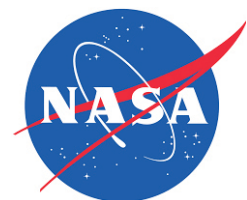




# GUIDE DU PROFESSEUR



LE PROGRAMME GLOBE





---

© 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



	Aperçu de GLOBE Weather	2-20	
	<b>1</b> Leçon pilier : Une tempête inattendue	21-28	
SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 1	Contenu scientifique	31-35	
	<b>2</b> Observer le ciel	36-41	
	<b>3</b> Indices sur la température	42-47	
	<b>4</b> Carburant pour les tempêtes	48-53	
	<b>5</b> L'air en déplacement	54-59	
	<b>6</b> Créer un orage	60-64	
SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 2	Contenu scientifique	67-69	
	<b>7</b> Un autre type de tempête	70-73	
	<b>8</b> Météo avant, pendant et après le passage d'un front froid	74-78	
	<b>9</b> Tempêtes et précipitations le long d'un front	79-86	
	<b>10</b> Front en déplacement	87-92	
	<b>11</b> Examen plus approfondi des systèmes dépressionnaires	93-97	
SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 3	Contenu scientifique	100-102	
	<b>12</b> Tempêtes en déplacement	103-108	
	<b>13</b> Réchauffement	109-115	
	<b>14</b> Déplacement de l'air sous les tropiques	116-123	
	<b>15</b> Une balle courbe	124-132	
	<b>TÂCHE FINALE : Défi 1</b>	Tempête en Californie	135-138
	<b>TÂCHE FINALE : Défi 2</b>	Où est la neige?	139-141
	<b>TÂCHE FINALE : Défi 3</b>	Nous vous avertissons	142-145

GUIDE DU PROFESSEUR



# APERÇU DE GLOBE WEATHER

## Aperçu de GLOBE Weather

Avec GLOBE Weather, les élèves du secondaire explorent les phénomènes liés aux intempéries et aux tempêtes pendant une période de cinq semaines pour mieux comprendre les conditions météorologiques aux échelles locale, régionale et mondiale. Ils analysent les données météorologiques recueillies dans les écoles faisant partie du programme GLOBE ([www.globe.gov](http://www.globe.gov)) et font leurs propres observations météorologiques conformément aux protocoles de GLOBE sur l'atmosphère.

Le programme GLOBE Weather a été conçu pour répondre directement aux normes scientifiques de nouvelle génération qui portent sur l'exploration par les élèves des phénomènes météorologiques et sur le recours à une approche par scénario dans trois cycles d'apprentissage 5E (Bybee, et al., 2006). Le programme met particulièrement l'accent sur l'analyse et l'interprétation de données météorologiques et sur le développement itératif de modèles pour expliquer et documenter la compréhension des élèves. Le programme GLOBE offre d'autres pistes d'exploration éventuelles des conditions météorologiques, en élargissant l'apprentissage des élèves à des projets de recherche.

### APPROCHE PAR SCÉNARIO

GLOBE Weather adopte une approche pédagogique par scénario pour aider à séquencer l'apprentissage et à l'enchaîner logiquement pour les élèves, du début à la fin. L'objectif d'un scénario est de rendre les leçons de l'unité cohérentes pour les élèves. Ces derniers savent sur quoi ils travaillent et pourquoi, tout au long de l'unité d'apprentissage. Dans chaque leçon, GLOBE Weather se concentre sur les questions plutôt que sur les sujets, afin de motiver les élèves et de maintenir le cap sur l'exploration et la découverte.

Les appuis pédagogiques fournis dans les instructions du professeur sont destinés à vous aider à clarifier le scénario pour les élèves tout au long de l'unité. Peu à peu, tous les élèves proposent des idées motivées par des questions sur les phénomènes météorologiques. Tout au long de l'unité, l'histoire de la météo s'écrit progressivement. Chaque leçon porte sur une question particulière ce qui, au fil du temps, facilite la compréhension. L'approche par scénario soutient les élèves dans la recherche de sens, leur permettant ainsi de trouver des idées scientifiques et de les associer au fil du temps.

### GROS PLAN SUR LES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES



Des élèves expérimentent la température et le mouvement de l'air dans le cadre de la leçon 5 de GLOBE Weather. (Avec l'aimable autorisation de Susan Oltman)

Les phénomènes intéressants sont essentiels à l'approche par scénario. Il peut s'agir d'un phénomène surprenant ou déroutant, quelque chose que les élèves en sont venus à accepter, mais qu'ils ne peuvent expliquer, comme des nuages qui changent de forme et de taille. Il peut s'agir d'un phénomène que les élèves veulent pouvoir prédire et auquel ils se préparent, comme une tempête violente. Ou, il peut s'agir d'un phénomène quotidien qui mystifie les élèves lorsqu'ils y pensent, par exemple l'apparition spontanée d'un petit nuage dans un ciel précédemment dégagé.

Dans GLOBE Weather, les phénomènes sont soigneusement sélectionnés pour servir de pilier à une histoire. Le *phénomène pilier* pour cette unité est un événement extrême au cours duquel une quantité anormalement importante de pluie est tombée dans un laps de temps relativement court au Colorado (États-Unis), en septembre 2013. Les élèves partent de cette tempête pour examiner différents types de précipitations. Ils se demandent pourquoi et comment l'humidité se déplace dans l'air et quand les conditions sont parfaites pour une averse de pluie ou de neige.



Orage (Avec l'aimable autorisation de Bob Henson, UCAR)

## EXPÉRIENCES DES ÉLÈVES AVEC L'ANALYSE ET LA MODÉLISATION DES DONNÉES

Dans GLOBE Weather, les pratiques scientifiques et d'ingénierie constituent les moyens par lesquels les élèves avancent dans le scénario, en mettant l'accent sur l'analyse de données et la construction de modèles. Ils analysent les données météorologiques, ce qui leur permet d'explorer les tempêtes, notamment des données graphiques et cartographiées sur les températures, les précipitations, l'humidité et le vent. Les données météorologiques de ce programme ont été recueillies par les écoles du réseau GLOBE, des scientifiques amateurs du réseau CoCoRaHS (Community Collaborative Rain, Hail and Snow) et la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Les élèves construisent des modèles pour organiser leurs idées et partager leurs explications sur les phénomènes météorologiques avec d'autres (voir pages 14-15 pour plus d'informations).

## OPTIONS D'EXTENSION DE L'APPRENTISSAGE PAR LES ENQUÊTES GLOBE

Si vous le souhaitez, nous vous encourageons à demander à vos élèves de recueillir leurs propres données météorologiques en utilisant les ressources du programme GLOBE, ou de rechercher et d'analyser les données recueillies par d'autres élèves dans le cadre du programme GLOBE. Les élèves pourraient ainsi mener leurs propres recherches scientifiques et nouer des liens avec des élèves du monde entier. Vous devrez ajouter du temps à l'unité si vous décidez de faire ces enquêtes GLOBE facultatives (voir pages 12-13 pour plus d'informations).

## CE QU'ON RETROUVE DANS GLOBE WEATHER

Le programme propose cinq semaines de cours (environ 25 périodes de 50 minutes), en commençant par une leçon pilier, suivie de trois séquences d'apprentissage guidées qui explorent les phénomènes météorologiques à des échelles spatiales (locale, régionale et mondiale) et temporelles (de courte durée à continue) croissantes. La tâche finale permet aux élèves d'appliquer ce qu'ils ont appris à un nouveau phénomène lié.



