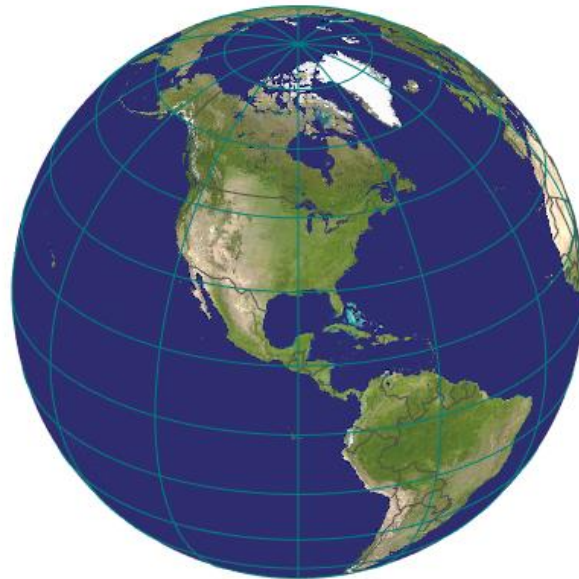


MAT-4172-2



Collecte de données en contexte fondamental

SAÉ : LE DÉFI DE NOTRE ÉPOQUE

Cahier de l'élève



Carrefour FGA

MAT-4172-2

Collecte de données en contexte fondamental

SITUATION D'APPRENTISSAGE ET D'ÉVALUATION

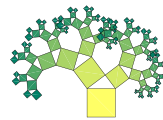
LE DÉFI DE NOTRE ÉPOQUE

Cahier de l'élève

par

Jonathan Chartrand

Dernière révision : 8 juin 2017



Conçu pour une impression recto verso



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International](#).

0. MISE EN SITUATION

Lors de la dernière campagne de l'élection présidentielle américaine, les candidats se sont exprimés sur les changements climatiques. Certains discours étaient en désaccord avec les informations transmises à l'école secondaire. En effet, on enseigne aux élèves que le changement du climat n'est pas une problématique liée à la couche d'ozone ou à la qualité de l'air, mais bien au réchauffement de la température sur Terre. Selon les professeurs(es), cet enjeu est le défi de notre époque, puisque la pérennité des civilisations humaines en dépend.

Le nouveau président des États-Unis désapprouve les mesures visant à limiter les changements climatiques, car il ne s'agirait pas, selon lui, d'un problème de sécurité nationale. D'ailleurs, plusieurs personnes pensent que le réchauffement du climat est un phénomène naturel indépendant des activités humaines. Néanmoins, cette prise de position d'un homme politique soulève la controverse.

Selon les livres de sciences physiques, la concentration atmosphérique en CO₂ (dioxyde de carbone ou gaz carbonique) déterminerait les fluctuations de la température globale sur Terre, car il s'agit d'un gaz à effet de serre. L'effet de serre est un phénomène bien connu. La préservation de son équilibre est essentielle à la vie. Par exemple, en été, l'habitacle d'une voiture stationnée au soleil s'échauffe rapidement jusqu'au point de suffocation si on n'ouvre pas les fenêtres. Or, selon la communauté scientifique, les concentrations atmosphériques en CO₂ auraient augmenté rapidement et significativement sur Terre à cause l'utilisation massive de combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon) par les activités industrielles de l'humanité.

On vous demande de répondre à cette question : « **puis-je savoir si le président des États-Unis a raison de relativiser cette problématique ?** ». Considérez que la communauté scientifique soutient qu'un réchauffement planétaire de 2° Celsius aurait des conséquences alarmantes et irréversibles pour la biosphère. Dans les pages suivantes, analysez des données réelles pour en avoir le cœur net sur cet enjeu qui, s'il est réel en dépit de la politique américaine rapportée par les médias, pourrait compromettre l'avenir de vos enfants et de vos petits-enfants¹.

¹ Votre travail permettra à votre enseignant(e) d'observer si vous maîtrisez les notions de votre cours. Un rappel des savoirs enseignés est rédigé à la page 21, ainsi que l'adresse de ressources en ligne. Durant la réalisation de cette épreuve, n'hésitez pas à consulter vos notes de cours.

1. TÂCHE 1 : COLLECTE DE DONNÉES ET ANALYSE

La première chose à faire, c'est de trouver des données scientifiques qui vous permettront d'observer s'il est vrai que les concentrations atmosphériques en CO₂ ont considérablement changé en peu de temps. Selon vous, où peut-on espérer trouver aisément ce genre d'information, c'est-à-dire une base de données scientifiques ?

