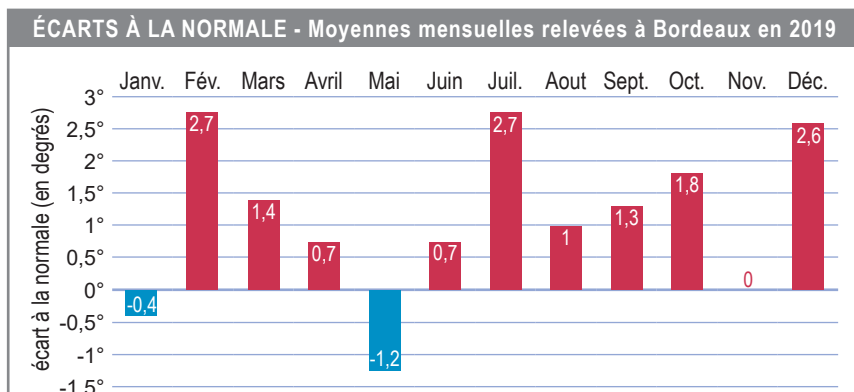


1 Anomalies de température

La **normale de température** se calcule comme la moyenne des températures sur une période de 30 ans. On définit une **anomalie** quand on constate un écart par rapport à cette normale, **en positif** ou **en négatif**.

Le graphique ci-contre présente les anomalies des moyennes mensuelles des températures relevées à Bordeaux en 2019.



Exemple

$$\frac{\text{écart de température de 2019} - \text{écart de température de 2000}}{\text{amplitude entre les 2 écarts}}$$

- a** En mars 2009, l'écart à la normale s'élevait à $-0,1^{\circ}$. Compare avec l'écart à la normale de mars 2019 : quelle année a été la plus froide ? Calcule la différence entre les deux écarts de température.

$1,4^{\circ} > -0,1^{\circ}$, c'est-à-dire que l'écart à la normale de mars 2019 est supérieur à celui de mars 2009. L'année la plus froide est donc 2009.

Écart entre les deux températures = $1,4 - (-0,1) = 1,5^{\circ}$

- b** En avril 2006, l'écart à la normale s'élevait à $0,4^{\circ}$. Compare avec l'écart à la normale d'avril 2019 : quelle année a été la plus froide ? Calcule la différence entre les deux écarts de température.

$0,7^{\circ} > 0,4^{\circ}$, c'est-à-dire que l'écart à la normale d'avril 2019 est supérieur à celui d'avril 2006. L'année la plus froide est donc 2006.

Écart entre les deux températures = $0,7 - 0,4 = 0,3^{\circ}$

- c** En octobre 2010, l'écart à la normale s'élevait à $-1,1^{\circ}$. Compare avec l'écart à la normale d'octobre 2019 : quelle année a été la plus froide ? Calcule la différence entre les deux écarts de température.

$1,8^{\circ} > -1,1^{\circ}$, c'est-à-dire que l'écart à la normale d'octobre 2019 est supérieur à celui d'octobre 2010. L'année la plus froide est donc 2010.

Écart entre les deux températures = $1,8 - (-1,1) = 2,9^{\circ}$

- d** Les phrases suivantes sont-elles exactes ? Entoure la bonne réponse.

En février 2019, il a fait plus chaud qu'en janvier 2019.	V	F
En mars 2019, il a fait plus chaud que les températures moyennes relevées en mars, entre 1981 et 2010.	V	F
En mai 2019, il a fait plus froid qu'en janvier 2019.	V	F

- e** Voici les **normales** de température relevées en 2019. Calcule les températures moyennes mensuelles observées.

NORMALES DE TEMPÉRATURE relevées à Bordeaux en 2019												
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
	6,6	7,5	10,2	12,3	16,1	19,3	21,3	21,4	18,5	14,9	9,9	7,2
ÉCART À LA NORMALE 2019	0,4	2,7	1,4	0,7	1,2	0,7	2,7	1	1,3	1,8	0	2,6
TEMPÉRATURES 2019	6,2	10,2	11,6	13	14,9	20	24	22,4	19,8	16,7	9,9	9,8

- f** Voici quelques autres écarts à la normale.
Par rapport à la **normale** des températures, quel mois connaît l'amplitude la plus importante ? Pour ce mois, quelle était la température moyenne observée ?

