

# Science, climat et énergie

Réflexions sur la science, le climat et l'énergie

## La croissance du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est-elle exclusivement anthropique? (1/3)

🕒 13 juin 2019 📁 atmosphère et CO<sub>2</sub>, GIEC 🔗 CO<sub>2</sub> 👤 JC Maurin

### Carbone 14 et Effet Suess

par J.C. Maurin, Professeur agrégé de physique

Une croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique qui serait **exclusivement** anthropique est contradictoire avec les observations du carbone 13 dans l'atmosphère ([ici](#)). Cet article en 3 parties va montrer **qu'il existe également des contradictions avec les observations du carbone 14**. Celui-ci est utilisé à des fins de datation jusqu'à 50 000 ans BP (**Before Present**) et on dispose de nombreuses études (pour calibration) sur son évolution dans l'atmosphère.

La première partie s'intéresse, non pas aux datations, mais à la **dilution** du carbone 14 que provoque l'ajout de CO<sub>2</sub> anthropique (effet SUESS) **avant** les essais thermonucléaires de 1952-1963.

Dans la seconde partie nous verrons que l'évolution du carbone 14 **après** 1963 est **aussi** en contradiction avec une croissance du CO<sub>2</sub> exclusivement anthropique.

#### 1. Le carbone dans l'atmosphère [1] [5]

Le carbone existe habituellement sous 3 formes isotopiques : <sup>12</sup>C pour ≈ 98.9%, <sup>13</sup>C pour ≈ 1.1 % et <sup>14</sup>C à l'état de traces (Fig. 1a).

	<sup>12</sup> CO <sub>2</sub>	<sup>13</sup> CO <sub>2</sub>	<sup>14</sup> CO <sub>2</sub>
<b>CO<sub>2</sub> atmosphérique en 2015</b>	<b>98,89%</b>	<b>1,114%</b>	<b>≈ 10<sup>-12</sup></b>
<b>CO<sub>2</sub> anthropique</b>	<b>98,91%</b>	<b>1,092%</b>	<b>0</b>

**Figure 1a.** La seule différence entre CO<sub>2</sub> anthropique et CO<sub>2</sub> atmosphérique réside dans les **proportions du mélange** des isotopes: le CO<sub>2</sub> anthropique est appauvri en <sup>13</sup>C et <sup>14</sup>C. L'ajout de CO<sub>2</sub> anthropique va modifier, au fil des années, les proportions du mélange isotopique dans l'atmosphère.

Le carbone 14 n'est pas stable : sur 1000 atomes  $^{14}\text{C}$ , il en subsiste  $\approx 500$  après 5730 ans (= période de demi-vie, Fig. 1b).

Durée (années)	demi vie			$\tau$		
	10	50	100	5730	8267	50000
Il subsiste	99,88%	99,40%	<b>98,8%</b>	50,00%	36,79%	<b>0,24%</b>
Il disparaît	0,12%	0,60%	<b>1,2%</b>	50%	63%	<b>99,76%</b>

**Figure 1b.** [5] Désintégration de l'isotope 14 du carbone. La décroissance est proportionnelle au nombre d'atomes subsistants.

Pourquoi reste-t-il encore aujourd'hui du carbone 14? La raison se trouve dans l'existence d'un flux de neutrons cosmiques qui interagissent avec l'azote dans la haute atmosphère pour former  $^{14}\text{C}$  ( $^{14}\text{N} + n \rightarrow ^{14}\text{C} + 1p$ ). Le  $^{14}\text{C}$  va s'oxyder rapidement pour donner la molécule  $^{14}\text{CO}_2$  (dioxyde de carbone avec carbone =  $^{14}\text{C}$ ).

- Si le flux de neutrons cosmiques est presque constant à l'échelle du siècle, alors un niveau d'équilibre **dynamique** doit s'établir : la production en 100 ans de  $^{14}\text{C}$  en haute atmosphère compense la disparition en 1 siècle (-1,2%) du  $^{14}\text{C}$ .  
Au cours des derniers siècles, cet équilibre dynamique correspond à environ 1 molécule  $^{14}\text{CO}_2$  pour  $10^{12}$  molécules  $^{12}\text{CO}_2$ .
- Le carbone végétal ou animal trouve sa source dans le  $\text{CO}_2$  atmosphérique. Le  $^{14}\text{CO}_2$  sera lui aussi incorporé dans la matière organique. Il y a, à terme, équilibre dynamique entre carbone 14 de l'atmosphère et carbone 14 de la matière organique par recyclage du carbone. Le rapport  $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$  va diminuer **après** la mort de l'organisme car il n'y a plus d'apport de  $^{14}\text{C}$ .  
L'idée d'utiliser cette décroissance pour datation « carbone 14 » est due à W.F.Libby (1946).

Les études pour calibration des datations ont montré, que d'une part, **l'homme modifie** le rapport  $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$  dans l'atmosphère, et, d'autre part, le passage du carbone depuis le  $\text{CO}_2$  atmosphérique vers la biosphère conduit à un fractionnement isotopique (la végétation sélectionne le  $^{12}\text{C}$  de préférence au  $^{14}\text{C}$ ).

Pour $10^{12}$ atomes de carbone 12	$\Delta^{14}\text{C}$	Exemple
0 atome carbone 14	<b>-1000 ‰</b>	$\text{CO}_2$ anthropique
$\approx 1$ atome carbone 14	<b>0 ‰</b>	$\approx$ Atmosphère en 1890
$\approx 2$ atomes carbone 14	<b>1000 ‰</b>	$\approx$ Atmosphère en 1963