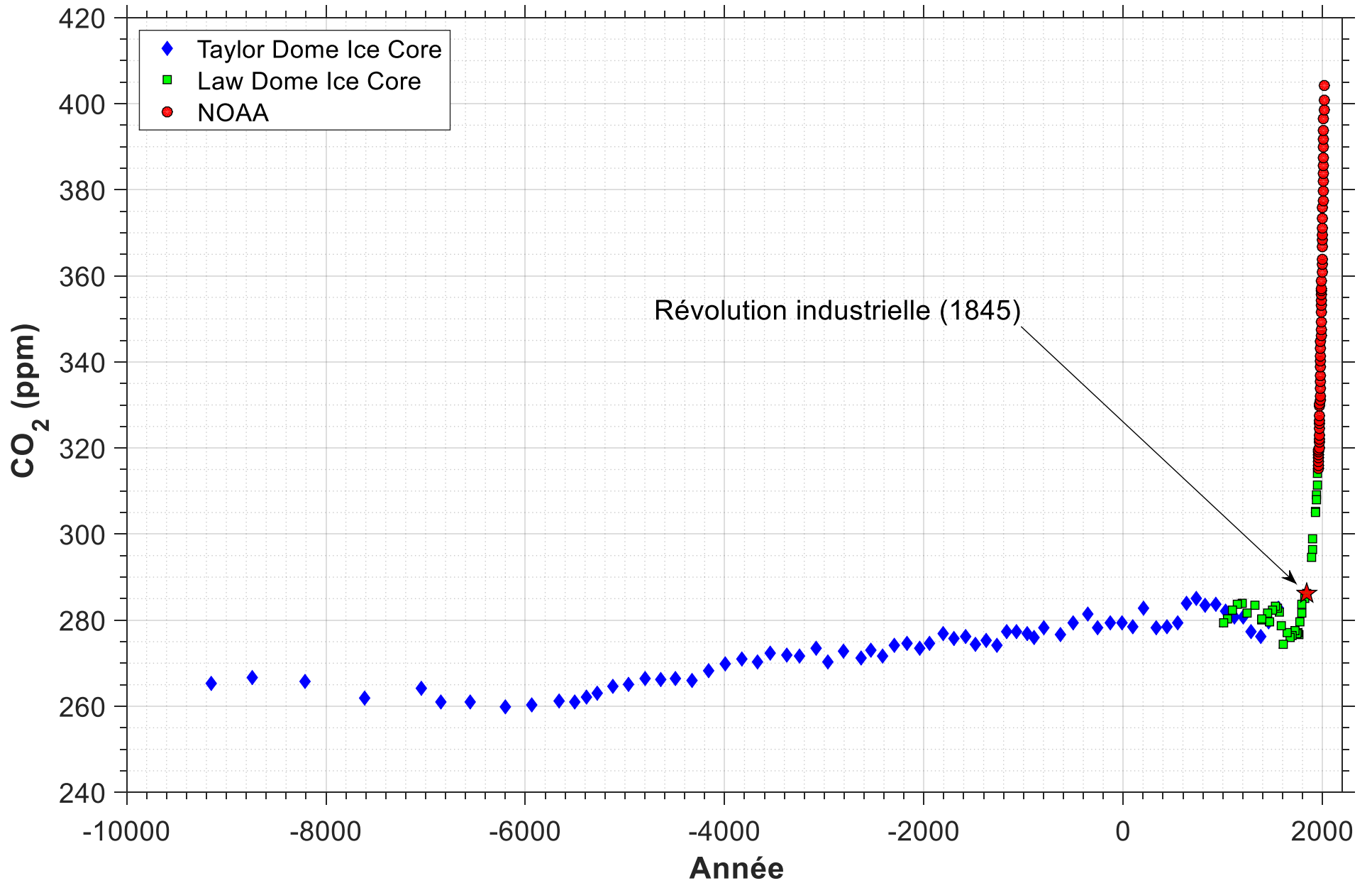
Selon vous, comment peut-on s'assurer que les bases de données qu'on trouve sont fiables ?

1.1 PREMIÈRE ANALYSE DE L'INFORMATION

Voici un graphique (figure 1) ; il s'agit de trois bases de données représentant la concentration atmosphérique en CO₂ (en parties par million ou ppm) en fonction du temps. L'état des connaissances scientifiques permet de connaître les concentrations atmosphériques en CO₂ depuis près de 12 000 ans ! Or, sur ce graphique, on remarque un changement marqué par l'année 1845. Cette date correspond, au début de l'ère industrielle de l'humanité. Selon vous, peut-on approximer une corrélation entre l'année des données de l'ère préindustrielle et la concentration atmosphérique en CO₂ ?

Réalisez une approximation de la corrélation entre l'année des données de l'ère préindustrielle et la concentration atmosphérique en CO₂ sur la page suivante.

Figure 1 – Concentration atmosphérique en CO₂ depuis 12 000 ans



1.2 DEUXIÈME ANALYSE DE L'INFORMATION

Voici la première base de données du graphique précédent (tableau 1). Il s'agit de la concentration en CO₂ de bulles d'air datées à partir de carottes de glaces (Ice core) récoltées en Antarctique à l'aide de forages.