Fév. 2005	Juil. 2006	Janv. 2010	Avril 2011	Fév. 2012
-2,8°	3,9°	-2,9°	4,1°	-4,6°

L'écart le plus important est en février 2012. La température moyenne était de $7,5 - 4,6 = 3,9^{\circ}$

- g** Range ces écarts à la normale (question f.) dans l'ordre décroissant.

$4,1$ (avril 2011) $>$ $3,9$ (juil. 2006) $>$ $-2,8$ (fév. 2005) $>$ $-2,9$ (janv. 2010) $>$ $-4,6$ (fév. 2012).

2 Évolution des émissions de gaz à effet de serre depuis 1990

L'année 1990 est considérée comme l'année de référence dans le cadre du protocole de Kyoto. Quand on parle d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 5 % à échéance 2008, il s'agit d'une réduction de 5 % par rapport aux émissions enregistrées en 1990.

Le tableau ci-dessous représente le taux d'évolution des émissions de gaz à effet de serre de chaque année en France par rapport à 1990.

Taux d'évolution en millions t CO ₂ e	
1990	0
1991	4,9 %
1992	2,8 %
1993	-1,2 %
1994	-2,3 %
1995	-0,9 %
1996	2,3 %
1997	0,9 %
1998	3,4 %
1999	2,0 %
2000	0,8 %
2001	1,7 %
2002	0,4 %
2003	1,3 %

Taux d'évolution en millions t CO ₂ e	
2004	1,0 %
2005	1,2 %
2006	-1,0 %
2007	-2,7 %
2008	-4,1 %
2009	-7,8 %
2010	-6,6 %
2011	-11,4 %
2012	-11,4 %
2013	-11,4 %
2014	-17,0 %
2015	-16,1 %
2016	-16,0 %
2017	-15,2 %

CO₂

Le protocole de Kyoto (Japon) est un traité international signé par plus de 150 pays en 1997. Chacun d'eux s'engageait alors à diminuer ses émissions de gaz à effet de serre.



Le protocole est entré en vigueur en 2005, mais force est de constater qu'il n'est pas véritablement appliqué car certains pays rechignent à mener des actions en faveur du climat, de peur de freiner leur développement économique.

a Représente les données du tableau sur le graphique ci-dessous.

b Calcule la moyenne des taux d'évolution pour ces durées de trois ans.