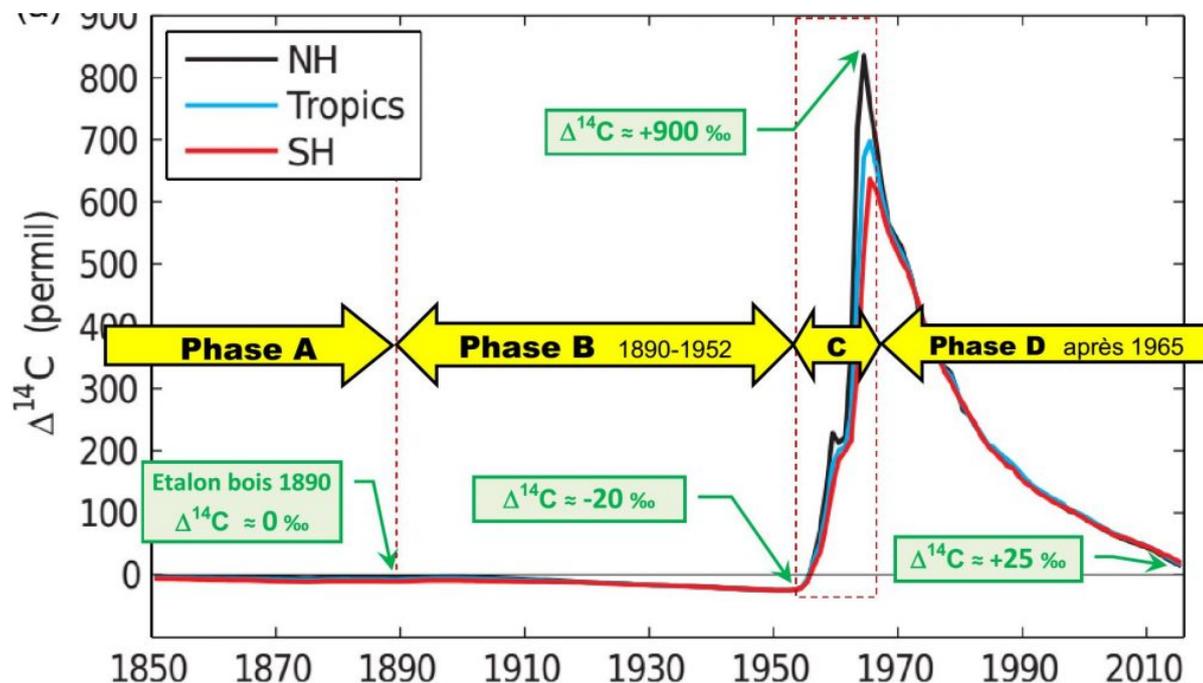
**Figure 1c.** [5] On évalue la proportion de  $^{14}\text{C}$  en mesurant l'écart par rapport à une référence étalon. Pour des raisons pratiques, la mesure est adaptée afin d'obtenir une grandeur normalisée  $\Delta^{14}\text{C}$  usuellement exprimée en ‰.

Par commodité, on a fixé  $\Delta^{14}\text{C} = 0\text{‰}$  pour **l'équilibre** : production par les neutrons cosmiques en haute atmosphère = disparition par désintégration (Fig. 1c). Avant 1850 on a  $\Delta^{14}\text{C} = 0\text{‰}$ , l'homme n'influe alors quasiment pas sur le  $\text{CO}_2$  atmosphérique.

En l'absence totale de  $^{14}\text{C}$ , le  $\text{CO}_2$  est tel que  $\Delta^{14}\text{C} = -1000\text{‰}$ . C'est le cas du  $\text{CO}_2$  produit par les combustibles fossiles, formés il y a plusieurs millions d'années, et qui ne comportent donc plus de  $^{14}\text{C}$  (voir Figs. 1a et 1b).

## 2. Evolutions du carbone 14 dans l'atmosphère

La reconstitution de la Fig. 2 résume les observations sur  $^{14}\text{C}$ .



**Figure 2.** (d'après la Fig.1 ici). Reconstitution de  $\Delta^{14}\text{C}$  pour l'atmosphère depuis 1850.

La désintégration du carbone 14 est presque négligeable à l'échelle du siècle (-1.2% selon Fig.1b). **On distingue 4 phases A, B, C et D.**

**Phase A.** La production de  $^{14}\text{C}$  par les neutrons cosmiques équilibre la désintégration du stock total de  $^{14}\text{C}$   
 $\rightarrow \Delta^{14}\text{C} \approx 0 \text{ ‰}$ .

**Phase B.** L'atmosphère s'appauvrit en  $^{14}\text{C}$  : on passe de  $\Delta^{14}\text{C} \approx 0 \text{ ‰}$  en 1890 vers  $\approx -20 \text{ ‰}$  en 1950. **Cette phase B fait l'objet du présent article.**

**Phase C.** L'explosion d'une bombe H produit un flux de neutrons. Ces neutrons vont créer, à partir de l'azote atmosphérique l'isotope  $^{14}\text{C}$  en grande quantité. Dans l'atmosphère,  $^{14}\text{C}$  s'oxyde rapidement pour donner  $^{14}\text{CO}_2$ . Lors des essais des armes thermonucléaires (à partir de 1952),  $\Delta^{14}\text{C}$  passe de -20 ‰ vers + 900 ‰. Le tableau (Fig. 1c) indique que l'atmosphère en 1963 comporte presque 2 fois plus de molécules  $^{14}\text{C}$  que l'atmosphère en 1952.

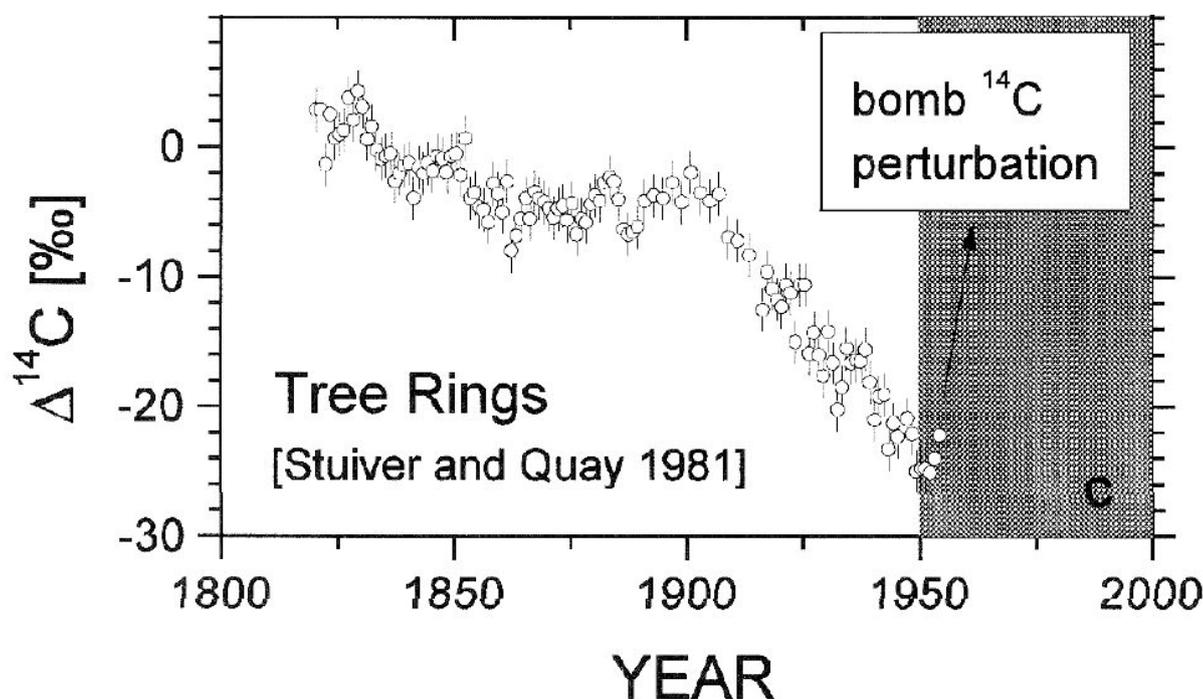
**Phase D.** A la fin 1965,  $^{14}\text{CO}_2$  s'est réparti presque également dans les 2 hémisphères. Le nombre de molécules  $^{14}\text{CO}_2$  dans l'atmosphère décroît rapidement (en 2015 on est proche du niveau d'équilibre de 1950).