Gouttes de pluie (Avec l'aimable autorisation de Carlye Calvin, UCAR)

- **Leçon pilier** : GLOBE Weather commence par un phénomène qui servira de pilier, soit une importante chute de pluie, qui amène les élèves à se demander comment et pourquoi les tempêtes s'annoncent et leur permet de lier la tempête décrite à leurs propres expériences avec des tempêtes.
- **Trois séquences d'apprentissage** : Chaque séquence d'apprentissage est conçue pour que les élèves parcourent un cycle d'apprentissage 5E modifié (s'Engager, Explorer, Expliquer, Élaborer). Il est possible d'évaluer la compréhension des élèves tout au long du processus. Parfois, les élèves sont incités à revenir en arrière et à réexaminer les phénomènes qu'ils ont appris auparavant, tels que le phénomène pilier, car ils ont saisi de nouveaux éléments scientifiques qu'ils peuvent y appliquer.
  - **Séquence d'apprentissage 1** : Les élèves commencent par étudier les tempêtes isolées de courte durée, en apprenant qu'elles se produisent généralement l'après-midi, la relation entre les tempêtes isolées et la température de l'air, et ce qui détermine si les nuages qui s'amassent causeront ou non des précipitations.
  - **Séquence d'apprentissage 2** : Les élèves progressent vers des enquêtes sur la manière dont les masses d'air entrent en collision sur les fronts, ce qui peut entraîner du temps orageux sur une vaste une région et sur plusieurs jours, surtout sur les fronts froids où une masse d'air froid se glisse sous une masse d'air chaud.
  - **Séquence d'apprentissage 3** : Les élèves prennent du recul pour découvrir comment et pourquoi les tempêtes se déplacent dans le monde en raison de la circulation atmosphérique causée par le réchauffement inégal de la Terre.
- **Tâche finale** : Les élèves enquêtent sur une tempête hivernale, en appliquant ce qu'ils ont appris dans le programme d'études et en se fondant sur leurs recherches sur d'autres types de tempêtes.

Voir les pages 6 à 11 pour un résumé de chaque leçon.



# Normes scientifiques de nouvelle génération

Voici les normes scientifiques de la prochaine génération des États-Unis (Next Generation Science Standards, NGSS) associées à GLOBE Weather. Les attentes en matière de rendement (Performance Expectations, PEs) décrivent ce que les élèves doivent être en mesure d'accomplir d'ici la fin de l'apprentissage. Les idées disciplinaires de base (Disciplinary Core Ideas, DCIs) décrivent les sujets scientifiques. Les pratiques scientifiques et d'ingénierie (Science and Engineering Practices, SEPs) sont des comportements adoptés par les scientifiques et les ingénieurs pour expliquer le monde ou résoudre des problèmes. Concepts transversaux (Crosscutting Concepts, CCC) sont des cadres de pensée scientifique interdisciplinaires. Les normes qui sont étroitement harmonisées à GLOBE Weather sont liées aux sciences de la terre et de l'espace (Earth and Space Science, ESS).

## RENDEMENT ATTENDU [PERFORMANCE EXPECTATIONS (PE)]

GLOBE Weather est conforme à trois PE. Veuillez noter que le texte rayé qui suit désigne des concepts dépassant le champ d'application de cette unité.

- **MS-ESS2-5 [Middle School Earth and Space Science (chapitre 2, leçon 5)]** : Recueillir des données pour prouver comment les mouvements et les interactions complexes des masses d'air entraînent des changements dans les conditions météorologiques.
- **MS-ESS2-6 (partiel)** : Concevoir et utiliser un modèle pour décrire comment le réchauffement inégal et la rotation de la Terre entraînent des schémas de circulation atmosphérique et océanique qui déterminent les climats régionaux.
- **MS-ESS2-4 (partiel)** : Concevoir un modèle pour décrire le cycle de l'eau dans les systèmes de la Terre en fonction de l'énergie du soleil et de la force de gravité.

## CONCEPTS FONDAMENTAUX DISCIPLINAIRES [DISCIPLINARY CORE IDEAS (DCI)]

GLOBE Weather combine le contenu de cinq DCI. Veuillez noter que le texte d'introduction ci-dessous désigne des parties des DCI qui ne sont pas couvertes.

- **ESS2.C** : Les schémas complexes des changements et du mouvement de l'eau dans l'atmosphère, déterminés par le vent, les reliefs, et les températures et courants océaniques, sont des facteurs déterminants majeurs des schémas météorologiques locaux. (MS-ESS2-5).
- **ESS2.C** : L'eau circule continuellement entre la terre, l'océan et l'atmosphère par la transpiration, l'évaporation, la condensation, la cristallisation les précipitations, ainsi que le ruissellement. (MS-ESS2-4).
- **ESS2.C** : La circulation mondiale de l'eau et ses changements de forme sont causés par la lumière du soleil et la gravité (MS-ESS2-6).
- **ESS2.D** : La météo et le climat est influencée par les interactions entre la lumière du soleil, l'océan, l'atmosphère, la glace, les reliefs et les êtres vivants. Ces interactions varient en fonction de la latitude, de l'altitude et de la géographie locale et régionale, qui peuvent toutes influencer sur les schémas de débit océanique et atmosphérique. (MS-ESS2-6).
- **ESS2.D** : Ces schémas étant extrêmement complexes, les conditions météorologiques ne peuvent être prédites que de manière probabiliste (MS-ESS2-5).

## PRATIQUES SCIENTIFIQUES ET D'INGÉNIERIE [SCIENCE AND ENGINEERING PRACTICES (SEP)]

GLOBE Weather se concentre sur deux SEP : (1) concevoir et utiliser des modèles et (2) analyser et interpréter les données. En outre, les élèves acquièrent de l'expérience en posant des questions, en menant des enquêtes, en proposant des explications et en obtenant, évaluant et communiquant des informations.

## CONCEPTS TRANSVERSAUX [CROSSCUTTING CONCEPTS (CCC)]

GLOBE Weather comprend trois CCC : (1) cause et effet, (2) systèmes et modèles de systèmes et (3) schémas.

## Connaissances préalables utiles

### SCIENCE

Les acquis antérieurs de vos élèves en matière de concepts de science physique et de cycle de l'eau peuvent notamment jouer sur l'apprentissage du cours GLOBE Weather. Bien que GLOBE Weather réitère les concepts disciplinaires faisant partie du MS-ESS2-4 (cycle de l'eau), il est utile pour les élèves d'avoir fourni le rendement attendu avant de passer à GLOBE Weather. Une partie du rendement attendu en science physique, en particulier celui lié à la DCI PS1.A (Structure et propriétés de la matière) au niveau de la cinquième année et du secondaire I à III sera également pertinente au moment d'enseigner le programme GLOBE Weather. En effet, les élèves pourront mettre à profit leurs connaissances sur la façon dont les molécules et l'air avec ses différentes propriétés interagissent. De plus, tout au long de l'unité, portez attention aux concepts que les élèves ont déjà appris au cours des années précédentes.

**MS-ESS2-4.** Concevoir un modèle pour décrire le cycle de l'eau dans les systèmes de la Terre en fonction de l'énergie du soleil et la force de gravité.

- ESS2.C. L'eau circule continuellement entre la terre, l'océan et l'atmosphère par la transpiration, l'évaporation, la condensation, la cristallisation et les précipitations.

**5-PS1-1.** Concevoir un modèle pour décrire que la matière est faite de particules trop petites pour être vues.

- PS1.A. Peu importe sa nature, la matière peut être subdivisée en particules trop petites pour être vues, mais même dans ce cas la matière existe toujours et peut être détectée par d'autres moyens. Un modèle montrant que les gaz sont faits de particules de matière trop petites pour être perçues et qui se déplacent librement dans l'espace, peut expliquer de nombreuses observations, notamment le gonflement et la forme d'un ballon et les effets de l'air sur des particules ou des objets plus gros.

**3-ESS2-1.** Représenter les données dans des tableaux et des affichages graphiques afin de décrire les conditions météorologiques typiques attendues pendant une saison déterminée.

- ESS2.D. Les scientifiques enregistrent les tendances des conditions météorologiques à divers moments et dans diverses zones afin de pouvoir prédire le temps qu'il fera par la suite.

**MS-PS1-4.** Concevoir un modèle qui prédit et décrit les changements dans le mouvement des particules, la température et l'état d'une substance pure lorsque qu'une énergie thermique est fournie ou supprimée.

- PS1.A. Les gaz et les liquides sont constitués de molécules ou d'atomes inertes qui se déplacent les uns par rapport aux autres.
- PS1.A. Les changements d'état qui surviennent lors de variations de température ou de pression peuvent être décrits et prédits à l'aide de ces modèles de matière.
- PS3.A. La température n'est pas une mesure directe de l'énergie thermique totale d'un système. L'énergie thermique totale d'un système dépend à la fois de la température, du nombre total d'atomes dans le système et de l'état du matériau.