2015 2016 2017 = -15,8 %

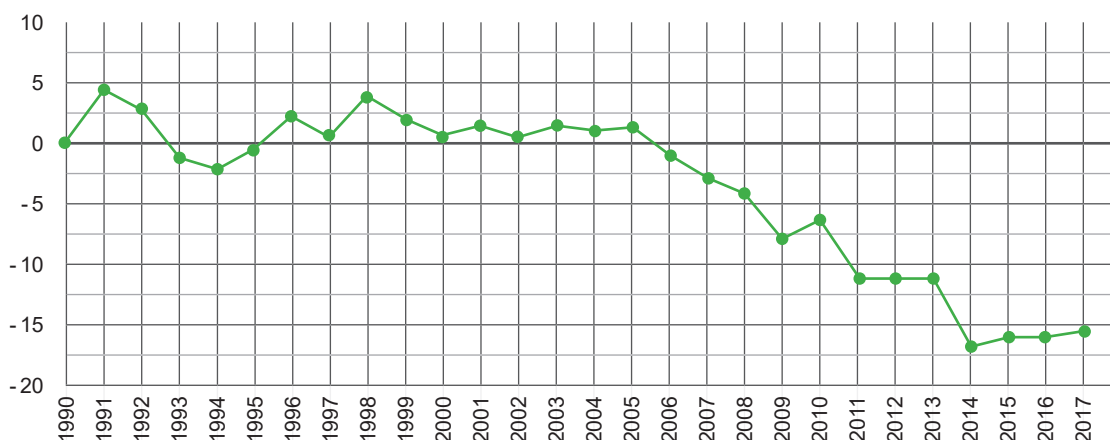
2014 2015 2016 = -16,3 %

2013 2014 2015 = -14,8 %

2012 2013 2014 = -13,3 %

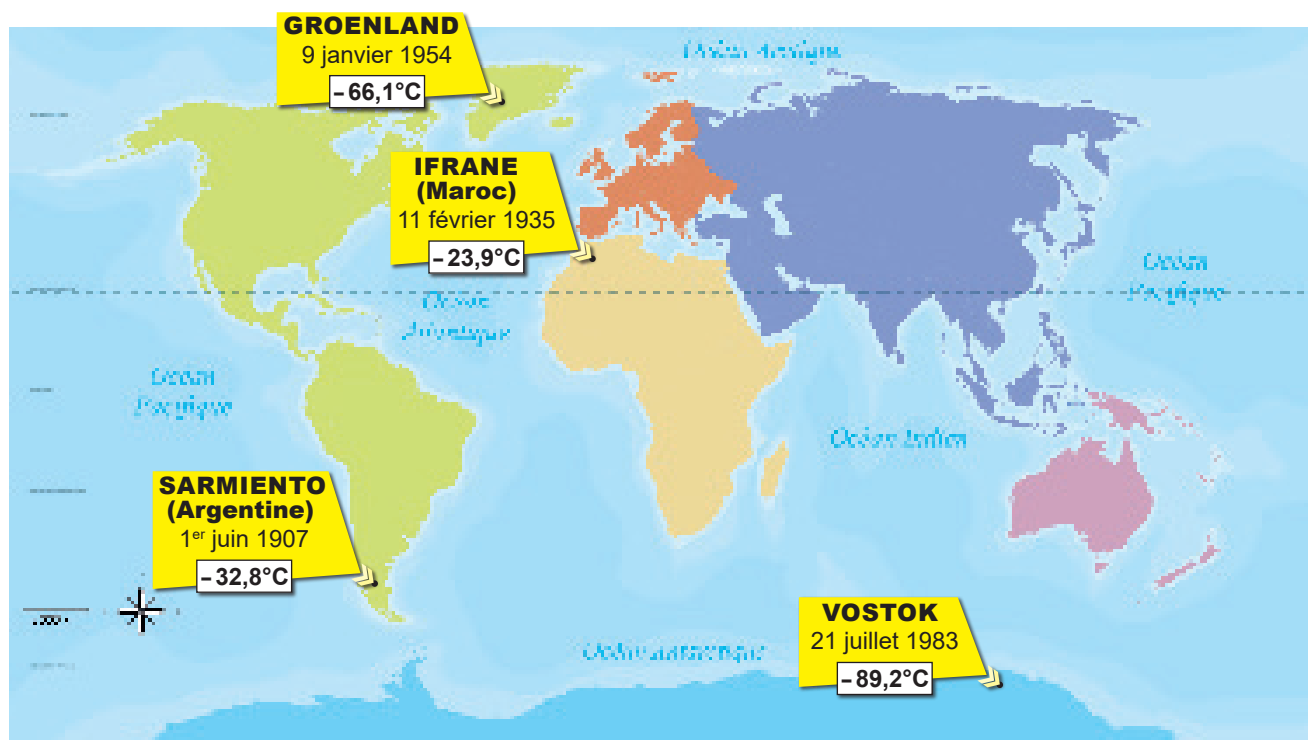
c Sur quelle moyenne triennale le taux est-il le plus important (qu'il soit positif ou négatif) ?

Le taux le plus élevé correspond à la période 2014-2015-2016.



3 Records de froid mondiaux

Observe, sur ce planisphère, les records de froid relevés en différents endroits de la planète.



À l'échelle de la planète, les changements climatiques ont toujours existé : des ères glaciaires succèdent à des périodes de réchauffement...

