

Amphi TD - SPOC Transition Ecologique

Comment est déterminé le « budget carbone restant » et que signifie-t-il ?

A. Quel objectif de réchauffement acceptable ?

Dans le cadre du rapport spécial IPCC SR1.5, les impacts et risques encourus pour différents niveaux de réchauffement climatiques ont été évalués pour différents systèmes naturels ou gérés.

En vous appuyant sur le résumé exécutif du chapitre 3 de ce rapport spécial dont un extrait est reproduit ci-dessous, comment qualifieriez-vous le risque encouru par les cultures par rapport à celui encouru pour les pêcheries en régions tropicales pour des niveaux de réchauffement de 1.5°C et de 2.°C.

Utilisation des terres, sécurité alimentaire et systèmes de production alimentaire

La limitation du réchauffement climatique à 1,5°C devrait entraîner des réductions nettes plus faibles, comparée à un réchauffement de 2°C, des rendements du maïs, du riz, du blé et potentiellement d'autres cultures céréalières, en particulier en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud-Est et en Afrique centrale et Amérique du Sud; ainsi que de la qualité nutritionnelle (qui dépend du niveau de CO₂) du riz et du blé (*degré de confiance élevé*). Une perte de 7 à 10% du bétail dans le monde est prévue pour environ 2°C de réchauffement, avec des conséquences économiques considérables pour de nombreuses communautés et régions (*degré de confiance moyen*).

La projection de la disponibilité alimentaire indique des diminutions plus importantes à 2°C qu'à 1,5°C de réchauffement climatique au Sahel, en Afrique australe, en Méditerranée, en Europe centrale et en Amazonie (degré de confiance moyen). Cela suggère une transition d'un risque moyen à élevé d'impacts régionaux différenciés sur la sécurité alimentaire entre 1,5°C et 2°C (degré de confiance moyen). Les futurs environnements économiques et commerciaux et leur réaction à l'évolution des disponibilités alimentaires sont des options d'adaptation potentielles importantes pour réduire le risque de faim dans les pays à revenu faible ou intermédiaire (degré de confiance moyen).

La pêche et l'aquaculture sont importantes pour la sécurité alimentaire mondiale, mais sont déjà confrontées à des risques croissants liés au réchauffement et à l'acidification des océans (degré de confiance moyen). Ces risques devraient augmenter à 1,5°C de réchauffement planétaire et avoir un impact sur des organismes clés tels que les poissons à nageoires et les bivalves (par exemple, les huîtres), en particulier aux basses latitudes (*degré de confiance moyen*). Les pêcheries à petite échelle dans les régions tropicales, qui dépendent fortement de l'habitat fourni par les écosystèmes côtiers tels que les récifs coralliens, les mangroves, les herbiers marins et les forêts de varech, devraient faire face à des risques croissants à 1,5 °C de réchauffement en raison de la perte d'habitat (*degré de confiance moyen*). Les risques d'impacts et de diminution de la sécurité alimentaire devraient devenir plus importants à mesure que le réchauffement climatique dépasse 1,5°C et que le réchauffement et l'acidification des océans augmentent, avec des pertes substantielles probables de revenus de populations et industries côtières (par exemple, la pêche et l'aquaculture) (*degré de confiance moyen à élevé*).

Sur la base de ces connaissances et afin d'illustrer les risques sur des cas concrets, le résumé pour décideur du rapport IPCC SR1.5 a synthétisé les résultats de ces études d'impacts par la figure suivante (non exhaustive des risques encourus) :

