

'Revisiting the carbon cycle'

2/3 Introduction au modèle MPO

JC Maurin 2026

La revue à comité de lecture [Science of Climate Change](#) a publié en 2025 un article intitulé '[Revisiting the carbon cycle](#)'. Ce travail de 50 pages remet en question de manière globale le cycle du carbone tel qu'il est modélisé par le GIEC. La 1ère partie présente les indices ayant conduit à l'élaboration du modèle proposé dans '[Revisiting the carbon cycle](#)', tandis que cette 2ème partie décrit ce modèle.

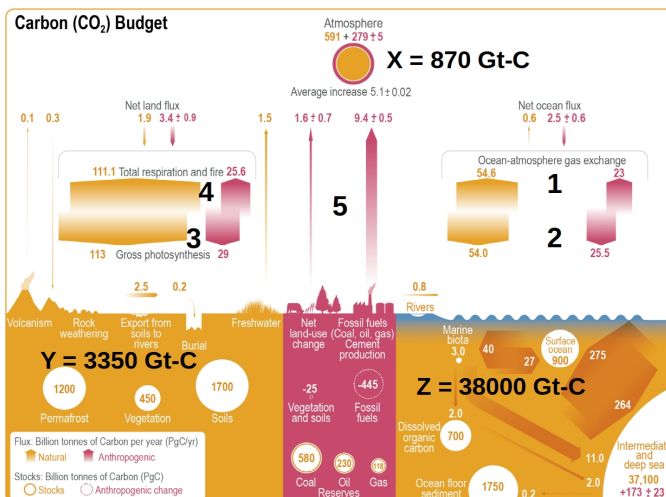
Selon le GIEC, les échanges naturels de carbone seraient presque équilibrés et relativement constants, tandis que les émissions anthropiques augmentent. Dans cette hypothèse, l'activité humaine serait la seule responsable de la récente hausse du CO₂ atmosphérique. En revanche, le modèle de '[Revisiting the carbon cycle](#)' propose des causes Mixtes, à la fois anthropiques et naturelles. Il suggère que les flux de carbone quittant l'atmosphère sont Proportionnels à sa teneur en carbone et que tous les flux auraient augmenté, principalement sous l'effet du dégazage Océanique. Ce modèle, appelé modèle MPO, est brièvement décrit dans cette partie 2.



On s'intéresse ici aux évolutions pluriannuelles du CO₂ atmosphérique et non aux évolutions saisonnières. Pour cette raison, on adopte un pas temporel de 1 an. On se base exclusivement sur les mesures modernes (MLO à partir de 1959). Le carbone est présent dans l'atmosphère principalement sous forme de CO₂ : on peut utiliser une unité de masse de CO₂ (1 Gt-CO₂ = 10¹² kg de CO₂), ou bien une proportion relativement à l'atmosphère (1 ppm = partie par million = 0,0001 % → 7,8 Gt-CO₂). Mais de telles unités sont mal adaptées pour les échanges avec l'océan ou la biosphère : on préfère plutôt utiliser ici la masse de carbone (1 Gigatonne de carbone = 1 Gt-C = 1Pg-C = 10¹² kg de carbone → 0,47 ppm → 3,66 Gt-CO₂).

1. Les ordres de grandeurs

- Afin de se conformer à la modélisation et aux désignations du GIEC, on simplifie le cycle du carbone à des échanges entre 3 compartiments : océan, atmosphère, végétation/sols. Depuis les années 1960, des mesures directes [1] sur plusieurs sites permettent d'avoir une bonne connaissance du stock de carbone dans l'atmosphère = X(t). En revanche, le stock de carbone dans l'océan = Z(t) est seulement estimé, et celui du compartiment Végétation /Sols = Y(t) est mal connu (il est difficile d'estimer la part de carbone du sol qui serait échangeable avec l'atmosphère à l'échelle du siècle).
- Les flux échangés entre les 3 compartiments sont encore plus mal connus (sauf le flux anthropique à ± 5 %) car évalués indirectement via le rapport Stock / Flux sortant. Ce rapport est désigné par : durée de séjour. Pour l'atmosphère, les estimations de la durée de séjour sont comprises entre 3 ans et 10 ans [1]. Par exemple, pour un stock atmosphérique = 870 Gt-C et une durée de séjour = 5,8 ans, alors le flux sortant est estimé à 870 / 5,8 ≈ 150 Gt-C/an (voir tableau ci-dessous : 150 ≈ 79,5 + 71 = flux sortant = flux 2 + flux 3).