Mais cette fois-ci, nous entrons dans une période de réchauffement climatique anormale : en effet, le processus s'emballe à cause des activités humaines qui émettent bien plus de gaz à effet de serre que la Terre ne peut supporter.

a) Classe ces températures par ordre décroissant. $-23,9^{\circ}\text{C} > -32,8^{\circ}\text{C} > -66,1^{\circ}\text{C} > -89,2^{\circ}\text{C}$.

b) Calcule les écarts de température suivants :
 - entre Vostok et Ifrane : $65,3^{\circ}\text{C}$
 - entre Sarmiento et Groenland : $33,3^{\circ}\text{C}$

Est-il vrai de dire que les amplitudes entre Sarmiento et Groenland et entre Vostok et Ifrane sont du même ordre de grandeur ? **Non, c'est faux.**

c) Est-il vrai de dire que le record de température relevé au Groenland est environ deux fois plus chaud que celui relevé à Sarmiento ?

Non, c'est faux. Le record de température relevé au Groenland est environ deux fois plus froid que celui relevé à Sarmiento.



4

La mer d'Aral... une mer intérieure victime de la culture intensive

La mer d'Aral est un lac d'eau salée, situé en Asie centrale.

Dans les années 1960, elle était le quatrième lac du monde avec une superficie d'environ 68 000 km² (l'équivalent de deux fois la Belgique !).

En 2000, sa superficie a été divisée par deux ; en 2015, elle a été divisée par huit par rapport à l'année de référence (1960) !

Le tableau ci-dessous présente la perte de superficie de la mer d'Aral entre 1960 et 2010.

	Évolution de la superficie en km ²	Superficie de la mer d'Aral en km ²
1960		68 000
1985	- 22 300	45 700
1989	- 5 000	40 700
1990	- 1 800	38 900
1992	- 2 800	36 100
1994	- 900	35 200
1995	- 3 700	31 500
1998	- 10 500	21 000
2010	60	21 060



Pourquoi la mer d'Aral s'est-elle asséchée ?

Pour transformer des steppes désertiques en champs de coton et de blé, deux fleuves ont été détournés. La mer d'Aral, ainsi privée de ses affluents, s'est asséchée : le taux de salinité a grimpé, ainsi que le taux de concentration des pesticides, ce qui a tué des millions de poissons.

C'est une des plus importantes catastrophes environnementales du XX^e siècle : elle a perturbé l'ensemble de l'écosystème local et a engendré pour les habitants à des conditions de vie terribles.



a) Calcule la superficie de la mer d'Aral pour chaque année représentée et complète le tableau.

b) Calcule l'évolution entre 1960 et 2010.

La superficie a diminué de $68\,000 - 21\,060 = 46\,940\text{ km}^2$

c) Quelle était la superficie de la mer d'Aral en 2015 ? De combien a-t-elle diminué ?

$\frac{68\,000}{8} = 8\,500\text{ km}^2$.

La superficie a diminué de $68\,000 - 8\,500 = 59\,500\text{ km}^2$!



5 Climatologie du village le plus froid de France

Voici les températures minimales et maximales relevées à la station météorologique des Fourgs (Mouthe, Doubs) de 2013 à 2019 (chaque 31 décembre).

a Fais les calculs demandés pour trouver la seconde température relevée.

	T° minimales	T° maximales
2013	$1,6 + (-9) = -7,4$	1,6°C
2014	$(-4,7) + (-3,2) = -7,9$	-4,7°C
2015	2,7°C	$2,7 + 3,4 = 6,1$
2016	-6,5°C	$(-6,5) + (-1,2) - (-14) + 1,3 = 7,6$
2017	4°C	$4 - (-5,7) = 9,7$
2018	$3,2 + (-4,9) = -1,7$	3,2°C
2019	$7,6 - (-4) + (-10) + (-3,5) - (+2) = -3,9$	7,6°C