**MS-PS1-2.** Analyser et interpréter les données sur les propriétés des substances avant et après qu'elles interagissent afin de déterminer si une réaction chimique a eu lieu.

- PS1.A. Structure et propriétés de la matière : Chaque substance pure possède des propriétés physiques et chimiques caractéristiques (pour toute quantité dans des conditions données) qui peuvent être utilisées pour l'identifier.



### GÉOGRAPHIE

Les élèves exploreront les données météorologiques sur les cartes de GLOBE Weather. À l'échelle régionale, ils étudieront les fronts météorologiques au-dessus de la partie continentale des États-Unis. À l'échelle mondiale, ils étudieront comment les températures varient selon la latitude et la façon dont les tempêtes se déplacent dans le monde. Ainsi, il est important d'avoir une connaissance de base des cartes et des clés, ainsi que des concepts tels que la latitude, les pôles, l'équateur et les points cardinaux (nord, sud, est, ouest). Les élèves peuvent avoir besoin d'aide pour comprendre la différence entre une vue cartographique et une vue transversale.

**Norme nationale en géographie 1.** Comment utiliser les cartes et autres représentations géographiques, les technologies géospatiales et la pensée spatiale pour comprendre et communiquer les informations.



# GLOBE Weather : Leçon par leçon

	Leçon et question (estimation du temps)	Ce que les élèves font	Ce que les élèves apprennent
SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 1 : DU NUAGE À LA TEMPÊTE	<p><b>LEÇON 1</b></p> <p><b>Leçon 1 : Une tempête inattendue</b></p> <p><i>Que savons-nous des tempêtes?</i></p> <p><b>(100 MIN.)</b></p>	<p>Les élèves regardent une vidéo sur des chutes de pluie extrême et décrivent ce qui s'est passé pendant la tempête.</p> <p>Les élèves se remémorent des expériences vécues lors de différents types de tempêtes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Des événements météorologiques extrêmes comme la tempête du Colorado ont un impact sur notre vie et nos communautés.</li> <li>Les tempêtes font partie du cycle de l'eau.</li> </ul>
	<p><b>LEÇON 2</b></p> <p><b>Leçon 2 : Observer le ciel</b></p> <p><i>Qu'est-ce qui cause la formation de tempêtes?</i></p> <p><b>(50 MIN. PLUS DU TEMPS POUR OBSERVER LE CIEL)</b></p>	<p>Les élèves font des observations météorologiques à partir de vidéos en accéléré de journées ensoleillées et de journées orageuses.</p> <p> Les élèves observent des nuages à l'aide de l'application GLOBE.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La vapeur d'eau s'élève dans le ciel par évaporation.</li> <li>L'eau s'évapore lorsqu'elle est chauffée par le soleil.</li> <li>Les nuages se forment lorsque l'eau se condense.</li> </ul>
	<p><b>LEÇON 3</b></p> <p><b>Leçon 3 : Indices sur la température</b></p> <p><i>Comment la température est-elle liée à la formation de nuages?</i></p> <p><b>(90 MIN.)</b></p>	<p>Les élèves recueillent des données sur la température de l'air à différentes altitudes dans la troposphère à l'aide du <i>ballon-sonde virtuel</i> interactif.</p> <p>Les élèves analysent les données sur la température recueillies à la Westview Middle School, Longmont, CO.</p> <p> Facultatif : Collecte et analyse des données de température GLOBE.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La température de l'air est plus chaude près de la surface de la Terre et plus froide à mesure que l'on monte dans la troposphère.</li> <li>Lors d'une journée ensoleillée, la lumière du soleil réchauffe le sol qui, à son tour, réchauffe l'air en contact avec lui.</li> <li>Les nuages s'accumulent généralement l'après-midi, une fois que l'énergie du soleil a réchauffé la surface du sol, ce qui a réchauffé l'air au-dessus.</li> </ul>

SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 1 : DU NUAGE À LA TEMPÊTE

**4**  
LEÇON

**Leçon 4 :  
Carburant pour les  
tempêtes**

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

**(80 MIN.)**



Les élèves  
comparent les  
données  
météorologiques  
recueillies dans une école  
du réseau GLOBE sur une  
journée ensoleillée et sur  
une journée orageuse.

Les élèves créent et testent  
des modèles de conditions  
d'une journée ensoleillée  
et de conditions d'une  
journée orageuse.



Extension :  
Recueillir les  
données relatives  
sur l'humidité et  
les précipitations  
conformément aux  
protocoles GLOBE afin  
de suivre la météo.

- Pour qu'il y ait une tempête, il faut de l'humidité.
- La vapeur d'eau se retrouve dans l'air en raison de l'évaporation de l'eau de l'océan, des lacs, des rivières, et de l'humidité dans le sol.
- Les jours où l'humidité est faible, ce n'est pas suffisant pour déclencher une tempête.

**5**  
LEÇON

**Leçon 5 :  
L'air en déplacement**

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

**(100 MIN.)**

Les élèves vérifient  
comment l'air chaud  
monte et l'air froid  
descend à l'aide d'un  
ballon-sonde en mylar et  
d'un sèche-cheveux.

Les élèves créent un  
modèle graphique pour  
expliquer comment une  
tempête isolée s'annonce.

- Lorsque l'air se réchauffe, les molécules se dispersent. L'air devient moins dense et se déplace vers le haut.
- Lorsque l'air à la surface de la Terre est réchauffé par le Soleil, il monte.
- Plus haut dans l'atmosphère, l'air chaud refroidit et la vapeur d'eau à l'intérieur se condense, formant des nuages et éventuellement une petite tempête qu'on appelle tempête isolée.
- Lorsque l'air refroidit, les molécules se rapprochent. L'air devient plus dense et descend vers la surface de la Terre.
- Le mouvement de l'air qui monte et qui descend s'appelle convection.

**6**  
LEÇON

**Leçon 6 :  
Créer un orage**

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

**(50 MIN.)**

Les élèves testent les  
conditions de température  
et d'humidité qui  
favorisent la formation  
d'une tempête à l'aide  
des modèles interactifs  
et graphiques en ligne  
*Créer un orage* développés  
pendant la séquence  
d'apprentissage 1.

- La possibilité qu'une tempête isolée ait lieu et son ampleur sont déterminées par les changements de température ou d'humidité relative.
- Une forte tempête isolée est plus susceptible de se produire quand les températures sont chaudes proches du sol et beaucoup plus froides en altitude et quand le taux d'humidité est élevé.

LEÇON 7

**Leçon 7 :  
Un autre type de  
tempête**

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

**(30 MIN.)**

Les élèves font des observations météorologiques à partir d'une vidéo en accéléré d'une tempête accompagnée d'un front froid.

Les élèves analysent une prévision météo pour une semaine alors qu'un front froid s'est abattu à un certain endroit.

- Une tempête accompagnée d'un front froid dure plus longtemps qu'une tempête isolée, et on note un changement radical dans la température et l'humidité de l'air avant et après la tempête.

LEÇON 8

**Leçon 8 :  
Météo avant, pendant  
et après le passage  
d'un front froid**

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

**(50 MIN.)**



Les élèves analysent les données sur la température, l'humidité et le vent recueillies par une école du réseau GLOBE avant, pendant et après le passage d'un front froid.

- Avant le passage d'un front froid, l'air est plus chaud et son taux d'humidité est plus élevé.
- Au cours d'un front froid, la température baisse et il pleut.
- Après le passage d'un front froid, les températures sont plus froides et l'air est moins humide.

LEÇON 9

**Leçon 9 :  
Tempêtes et  
précipitations le long  
d'un front**

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

**(100 MIN.)**

Les élèves font des observations et dessinent un modèle de ce qui se produit dans un réservoir de mesure de densité lorsque de l'eau chaude (simulant une masse d'air chaud) et de l'eau froide (simulant une masse d'air froid) se rencontrent, afin de comprendre ce qui se produit lors d'un front froid.

Les élèves créent une carte des données sur la température et les précipitations et déterminent l'emplacement des masses d'air froid et chaud et le front entre elles.

- Lorsqu'une masse d'air froid se déplace dans une masse d'air chaud, l'air chaud est poussé vers le haut.
- L'air chaud refroidit lorsqu'il est poussé vers le haut, ce qui provoque une condensation de la vapeur d'eau, et il peut y avoir des précipitations.

SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE 2 : UN FRONT SE DIRIGE VERS VOUS

LEÇON 10

**Leçon 10 :  
Front en déplacement**

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

**(100 MIN.)**



Les élèves explorent la pression de l'air et la manière dont

l'air qui descend dans les zones de haute pression s'évase au niveau du sol. En analysant une carte des données sur la pression atmosphérique dans le MidWest, les élèves déterminent la direction dans laquelle le front se déplace.



En analysant les données sur la pression de l'air recueillies par une école du réseau GLOBE, les élèves expliquent comment la pression de l'air est liée aux fronts froids.



Extension : Recueillir des données sur la pression barométrique conformément aux protocoles GLOBE.

- Les zones de haute pression se trouvent généralement derrière un front froid, poussant ainsi la masse d'air froid dans la masse d'air chaud.
- La pression de l'air est plus basse lorsque l'air monte sur le front.
- Après le passage d'un front froid dans une région, la pression monte, la température se refroidit et l'air est moins humide.

LEÇON 11

**Leçon 11 :  
Examen plus approfondi  
des systèmes  
dépressionnaires**


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

**(75 MIN.)**

Regardez à nouveau une vidéo de l'inondation qui a eu lieu en 2013, à Boulder, Colorado.

Examinez les données de la tempête qui a eu lieu à Boulder, CO, en septembre 2013.

- Les précipitations totales ont été élevées parce que la tempête au Colorado était stationnaire, ce qui a causé des pluies abondantes au même endroit.
- La tempête n'a pas bougé parce qu'elle était entourée de zones de haute pression.
- La tempête était surchargée d'humidité car un système dépressionnaire avait apporté de la vapeur d'eau à la fois du golfe du Mexique et de l'océan Pacifique.

<p><b>LEÇON 12</b>  <b>Leçon 12 :  Tempêtes en déplacement</b></p> <p><i>Comment les tempêtes se déplacent-elles dans le monde?</i></p> <p><b>(50 MIN.)</b></p>	<p>Les élèves font des observations sur des vidéos satellites en accéléré montrant le déplacement d'une tempête.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe un schéma prévisible de déplacement d'une tempête qui est en corrélation avec la latitude.</li> <li>• En Amérique du Nord et dans d'autres régions de latitude moyenne, les tempêtes se déplacent généralement de l'ouest vers l'est.</li> </ul>
<p><b>LEÇON 13</b>  <b>Leçon 13 :  Réchauffement</b></p> <p><i>Pourquoi fait-il plus chaud à l'équateur qu'à d'autres endroits sur Terre?</i></p> <p><b>(90 MIN.)</b></p>	 <p>Les élèves recherchent pourquoi il fait plus chaud près de l'équateur qu'à proximité des pôles en interprétant les données de GLOBE sur la température à différentes latitudes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le soleil frappe directement l'équateur, en concentrant la lumière dans une zone plus petite qu'à des latitudes plus élevées.</li> <li>• Les rayons solaires plus concentrés élèvent plus la température de l'air à proximité de l'équateur qu'à des latitudes plus élevées.</li> </ul>
<p><b>LEÇON 14</b>  <b>Leçon 14 :  Déplacement de l'air sous les tropiques</b></p> <p><i>Comment et pourquoi l'air se déplace-t-il sous les tropiques?</i></p> <p><b>(90 MIN.)</b></p>	<p>Les élèves se servent d'un modèle pour étudier comment l'air se déplace dans la convection à grande échelle de l'équateur jusqu'aux latitudes 30° au nord et au sud de l'équateur. Ils appliquent ce qu'ils ont appris sur la convection à petite échelle à une échelle plus grande afin de comprendre où les nuages sont susceptibles de se former et ils conçoivent un modèle de convection globale.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La convection se produit sur une grande échelle à mesure que l'air chaud monte au niveau de l'équateur, refroidit, puis redescend aux latitudes 30° N et 30° S.</li> <li>• La pression est basse au niveau de l'équateur parce que l'air chaud monte.</li> <li>• Comme l'air monte, il se forme souvent des nuages à l'équateur.</li> <li>• La pression est plus élevée aux latitudes 30° N et 30° S, là où l'air descend.</li> <li>• Comme l'air descend, le ciel est souvent dégagé aux latitudes 30° N et 30° S.</li> <li>• Le mouvement des masses d'air ascendantes et descendantes pousse l'air se trouvant à la surface de la Terre sous les tropiques vers l'équateur.</li> </ul>
<p><b>LEÇON 15</b>  <b>Leçon 15 :  Une balle courbe</b></p> <p><i>Lorsque l'air et les tempêtes se déplacent, pourquoi suivent-ils une trajectoire courbe?</i></p> <p><b>(55 MIN.)</b></p>	<p>Les élèves découvrent que leur modèle de convection n'explique pas le schéma selon lequel les tempêtes se déplacent tel qu'observé à la leçon 12. Après avoir pris connaissance de l'effet Coriolis, ils se servent d'un modèle simple pour simuler la manière dont la rotation de la Terre change la direction des vents dominants sous les tropiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bien que l'on s'attende à ce que l'air se déplace directement vers l'équateur sous les tropiques, sa trajectoire est en réalité incurvée en raison de la rotation de la Terre, de sorte que, dans l'hémisphère nord, l'air tropical se déplace du nord-est vers le sud-ouest plutôt que du nord au sud.</li> <li>• Aux latitudes moyennes, l'air se déplace principalement de l'ouest vers l'est en raison de la rotation de la Terre.</li> </ul>

<p>TÂCHE FINALE : Défi 1</p> <p><b>Défi 1 :</b> <b>Tempête en Californie</b></p> <p><b>(50 MIN.)</b></p>	<p>À l'aide de ce qu'ils ont appris dans GLOBE Weather, les élèves expliquent les schémas de précipitations et la direction d'une tempête hivernale qui s'est abattue sur la côte ouest des États-Unis le 21 février 2017.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comme la température de l'air diminue avec l'altitude dans la troposphère (SA1), la tempête peut laisser de la neige à des altitudes élevées et de la pluie à des altitudes moins élevées dans la Sierra Nevada.</li> <li>• L'humidité de la tempête provient probablement d'une évaporation de l'océan Pacifique (SA1).</li> <li>• Comme les tempêtes se déplacent généralement de l'ouest vers l'est aux latitudes moyennes, en raison des vents dominants (SA3), cette tempête traverse les États-Unis.</li> </ul>
<p>TÂCHE FINALE : Défi 2</p> <p><b>Défi 2 : Où est la neige?</b></p> <p><b>(50 MIN.)</b></p>	<p>Les élèves analysent les cartes des données sur la chute de neige et l'humidité dans les montagnes Rocheuses et le Sud-Ouest pour le 23 février 2017.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La neige est tombée près de la zone de basse pression à l'extrémité nord du front froid (SA2).</li> <li>• Le taux d'humidité était faible à l'extrémité sud du front froid, ce qui explique pourquoi il n'y a pas eu de précipitations (SA1).</li> </ul>
<p>TÂCHE FINALE : Défi 3</p> <p><b>Défi 3 :</b> <b>Nous vous avertissons</b></p> <p><b>(50 MIN.)</b></p>	<p>Y aura-t-il un jour de neige? Les élèves estiment quels endroits du Midwest recevront probablement suffisamment de neige, lors de la tempête hivernale, pour devoir fermer pour la journée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour mieux prévoir où la chute de neige sera la plus importante, le 24 février, il faut prendre en compte les endroits où il a neigé le long du front le 23 février (SA2).</li> <li>• Les prévisions, veilles et alertes météo, ainsi que la capacité de la collectivité à faire face à la neige et à la glace, sont les facteurs qui influent sur les fermetures d'écoles.</li> </ul>

## Connexion au programme GLOBE

L'essentiel du financement du programme GLOBE et de GLOBE Weather provient de la NASA (National Aeronautics and Space Administration). L'objectif de GLOBE Weather est 1) de produire des ressources pour répondre aux besoins nationaux en science, de la maternelle à la fin du secondaire, et 2) d'initier des enseignants et des élèves au programme GLOBE. Lors de leur examen du Programme GLOBE, en juin 2016, les membres d'un conseil d'administration ont recommandé ce qui suit, ce qui a mené à la création de GLOBE Weather :