Tableau 1 – Concentration en CO₂ selon l'année (Taylor Dome Ice Core)

ANNÉE	CO ₂ (PPM)	ANNÉE	CO ₂ (PPM)
1560	282,9	-2040	273,4
1464	279,7	-2171	274,6
1377	276,1	-2293	274,1
1280	277,4	-2418	271,6
1208	280,7	-2534	273,1
1120	280,8	-2633	271,2
1026	282,2	-2807	272,9
930	283,6	-2959	270,2
825	283,5	-3081	273,5
730	285	-3243	271,6
631	284	-3377	271,9
544	279,4	-3538	272,4
437	278,4	-3670	270,4
330	278,3	-3824	270,9
205	282,9	-3994	269,9
97	278,5	-4158	268,3
-15	279,4	-4323	266
-134	279,4	-4490	266,5
-253	278,2	-4636	266,2
-352	281,4	-4798	266,4
-503	279,4	-4964	265,1
-631	276,7	-5120	264,6
-792	278,2	-5280	263
-891	275,9	-5390	262,1
-962	276,9	-5500	261
-1071	277,3	-5657	261,3
-1168	277,3	-5933	260,3
-1271	274,1	-6197	259,9
-1370	275,4	-6555	261
-1485	274,4	-6844	261,1
-1583	276,1	-7042	264,1
-1703	275,8	-7614	262
-1808	276,9	-8206	265,8
-1940	274,7	-8740	266,6
		-9153	265,4

Selon vous, comment peut-on utiliser la base de données *Taylor Dome Ice Core* (tableau 1) afin de déterminer la concentration atmosphérique en CO_2 (ppm) anticipée en 2016 ? Est-ce justifié par votre approximation (page 5) ?

Ci-dessous, à partir d'un modèle algébrique, effectuez les calculs qui permettent d'extrapoler la concentration atmosphérique en CO_2 (ppm) attendue en 2016 selon la base de données *Taylor Dome Ice Core* (tableau 1).

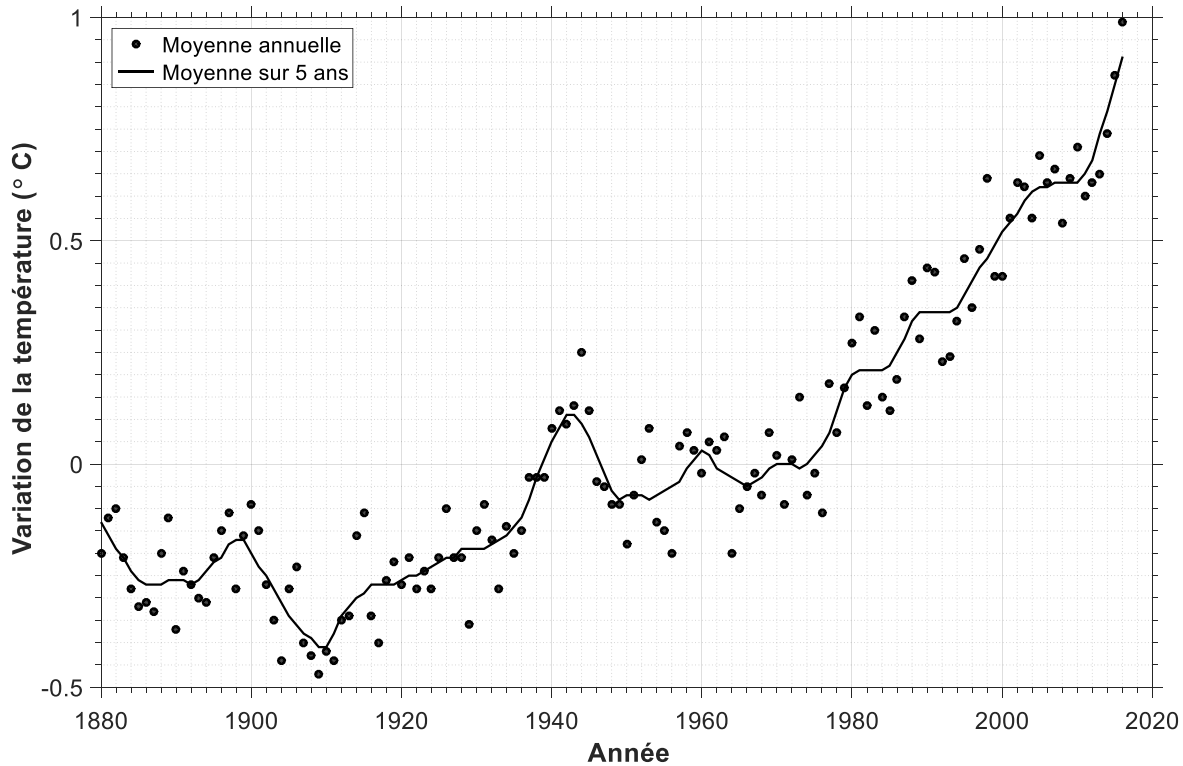
Selon vous, quelle est l'intérêt d'utiliser cette base de données pour modéliser la concentration atmosphérique en CO_2 (ppm) en 2016 ?

Quel est l'écart, en pourcentage, entre la donnée modélisée et la donnée réelle (figure 1) pour l'année 2016 ? Qu'en pensez-vous ?