Compartiments	Gt-C ou PgC	ratios
Océan Z =	38000	90 %
Atmosphère X =	870	2 %
Végétation/Sols Y =	3350	8 %
Total (carbone 'circulant')	42220	100 %

Marge d'erreur flux > ± 20 % selon fig 6.1 AR5 WG1

Flux	Gt-C/an	Flux 1,2,3,4 avec marge d'erreur = ± 25 % > 20 %
1	77,6	58 à 97
2	79,5	60 à 99
3	142 (71)	53 à 89
4	136,7 (68,3)	51 à 85
5	11	10,4 à 11,6 (± 5%)

Figure 1 : Estimations GIEC des stocks X Y Z des 3 compartiments (1Gt-C = 1 Pg-C = 10¹² kg de carbone) et des échanges de carbone (Gt-C/an) selon la figure 5.12 publiée dans l'AR6 en 2021. Le tableau à droite résume les estimations du GIEC. Marge d'erreur des flux naturels = ± 25 % > 20 %.

- Par commodité, on a numéroté les 5 flux d'échange de carbone. Dans cette figure 5.12 AR6, le GIEC présente des flux 3 et 4 qui correspondent à la GPP = Gross Primary Production. Cependant, pour la fixation pluriannuelle effective du carbone

par la végétation, on doit plutôt utiliser la Net Primary Production → NPP ≈ GPP/2 (voir ici).

Ce choix du GIEC d'utiliser la GPP plutôt que la NPP tend à surestimer les flux 3 et 4 pour les échanges pluriannuels et donc à sous-estimer le rôle de l'océan (il constitue pourtant 90 % du carbone 'circulant'). Dans le tableau, les valeurs GPP sont en gris, NPP en rouge.

- En pratique, on peut considérer que 2 compartiments principaux ($Z \approx 90\%$ et $Y \approx 8\%$) échangent du carbone par l'intermédiaire de l'atmosphère ($X \approx 2\%$) qui est un simple canal d'échange. Les entrées totales dans l'atmosphère (flux 1+4+5) seraient ≈ 180 Gt-C/an, l'entrée anthropique (flux 5 ≈ 10 Gt-C/an) représenterait ≈ 5 % des entrées totales [2].
- La figure ci-dessous illustre les tailles relatives des 3 compartiments. On y reporte l'estimation selon le modèle MPO des 3 stocks (désignés par X, Y, Z). Le tableau donne les estimations des 5 flux **en 2020 selon le modèle MPO** (date proche de la publication de l'AR6 en 2021).

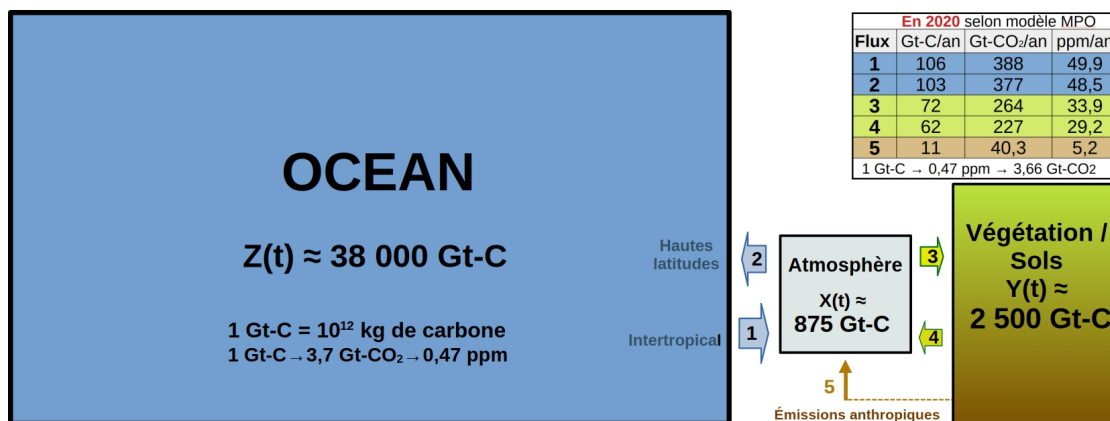


Figure 2 : Estimations (vers 2020 selon le modèle MPO) des stocks X, Y, Z (3 compartiments) et des échanges de carbone (5 flux).