**Cette phase D (désignée par « effet Bombe ») sera étudiée dans l'article à suivre.**

### 3. Etude de la phase B (effet Suess)

Dans un article de 1955, Hans SUESS [2], avance l'idée que l'injection de CO<sub>2</sub> anthropique ( $\Delta^{14}\text{C} = -1000 \text{ ‰}$ ) est la cause essentielle de la baisse du  $\Delta^{14}\text{C}$  depuis  $\approx 0 \text{ ‰}$  en 1890 vers  $\approx -20 \text{ ‰}$  en 1950 pour le CO<sub>2</sub> atmosphérique (Fig. 3).

Cet effet de dilution est souvent désigné par « **effet SUESS** ». Il est toutefois nécessaire de supposer un flux neutronique **peu variable** dans la haute atmosphère entre 1890 et 1950.



**Figure 3.** [2] Stuiver et Quay (1981) rapportent une proportion de <sup>14</sup>C presque constante jusqu'en 1900 et qui baisse ensuite vers  $\Delta^{14}\text{C} \approx -25 \text{ ‰}$  en 1950. L'estimation de  $\Delta^{14}\text{C}$  pour l'atmosphère est déduite **indirectement** via des échantillons anciens de bois qui présentent des variations suivant la localisation géographique. L'activité est faible, ce qui rend la mesure délicate ( $\approx 14$  désintégrations par minute pour 1 gramme de carbone). Selon Tans, De Jong, Mook (1979), on a  $\Delta^{14}\text{C}$  entre  $-15 \text{ ‰}$  et  $-25 \text{ ‰}$ . Dans la suite de l'article, nous utiliserons  $\Delta^{14}\text{C} \approx -20 \text{ ‰}$ .

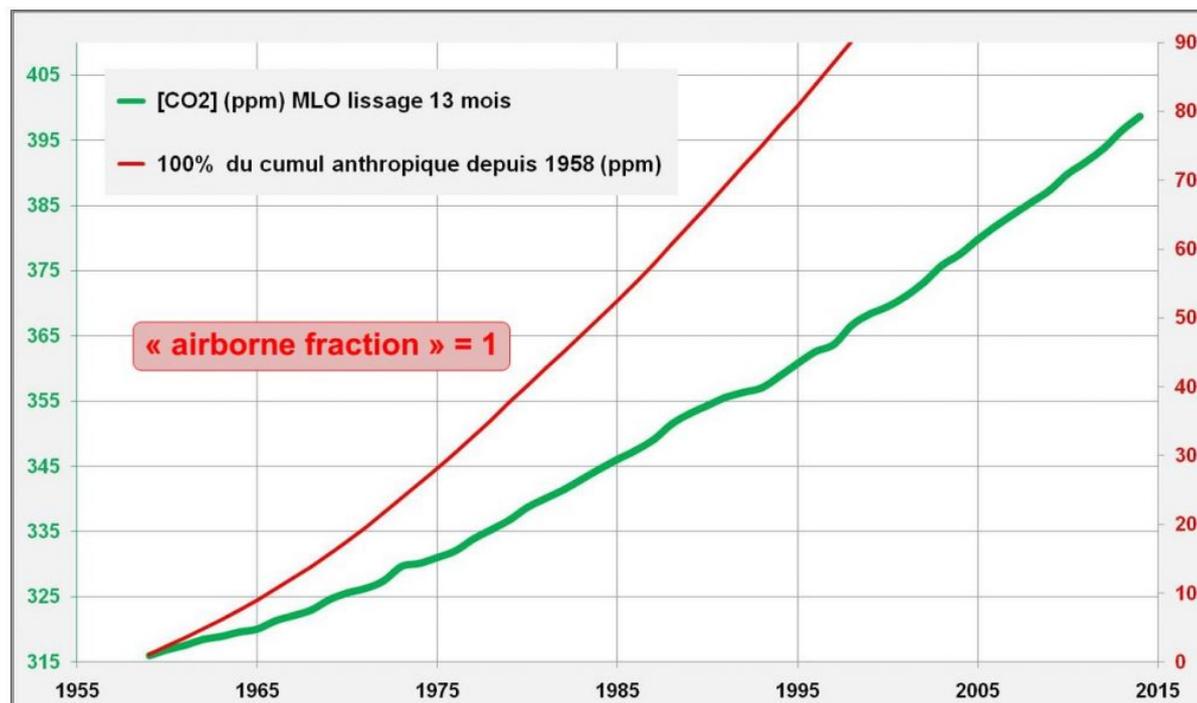
Un étang salé dans lequel l'homme vient ajouter de l'eau douce présente une analogie avec l'effet Suess : la salinité de l'étang correspond à  $\Delta^{14}\text{C}$ , l'eau douce correspond au CO<sub>2</sub> anthropique, l'étang salé correspond à l'atmosphère. L'effet Suess est alors analogue à la baisse de salinité de l'étang en fonction de la quantité d'eau douce ajoutée par l'homme. L'analogie est meilleure si on imagine un étang qui communique avec la mer car l'atmosphère échange avec d'autres réservoirs.

#### 4. Thèse du GIEC

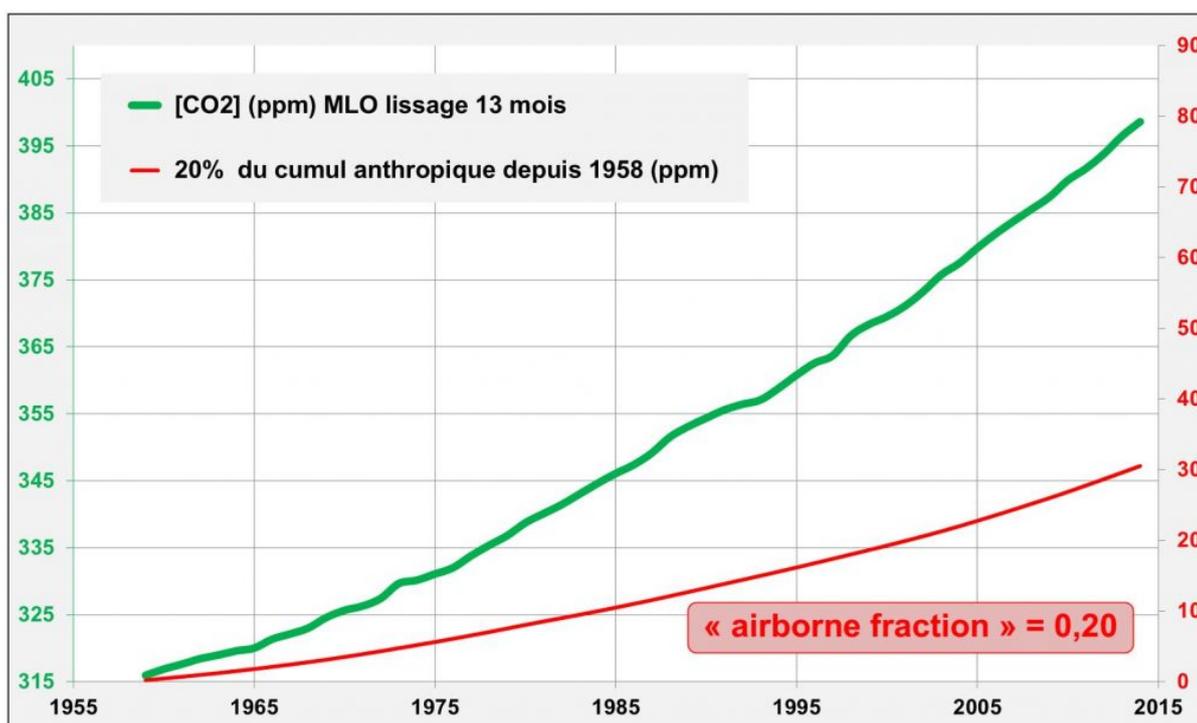
Une croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique qui serait exclusivement anthropique constitue la thèse défendue par divers organismes intergouvernementaux, tels que le GIEC ou son co-créateur l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale).