« À l'heure actuelle, l'enseignement des STIM (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques) aux États-Unis est contraint de changer : de nouvelles normes telles que les normes scientifiques de nouvelle génération, les tronc communs et les initiatives gouvernementales, accroissent la visibilité et l'importance de la recherche scientifique, de la Terre et des géosciences, ainsi que de la science citoyenne en salles de classe de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année dans les 50 États et d'autres juridictions américaines. GLOBE pourrait jouer un rôle vital dans ces changements... Le GIO [GLOBE Implementation Office] devrait élaborer des stratégies pour de nouvelles initiatives afin d'accroître l'usage et l'impact de GLOBE aux États-Unis... afin de concevoir et de tester du matériel innovant pour l'enseignement et le perfectionnement professionnel. »



Faire des observations sur la nébulosité en se servant du Protocole d'observation des nuages GLOBE (Avec l'aimable autorisation de Susan Oltman)

Les professeurs et les élèves peuvent s'initier au programme GLOBE grâce aux ressources (c.-à-d. les protocoles scientifiques et les données scientifiques) qui ont été développées au cours de plus de 20 ans d'existence du programme et qui sont intégrées dans l'unité. GLOBE Weather offre des possibilités et des opportunités pour les professeurs intéressés par cette nouvelle façon d'enseigner la météorologie, régie par le rendement attendu que l'on retrouve dans les normes scientifiques de nouvelle génération (Next Generation Science Standards, NGSS Lead States, 2013).

### COLLECTE DE DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES À L'AIDE DES PROTOCOLES GLOBE

Dans l'unité elle-même, les élèves ont l'occasion implicite d'utiliser les protocoles scientifiques de GLOBE (c.-à-d. la température de l'air, la température de surface, les nuages et les précipitations) pour recueillir des données environnementales qui les aideront à mieux comprendre les concepts fondamentaux (par ex., comment le rayonnement solaire influe sur la température de la surface de la Terre et de l'air près du sol; comment la forme des nuages peut indiquer le type de temps). L'usage des protocoles GLOBE permettra aux élèves de recueillir des données authentiques sur leur environnement local et les aidera à mieux comprendre des concepts liés aux nuages et aux schémas de température de l'air, tout en encourageant le recours à des instruments pour collecter la température de l'air et de la surface. Cela correspond en tous points au document *Planning and Carrying Out Investigations/Science and Engineering Practices* des NGSS.

Les protocoles scientifiques liés au programme de formation GLOBE Weather sont accessibles dans la section Atmosphère du site Web du programme GLOBE : [globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide/atmosphere](http://globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide/atmosphere)

### ANALYSE DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES GLOBE

Les études sur les données de GLOBE permettront aux élèves de mieux comprendre « la manière dont les mouvements et les interactions complexes des masses d'air entraînent des changements dans les conditions météorologiques » et la façon de « concevoir et d'utiliser un modèle pour décrire comment le réchauffement inégal et la rotation de la Terre entraînent des schémas de circulation atmosphérique et océanique qui déterminent les climats régionaux » (tiré du Rendement attendu des NGSS MS-ESS2-5 et MS-ESS2-6). En familiarisant directement les élèves avec le matériel de GLOBE Weather, les enseignants se servent des ressources GLOBE dans leurs classes, ce qui profite aux apprenants.

## PROJETS DE RECHERCHE DES ÉLÈVES

Il y a également des liens explicites à l'intention des enseignants pour donner à leurs élèves plus d'occasions de faire des enquêtes. Pour chaque séquence d'apprentissage, nous avons créé des Connexions GLOBE qui comprennent des idées sur la façon d'utiliser les leçons comme point de départ pour la recherche et l'exploration de l'environnement à l'aide des protocoles GLOBE ou de l'outil de visualisation GLOBE, ou en se connectant aux écoles GLOBE du monde entier. Les connexions GLOBE sont disponibles sur le site GLOBE Weather ([globeweathercurriculum.org](http://globeweathercurriculum.org)).

- Dans la séquence d'apprentissage 1 (Du nuage à la tempête), la connexion GLOBE *De l'observation à l'enquête* amène les élèves à se servir des observations et données qu'ils ont recueillies à l'aide de protocoles scientifiques pour formuler des questions vérifiables en vue d'enquêtes indépendantes ou en petits groupes.
- Dans la séquence d'apprentissage 2 (Un front se dirige vers vous), les élèves analysent les données GLOBE de la Freedom High School en Virginie afin de mieux comprendre le mouvement d'un front froid et les tempêtes qui y sont associées. Dans la connexion GLOBE *Trouver l'école Freedom*, les élèves se servent de l'outil de visualisation GLOBE pour trouver les données de la Freedom High School, puis pour rechercher d'autres données sur la température, l'humidité et la pression qui pourraient indiquer le passage d'un front froid dans une autre région des États-Unis.
- Dans la séquence d'apprentissage 3 (Systèmes météorologiques dans le monde), la connexion GLOBE *Écoles GLOBE dans le monde entier* informe les élèves sur la communauté internationale qui rend GLOBE si unique. Les élèves ont l'occasion d'interagir avec des élèves des écoles du réseau GLOBE pour discuter de la question : « Y a-t-il des schémas réguliers de déplacement des tempêtes dans d'autres régions du monde? »



Élèves mesurant la température de surface à l'aide d'un thermomètre IR (avec l'aimable autorisation de Susan Oltman)



Orages (Avec l'aimable autorisation de Carlye Calvin)

Ces enquêtes pourraient faire partie de projets de recherche des élèves pour les salons scientifiques locaux ou pour soumission au GLOBE Student Research Symposium de la région ([globe.gov/science-symposium](http://globe.gov/science-symposium)), IVSS (GLOBE International Virtual Science Symposium) annuel (GLOBE, 2019), ou bien pour publication dans le répertoire de recherche étudiant sur le site de GLOBE. Dans le cadre de l'IVSS, on invite les élèves à chercher des moyens d'améliorer leur environnement à l'échelon local.

Comme décrit ci-dessus, il existe de nombreuses façons pour les enseignants et les élèves de participer davantage au programme GLOBE et, du même coup, d'améliorer leur apprentissage au secondaire. Le programme a des effets positifs dans la vie des gens et profite à l'environnement.



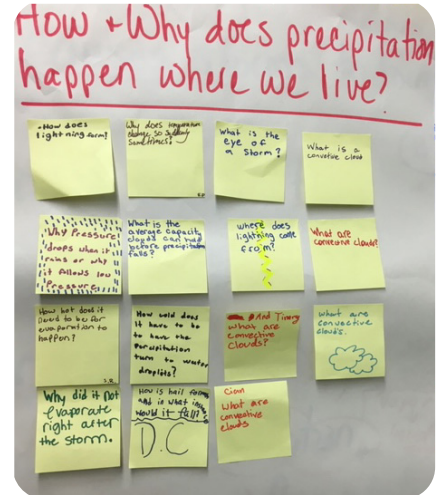
# Routines pédagogiques GLOBE Weather

Dans l'ensemble de l'unité GLOBE Weather, vous remarquerez quelques routines pédagogiques utilisées pour appuyer l'enseignement scientifique axé sur les normes scientifiques de nouvelle génération. Ces routines étayent une grande partie du travail déductif auquel vos élèves vont prendre part alors qu'ils se poseront des questions et étudieront les phénomènes pour les comprendre.

## LE TABLEAU DES QUESTIONS DIRECTRICES

Dans le cadre de l'approche par scénario de GLOBE Weather, les élèves préparent des questions pour définir ce qu'ils doivent apprendre sur les tempêtes et la météo. Ils documentent leurs questions sur un tableau qui servira à générer, suivre et revoir leurs questions concernant les phénomènes météorologiques qu'ils explorent. Le tableau des questions directrices est une représentation visuelle des questions générées par la classe et est affiché dans la salle de cours pendant l'unité. Un tableau des questions directrices peut être constitué de notes adhésives ou de bandes de phrases écrites sur un tableau blanc ou il peut s'agir d'applications logicielles partagées.