2. TÂCHE 2 : TENDANCE DE LA TEMPÉRATURE

En naviguant sur le site internet de la NASA, on découvre une représentation de la variation de la température par rapport à l'ère préindustrielle (figure 2).

Figure 2 – Variation de la température depuis 1880 (NASA)



Selon vous, quelles observations peut-on faire à partir de la figure 2 ?

Selon vous, quelles sont les principales différences à considérer entre la figure 1 et la figure 2 ?

La figure 2 ne remonte pas aussi loin dans le temps que la figure 1. Selon vous, quelle est l'explication la plus plausible expliquant cette différence sur l'état de nos connaissances ?

L'augmentation de la concentration en CO_2 n'a pas un effet instantané sur le réchauffement du climat : il y a un décalage dans le temps. Selon vous, peut-on faire cette observation à partir des figures 1 et 2 ?

Malgré l'allure irrégulière des points, réalisez une approximation de la corrélation entre les années et la variation de la température à l'aide de la figure 2.

Quelles sont les caractéristiques de cette corrélation ?

Comment pourriez-vous expliquer le résultat de votre approximation ?

Pour quelle période pourriez-vous observer une meilleure corrélation sur la figure 2 ? Pourquoi ?

La base de données NOAA (figure 1) couvre la période de 1958 à 2016. Il s'agit d'une base donnée fondée sur des observations directes à l'aide d'instruments de mesure, plutôt que sur des échantillons d'air emprisonnés dans la glace. Voici donc les données de la NASA (figure 2) pour la période de 1958 à 2016 (tableau 2).

Tableau 2 – Variation de la température depuis 1958 (NASA)

ANNÉE	VARIATION DE LA TEMPÉRATURE (°C)	ANNÉE	VARIATION DE LA TEMPÉRATURE (°C)
1958	0,03	1987	0,33
1959	0,07	1988	0,41
1960	-0,02	1989	0,28
1961	0,05	1990	0,44
1962	0,03	1991	0,43
1963	0,06	1992	0,23
1964	-0,20	1993	0,24
1965	-0,10	1994	0,32
1966	-0,05	1995	0,46
1967	-0,02	1996	0,35
1968	-0,07	1997	0,48
1969	0,07	1998	0,64
1970	0,02	1999	0,42
1971	-0,09	2000	0,42
1972	0,01	2001	0,55
1973	0,15	2002	0,63
1974	-0,07	2003	0,62
1975	-0,02	2004	0,55
1976	-0,11	2005	0,69
1977	0,18	2006	0,63
1978	0,07	2007	0,66
1979	0,17	2008	0,54
1980	0,27	2009	0,64
1981	0,33	2010	0,71
1982	0,13	2011	0,60
1983	0,30	2012	0,63
1984	0,15	2013	0,65
1985	0,12	2014	0,74
1986	0,19	2015	0,87
		2016	0,99

Selon vous, comment peut-on utiliser la base de données de la NASA (tableau 2) afin de déterminer la variation de température anticipée en 2100 ?

Ci-dessous, à partir d'un modèle algébrique, effectuez les calculs qui permettent d'extrapoler la variation de la température planétaire en 2100.

Selon vous, quelle est l'intérêt d'utiliser cette base de données pour modéliser la température planétaire en 2100 ?

Selon vous, la variation de température prévue par votre modèle est-elle préoccupante ? Pourquoi ?

3. TÂCHE 3 : TENDANCE DE LA CONCENTRATION EN CO₂

Voici la base de données NOAA (tableau 3). Il s'agit de la concentration annuelle moyenne en CO₂ atmosphérique depuis 1958.

Tableau 3 – Concentration annuelle moyenne en CO₂ atmosphérique depuis 1958 (NOAA)

ANNÉE	CO ₂ (PPM)	ANNÉE	CO ₂ (PPM)
1958	315,3	1987	349,2
1959	316,0	1988	351,6
1960	316,9	1989	353,1
1961	317,6	1990	354,4
1962	318,5	1991	355,6
1963	319,0	1992	356,4
1964	319,6	1993	357,1
1965	320,0	1994	358,8
1966	321,4	1995	360,8
1967	322,2	1996	362,6
1968	323,0	1997	363,7
1969	324,6	1998	366,7
1970	325,7	1999	368,4
1971	326,3	2000	369,5
1972	327,5	2001	371,1
1973	329,7	2002	373,3
1974	330,2	2003	375,8
1975	331,1	2004	377,5
1976	332,0	2005	379,8
1977	333,8	2006	381,9
1978	335,4	2007	383,8
1979	336,8	2008	385,6
1980	338,8	2009	387,4
1981	340,1	2010	389,9
1982	341,4	2011	391,7
1983	343,1	2012	393,9
1984	344,6	2013	396,5
1985	346,1	2014	398,6
1986	347,4	2015	400,8
		2016	404,2

Selon vous, comment peut-on utiliser la base de données NOAA (tableau 3) afin de déterminer la concentration atmosphérique en CO₂ anticipée en 2100 ?