2. Modèle GIEC et modèle MPO

2.1 Nécessité d'un modèle concurrent à celui du GIEC

- Le modèle GIEC présente de nombreuses incohérences (voir §10 de 'Revisiting the carbon cycle').
 - La croissance annuelle du CO₂ atmosphérique (Growth rate) est très mal corrélée avec les émissions anthropiques (ici).
 - Le modèle GIEC ne restitue pas les variations mesurées dans l'atmosphère pour les isotopes ¹³C et ¹⁴C.
 - Le modèle GIEC nécessite que la nature sélectionne (en sortie d'atmosphère) le CO₂ selon son origine : anthropique (flux 5) ou naturelle (flux 1 et 4). En effet, le GIEC prétend que 56 % du CO₂ apporté par le flux 5 quitte l'atmosphère contrairement au CO₂ apporté par les flux 1 et 4 (ici).
 - Le modèle GIEC peine à expliquer le verdissement planétaire (flux 3 quasi constant dans AR2, AR3, AR4, AR5 → fig.4).
- Le modèle MPO est guidé par l'observation suivante : la croissance du CO₂ atmosphérique (Growth rate) est bien corrélée avec la température de la zone intertropicale (fig.6e du 1/3 ou fig.2 de 'Revisiting the carbon cycle').

2.2 Stocks et flux selon les modèles GIEC ou MPO

- Les stocks X Y Z estimés en 2020 selon le GIEC (fig.1) ou MLO (fig.2) sont similaires, sauf pour Végétation/Sols. En effet, pour les sols, l'évaluation est très difficile : 2900 Gt-C selon le GIEC contre 2150 Gt-C selon le modèle MPO.
- Le GIEC considère que les flux naturels (1,2,3,4) sont peu variables et équilibrés (voir fig.4 avant 2021) alors que le modèle MPO considère qu'ils sont tous en croissance lors des dernières décennies.
- Le carbone sortant de l'atmosphère se répartirait presque équitablement entre Océan (flux 2) et Végétation/Sols (flux 3). Selon le GIEC qui utilise la GPP, on a flux 3 > flux 2 ; tandis que l'on a flux 2 > flux 3 selon MPO (ou GIEC en utilisant la NPP).
- La comparaison des tableaux des figures 1 et 2 montre que les flux 3,4,5 sont compatibles entre modèles GIEC et MPO, alors que les flux 1 et 2 semblent moins compatibles en 2020 (légende fig. 6.1 AR5 → marge d'erreur supérieure à ±20 %).
- Selon le GIEC, depuis 1959, l'océan serait un puits net de carbone : il absorberait du carbone (flux 2 > flux 1). Ce point est contesté au § 8 de 'Revisiting the carbon cycle' : selon MPO, l'océan serait une source nette de carbone (flux 1 > flux 2). La baisse du pH océanique moyen serait incompatible avec l'océan = source nette : cette objection sera abordée dans la troisième partie de l'article.

3. Introduction au modèle MPO

- Le présent article est une simple introduction : en 6 pages, il ne peut pas résumer 50 pages de 'Revisiting the carbon cycle'. Le modèle MPO reprend les 3 compartiments et les 5 flux utilisés par le GIEC dans sa figure 5.12 AR6 WG1. On simplifie

ainsi le monde réel pour obtenir une approximation du cycle du carbone à l'échelle de quelques décennies.

- Le Modèle MPO utilise une **hypothèse qui n'est pas en contradiction avec les rapports ARx WG1 du GIEC** (voir fig. 4). Le modèle MPO fait l'hypothèse que **les flux sortant de l'atmosphère (2 et 3) sont approximativement proportionnels à son contenu en carbone = X(t)**. La proportion serait de 20 % → chaque année, 1/5 du stock atmosphérique X(t) serait fixé par les compartiments Océan = Z(t) et Végétation/Sols = Y(t). En 5 ans, les flux 2 et 3 extrairaient donc l'équivalent de la totalité du stock atmosphérique → durée de séjour = 5 ans, valeur compatible avec les [estimations entre 3 et 10 ans](#).

3.1 Une analogie atmosphère / réservoir

La figure ci-dessous propose une analogie : l'atmosphère se comporterait approximativement comme un réservoir vis-à-vis du CO₂ : le débit de sortie (écoulement par gravité) serait proportionnel à la pression donc à la hauteur X(t) dans le réservoir.