Le tableau des questions directrices est présenté au début de l'unité, puis réétudié régulièrement. Il sert à stimuler la curiosité des élèves sur les phénomènes et à documenter les progrès qu'ils font dans la compréhension des phénomènes sous étude. Il est important que les élèves comprennent qu'il y aura plus de questions sur le tableau des questions directrices que de réponses pouvant être apportées dans l'unité d'apprentissage.



Exemple de Tableau de questions directrices de GLOBE Weather (Avec l'aimable autorisation de Denise Magrini)

### Pour préparer un version papier du Tableau des questions directrices :

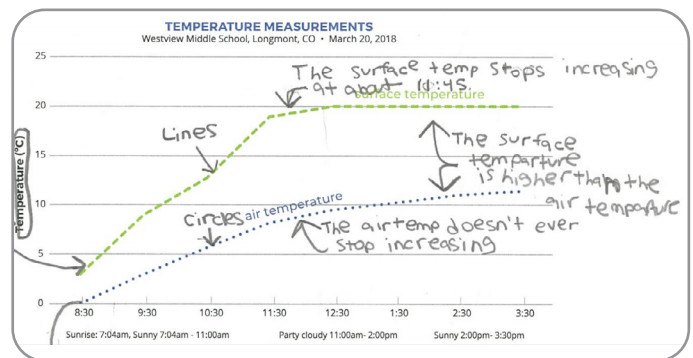
- Écrivez une question sur une affiche ou un tableau de papier (voir les exemples de questions dans le tableau à la page 16).
- Faites suffisamment d'espace dans la salle de classe pour faciliter l'accès des élèves au tableau des questions directrices.
- Fournissez des notes adhésives et des marqueurs que les élèves utiliseront pour consigner leurs questions.

## ANALYSE DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

La stratégie de recherche de sens Identification et Interprétation (I<sup>2</sup>), développée par BSCS [Biological Science Curriculum Study], est un moyen d'aider les élèves qui ont besoin de soutien pour interpréter des données graphiques. Dans GLOBE Weather, la stratégie de recherche de sens I<sup>2</sup>, est intégrée dans les fiches d'activités d'analyse de données pour aider les élèves à établir des liens entre les données météorologiques graphiques et leurs idées sur la science météorologique.

La stratégie de recherche de sens I<sup>2</sup> explicite les graphiques en les décomposant en parties plus petites.

1. Les élèves font des observations sur les données. Ils dessinent une flèche vers chaque observation, puis écrivent un énoncé de type « Ce que je vois » pour la décrire.
2. Les élèves écrivent un énoncé « Ce que cela signifie » pour chaque énoncé « Ce que je vois » de l'étude. Souvent, un énoncé « Ce que cela signifie » pourrait être plus précisément appelé « Ce que je pense que cela signifie ». Encouragez les élèves à écrire ces énoncés pour refléter ce qu'ils pensent que les données montrent, même s'ils n'en sont pas totalement certains.
3. Les élèves créent une légende pour le graphique qui résume les informations et documente ce qu'ils ont appris.



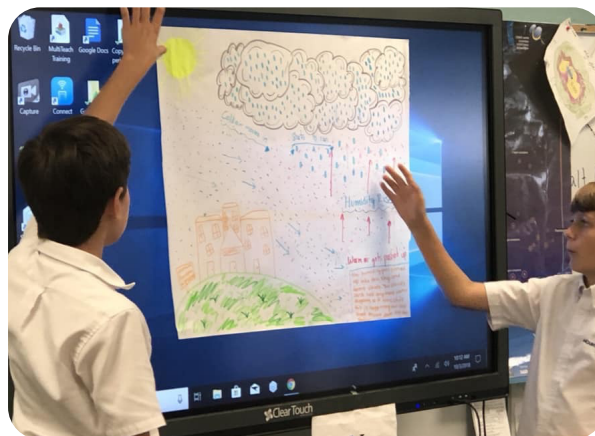
Exemple d'analyse des données d'un élève.

Lorsque vous employez cette stratégie pour la première fois, montrez-la aux élèves en remplissant une Stratégie de recherche de sens I<sup>2</sup> sur un graphique devant la classe tout en décrivant votre processus de réflexion. Les élèves peuvent avoir besoin d'aide pour comprendre ce qu'ils doivent rechercher sur un graphique. Aidez les élèves à affiner leurs observations afin qu'ils se concentrent sur les parties des données qui peuvent les aider à répondre à la question sur laquelle ils enquêtent.

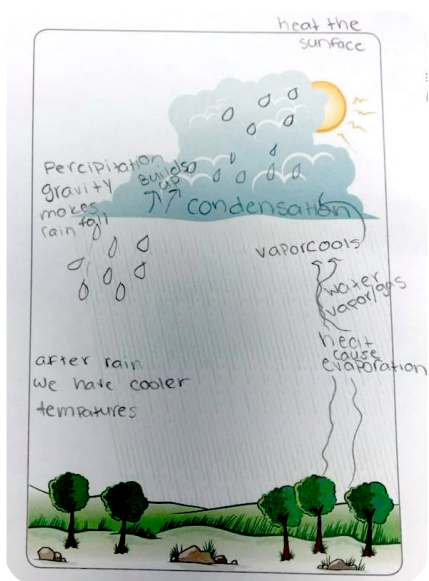
## MODÈLES DÉVELOPPÉS PAR LES ÉLÈVES

Un modèle est une représentation abstraite d'un phénomène, qui sert d'outil pour expliquer comment ou pourquoi quelque chose dans le monde fonctionne comme il le fait (McNeill, Katsh-Singer, & Pelletier, 2015; National Research Council, 2013). Les modèles scientifiques sont des outils de déduction qui nous aident à prédire et à expliquer le monde, tandis que les modèles d'ingénierie servent à analyser, tester et concevoir des solutions (Passmore, Schwarz, & Mankowski, 2017). En général, les modèles peuvent être représentés sous forme de diagrammes, d'objets en 3D, de représentations mathématiques, d'analogies ou de simulations informatiques (National Research Council, 2013).

La conception de modèles constitue la principale activité de GLOBE Weather. Les élèves améliorent leur compréhension conceptuelle de la science en créant et en réévaluant des modèles pour expliquer les phénomènes météorologiques. Dans GLOBE Weather, les élèves conçoivent des modèles pour soutenir leur propre sens de la déduction et parvenir à mieux exprimer visuellement leurs idées sur les processus atmosphériques. Les modèles que les élèves conçoivent dans l'ensemble de l'unité peuvent servir à suivre les progrès de l'apprentissage au fil du temps. Vous trouverez ci-dessous les descriptions des trois types de modèles que les élèves auront à concevoir dans GLOBE Weather :



Des élèves travaillent ensemble pour créer des modèles de consensus dans GLOBE Weather. (Avec l'aimable autorisation de Susan Oltman)



Exemple de modèle de travail d'un élève de GLOBE Weather. (Avec l'aimable autorisation de Susan Oltman)

- Modèles de travail :** Dans chaque séquence d'apprentissage, les élèves réalisent des modèles de travail pour expliquer les aspects du phénomène étudié. Les modèles de travail servent à consigner les réflexions initiales des élèves, leurs nouvelles idées ou des idées révisées, soit une activité dite 'écrire pour apprendre'. Les modèles de travail peuvent être proposés individuellement ou en petits groupes, puis utilisés comme moyen de partager des idées avec la classe. Les modèles de travail sont comme des pièces d'un puzzle plus grand que l'on assemble lorsque la classe produit un Modèle de consensus.
- Idées modèles et Suivi des idées modèles :** Périodiquement au sein de l'unité, les élèves font le point sur de nouvelles idées modèles : des règles qui régissent le fonctionnement des conditions météorologiques, qu'ils déterminent au moyen d'une enquête. Les idées modèles que l'ensemble de la classe accepte sont documentées dans le suivi des idées modèles, soit une feuille de tableau papier affichée dans la classe et à laquelle les élèves peuvent facilement faire référence.
- Modèles de consensus :** À chaque séquence d'apprentissage, les élèves préparent collectivement un modèle de consensus en s'inspirant des idées modèles du suivi des idées modèles et des modèles de travail où ils ont déjà noté leur propre explication du phénomène étudié lors de la séquence d'apprentissage. Le modèle de consensus est une représentation visuelle qui, de l'avis des élèves, les aidera à expliquer le phénomène étudié lors de la séquence d'apprentissage. Les élèves ont des occasions de tester chaque modèle de consensus, de cerner ses limites et d'y ajouter de nouvelles idées.