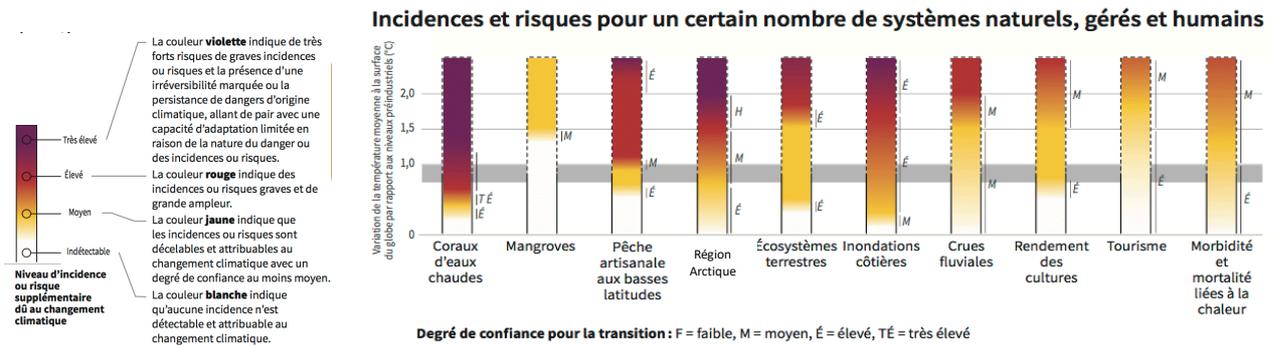


Figure 1 : (Extrait de la Figure SPM2, rapport IPCC 2018, SR1.5).

Indiquez quel est le niveau de réchauffement résultant d'ores et déjà des émissions de gaz à effet de serre passées ? En conséquence, citez les écosystèmes d'ores et déjà affectés de manière irréversible ou persistante par le réchauffement actuel ?

Si vous représentiez les intérêts des cultivateurs de céréales et deviez plaider pour un cap de réchauffement à ne pas dépasser pour ne pas dépasser un risque modéré sur les cultures, quel niveau de réchauffement cible choisiriez-vous ?

B. Estimation du Carbone restant à émettre

Compte-tenu de l'objectif de maximum de réchauffement que nous avons fixé dans la partie A, nous allons maintenant évaluer ce que cela implique en terme de quantité de CO₂ restant à émettre.

Pour déterminer quelle quantité de CO₂ peut encore être émise avant d'atteindre un seuil de température globale, il nous faut connaître le lien entre CO₂ émis et changement de température de surface.

Pour rappel, une partie du CO₂ émis vers l'atmosphère va être captée par la végétation terrestre et l'océan. Comme les activités humaines émettent chaque année plus que ce que les puits ne peuvent capturer, le CO₂ s'accumule dans l'atmosphère. Dans l'état actuel du système Terre, il existe une relation de proportionnalité entre la quantité émise et la quantité de CO₂ qui s'accumule dans l'atmosphère.

Les modèles climatiques, qui prennent en compte les éléments du cycle du carbone, ont également permis de quantifier la relation liant teneur atmosphérique de CO₂ et l'augmentation de la température de surface. En utilisant les quantités émises de CO₂ par les activités humaines années après année depuis le début de l'ère industrielle, il est possible de relier augmentation de température de surface à la quantité cumulée d'émissions de CO₂ pour chaque année et de déduire, en s'appuyant à la fois sur les données de mesures de température passée et de projection future obtenue par les modèles climatiques, une relation quasi linéaire entre émissions cumulées de CO₂ et température de surface (transitoire). Cette relation est représentée sur la courbe ci-dessous (courbe noire) et étendue aux émissions futures envisagées dans différents scénarios (courbes colorées) :