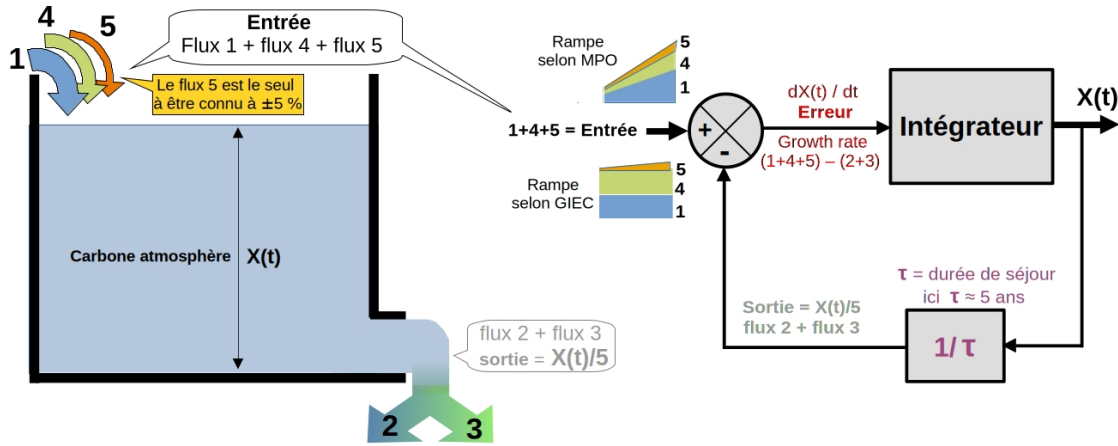


Figure 3a : à gauche : analogie avec un réservoir → sortie proportionnelle à X(t) → [système d'ordre 1](#) ; à droite : interprétation selon la science de l'automatique (fig.14 [ici](#)) → dans ce [schéma-bloc](#), le terme 'Erreur' désigne la différence entre entrée et sortie du réservoir.

- C'est la différence entre flux d'entrée (1+4+5) et flux de sortie (2+3) qui provoque le changement annuel de X(t) = Growth rate = dX(t)/dt avec dt = 1 an. On note que le seul flux estimé à ± 5 % est le flux 5 (émissions anthropiques ou fossiles).
- En [automatique](#) [3], une entrée/commande qui croît quasi linéairement est appelée 'rampe'. Selon le GIEC, la croissance en entrée (voir les 2 rampes du schéma-bloc fig. 3a) est causée par le **seul** flux 5. En revanche, selon MPO, elle est causée par les 3 flux : 5, 4, 1, mais principalement par le flux naturel 1 qui entraîne à terme la croissance du flux naturel 4.
- Dans '[Revisiting the carbon cycle](#)' le § 4 compare dX(t) /dt = Growth rate avec le flux anthropique 5 → très mauvaise corrélation. La figure 3 compare dX(t)/dt avec la température de la basse atmosphère UAH TLT → bonne corrélation. En supposant que 20 % du carbone (anthropique **et** naturel) sorte de l'atmosphère chaque année, on peut séparer la part naturelle X_{natural} et la part anthropique X_{fossil}. La figure 2 compare alors dX_{natural}(t) /dt avec la [température SSTi](#) = Sea Surface Temperature intertropical → excellente corrélation.
- '[Revisiting the carbon cycle](#)' fait alors l'interprétation suivante : la température SSTi commande le flux 1, qui est le **moteur** des hausses successives : flux 1 → X(t) → flux 2 et flux 3 → Y(t) → flux 4 (l'apport de carbone **océanique** dans l'atmosphère fait croître la végétation).

3.2 Une analogie Growth rate / erreur de traînage

On représente ci-dessous la différence entre les entrées (1+4+5) et les sorties (2+3), qui correspond à la croissance annuelle du CO₂ atmosphérique = Growth rate = dX/dt (dt = 1 an).

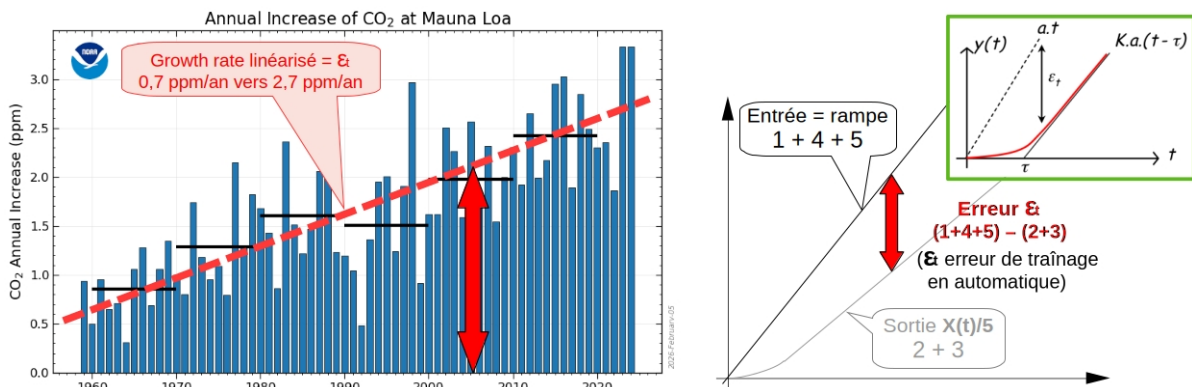


Figure 3b : à gauche : croissance annuelle mesurée à Mauna Loa = [Growth rate](#) = ε_t = Erreur selon schéma bloc fig 3a ; à droite : sortie théorique d'un système d'ordre 1 dont l'entrée est une rampe (l'encadré vert donne les relations liant les pentes d'entrée et de sortie).