Les figures 4a 4b 4c illustrent l'équivalence avec l'autre formulation du GIEC « airborne fraction  $\approx 55\%$  » (ce qui signifie qu'environ **la moitié** des émissions anthropiques **s'accumuleraient** dans l'atmosphère (voir

la définition de 'airborne fraction' dans [4].



**Figure 4a. Croissance du CO<sub>2</sub> mesurée à Mauna Loa (MLO) [5] [3].** Le cumul anthropique (courbe rouge) est la somme, année par année, des émissions fossiles. La comparaison entre 100% de cumul du CO<sub>2</sub> anthropique et la croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique mesurée à Mauna Loa (MLO) montre que les émissions anthropiques **ne demeurent pas** en totalité dans l'atmosphère (airborne fraction doit être < 100%).



**Figure 4b. [5] [3]** En prenant airborne fraction = 20%, on ne reproduit **qu'une fraction** de la croissance mesurée à Mauna Loa (MLO) entre 1958 et 2015 (airborne fraction doit être > 20%).

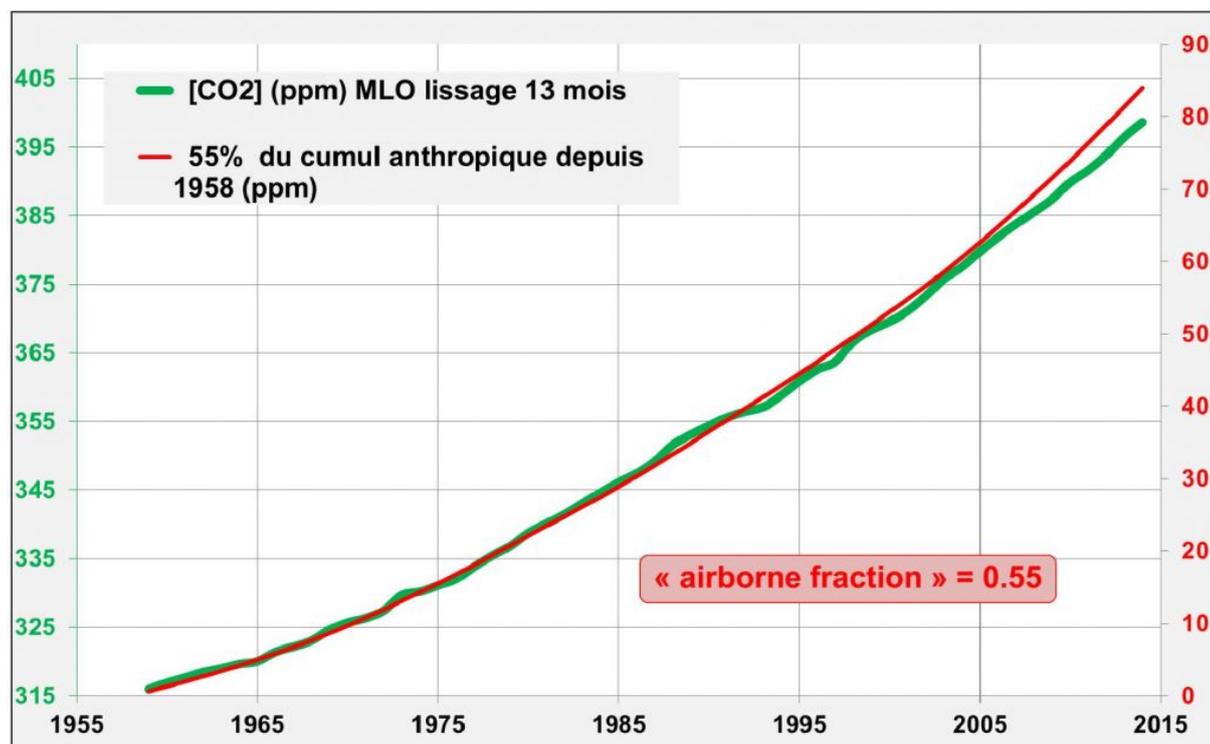


Figure 4c.[5] [3] [4] En prenant airborne fraction = 55%, on reproduit presque la croissance mesurée à MLO entre 1958 et 2015. Ceci constitue la thèse du GIEC, mais on suppose alors implicitement que seules les émissions anthropiques expliqueraient la croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique.

A propos de la corrélation entre les 2 courbes de la Fig. 4c, on peut consulter l'article de Jamal Munshi [4] dont voici la conclusion : « We find that detrended correlation analysis of annual emissions and annual changes in atmospheric CO<sub>2</sub> does **not** support the anthropogenic global warming hypothesis because **no evidence** is found that changes in atmospheric CO<sub>2</sub> are related to fossil fuel emissions at an annual time scale. »

Quelle était la quantité de CO<sub>2</sub> anthropique, selon la thèse du GIEC, dans l'atmosphère de 1950 ? (Fig. 4d).