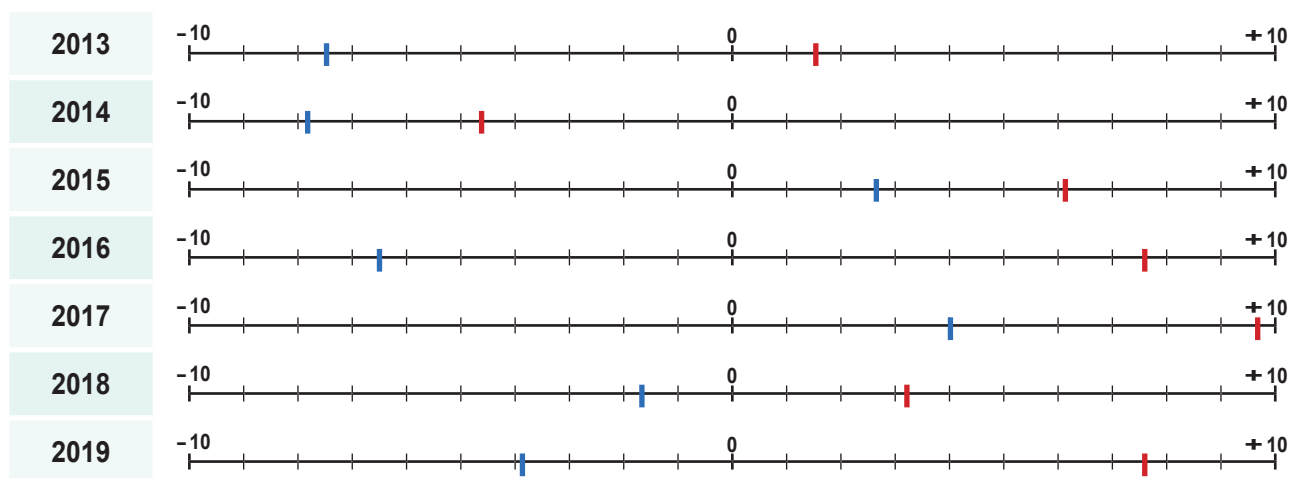
b Complète le tableau ci-dessous et calcule l'amplitude (écart entre la température minimale et maximale)

	T° minimale	T° maximale	Amplitude
2013	-7,4	1,6	9
2014	-7,9	-4,7	3,2
2015	2,7	6,1	3,4
2016	-6,5	7,6	14,1
2017	4	9,7	5,7
2018	-1,7	3,2	4,9
2019	-3,9	7,6	11,5
Moyenne	-2,95	4,44	

c Calcule la moyenne des températures maximales (au centième près) et reporte-la dans le tableau.

d Calcule la moyenne des températures minimales (au centième près) et reporte-la dans le tableau.

e Trace une droite graduée par année avec 1 cm = 1°C. Sur chaque droite, place les températures minimales et maximales. Tu vérifieras ensuite le calcul de l'amplitude en mesurant le segment compris entre la température minimale et la température maximale.



Le village de Mouthe est considéré comme le plus froid de France car on y a relevé un record de température minimale pour la France métropolitaine : -36,7 °C le 13 janvier 1968*.

L'après-midi de ce même jour, la température est remontée à +1,1 °C, ce qui correspond à près de 38° d'amplitude thermique sur la journée !

* Record 1950-2013 pour les stations d'altitude inférieure à 500 m. relevé à Chappes, Puy-de-Dôme, le 5.01.1971 : -29,5 °C



6 Climatologie du village le plus froid de France

Voici les températures minimales et maximales relevées à la station météorologique des Fourgs (Mouthe, Doubs) de 2014 à 2020 (chaque 31 janvier).

a Fais les calculs demandés pour trouver la seconde température relevée.

