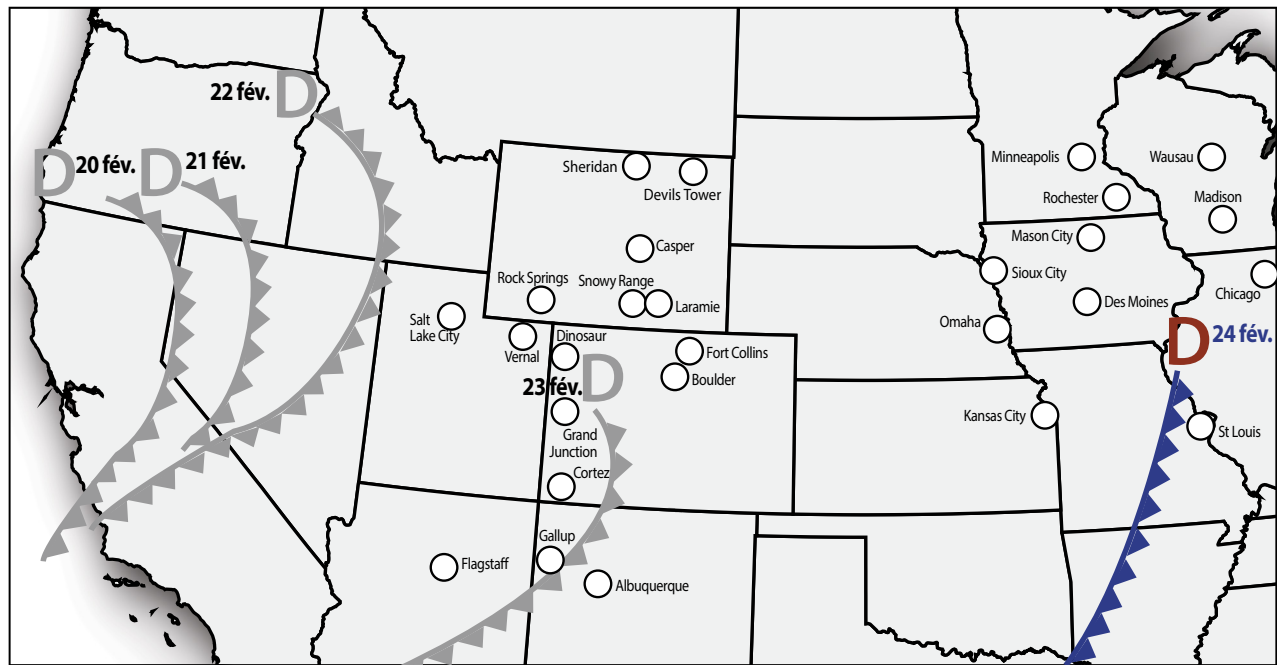
Choisissez une couleur et remplissez les cercles là où il a neigé plus de 5 cm le 23 février à l'aide de la carte de chute de neige du Défi 2 : Étape 1. Laissez les cercles sans couleur pour les endroits qui n'ont connu que peu (5 cm ou moins) ou pas de neige le 23 février.

 24 FÉVRIER 2017

Clé :

**D**  front froid

le centre d'une zone de basse pression







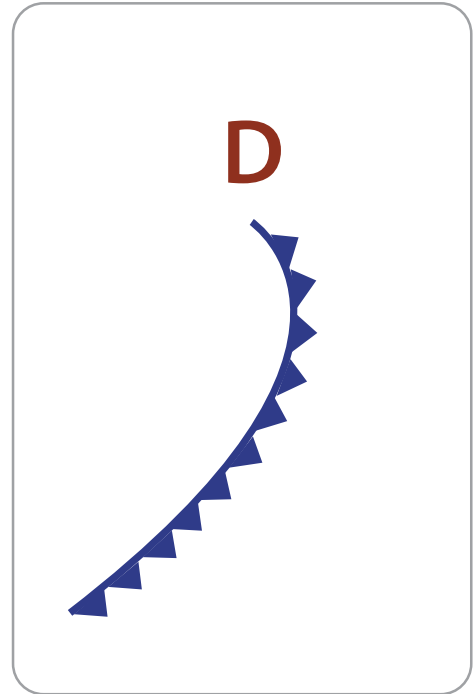
### ÉTAPE 2 : Où se trouve la neige par rapport au front froid et à la zone de basse pression?