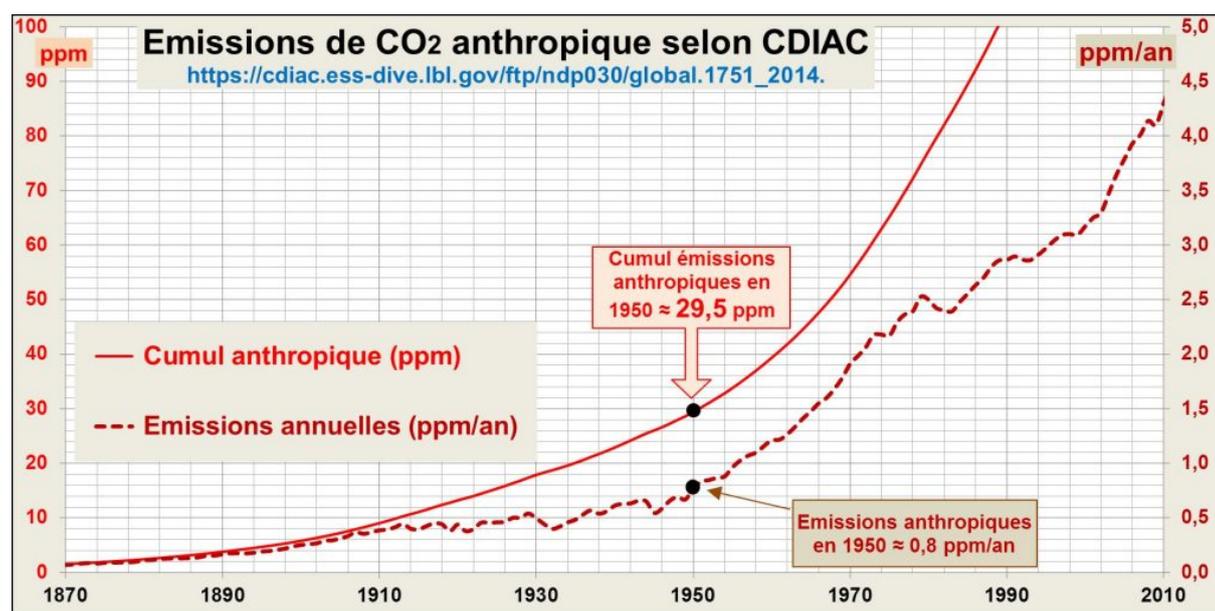


Figure 4d. [3] Emissions et cumul du CO<sub>2</sub> anthropique selon CDIAC. En 1950 le cumul est ≈ 29.5 ppm. Selon le GIEC, on devrait donc avoir 29.5\* 55% ≈ 16.2ppm de CO<sub>2</sub> anthropique ( $\Delta^{14}C = -1000 \text{ ‰}$ ) dans l'atmosphère de

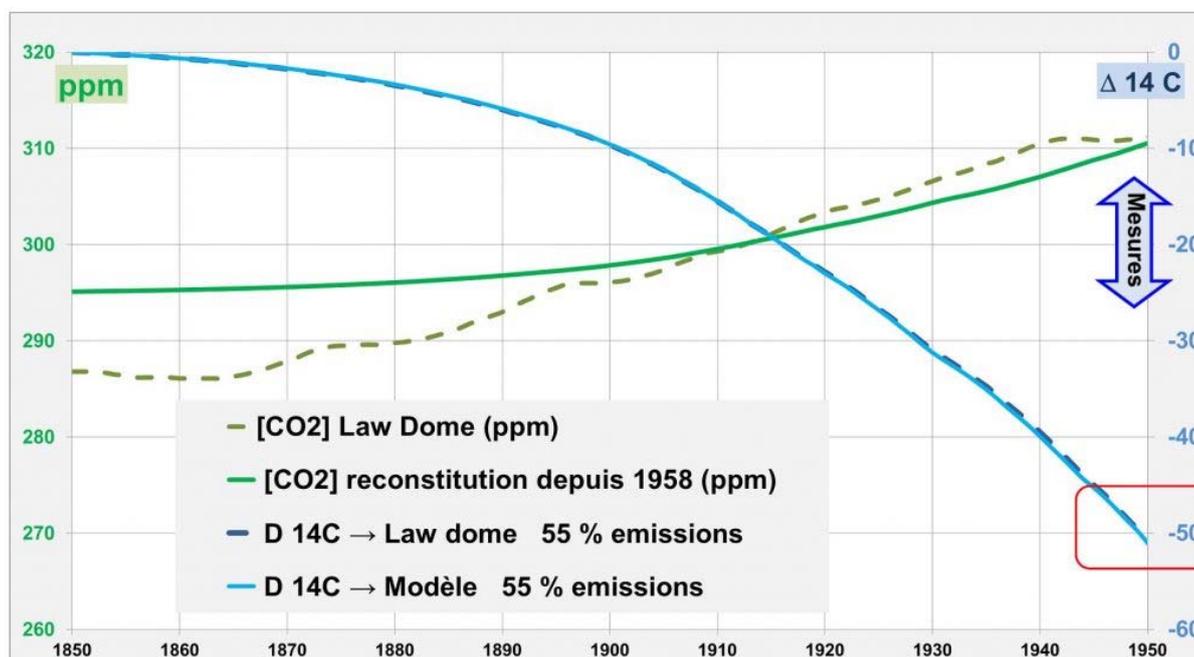
1950 [5] cfr. onglet émissions CDIAC.

Le paragraphe suivant examine les conséquences, vis-à-vis de l'effet Suess, de la présence de 16.2 ppm de CO<sub>2</sub> anthropique (airborne fraction = 55%) dans l'atmosphère de 1950.

## 5. Calcul de l'effet Suess selon la thèse du GIEC

Cette valeur de 16.2 ppm de CO<sub>2</sub> anthropique permet-elle d'expliquer l'effet SUESS en 1950? Les archives glaciaires [3] indiquent une atmosphère en 1950 telle que [CO<sub>2</sub>] ≈ 311 ppm. Une estimation de l'effet Suess devrait donner :

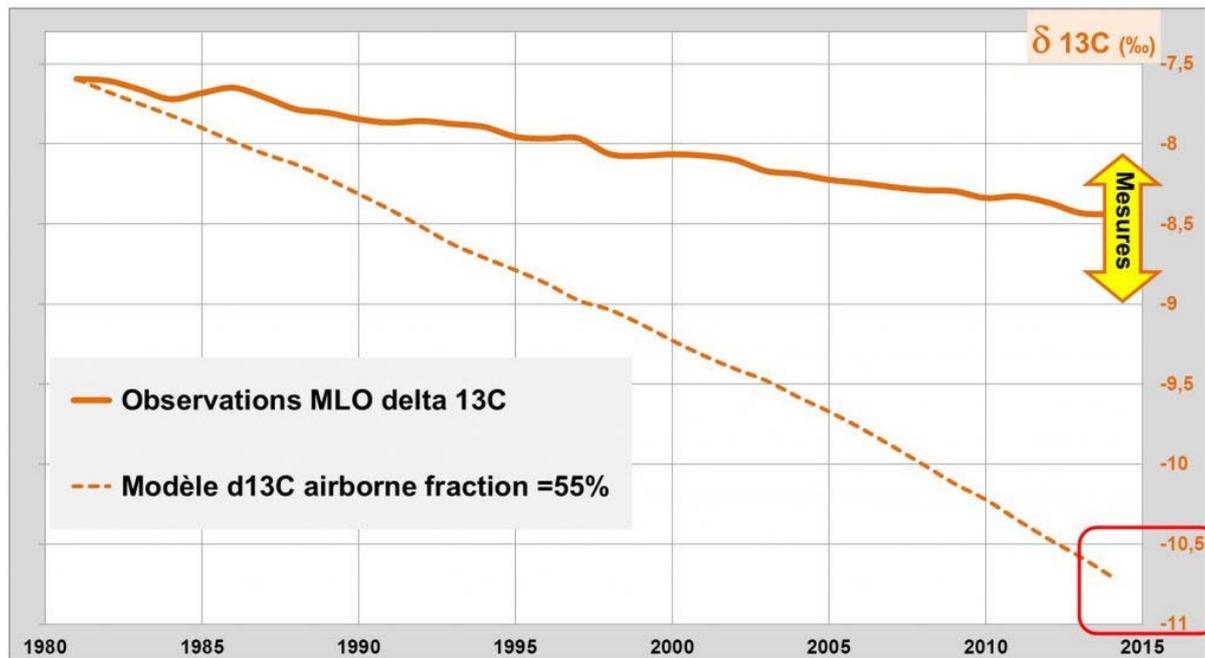
$\Delta^{14}\text{C} \approx (16.2 * -1000 \text{‰} + 294.8 * 0 \text{‰}) / 311 \approx -52 \text{‰}$  mais les observations pour 1950 donnent  $\Delta^{14}\text{C} \approx -15 \text{‰}$  à  $-25 \text{‰}$  (Fig. 5a).