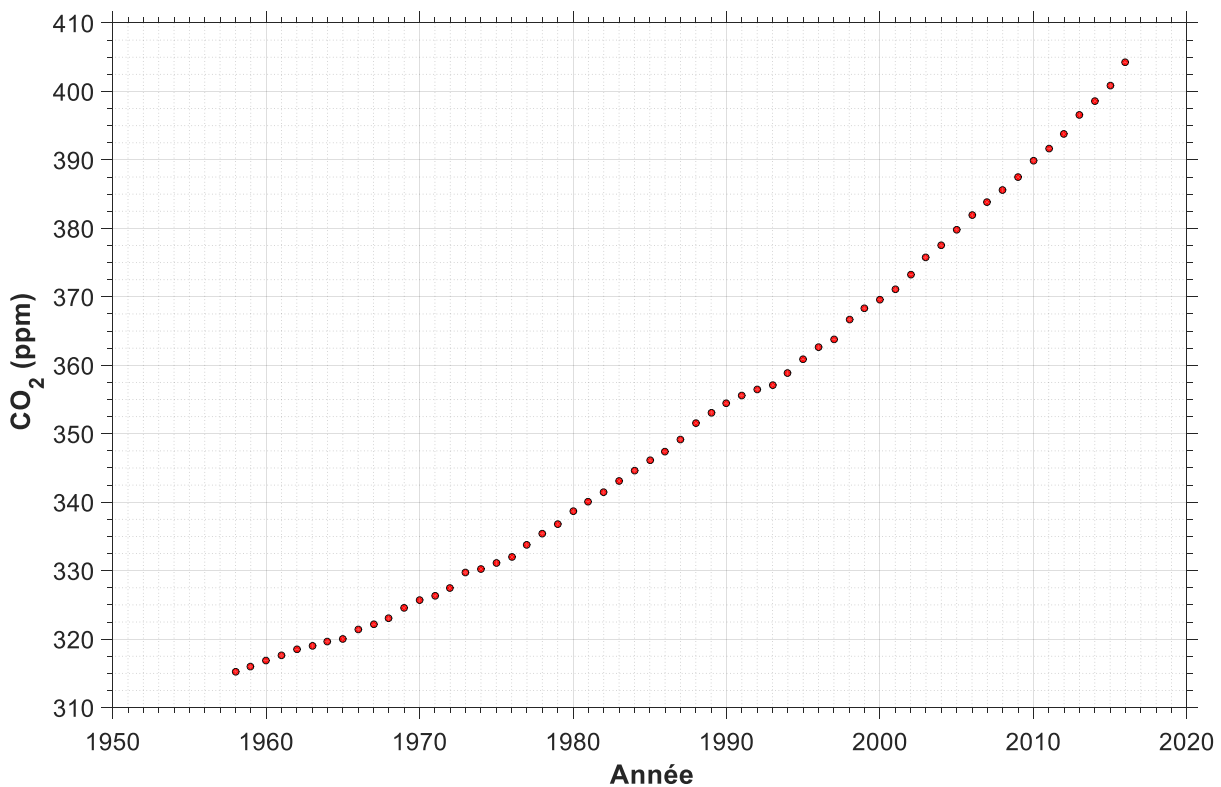
Ci-dessous, à partir d'un modèle algébrique, effectuez les calculs qui permettent d'extrapoler la concentration atmosphérique en CO₂ anticipée en 2100.

Selon vous, quel est l'intérêt d'utiliser cette base de données pour modéliser la concentration atmosphérique en CO₂ anticipée en 2100 ?

Selon vous, la concentration atmosphérique en CO₂ prévue par votre modèle est-elle préoccupante ? Pourquoi ?

En utilisant un logiciel, on obtient un graphique à partir de la base de données NOAA (figure 3). Selon vous, sans faire de calculs, existe-t-il une corrélation entre les années (1958 à 2016) et la concentration atmosphérique en CO₂ ? Pourquoi ?

Figure 3 – Concentration en CO₂ depuis 1958 (NASA)



Si vous croyez qu'il y a corrélation entre les années (1958 à 2016) et la concentration atmosphérique en CO₂ (figure 3), indiquez ses caractéristiques à l'aide d'une approximation et précisez son impact sur votre modélisation réalisée à la page 13.

4. TÂCHE 4 : RELATION ENTRE LE CO₂ ET LA TEMPÉRATURE

Comment pourrait-on déterminer la relation entre la concentration en CO₂ atmosphérique et la variation de la température planétaire ?

Selon vous, quelle est la variable indépendante ?

En combinant les données de concentration en CO₂ et la moyenne des variations de température sur 5 ans, on obtient un nouveau tableau (tableau 4 de la page 16). Ci-dessous, à partir d'un modèle algébrique, effectuez les calculs permettant d'extrapoler la variation de la température selon la concentration atmosphérique en CO₂ en 2100 (utilisez la valeur du CO₂ que vous avez extrapolée à la page 13).