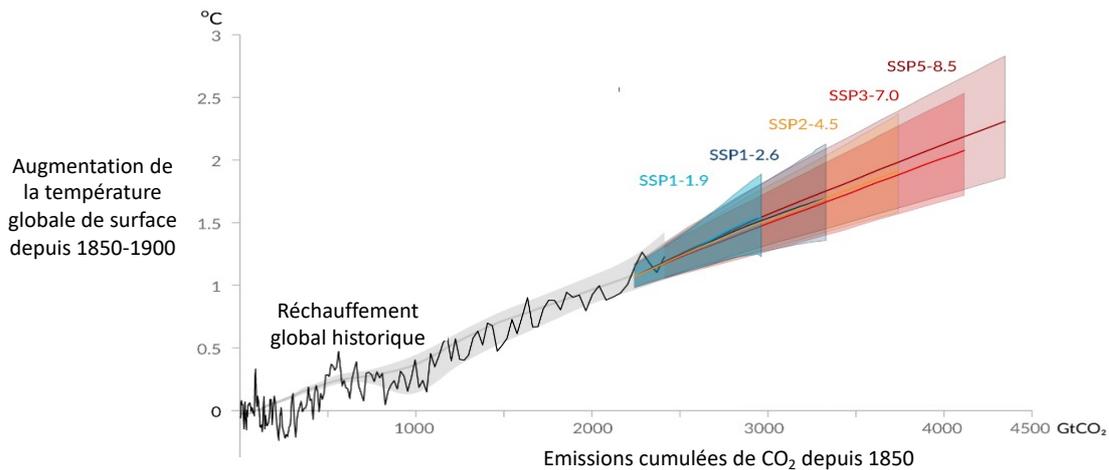


Figure 2 : Relation quasi linéaire entre émissions cumulées de CO₂ et augmentation de la température de surface moyennée globalement [Figure SPM10 du Résumé pour décideurs du rapport GIEC, 2021, WG1]

Selon cette relation, quelle est la valeur d'émissions de CO₂ cumulée à ne pas dépasser pour conserver une température moyenne de surface inférieure à l'objectif déterminé en partie A ?

Le Global Carbon Project (<https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>) réévalue chaque année le budget de carbone mondial. Il estime le total des émissions cumulées liées à l'usage d'énergies fossiles, aux industries et aux changements d'usage des sols entre 1850 et 2019 à 2400±238 GtCO₂. Les émissions mondiales par la combustion d'énergies fossiles sont estimées à 36,8 GtCO₂ pour l'année 2019.

Au rythme des émissions de 2019, combien d'années peut-on encore émettre avant d'induire un dépassement du seuil défini en A ?

Notons cependant que cette figure comporte une incertitude liée à la dispersion dans les réponses des modèles de climat et que cette figure ne considère que le CO₂ comme gaz à effet de serre, ce calcul est donc fait pour avoir un ordre de grandeur et non une quantité absolue.

C. Différentes options pour ne pas dépasser ce seuil

En décembre 2015, dans le cadre des accords de Paris, les pays signataires de la convention des Nations Unies sur le Changement Climatique se sont engagés à réduire leurs émissions avec des objectifs de réduction que chaque pays est libre de définir et dont l'ambition doit être réévaluée régulièrement. Dans la première phase de cet accord, les objectifs que se sont fixés les pays sont indiqués en orange dans la figure ci-dessous. Ces engagements ont été révisés à l'occasion de la COP 26 qui s'est tenue en novembre 2021 et correspond à la courbe jaune ci-dessous. Cette ambition vous paraît-elle compatible avec l'objectif de ne pas dépasser le seuil de réchauffement de 1.5°C ?