**Figure 5a. [3].** La feuille de calcul [5] cfr. onglet Calcul effet Suess permet de déterminer, année par année, l'évolution du  $\Delta^{14}\text{C}$ . Le flux de neutrons cosmiques est supposé peu variable entre 1850 et 1950. La [CO<sub>2</sub>] entre 1850 et 1950 ne peut provenir des mesures à Mauna Loa (MLO) qui démarrent seulement en 1958. La [CO<sub>2</sub>] est donc, soit déduit des archives glaciaires à Law Dome (pointillé vert), soit reconstitué à partir de 1958 MLO (vert).

**Dans les 2 cas,** le calcul de  $\Delta^{14}\text{C}$  (courbes bleues) donne une valeur proche de l'estimation précédente c'est-à-dire que **la dilution est bien trop grande** ( $\Delta^{14}\text{C} \approx -52 \text{‰}$  à la place de  $-15 \text{‰}$  à  $-25 \text{‰}$  pour les observations).

La thèse du GIEC (accumulation dans l'atmosphère d'environ la moitié des émissions anthropiques ou airborne fraction ≈ 55%) donne donc une baisse du  $\Delta^{14}\text{C}$  **nettement plus élevée** que ce qu'indiquent les observations entre 1890 et 1950. En poursuivant l'analogie avec l'étang salé, la quantité d'eau douce selon le GIEC est **trop grande** pour la salinité mesurée dans l'étang. Remarque : une **contradiction similaire** existe également pour le <sup>13</sup>C (voir ici, paragraphe C.3.1).

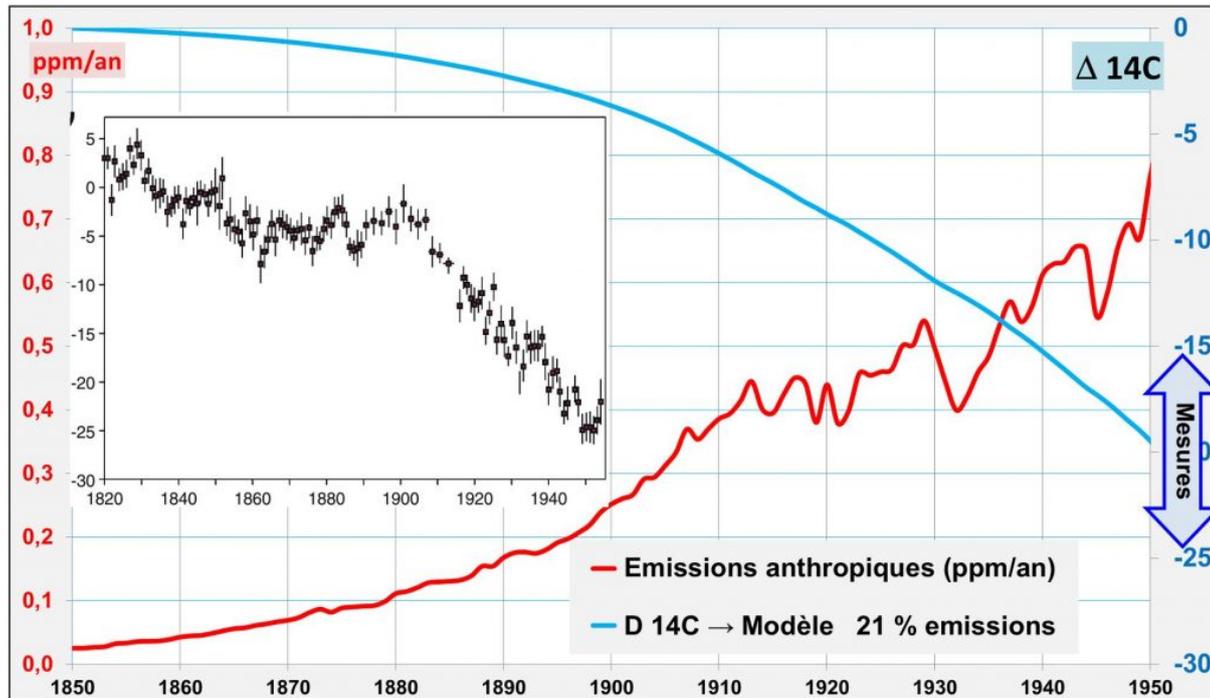


**Figure 5b. La dilution est trop grande également pour <sup>13</sup>C.** La thèse du GIEC (airborne fraction = 55%) donne aussi une baisse du  $\delta^{13}\text{C}$  nettement **plus élevée** que les observations. Afin de concilier les observations, on peut prendre airborne fraction = 24% et des apports nets naturels tels que  $\delta^{13}\text{C} \approx -0.5 \text{ ‰}$  [5] cfr. onglet **calcul delta 13C**.

## 6. La croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique est-elle uniquement anthropique ?

Comment concilier la dilution du CO<sub>2</sub> anthropique en 1950 (effet SUESS) pour être en accord avec  $\Delta^{14}\text{C} \approx -15 \text{ ‰}$  à  $-25 \text{ ‰}$  ? Si on écarte une forte augmentation du flux neutronique entre 1890 et 1950, il est nécessaire d'avoir une airborne fraction **plus faible**.

Avec 21% du cumul soit  $29.5 \times 0.21 \approx 6.2$  ppm de CO<sub>2</sub> anthropique, on trouve  $\Delta^{14}\text{C} \approx (6.2 \times -1000 \text{ ‰} + 304.8 \times 0 \text{ ‰}) / 311 \approx -20 \text{ ‰}$  (Fig. 6a).



**Figure 6a. [3]** On reproduit dans l'encadré en noir les estimations de Stuiver & Quay (1981). La feuille de calcul [5] permet une estimation plus précise (année par année) de l'évolution du  $\Delta^{14}C$  (avec un flux neutro-nique peu variable entre 1890 et 1950).

Les valeurs utilisées pour  $[CO_2]$  entre 1850 et 1950 sont identiques à celles de la Fig.5a.

A condition de considérer 6.2 ppm soit un cumul de 21% (airborne fraction) des émissions anthropiques (courbe rouge), on retrouve la valeur  $\Delta^{14}C \approx -20\text{‰}$ . (courbe bleue).