Quel est l'écart, en pourcentage, entre votre réponse et celle calculée par votre modélisation de la température (page 11) ? Qu'en pensez-vous ?

Tableau 4 – CO₂ et moyenne sur 5 ans des variations de la température depuis 1958 (NOAA et NASA)

ANNÉE	CO ₂ (PPM)	VARIATION DE LA TEMPÉRATURE (°C)	ANNÉE	CO ₂ (PPM)	VARIATION DE LA TEMPÉRATURE (°C)
1958	315,3	-0,01	1987	349,2	0,28
1959	316,0	0,01	1988	351,6	0,32
1960	316,9	0,03	1989	353,1	0,34
1961	317,6	0,02	1990	354,4	0,34
1962	318,5	-0,01	1991	355,6	0,34
1963	319,0	-0,02	1992	356,4	0,34
1964	319,6	-0,03	1993	357,1	0,34
1965	320,0	-0,04	1994	358,8	0,35
1966	321,4	-0,05	1995	360,8	0,38
1967	322,2	-0,04	1996	362,6	0,41
1968	323,0	-0,03	1997	363,7	0,44
1969	324,6	-0,01	1998	366,7	0,46
1970	325,7	0,00	1999	368,4	0,49
1971	326,3	0,00	2000	369,5	0,52
1972	327,5	0,00	2001	371,1	0,54
1973	329,7	-0,01	2002	373,3	0,56
1974	330,2	0,00	2003	375,8	0,59
1975	331,1	0,02	2004	377,5	0,61
1976	332,0	0,04	2005	379,8	0,62
1977	333,8	0,07	2006	381,9	0,62
1978	335,4	0,12	2007	383,8	0,63
1979	336,8	0,17	2008	385,6	0,63
1980	338,8	0,2	2009	387,4	0,63
1981	340,1	0,21	2010	389,9	0,63
1982	341,4	0,21	2011	391,7	0,65
1983	343,1	0,21	2012	393,9	0,68
1984	344,6	0,21	2013	396,5	0,74
1985	346,1	0,22	2014	398,6	0,79
1986	347,4	0,25	2015	400,8	0,85
			2016	404,2	0,91

Selon vous, à quoi pourrait servir de représenter graphiquement le tableau 4 ?

Sur la page suivante (page 17), tracez les données du tableau 4, estimez la corrélation et tracez la droite de régression de votre modèle algébrique.