	T° minimales	T° maximales
2014	$4,1 \times (-2) + 0,1 = -8,1$	4,1°C
2015	$-2,8 \times 4 + (-2,3) = -8,9$	-2,8°C
2016	2,9°C	$-(2,9 \times (-2)) + 0,5 = 6,3$
2017	3,1°C	$(-3,1) \times (-2) + (-0,3) = 5,3$
2018	-1,2°C	$(-17,7) \div (-3) = 5,9$
2019	$15 \div (-2) - (-1) = -6,5$	1,6°C
2020	$(-8) \div (-2) + 0,5 = 4,5$	8,2°C

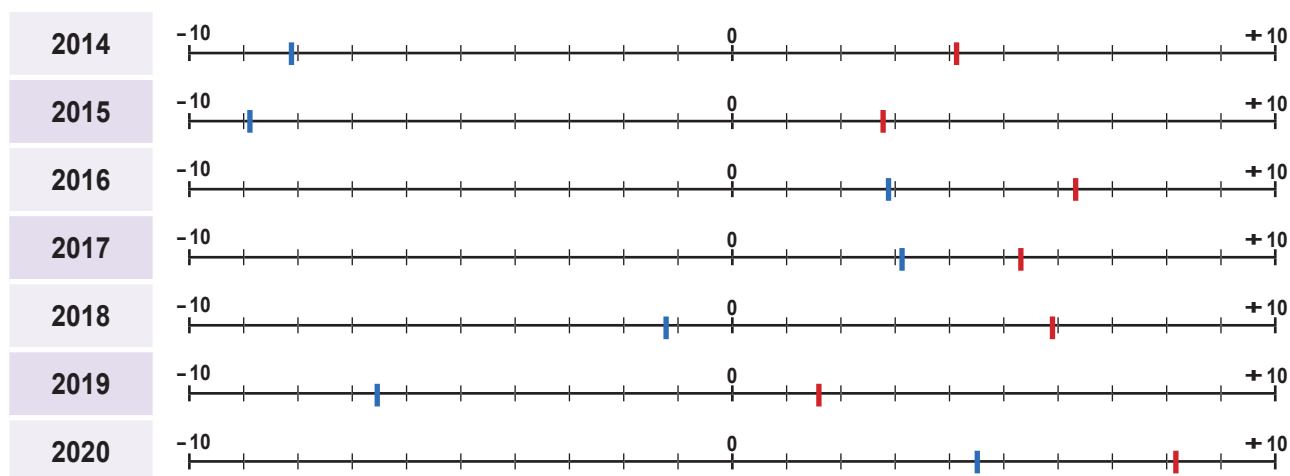
b Complète le tableau ci-dessous et calcule l'amplitude (écart entre la température minimale et maximale)

	T° minimale	T° maximale	Amplitude
2014	-8,1	4,1	12,2
2015	-8,9	2,8	11,7
2016	2,9	6,3	3,4
2017	3,1	5,3	2,2
2018	-1,2	5,9	7,1
2019	-6,5	1,6	8,1
2020	4,5	8,2	3,7
Moyenne	-2,02	4,88	

c Calcule la moyenne des températures maximales (au centième près) et reporte-la dans le tableau.

d Calcule la moyenne des températures minimales (au centième près) et reporte-la dans le tableau.

e Trace une droite graduée par année avec 1 cm = 1°C. Sur chaque droite, place les températures **minimales** et **maximales**. Tu vérifieras ensuite le calcul de l'amplitude en mesurant le segment compris entre la température minimale et la température maximale.



Le village de Mouthe est considéré comme le plus froid de France car on y a relevé un record de température minimale pour la France métropolitaine : -36,7 °C le 13 janvier 1968*.

L'après-midi de ce même jour, la température est remontée à +1,1 °C, ce qui correspond à près de 38° d'amplitude thermique sur la journée !

* Record 1950-2013 pour les stations d'altitude inférieure à 500 m. relevé à Chappes, Puy-de-Dôme, le 5.01.1971 : -29,5 °C






7 Iceberg

Un iceberg est un bloc de glace d'eau douce qui dérive sur les océans, parfois assez loin des pôles.

Le tirant d'eau d'un iceberg est la distance verticale qui sépare sa ligne de flottaison et son point le plus bas, sous l'eau. Selon la forme de l'iceberg, le coefficient moyen de la hauteur visible (partie émergée) et du tirant d'eau (partie immergée) peut être différent.