Le tableau (Fig. 6b) ci-dessous indique la quantité de  $CO_2$  anthropique qui doit être présente dans l'atmosphère de 1950, pour obtenir  $\Delta^{14}C \approx -15\text{‰}$  à  $-25\text{‰}$ .

Atmosphère en 1950		Interprétations	
Observation $\Delta^{14}C$	$CO_2$ anthropique (ppm)	Airborne fraction (%)	Durée de séjour (ans)
15 ‰	4,7	16%	7,5
20 ‰	6,2	21%	9,5
25 ‰	7,8	27%	12,5

52 ‰	16,2	55%	Thèse GIEC
------	------	-----	------------

**Figure 6b. Correspondance  $CO_2$  anthropique avec  $\Delta^{14}C$ .** On retrouve la valeur  $\Delta^{14}C \approx -20\text{‰}$  à la condition d'avoir 6.2 ppm de  $CO_2$  anthropique dans l'atmosphère de 1950. Cette valeur de 6.2 ppm peut s'interpréter de 2 manières :

- **Airborne fraction** → 6.2 ppm = 21% du cumul de **toutes** les émissions anthropiques depuis l'origine.
- **Durée de séjour** → 6.2 ppm = cumul des émissions anthropiques des 9.5 années précédentes [5], cfr. onglet émissions CDIAC.

La durée de séjour est définie comme le rapport  $[CO_2](ppm) / Sortie(ppm/an)$ .

Avec cette interprétation, le CO<sub>2</sub> (anthropique ou naturel) de l'atmosphère serait renouvelé en 9.5 ans. A partir de l'effet Suess de 1950, on peut donc également **estimer** une durée de séjour du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère: celle-ci doit être comprise approximativement entre 7 ans et 13 ans afin de concilier les observations  $\Delta^{14}\text{C} \approx -15 \text{ ‰}$  à  $-25 \text{ ‰}$ . Après 1952, les essais nucléaires ne permettent malheureusement plus de comparaison **directe** de l'effet Suess avec la thèse du GIEC.

## 7. Conclusions

1/ Une croissance **exclusivement** anthropique du CO<sub>2</sub> atmosphérique ne peut expliquer la baisse du  $\Delta^{14}\text{C}$  dans l'atmosphère entre 1890 et 1950, à partir du seul effet Suess et pour un flux de neutrons peu variable;

2/ Plus généralement, une croissance exclusivement anthropique semble peu conciliable avec les **2** observations suivantes :

$\Delta^{14}\text{C}$  passe de  $\approx 0 \text{ ‰}$  en 1890 vers  $-15 \text{ ‰}$  à  $-25 \text{ ‰}$  en 1950,  $\delta^{13}\text{C}$  passe de  $-7.6 \text{ ‰}$  en 1980 vers  $-8.3 \text{ ‰}$  en 2010 ([voir ici](#), paragraphe C.3.1);

3/ L'abandon d'une origine **exclusivement** anthropique pour la croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique permet de concilier ces **2** observations  $\Delta^{14}\text{C}$  et  $\delta^{13}\text{C}$ ;

4/ L'effet Suess en 1950 permet également une **estimation** indirecte de la durée de séjour : entre 7 et 13 ans.

Les valeurs obtenues dans le présent article sont des estimations hautes, car d'autres sources appauvries en carbone 14 existent (volcanisme par exemple).

La phase D (effet Bombe) sera examinée dans l'article à suivre et sera confrontée à la thèse du GIEC.

Partie 2/3 de l'article (Carbone 14 et effet bombe)

Partie 3/3 de l'article (Effet bombe et modèles du GIEC)

## 8. Références

[1]. Carbone 14, [Fiche IRSN;Radiocarbon Determination](#)

[2]. Effet Suess

E. Suess 1955. Radiocarbon Concentration in Modern Wood, *Science*, vol. 122, n°3166,

([DOI 10.1126/science.122.3166.415-a](https://doi.org/10.1126/science.122.3166.415-a))

Stuiver & Quay 1981. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0012821X81900406?via%3Dihub>

Tans, De Jong & Mook 1979. <https://www.nature.com/articles/280826a0>

Jean-Baptiste, M. Paternite 2003. [DOI: 10.1051/radiopro:2003017](https://doi.org/10.1051/radiopro:2003017)

[3]. Données CO<sub>2</sub>

Emissions anthropiques [CDIAC](#).

[CO<sub>2</sub>] après 1958 :

[ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2\\_annmean\\_mlo.txt](ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt)

[CO2] avant 1958 : <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/antarctica/law/law2006.txt>

[4]. Thèse GIEC sur le cumul anthropique dans l'atmosphère.

**AR4 WG1 Chap 2 page 139** « The relationship between increases in atmospheric CO2 mixing ratios and emissions has been tracked using a scaling factor known as the apparent 'airborne fraction', defined as the ratio of the annual increase in atmospheric CO2 to the CO2 emissions from annual fossil fuel and cement manufacture combined (Keeling et al., 1995). **On decadal scales, this fraction has averaged about 60% since the 1950s**»

**AR5 WG1 Ch6 box 6.1 page 472** [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter06\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter06_FINAL.pdf)

Résumé pour les décideurs **5 en page 12** : *Of these cumulative anthropogenic CO2 emissions, 240 [230 to 250] GtC have accumulated in the atmosphere.*

**Munshi 2016** Corrélation émissions versus [CO2].

[5]. **La feuille de Calcul Carbone 14 effet SUESS** met en forme les données d'observations.

(Visited 1 068 times, 1 visits today)

 Post Views: 3 250

## 7 réflexions au sujet de « La croissance du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est-elle exclusivement anthropique? (1/3) »



20 juin 2019 à 12 h 00 min

Fritz

Vous remettez cela ; je n'ai pas la patience de Ferdinand Engelbeen, mais si le delta C13 de l'atmosphère diminue , il n'y a que la biosphère ou les fossiles pour le faire baisser ; tous les calculs que vous faites avec cette diminution pour justifier d'autres sources sont nuls parce que la biosphère dont on ne maîtrise pas l'augmentation est friande de carbone léger



20 juin 2019 à 19 h 51 min

JC Maurin

Le présent article traite surtout la dilution du carbone 14.

La biosphère préfère en effet les molécules avec du carbone léger soit le carbone 12 plutôt que 13C ou 14C.

À propos du delta 13C, sa baisse dans l'atmosphère nécessite l'ajout d'un MELANGE appauvri en carbone 13 (relativement à l'atmosphère pour laquelle delta 13C = -7,5‰ à -8,5 ‰).

Mais ce mélange peut parfaitement être du fossile ET une autre source NON appauvrie en carbone 13, il suffit seulement que le MELANGE résultant reste appauvri en carbone 13, c'est-à-dire tel que le delta 13C du MELANGE soit inférieur à -8,5 ‰

La Fig. 5b montre la contradiction suivante: si le mélange n'en est pas un (seulement du fossile) : la baisse de delta 13C est trop rapide !

Un mélange avec une source anthropique (delta 13C fossile = -28 ‰) avec une autre source (par exemple delta 13C = -0,5 ‰) reste bien un mélange appauvri en carbone 13 (relativement à l'atmosphère).