Les modèles que les élèves conçoivent sont utiles pour expliquer ce qui se passe dans le système; cependant, comme tous les modèles, ils seront imparfaits en cela qu'ils simplifieront certains aspects de la science atmosphérique. L'atmosphère est plus complexe et chaotique que les élèves ne le décriront dans leurs modèles, pourtant ces modèles représenteront les principaux facteurs qui influent sur les conditions météorologiques, tels que les changements de température et d'humidité.

## Comment les phénomènes sont liés aux questions des élèves et aux échantillons d'idées modèles pour chaque séquence d'apprentissage GLOBE Weather

	Séquence d'apprentissage 1 : Du nuage à la tempête	Séquence d'apprentissage 2 : Un front se dirige vers vous	Séquence d'apprentissage 3 : Systèmes météorologiques dans le monde
<b>Phénomène à l'étude</b>	Les nuages peuvent s'amonceler pendant une journée et se transformer en tempête isolée.	Les tempêtes se forment lorsque différentes masses d'air sont en contact sur les fronts. Sur un front froid, une masse d'air froid se glisse sous une masse d'air chaud.	Les précipitations se déplacent d'est en ouest près de l'équateur.
<b>Question des élèves</b>	<i>Qu'est-ce qui cause une tempête isolée?</i>	<i>Quels autres types de tempêtes s'accompagnent de précipitations?</i>	<i>Pourquoi les tempêtes se déplacent-elles selon des schémas prévisibles dans le monde?</i>
<b>Échantillons d'idées modèles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'évaporation de l'eau de la surface de la Terre contribue largement à la formation des nuages/tempêtes.</li> <li>• L'évaporation se produit en raison du réchauffement de la surface par la lumière du soleil.</li> <li>• Les nuages se forment lorsque l'eau se condense.</li> <li>• La surface est plus chaude que l'air au-dessus.</li> <li>• L'air près du sol est plus chaud que l'air près de l'endroit où les nuages se forment.</li> <li>• Une hausse de la température et de l'humidité est favorable à une tempête isolée.</li> <li>• Une température croissante et une faible humidité ne sont pas favorables à une tempête isolée.</li> <li>• La présence d'une source d'humidité est importante pour que l'eau monte dans l'atmosphère et que l'orage s'annonce.</li> <li>• L'air chaud monte et l'air plus froid descend.</li> <li>• L'air chaud peut contenir plus de vapeur d'eau que l'air frais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorsque l'air froid rencontre de l'air chaud, l'air froid glisse sous l'air chaud. L'air chaud monte dans l'atmosphère.</li> <li>• Les masses d'air peuvent avoir des températures et des quantités d'humidité différentes.</li> <li>• Si une masse d'air humide et chaud est poussée vers le haut, de la vapeur d'eau se condensera en nuages, ce qui peut entraîner des précipitations.</li> <li>• Une zone de haute pression se trouve généralement derrière un front froid.</li> <li>• Une zone de basse pression est généralement située à l'avant/ l'extrémité nord d'un front froid (dans l'hémisphère nord).</li> <li>• Après le passage d'un front froid, on note une augmentation de la pression associée à un air descendant plus froid et moins humide.</li> <li>• Juste avant et pendant la tempête, on note une baisse de la pression associée à un air chaud ascendant et des précipitations.</li> <li>• L'air passe d'une zone de haute pression à une zone de basse pression.</li> </ul> <p><b>Idées modèles propres à la tempête de 2013 au Colorado :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trois zones de haute pression ont piégé le front qui est demeuré stationnaire.</li> <li>• La zone de basse pression ne bougeait pas non plus et ne cessait d'attirer de l'humidité en provenance du golfe du Mexique et de l'océan Pacifique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorsque l'air chaud s'élève à l'équateur, il crée une zone de basse pression.</li> <li>• La lumière solaire (rayonnement solaire) est plus concentrée au niveau de l'équateur car elle brille directement sur l'équateur, ce qui la concentre dans une zone plus petite.</li> <li>• La lumière solaire (rayonnement solaire) est plus étendue vers les pôles, car elle frappe la surface en oblique, ce qui répartit la lumière sur une zone plus grande.</li> <li>• La quantité de rayonnement solaire concentré influence les températures de l'air; des rayons solaires plus concentrés augmentent les températures de l'air, et les radiations solaires qui sont davantage réparties abaissent les températures.</li> <li>• Des grandes poches d'air chaud montent à proximité de l'équateur, et des poches d'air frais descendent aux latitudes à 30° N et 30° S.</li> <li>• L'air plus frais se déplace le long de la surface de la Terre vers la zone de basse pression pour remplacer l'air chaud ascendant.</li> <li>• Le mouvement horizontal de l'air le long de la surface de la Terre est le vent, qui provoque le déplacement des précipitations.</li> </ul>

# Fournitures dont vous aurez besoin

Vous trouverez ci-dessous un aperçu des fournitures dont vous aurez besoin pour mettre en place le programme GLOBE Weather dans votre classe. Une liste détaillée de fournitures comprenant des quantités est fournie avec les instructions pour chaque leçon.

## TECHNOLOGIE

- Vidéos sur la météo diffusées en ligne et projetées pour la classe (les adresses URL des vidéos sont indiquées dans les instructions de la leçon.)
- Ordinateurs ou tablettes pour les élèves
- Tablettes ou téléphones intelligents (facultatifs)
- Appli *Guide pratique UCAR d'identification des nuages* (facultative)
- Appli mobile *GLOBE Observateur* sur tablettes ou téléphones intelligents (facultative)

## FOURNITURES POUR LE TABLEAU DES QUESTIONS DIRECTRICES, LE SUIVI DES IDÉES MODÈLES ET LES MODÈLES DE CONSENSUS

- Papier millimétré
- Notes adhésives
- Marqueurs

## DOCUMENTS

- Feuilles d'activités de l'élève pour chaque leçon
- Évaluations pour chaque séquence d'apprentissage
- Évaluation finale de GLOBE Weather

## ACTIVITÉS PRATIQUES ET FOURNITURES DE DÉMONSTRATION

- Ballons en latex
- Lentilles
- Marqueurs
- Crayons de couleur
- Guides ou applications d'identification de nuages
- Lampe et ampoule incandescente de 100 watts (par ex. lampe à pince)
- Bouteilles de soda en plastique transparent
- Thermomètres
- Entonnoir
- Sable ou terre
- Eau
- Bouchons en caoutchouc
- Ballon en mylar rempli d'hélium
- Sèche-cheveux

- Paille
- Réservoir de densité avec diviseur et vaseline
- Bouilloire électrique ou autres moyens de chauffer de l'eau
- Glaçons
- Colorant alimentaire rouge et bleu
- Globe gonflable
- Presse-papiers
- Règles
- Lampes de poche
- Papier millimétré
- Bac en plastique transparent
- Pipettes
- Gobelets robustes, par exemple des tasses en céramique
- Cartes de température et de latitude (imprimées à partir de la séquence d'apprentissage 3)
- Tablettes ou téléphones intelligents pour prendre des photos, des vidéos en accéléré et des vidéos au ralenti (facultatif)

## PROTOCOLES GLOBE

(Remarque : tous facultatifs, sauf le protocole sur les nuages.)