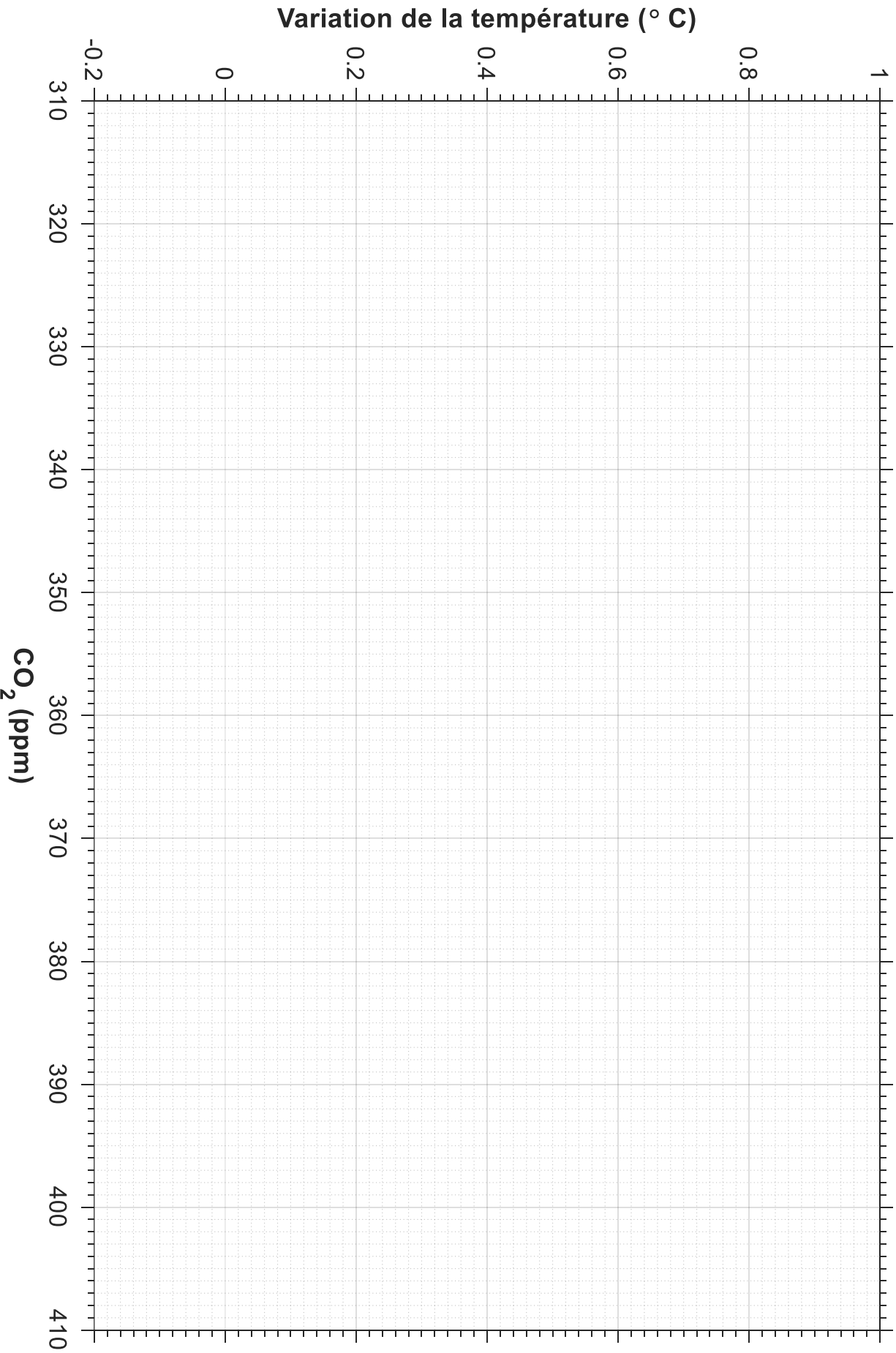


Figure 4 – Variation moyenne de la température sur 5 ans selon la concentration en CO₂ depuis 1958

Quelles sont les caractéristiques de la corrélation entre le CO₂ atmosphérique et la variation moyenne de la température planétaire sur 5 ans (figure 4) ?

Pour plus de précision, utilisez le logiciel Excel afin de déterminer la corrélation entre le CO₂ atmosphérique et la variation moyenne de la température planétaire sur 5 ans. Pour ce faire, entrez les données du tableau 4 dans un chiffrier afin d'utiliser la fonction « COEFFICIENT.CORRELATION ». Si vous ne connaissez pas le logiciel Excel, demandez à votre enseignant(e) de vous guider.

Quelle est la valeur du coefficient de corrélation calculée par Excel ?

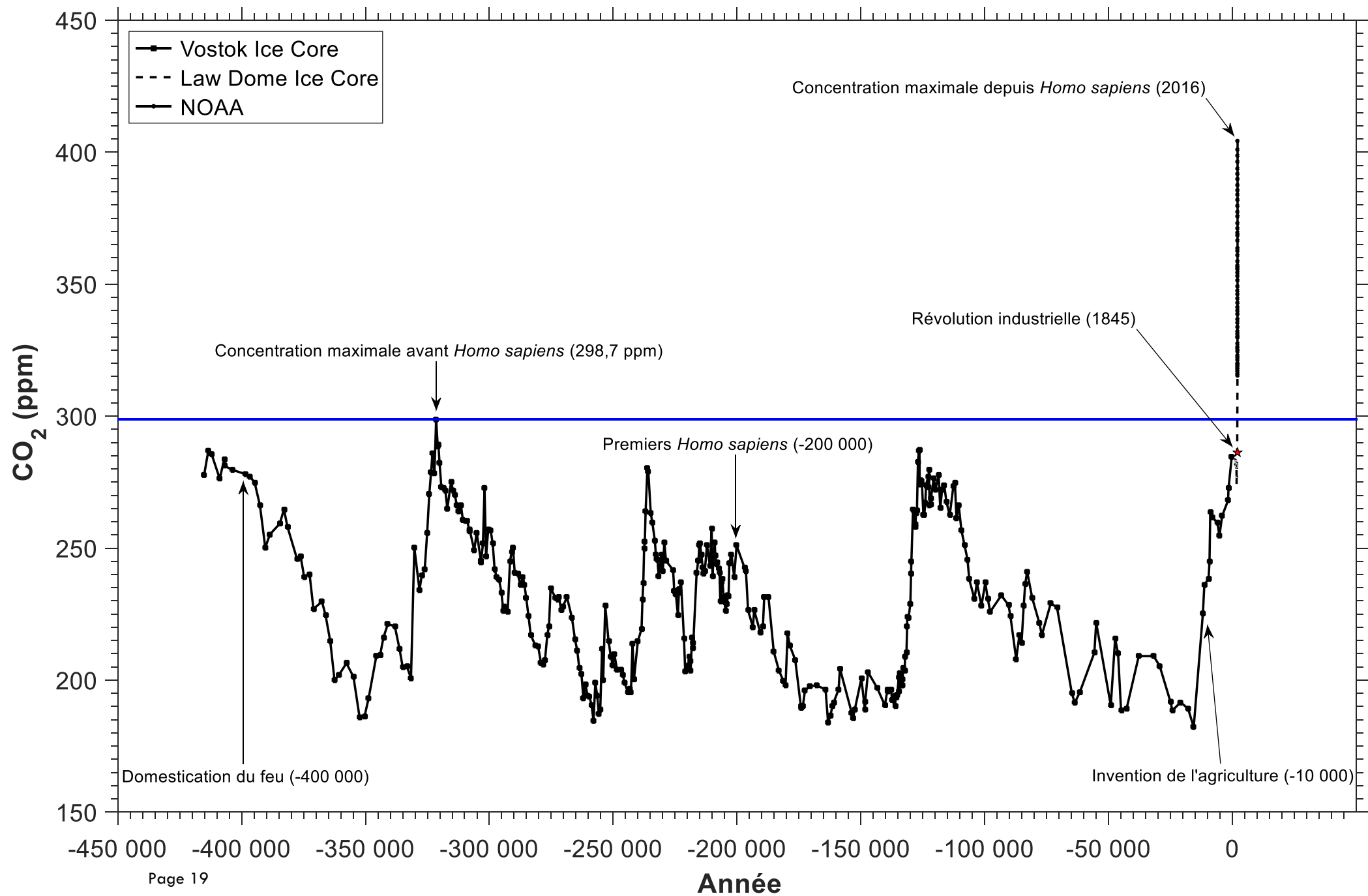
Quel est l'écart, en pourcentage, entre votre estimation du coefficient de corrélation et la valeur calculée par Excel ? Qu'en pensez-vous ?