- L'observation, depuis le début des mesures à MLO, montre que la [croissance annuelle](#) (Growth rate) est très variable, elle est [corrélée avec la température](#), et tend à accélérer : 1960 → 0,7 ppm/an (1,5 Gt-C/an), 2025 → 2,7 ppm/an (5,7 Gt-C/an). La tendance (en rouge, fig 3b gauche) montre l'évolution moyenne de Growth rate = dX(t) /dt = Entrée – Sortie.

- La partie droite de la figure suggère, dans le cadre des [systèmes asservis](#) et des hypothèses du modèle MPO, une interprétation possible via l'[erreur de traînage/vitesse](#) notée ϵ_i . Entre 1959 et 2025, les entrées croissantes (la cause) ne seraient jamais rattrapées par les sorties qui augmenteraient comme $X(t)/5$ (la conséquence). L'analogie aide à la compréhension mais reste imparfaite, car le monde réel est moins simple que le schéma-bloc de la fig. 3a.

4. Le modèle MPO

4.1 Une hypothèse qui n'est pas en contradiction avec six rapports du GIEC

L'hypothèse d'une durée de séjour constante = 5 ans ($F2 + F3 = X(t)/5$) est quasi compatible avec les rapports du GIEC. En effet, le tableau ci-dessous montre que la durée de séjour selon le GIEC varie peu avec la date des rapports ARx et que sa valeur moyenne est comprise entre 3,8 et 5,3 (selon l'utilisation de GPP ou NPP pour F3).

Dates	Assessment Report	Flux en Gt-C /an					X(t) → [CO2] en Gt-C	Durée de séjour (an) = X(t) / (flux 2 + flux 3)	
		Flux 2	F2/X(t)	Flux 3 si GPP	Flux 3 si NPP	F3/X(t)		Si flux 3 = GPP	Si flux 3 = NPP
1990	AR1 fig 1.1	92	12,3 %	102	51	6,8 %	750	3,87	5,24
1995	AR2 fig 2.1	92	12,3 %	GPP ?	61,8	8,2 %	750	GPP ?	4,88
2001	AR3 fig 3.1a	90	11,9 %	120	60	7,9 %	730? 755	3,60	5,03
2007	AR4 fig 7.3	92,2	12,1 %	122,6	61,3	8,0 %	762	3,55	4,96
2013	AR5 fig 6.01	80	9,7 %	123	61,5	7,4 %	829	4,08	5,86
2021	AR6 fig 5.12	79,5	9,1 %	142	71	8,2 %	870	3,93	5,78
Moyenne (F2+F3) / X(t) = 19 % = 1 / 5,3 11,2 % + 7,8 % = 19 %		11,2 % = Moyenne		Moyenne = 7,8 %		Moyenne durée de séjour (an)	3,8	5,3	

Figure 4 : Évolution, en fonction de la date, des flux sortant F2 et F3 et de la durée de séjour selon les 6 rapports ARx WG1 du GIEC [1].

Dans le modèle MPO, le carbone **sortant** de l'atmosphère est supposé = 1/5 ou 20 % du stock X(t) de carbone dans l'atmosphère.

Ce flux sortant se divise en F2 et F3 → 20 % = 11,4 % vers l'océan (F2) + 8,6 % vers Végétation/Sols (F3).

Le GIEC utilise des valeurs proches → 19 % = 11,2 % (F2) + 7,8 % (F3) si on utilise NPP pour F3 (fig.4).

L'hypothèse de départ du modèle MPO est donc quasi compatible avec les 6 rapports scientifiques WG1 du GIEC.

En revanche, les estimations, selon MPO, des flux F1 et F4 entrant dans l'atmosphère s'écartent des estimations du GIEC.

4.2 Les paramètres principaux du modèle MPO

- On reproduit ci-dessous la figure 15 de l'article [2] '[Revisiting the carbon cycle](#)' fixant les notations. Son paragraphe 6 présente les équations (équation 12) reliant les différentes grandeurs et déduit leurs évolutions grâce à X(t) mesuré à MLO.