- Nuages
  - Diagramme de nuages et de traînées de condensation
- Température de l'air
  - Thermomètre min/max
  - Thermomètre d'étalonnage
  - Abri d'instrument
- Température de surface
  - Thermomètre infrarouge
- Humidité relative
  - Hygromètre numérique ou psychromètre à fronde
- Pression barométrique
  - Baromètre anéroïde
  - Altimètre
- Précipitation
  - Pluviomètre

(Des détails sur l'équipement spécifique requis pour les protocoles GLOBE sont disponibles sur : [globe.gov/do-globe/research-resources/globe-equipment/atmosphere](http://globe.gov/do-globe/research-resources/globe-equipment/atmosphere))

# S'y retrouver dans le programme GLOBE Weather

Les icônes que l'on retrouve dans le guide du professeur soulignent les caractéristiques du programme, les opportunités d'approfondir la compréhension des élèves, les connexions alphabétisation, les évaluations et la manière dont GLOBE Weather s'harmonise aux normes scientifiques de nouvelle génération (NGSS). Lorsque vous voyez l'une de ces icônes, réfléchissez à l'aide dont vos élèves pourraient avoir besoin et à la manière dont vous pourriez modifier les instructions afin de répondre à ces besoins.

## ICÔNES DE L'ENSEIGNANT



**Concepts fondamentaux disciplinaires :** signale les endroits où vous amenez les élèves à comprendre les concepts de base ou précisez les concepts qu'ils ont compris. Étant donné que de nombreuses activités portent sur la conception d'idées fondamentales, cette icône indique les concepts fondamentaux qui peuvent nécessiter une attention supplémentaire.



**Concepts transversaux :** signale le concept spécifique sur lequel les élèves travaillent et fournit des conseils supplémentaires.



**Pratiques scientifiques et d'ingénierie :** attire l'attention sur les pratiques spécifiques que les élèves adoptent et fournit des conseils supplémentaires sur la manière de faciliter la participation des élèves à cette pratique.



**Lien vers le scénario :** au début, au milieu et à la fin de chaque leçon, souligne comment guider les élèves afin de maintenir la cohérence de l'histoire dans laquelle chaque activité a un objectif et est connectée à ce qui s'est passé avant et à ce qui va se passer ensuite.



**Déduction NGSS :** décrit la recherche de sens tridimensionnelle que les élèves appliquent et précise les pratiques auxquelles les élèves ont recours pour comprendre des concepts fondamentaux et transversaux spécifiques.



**Apprentissage à domicile :** présente des suggestions pour d'éventuels travaux à faire à la maison.



**Connexion alphabétisation :** signale les activités qui soutiennent l'alphabétisation, telles que la lecture de texte explicatif.



**Connexion GLOBE :** indique les moments où les élèves collectent ou analysent les données de GLOBE.



**Approfondir :** présente des suggestions sur la façon d'amener les élèves à approfondir un sujet si le temps le permet.



**Évaluation :** indique des occasions d'évaluer la compréhension des élèves tout au long du programme.

## ICÔNES DE L'ÉLÈVE

Les icônes suivantes se retrouvent sur les feuilles d'activités de l'élève et indiquent le type d'activité sur lequel les élèves travaillent.



**Ce que je vois (WIS)**



**Ce que cela signifie (WIM)**



**Télécharger fichier/application**



**Lire une vidéo**



**Travailler seul**



**Travailler en groupe**



**Arrêter et réfléchir**



**Arrêter et agir**

# Ressources d'évaluation GLOBE Weather

## PRÉ-ÉVALUATION INTÉGRÉE

La leçon 1 de GLOBE Weather comprend deux pré-évaluations intégrées qui peuvent vous éclairer sur le raisonnement des élèves et leurs connaissances préalables sur la connexion entre le cycle de l'eau et la météo. Dans la leçon 1, les élèves sont invités à réfléchir, écrire et dessiner pour expliquer ce qu'ils savent sur le cycle de l'eau, la formation de tempêtes et ce qui s'est passé dans l'exemple de la tempête qui s'est abattue au Colorado.

Dans leurs réponses écrites, recherchez :

- les mots et les termes scientifiques qu'ils utilisent (par ex. évaporation, précipitation et condensation) ou l'expression de ces idées sans utiliser les termes.
- si leur histoire se concentre principalement sur le déplacement de l'eau ou s'ils ajoutent des détails comme la lumière du soleil, la chaleur, la température ou d'autres références à l'énergie.

Dans leur dessin, recherchez :

- les processus que les élèves incluent dans leurs schémas (par ex. évaporation, condensation, précipitation).
- s'ils représentent des molécules d'eau ou l'eau à une échelle plus grande.
- s'ils incluent la lumière du soleil, la chaleur ou l'énergie comme mécanismes de déplacement de l'eau.

## ÉVALUATION FORMATIVE

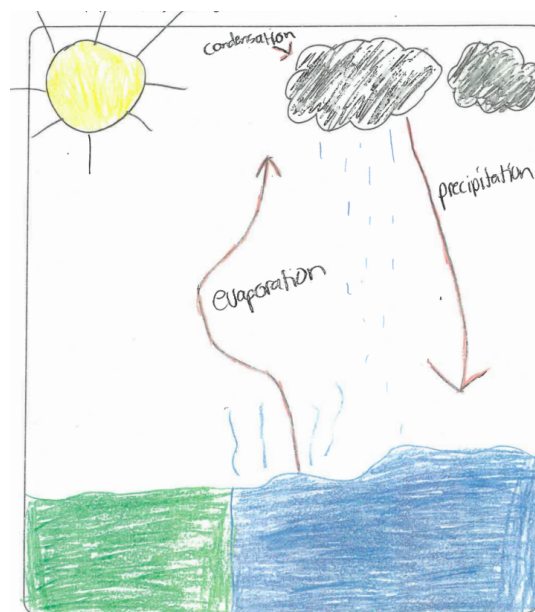
Chaque leçon offre diverses possibilités d'évaluation formative qui correspondent à certaines parties des feuilles d'activités de l'élève et à des discussions en classe sur les modèles conçus par les élèves et sur les preuves au soutien de ces modèles. Dans chaque séquence d'apprentissage, l'évaluation formative comprend la question d'orientation de la leçon, une description des occasions d'évaluer les élèves en fonction des instructions de l'enseignant, ainsi que des suggestions de billets de sortie (voir les pages 2 à 6 de l'évaluation).

## ÉVALUATIONS SOMMATIVES DES SÉQUENCES D'APPRENTISSAGE

Chaque séquence d'apprentissage comprend une évaluation sommative correspondante. Il s'agit de questions ouvertes qui invitent les élèves à appliquer leurs connaissances des concepts fondamentaux disciplinaires et des concepts transversaux et à s'intéresser aux pratiques scientifiques (analyse et modélisation des données). Les clés de réponses interprétatives vous permettent de comprendre ce que les élèves ont appris et de relever les réflexions productives et les idées incomplètes ou inexactes.

## ÉVALUATION FINALE

L'évaluation finale est un test de dix questions ouvertes portant sur les concepts scientifiques fondamentaux appris dans l'unité ainsi que sur les pratiques scientifiques NGSS d'analyse et d'interprétation des données et de modélisation. L'évaluation invite également les élèves à partager ce qu'ils savent sur les concepts transversaux NGSS sur les schémas et sur les causes et effets. L'évaluation finale devrait être administrée après la tâche finale.



Échantillon de dessin d'un élève avant l'évaluation de la leçon 1

## Références

---

Bybee, R.W., et coll. (2006) *The BSCS 5E Instructional model: Origins and Effectiveness*, a Report Prepared for the Institute of Science Education, National Institutes of Health, téléchargé depuis : [bscs.org/sites/default/files/legacy/BSCS\\_5E\\_Instruction\\_Model-Full\\_Report.pdf](https://bscs.org/sites/default/files/legacy/BSCS_5E_Instruction_Model-Full_Report.pdf)

GLOBE (2019) *GLOBE International Virtual Science Symposium*, téléchargé depuis : [globe.gov/news-events/globe-events/virtual-conferences](https://globe.gov/news-events/globe-events/virtual-conferences)

McNeill, K. L., Katsh-Singer, R., & Pelletier, P. (2015). Assessing science practices: Moving your class along a continuum. *Science Scope*, 39(4), 21-28.

National Research Council. (2013). *Next Generation Science Standards : For States, By States*. Washington, DC : The National Academies Press. .

Passmore, C., Schwarz, C., & Mankowski, J. (2017). Developing and Using Models. Dans C. Schwarz, C. Passmore, et B. Reiser (Eds.), *Helping Students Make Sense of the World Using Next Generation Science and Engineering Practices*. Arlington, Virginie : NSTA Press.



Parapluies (Avec l'aimable autorisation de Carlye Calvin)