25 juillet 2019 à 10 h 04 min

dlebout

Bonjour M. Maurin,

Merci pour votre article comme toujours clair et bien référencé.

Votre conclusion est fondée sur l'hypothèse que 55% environ du CO2 anthropique reste dans l'atmosphère après émission.

Mais la thèse du GIEC ne doit-elle pas être comprise différemment ? par: environ 55% net reste dans l'atmosphère; ce qui signifie 70%-80% de ce qui est émis par l'homme est absorbé par les puits naturels (fortement saisonniers) et 20-30% est réémis. Ainsi l'enrichissement atmosphérique net en CO2 anthropique calculé en masse est de l'ordre de 55%, tandis que l'appauvrissement en 14C (comme en 13C) de l'atmosphère est dicté par les 70-80% d'absorption saisonnière vu que la réémission de CO2 se fait au taux moyen en 14C et 13C des réservoirs naturels.

Ceci devrait se vérifier en mesurant un appauvrissement des taux en 14C et 13C des réservoirs naturels.

Qu'en pensez-vous ?



25 juillet 2019 à 11 h 48 min

JC Maurin

1) C'est le GIEC qui fait l'hypothèse  $\approx$  55% du CO2 anthropique restera dans l'atmosphère.

En réalité la véritable hypothèse du GIEC est que la totalité de la hausse du CO2 atmosphérique est causée par l'homme. Pour cela, le GIEC est obligé de supposer qu'environ la moitié du CO2 émis par l'homme, après multiples échanges, va demeurer dans l'atmosphère. Il s'agit bien d'un bilan net.

La série de figures 4a 4b 4c du présent article traduit le véritable but du GIEC (Le GIEC a été créé spécifiquement pour démontrer la SEULE responsabilité de

l'homme).

2) Le point central est que le GIEC fait jouer un rôle particulier à la molécule de CO2 « anthropique ».

Or celle-ci se comporte comme n'importe quelle molécule de CO2.

S'il subsistait 55% des entrées anthropiques alors subsisteront aussi 55% des entrées naturelles (après multiples échanges).

Nous pouvons suivre la molécule de CO2 qui comporte un atome de carbone 14, son comportement sera voisin d'une molécule de CO2 « anthropique », pour cela il faut vous reporter à la figure 2a de l'article 3/3.

Après de multiples échanges avec les autres réservoirs, il ne reste dans l'atmosphère que 5% à 25% du  $^{14}\text{CO}_2$  injecté en 1961-1963 (courbe rose). Il NE reste PAS 55% de l'ajout dans l'atmosphère.

3) Le CO2 anthropique a un comportement voisin, il doit donc subsister dans l'atmosphère, après multiples échanges, entre 5% et 25 % seulement, mais le calcul précis n'est pas encore possible.

Les figures 3a et 3b de l'article 2/3 permettent de suivre le raisonnement global, qui tient compte des multiples échanges.

La comparaison, dans l'article 3/3 de la figure 2a avec la figure 2b peut vous éclairer.



25 juillet 2019 à 20 h 04 min

dlebout

Merci pour votre réponse rapide!

Peut-être un point un peu secondaire d'abord: les valeurs moyenne en  $\Delta 13\text{C}$  des réservoirs que je lis dans la littérature sont un peu différents de ceux que vous utilisez dans vos calculs: par exemple -24 pour  $\Delta 13\text{C}$  au lieu de -29 pour les émissions fossiles et une valeur également différente pour les océans superficiels. Par ailleurs, je comprends que les  $\Delta 13\text{C}$  de la biosphère végétale peut varier significativement selon les espèces dominantes, ce qui combiné à la connaissance approximative de la biosphère végétale ou des sols me introduire une incertitude quant aux résultats du calcul. Peut-être pouvez-vous m'éclairer sur ce point?

Je suis votre raisonnement sur le pourcentage de CO2 anthropique se retrouvant finalement dans l'atmosphère. Mais, la question ne se pose t elle pas différemment? Ne fait il pas comparer deux états: (A) sans émissions anthropique et (B) avec émissions Anthropiques. Dans l'état B comparé à A, ne peut on pas conclure que les émissions ont stimulé le cycle du carbone ce qui se traduit par plus d'absorption par les puits naturels , et plus de réémission. Au total, la situation B se traduit par un bilan net de plus de CO2 dans l'atmosphère directement et indirectement provoqué par les émissions anthropiques?



25 juillet 2019 à 22 h 44 min

JC Maurin

Merci pour votre intérêt sur ce sujet, complexe et encore largement inconnu.

Un lecteur attentif est une récompense pour un auteur.

1) Pour le delta 13 C des fossiles il va dépendre des utilisations respectives du charbon, du gaz et du pétrole.

Delta 13C du mélange des fossiles ne sera pas tout à fait constant entre 1958 et 2015.

Je vous invite à consulter la figure 5a (ainsi que le lien au-dessus) dans l'article

<http://www.science-climat-energie.be/2018/11/12/evolutions-recentes-du-co2-atmospherique-3-4/>

2) Pour votre comparaison de 2 états A et B , elle n'est guère possible, car nous ne connaissons que les émissions anthropiques, c'est-à-dire B-A. Nous ignorons largement l'évolution des entrées et sorties NATURELLES entre 1958 et 2015.

Les sorties naturelles ont augmenté entre 1958 et 2015. Les entrées anthropiques ont aussi augmenté, mais les entrées naturelles ont probablement augmenté encore plus vite : voir la figure 3a dans l'article [http://www.science-climat-energie.be/2018/12/02/\\_\\_\\_trashed-4/](http://www.science-climat-energie.be/2018/12/02/___trashed-4/)

Enfin , TOUTE augmentation (naturelle OU anthropique) du taux de CO2 "stimule les puits", ou plutôt fait croître les sorties (TOUTES les sorties).

3) Si vous disposez d'assez de temps lisez les articles « Évolutions récentes du CO2 atmosphérique » 1/4 et 2/4.

Sinon, les 2 articles sont fortement résumés dans le schéma de la figure 1 de l'article

<http://www.science-climat-energie.be/2018/11/12/evolutions-recentes-du-co2-atmospherique-3-4/>



25 juillet 2019 à 13 h 08 min

JC Maurin

Je complète ma réponse sur le second point que vous évoquez:

« Ceci devrait se vérifier en mesurant un appauvrissement des taux en 14C et 13C des réservoirs naturels. Qu'en pensez-vous ? »

Il y a bien modification du taux en 13C (voir article 3/3, référence 7, Camille Veyres, au bas de la page 12 du document) et il y a bien modification du taux en 14C (voir Fig. 2c

l'article 3/3)

Malheureusement, le fractionnement isotopique va intervenir, à la fois pour la végétation et pour la vie en surface de l'océan, ce qui rend délicat un calcul théorique. Enfin, à cause de la taille du réservoir océan, le changement des rapports isotopiques reste faible pour les entrées dans l'atmosphère du CO2 en provenance de l'océan.