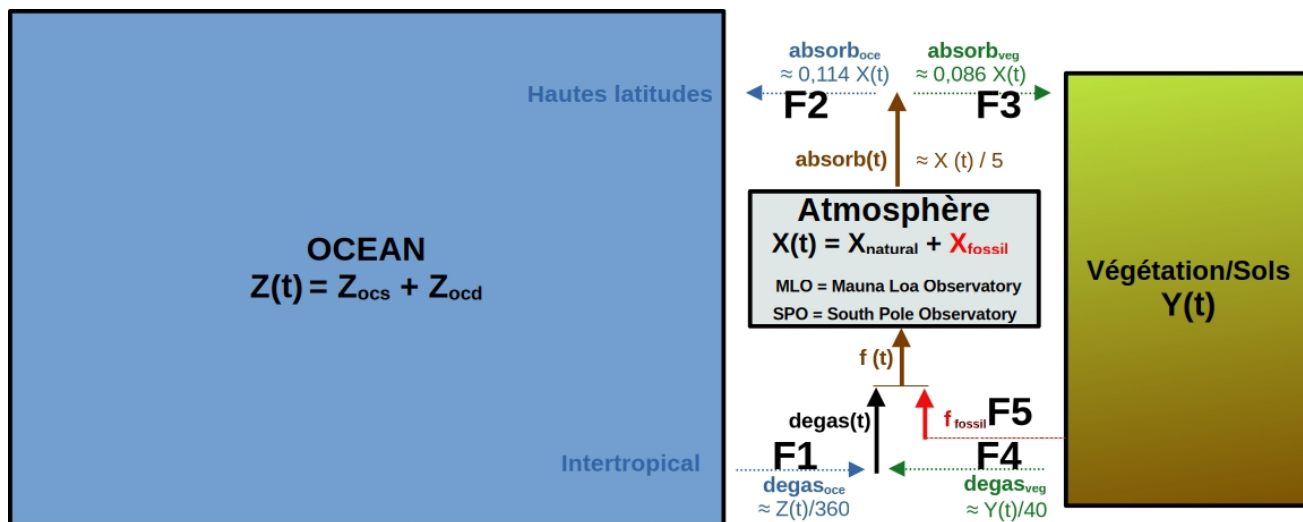


Figure 5 : Le modèle de 'Revisiting the carbon cycle' et ses notations, auxquelles on a superposé la précédente numérotation des flux. X(t), Y(t), Z(t) dépendent de la date et représentent les stocks carbone des 3 compartiments : Atmosphère, Végétation/sols, Océan.

- Les flux 2 et 3 sortant de l'atmosphère correspondent à 11,4 % de X(t) vers l'océan et 8,6 % de X(t) vers Végétation/Sols.
- Le flux 4 provient de la décomposition végétale. On évalue à ≈ 40 ans la durée de séjour moyenne dans Végétation/Sols → 1/40 du stock Y(t) sort du compartiment chaque année. Si Y(t) croît entre 1959 et 2025, alors F4 augmentera aussi.
- Le flux 1 = $Z(t) / 360$ provient du dégazage de l'océan intertropical : la durée de séjour dans l'océan serait ≈ 360 ans en 2020. Le § 8 de '[Revisiting the carbon cycle](#)' montre que la pression partielle du CO₂ dans l'océan dépend de la température SST et varie selon $(SST)^{12,5}$. Il en résulte que la pression partielle dans l'océan intertropical reste supérieure à celle de l'atmosphère entre 1959 et 2025. Le flux 1 augmente, piloté par la température SST à la puissance 12,5. Afin de rester conforme à l'évolution mesurée de $\delta^{13}C$ (elle nécessite un apport net de carbone tel que $\delta^{13}C \approx -13 \text{ ‰}$), l'océan doit fournir un apport net ($F1 > F2$) qui complète celui des émissions anthropiques.

- Le modèle adopte alors une durée de séjour qui décroît si la température en surface de l'océan intertropical = SSTi augmente. Dans le modèle MPO, le flux 1 est fonction de Z(t) mais aussi de la température SSTi, via une durée de séjour τ_{oc} variable ($\tau_{oc} \approx 420$ ans vers 1960 et $\tau_{oc} \approx 340$ ans vers 2025). La méthode d'estimation des 4 flux naturels est détaillé dans Addendum.pdf [4]

4.3 Quelques résultats du modèle MPO

- '[Revisiting the carbon cycle](#)' (fig.2) permet une prévision : **une baisse de la température océanique SSTi entraînerait la stabilisation ou même la décroissance du niveau de CO₂ dans l'atmosphère.** La croissance du CO₂ atmosphérique (+ 110,4 ppm entre 1959 et 2025) se répartirait en 87,3 naturels et 23,1 anthropiques. Le § 7 montre que cette répartition est parfaitement compatible avec l'évolution mesurée de $\delta^{13}C$ dans l'atmosphère.
- Les résultats du modèle sont présentés au § 6 de '[Revisiting the carbon cycle](#)', certains figurent dans le tableau ci-dessous.