Au-dessus de l'Amérique du Nord, il est courant pour une zone de basse pression d'être située à l'extrémité nord d'un front froid. Sur la carte de la page précédente, qu'est-ce que vous remarquez sur les endroits où la neige est tombée le 23 février?

**Dessinez** l'emplacement approximatif des chutes de neige par rapport à celui du front froid et de la zone de basse pression sur le diagramme à droite.

1. En quoi la tempête hivernale dans cet exemple ressemble-t-elle au modèle du front froid que vous avez conçu? En quoi est-elle différente?

### OÙ IL VA PROBABLEMENT NEIGER :



### ÉTAPE 3 : Faites une prévision sur les endroits où il neigera le 24 février.

D'après les endroits où la neige est tombée pendant la tempête le 23 février, où pensez-vous que la neige tombera le 24 février?

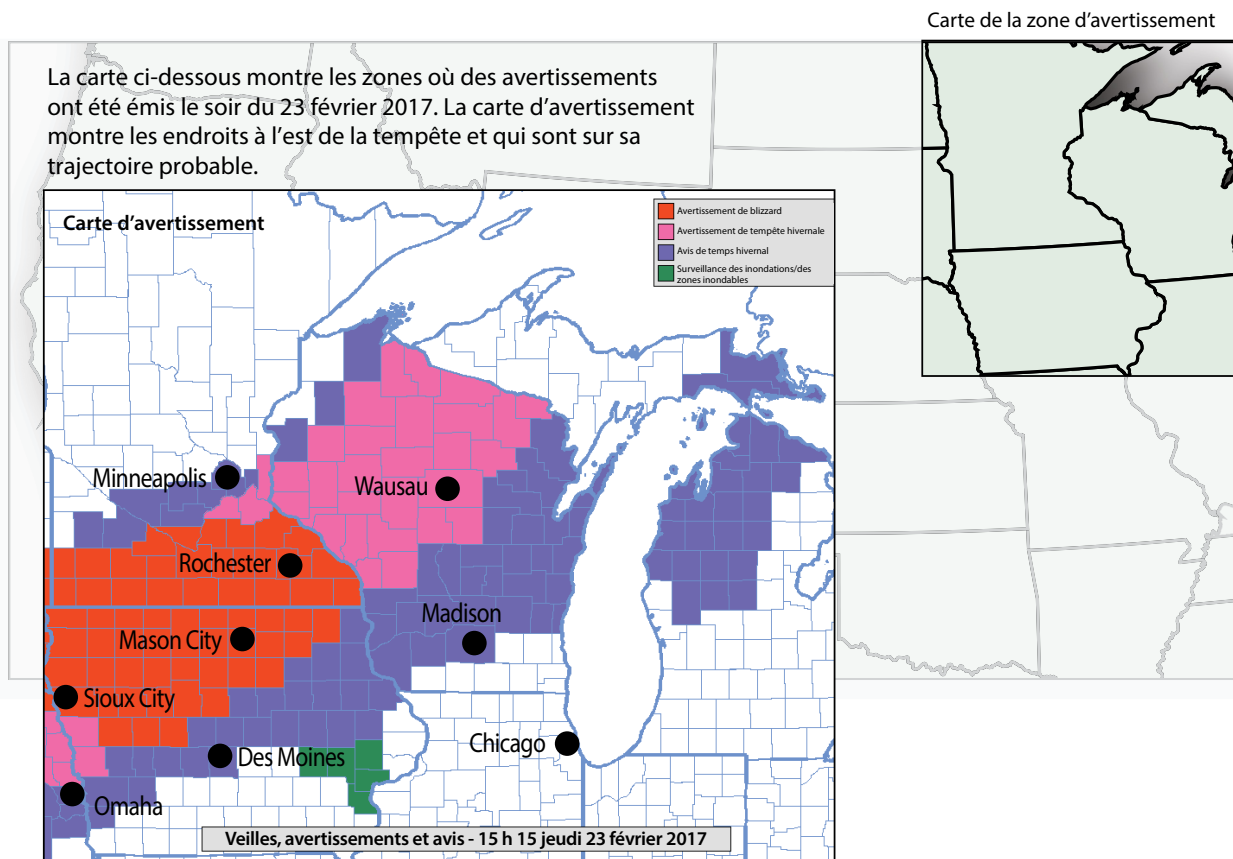
1. **Coloriez les cercles** pour les villes sur la carte météo où vous pensez qu'il neigera plus de 5 cm, le 24 février.
2. **Écrivez les noms** de ces villes ci-dessous et expliquez pourquoi elles recevraient des précipitations.