Voici quelques exemples :

			
Forme	tabulaire	pointu	en dôme
Tirant d'eau et coefficient moyen de la hauteur	Tirant d'eau = $-5 \times$ hauteur visible	Tirant d'eau = $-2 \times$ hauteur visible	Tirant d'eau = $-4 \times$ hauteur visible



Les icebergs sont de puissants révélateurs du changement climatique. Le réchauffement des eaux accélère le décrochage de gigantesques blocs de glace de la calotte glaciaire. Ce phénomène a de quoi inquiéter :

- > la montée du niveau des mers s'avère déjà dévastatrice pour de nombreux îliens,
- > nous perdons la plus grosse réserve d'eau douce du monde,
- > sur place, l'écosystème des fonds marins est gravement déséquilibré.

a Calcule le tirant d'eau des icebergs suivants.

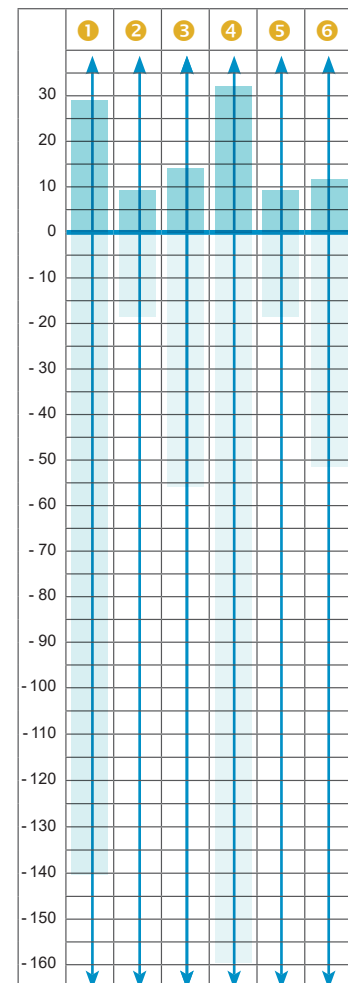
Exemple : **Iceberg bourguignon** Hauteur visible : 1 m.
Tirant d'eau : $-7 \times$ hauteur = -7 m.

	Iceberg	Hauteur (partie émergée)	Tirant d'eau (partie immergée)
1	tabulaire	28 m	- 140 mètres
2	pointu	9 m	- 18 mètres
3	en dôme	14 m	- 56 mètres

b Quelle est la hauteur au-dessus du niveau de la mer des icebergs suivants ?

	Iceberg	Tirant d'eau (partie immergée)	Hauteur (partie émergée)
4	tabulaire	- 160 m	32 mètres
5	pointu	- 18 m	9 mètres
6	en dôme	- 52 m	13 mètres

c Sur les droites graduées verticales ci-contre, représente la hauteur totale de ces icebergs.



8 Température : Fahrenheit ou Celsius ?

Tableau de conversion

Convertir des degrés Celsius (°C)
en degrés Fahrenheit (°F)

$$\text{Fahrenheit} = \text{Celsius} \times \frac{9}{5} + 32$$

Convertir des degrés Fahrenheit (°F)
en degrés Celsius (°C)