Dates	[CO ₂] = X(t) (Gt-C)	Sortie = X(t)/5 = 0,2 X(t) = flux 2 + 3 (Gt-C/an)	Flux 2 0,114 X	Flux 3 0,086 X	Entrées naturelles = flux 1 + 4 (Gt-C/an)	Flux 1	Flux 4	Entrée anthropique = flux 5 (Gt-C/an)	Growth rate = dX(t)/dt (Gt-C/an)
1959	669	133,8	76,3	57,5	133,2	80	53,2	2,4	1,8
2025	903	180,6	102,9	77,7	175,2	112	63,2	10,3	4,9
Delta 1959-2025	↑ 234	↑ 46,8	↑ 26,6	↑ 20,2	↑ 42	↑ 32	↑ 10	↑ 7,9	
croissance Δ $\Delta = 234$ Gt-C et $\Delta = \Delta_{\text{naturel}} + \Delta_{\text{anthropique}}$					$\Delta_{\text{naturel}} = 185$ Gt-C			$\Delta_{\text{anthropique}} = 49$ Gt-C	

Dates	[CO ₂] = X(t) (ppm)	Sortie = X(t)/5 = 0,2 X(t) = flux 2 + 3 (ppm/an)	Flux 2 0,114 X	Flux 3 0,086 X	Entrées naturelles = flux 1 + 4 (ppm/an)	Flux 1	Flux 4	Entrée anthropique = flux 5 (ppm/an)	Growth rate = dX(t)/dt (ppm/an)
1959	315,6	63,1	36,0	27,1	62,8	37,7	25,1	1,1	0,8
2025	425,9	85,2	48,5	36,7	82,6	52,8	29,8	4,9	2,3
Delta 1959-2025	↑ 110,4	↑ 22,1	↑ 12,5	↑ 9,5	↑ 19,8	↑ 15,1	↑ 4,7	↑ 3,7	
croissance Δ $\Delta = 110,4$ ppm et $\Delta = \Delta_{\text{naturel}} + \Delta_{\text{anthropique}}$					$\Delta_{\text{naturel}} = 87,3$ ppm			$\Delta_{\text{anthropique}} = 23,1$ ppm	

Figure 6 : Les flux en 1959 et en 2025, les valeurs estimées par modélisation figurent en bleu. En haut évolutions en Gt-C, en bas évolutions en ppm. Selon le modèle MPO, entre 1959 et 2025, le dégazage océanique = F1 croît de +32 Gt-C/an contre seulement +7,9 Gt-C/an pour le flux anthropique.

- La troisième partie de l'article illustrera en détail les diverses évolutions (CO₂, $\delta^{13}C$, 5 flux, 3 stocks), présentera les bilans globaux pour l'intervalle **1980-2025** et répondra aux objections courantes.