**ÉTAPE 4 : Carte d'avertissement.**

La carte ci-dessous montre les zones où des avertissements ont été émis le soir du 23 février 2017. La carte d'avertissement montre les endroits à l'est de la tempête et qui sont sur sa trajectoire probable.

- **Un avertissement de blizzard** est émis pour les tempêtes hivernales accompagnées de vents de 56 km/h ou plus et de fortes chutes de neige.
- **Un avertissement de tempête hivernale** est émis lorsqu'une tempête hivernale est attendue dans les 36 heures avec au moins 10 cm (4 pouces) de neige ou au moins 7,6 cm (3 pouces) de neige et du verglas en grande quantité.
- **Un avis de temps hivernal** est émis lorsqu'un système de basse pression produit une combinaison de conditions hivernales (neige, pluie verglaçante ou giboulée) qui présentent un danger.
- **Une alerte d'inondation** est émise lorsque les conditions sont favorables à des inondations.



**Est-ce un jour de neige?**

Selon l'endroit où vous vivez, vous avez peut-être ressenti un certain enthousiasme à l'annonce d'une chute de neige. Bien sûr, la neige est amusante, peu importe quand elle tombe, mais si c'est pendant un jour d'école et que les cours sont annulés, c'est particulièrement plaisant.

Les autorités scolaires doivent décider s'il faut annuler l'école ou retarder les classes. Leur travail est de protéger les personnes. Comment prennent-ils cette décision?

Dans les endroits où la neige est rare, comme le sud-est américain, une prévision météorologique qui inclut de la neige et du verglas pourrait suffire à faire fermer les écoles. Ces endroits n'ont souvent pas de chasse-neige ou de camions qui répandent du sel ou du sable sur les routes pour faire fondre la glace. Cela signifie qu'il ne faut pas beaucoup de temps pour que les routes et les trottoirs deviennent dangereux.

Dans les endroits où les conditions neigeuses sont courantes, les villages et les villes ont généralement des plans pour y faire face. Souvent, les écoles ne ferment pas en cas de neige si les routes et les trottoirs peuvent être dégagés. Cependant, les écoles ferment en cas de températures extrêmes pour que les élèves n'attendent pas le bus ou marchent jusqu'à l'école lorsque la température est inférieure à zéro. Les écoles peuvent également fermer si la neige est soufflée par le vent, car cela réduit la visibilité.

De nombreux types d'informations météorologiques sont importants pour les responsables d'école pour les aider à décider s'il faut annuler les classes, notamment le moment de la tempête, la température, la quantité de neige attendue et la vitesse du vent. Les autorités scolaires tiennent compte des alertes, des avertissements ou des avis météorologiques publiés par le Service météorologique national.



1. D'après vous, quels endroits devraient annuler une journée d'école en fonction de la lecture ci-dessus et de vos prévisions de chute de neige de l'étape 3?

**ÉTAPE 5 : Discutez avec vos camarades de classe.**

Parlez avec vos camarades de classe. Est-ce que tout le monde a la même hypothèse sur l'endroit où il neigera le 24 février? Regardez où il a le plus neigé (plus de 15 cm) le 23 février et décidez où on pourrait fermer les écoles et les lieux de travail le 24 février. Prenez en compte la carte d'avertissement.