5. RETOUR RÉFLEXIF

Selon vous, est-ce que l'état des connaissances scientifiques confirme que les activités humaines contribuent au réchauffement planétaire (figure 5, p. 19) ?

Selon vous, est-il vraisemblable que la moyenne de la température planétaire puisse augmenter de 2° Celsius par rapport à l'ère préindustrielle d'ici 2100 ?

Figure 5 – Concentration atmosphérique en CO₂ depuis 400 000 ans



RÉFÉRENCES

Base de données Taylor Dome Ice Core

Indermühle A, Stocker TF, Joos F, Fischer H, Smith JH, Wahlen M, Deck B, Mastroianni D, Tschumi J, Blunier T, Meyer R, Stauffer B. *Holocene carbon-cycle dynamics based on CO₂ trapped in ice at Taylor Dome, Antarctica*. *Nature* 398 : 121-126 (1999). Base de données disponible à l'adresse : <http://isolab.ess.washington.edu/isolab/taylor/data/co2.html>

Base de données Law Dome Ice Core

D.M. Etheridge, L.P. Steele, R.L. Langenfelds, R.J. Francey (1998). *Historical CO₂ record from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores*. Division of Atmospheric Research, CSIRO, Aspendale, Victoria, Australia. Base de données téléaccessible à l'adresse : <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/lawdome-data.html>

Base de données NOAA

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). U.S. Department of Commerce (2017). *Monthly measurements*. Base de données téléaccessible à l'adresse : <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide>

Base de données NASA

NASA's Goddard Institute for Space Studies (2017). *Global land-ocean temperature index*. Base de données téléaccessible à l'adresse : <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature>

Base de données Vostok

Barnola, J.-M., D. Raynaud, C. Lorius, and N.I. Barkov. 2003. *Historical CO₂ record from the Vostok ice core*. In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. . Base de données téléaccessible à l'adresse : <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/vostok.html>

Crédit de l'image de la page couverture

Kleder, M. (2004). SATGLOBE - Rendering Satellite Views of Earth. Script et base de données téléaccessibles à l'adresse : <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/5490-satglobe-rendering-satellite-views-of-earth?focused=5058950&tab=function>

QUELQUES RAPPELS²...

Les distributions à deux caractères : Une distribution à deux caractères correspond à l'ensemble des couples de données recueillies au cours d'une étude statistique portant sur deux caractères issus d'une même situation.

Le tableau de distribution à double entrée : un tableau à double entrée sert à représenter l'effectif correspondant à chaque combinaison de valeurs, de modalités ou de classes en lien avec les deux variables étudiées.

Le nuage de points : Un nuage de points est un graphique qui représente chaque couple d'une distribution à deux types de variables strictement quantitatives. S'il existe un lien de dépendance entre les caractères étudiés, on place l'indépendant sur l'axe des abscisses et le dépendant sur l'axe des ordonnées.

La corrélation d'une distribution : La corrélation est un lien entre deux caractères quantitatifs d'une distribution qui décrit le type, le sens et la force de ce lien.

Le coefficient de corrélation linéaire : Le coefficient de corrélation linéaire, généralement notée r , quantifie la force du lien linéaire entre les deux caractères d'une distribution.

La droite de régression : La droite de régression est la droite qu'on peut tracer dans le nuage de points qui représente le mieux la distribution à deux caractères étudiée. Il existe plusieurs manières de trouver l'équation de cette droite de régression. Outre l'utilisation des calculatrices graphiques et de certains logiciels, on peut calculer manuellement l'équation de la droite de régression.

² <http://www.alloprof.qc.ca>

POUR ALLER PLUS LOIN...

Selon vous, l'utilisation d'une droite de régression permet-elle d'interpréter le réel ?

Selon vous, les modèles de régression sont-ils fiables pour prendre des décisions ?