5. Conclusions

- Les phénomènes naturels sont généralement complexes et très rarement linéaires. De plus, les grandes incertitudes concernant les échanges naturels de carbone rendent toute modélisation incertaine. Dans ce contexte, un modèle ne peut être qu'une simplification de la réalité, une ébauche largement perfectible.
- Le modèle GIEC adopte une **vision fixiste et anthropocentrique** (dans l'esprit du [modèle astronomique de Ptolémée](#)). Son modèle concurrent propose une alternative : **une vision dynamique, calibrée sur les mesures fiables modernes.** Les échanges naturels selon ce modèle sont dans la marge d'erreur ($\pm 25\%$ sauf pour F1) des estimations du GIEC.
- À l'échelle de quelques décennies, le cycle du carbone peut se résumer à un échange de carbone entre 2 compartiments principaux : Océans \rightarrow Z(t) $\approx 90\%$ et Végétation/Sols \rightarrow Y(t) $\approx 8\%$ à travers un 3^e compartiment de taille réduite : Atmosphère \rightarrow X(t) $\approx 2\%$. Aux entrées naturelles de carbone dans l'atmosphère, actuellement de l'ordre de 180 (?) Gt-C/an $\pm 25\%$ (?), s'ajoute un faible apport anthropique/fossile d'environ 10 Gt-C/an.
- Les [mesures à MLO depuis 1959](#) permettent de montrer que les [variations du carbone](#) dans l'atmosphère = dX(t)/dt **sont très mal corrélées** avec ce faible apport anthropique/fossile. '[Revisiting the carbon cycle](#)' (figure 2) montre que dX(t)/dt est au contraire **bien corrélé avec la température** en zone intertropicale (voir aussi fig.6e dans la [partie 1/3](#)). La dynamique du CO₂ atmosphérique semble donc surtout régie par des processus **naturels** : la température de surface de l'océan [SSTi](#) (induite par l'insolation), la [productivité nette](#) de la végétation et la [physico-chimie](#) du carbone dans l'océan.
- '[Revisiting the carbon cycle](#)' propose un modèle simplifié pour lequel le carbone sortant annuellement de l'atmosphère serait une proportion (1/5 ou 20%) du stock atmosphérique X(t). On utilise les mesures disponibles **récentes** (teneur en CO₂, $\delta^{13}C$, $\Delta^{14}C$, température SSTi) pour justifier le modèle et la valeur de ses paramètres. Ce modèle montre alors que :
 - L'atmosphère en 2025 est un mélange (naturel + fossile) tel que X(2025) = 426 ppm = X_{naturel} + X_{fossile} = 403 ppm + 23 ppm.
 - Entre 1959 et 2025, X(t) croît de +110,4 ppm qui se décomposent en +87,3 ppm naturels et +23,1 ppm anthropiques.
 - X_{fossile} croît lentement ($\approx +0,28$ ppm/an) alors que X_{naturel} croît 7 fois plus vite ($\approx +2$ ppm/an depuis l'an 2000).
 - Le flux 1 (dégazage océanique) augmente fortement entre 1959 (≈ 80 Gt-C/an) et 2025 (≈ 112 Gt-C/an). En effet, dans l'eau de mer, la pression partielle varie selon la température **à la puissance 12,5 et cette température a augmenté.**
 - Cet apport croissant de carbone océanique dans l'atmosphère (la cause) entraîne ensuite la croissance de la végétation** : sa productivité nette (flux 3) augmente entre 1959 (≈ 57 Gt-C/an) et 2025 (≈ 78 Gt-C/an).
- Dans les 10 pages du § 10 de '[Revisiting the carbon cycle](#)', il est démontré que de nombreux concepts ou assertions du GIEC/ONU sont illusoires (*adjustment time*, *airborne fraction*, *IRF de Bern*, *buffer factor*, etc.). Concernant d'autres assertions du GIEC/ONU, le lecteur peut se référer à l'article [SCE_03/2025](#).

La [partie 1](#) de l'article expose les raisons qui ont guidé vers le modèle (étude des corrélations et $\delta^{13}C$).

La [partie 3](#) de l'article illustre les évolutions 1980-2025 selon le modèle MPO et répond aux objections courantes.

Références

1 CO₂ dans l'atmosphère

[Mauna Loa Monthly Averages CO₂](#)

Tom V. Segalstad <http://www.co2web.info/ESEF3VO2.pdf>.

Compilation : Sundquist, E.T. 1985: [Geological perspectives on carbon dioxide and the carbon cycle](#).

Échanges de carbone selon les rapports WG1 du GIEC : AR6 [Fig 5.12](#) | AR5 [Fig 6.01](#) | AR4 [Fig 7.3](#) | AR3 [Fig 3.1a](#) | [AR2 p.77](#) (fig 2.1) | [AR1 chap.1 p.8](#) (Fig 1.1)

2 Articles connexes

[Revisiting the carbon cycle \(Veyres Maurin Poyet\)](#)

[What Causes Increasing Greenhouse Gases? \(Salby Harde, 2022\)](#)

[Koutsoyiannis 2024a](#)

[Koutsoyiannis 2024b](#)

[Le château de carte du réchauffement anthropique \(C. Veyres\)](#)

[The Rational Climate e-Book: Cooler is Riskier \(P. Poyet\)](#).

[Examen critique de 7 assertions du GIEC](#)

[Une comparaison absente du rapport du GIEC : Émissions anthropiques vs Croissance du CO₂](#)

[Réflexions-concernant-la-declaration-sur-lintegrite-de-linformation-en-matiere-de-changement-climatique](#)

[Un-consensus-scientifique-qui-ne-veut-plus-rien-dire](#)

3 Éléments d'automatique

[Automatique linéaire](#)

[Automatique et systèmes asservis](#)

[Réponse à une rampe](#)

[Performances des systèmes asservis](#)

4 Téléchargement

[Addendum.pdf](#)