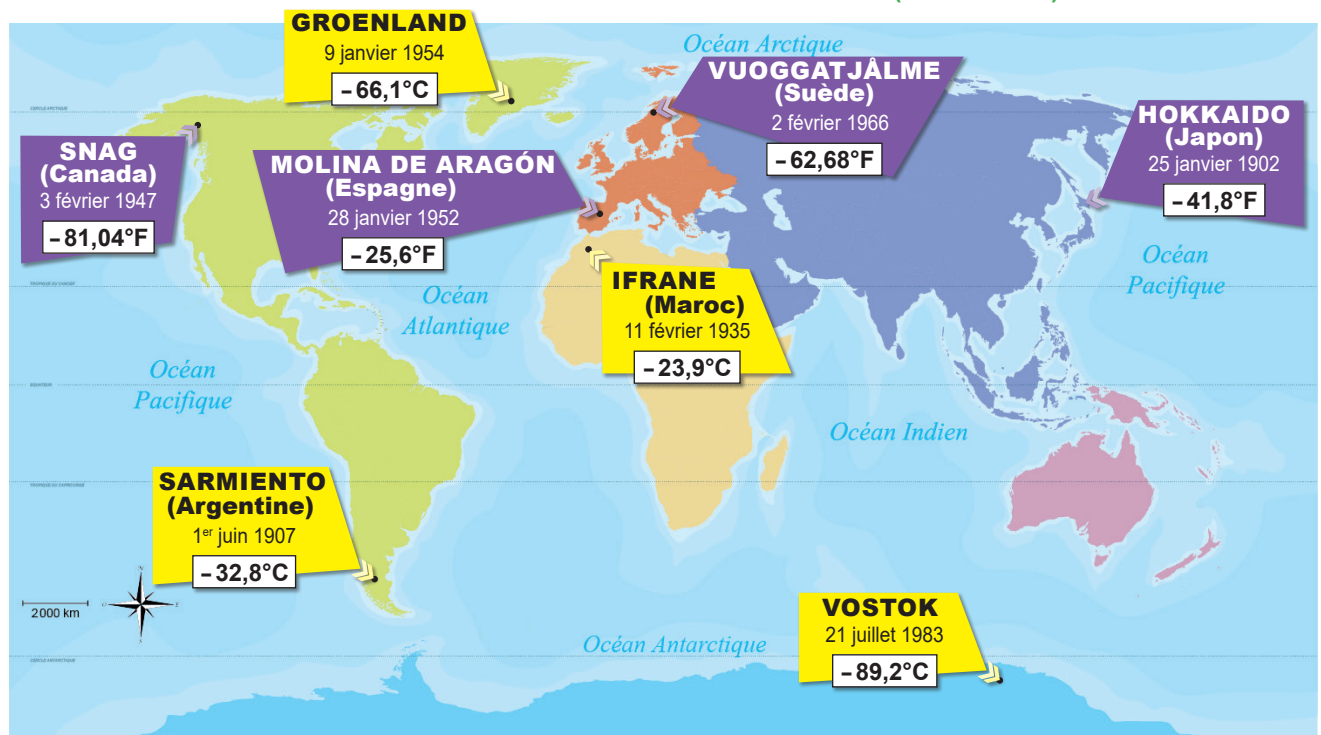
$$\text{Celsius} = (\text{Fahrenheit} - 32) \times \frac{5}{9}$$

Au XVIII^e siècle, l'unité de mesure de la température la plus répandue au monde était le degré **Fahrenheit** (°F). Il a été mis au point en 1724, par le physicien allemand Fahrenheit.

En 1742, Anders **Celsius**, physicien suédois, crée une nouvelle échelle basée sur deux températures de référence :
 0°C = l'eau gèle
 100°C = l'eau bout

Progressivement, le degré Celsius se généralise partout dans le monde. Seuls quelques pays utilisent encore le Fahrenheit, dont les États-Unis.

- a) Convertis en degrés Fahrenheit les températures suivantes :
 $0^{\circ}\text{C} = (0^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32 = 32^{\circ}\text{F}$
 $20^{\circ}\text{C} = (20^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32 = 68^{\circ}\text{F}$
 $100^{\circ}\text{C} = (100^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32 = 212^{\circ}\text{F}$



- b) Convertis en degrés Fahrenheit les records de froid indiqués en degrés Celsius (encadrés jaunes).
c) Convertis en degrés Celsius les records de froid indiqués en degrés Fahrenheit (encadrés violets).
d) Range dans l'ordre croissant ces huit sites en utilisant les températures en Fahrenheit.

Celsius (°C)	Stations météo	Fahrenheit (°F)
-89,2 °C	Vostok	-128,56 °F
-66,1 °C	Groenland	-86,98 °F
-62,8 °C	Snag	-81,04 °F
-52,6 °C	Vuoggatjålme	-62,68 °F
-41 °C	Hokkaido	-41,8 °F
-32,8 °C	Sarmiento	-27,04 °F
-32 °C	Molina de Aragón	-25,6 °F
-23,9 °C	Ifrane	-11,02 °F

ordre
croissant