Emissions de CO2 mondiales annuelles

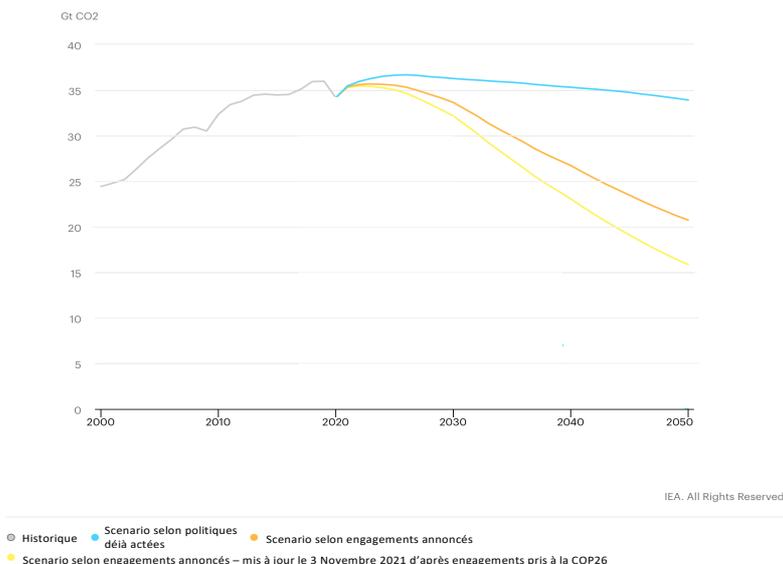
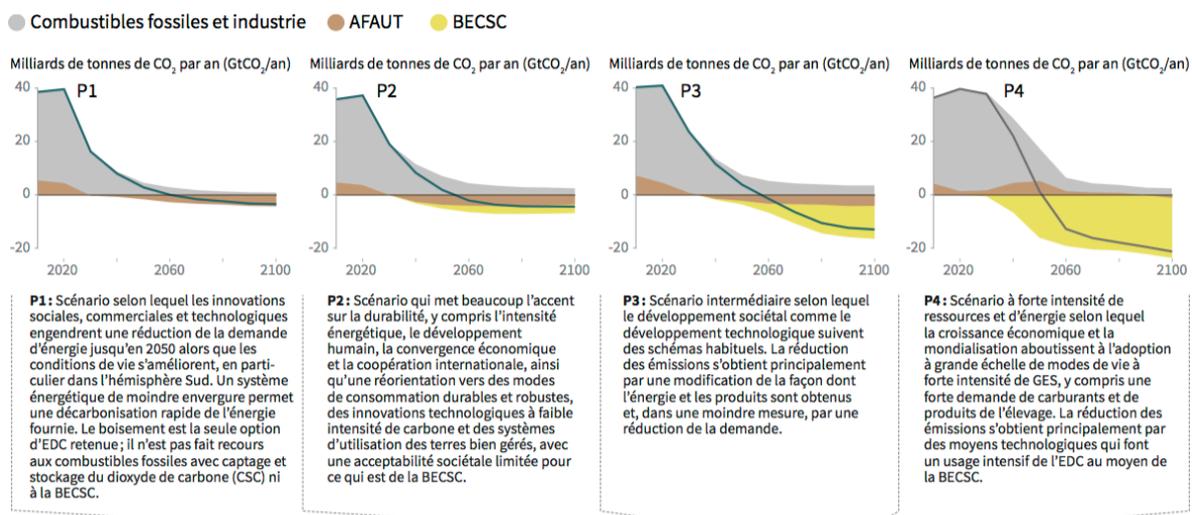


Figure 3 : Emissions annuelles de CO₂ historiques et pour différentes projections [source : Agence Internationale de l'Énergie]

Différentes options sont possibles pour réduire les émissions suffisamment pour ne pas dépasser le seuil que nous nous sommes fixés collectivement. Ces options vont d'une réduction progressive mais immédiate des émissions à une réduction déclenchée plus tard mais qui devra être plus abrupte. Dans le cadre du rapport spécial du GIEC SR1.5, de nombreux scénarios d'évolution des émissions ont été analysés afin d'évaluer leur faisabilité, leur coût et leur impact sur le climat. Quatre d'entre eux, compatibles avec un réchauffement ne dépassant pas ou de manière limitée 1.5°C sont présentés ci-dessous.

Notons que toutes les trajectoires prévoient l'élimination du dioxyde de carbone (EDC ou CDR en anglais), mais la quantité éliminée varie selon les trajectoires, tout comme les contributions relatives de la bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone (BECS) et les éliminations réalisées dans le secteur de l'agriculture, de la foresterie et des autres utilisations des terres (AFAUT), ce qui a des incidences sur les émissions et plusieurs autres caractéristiques des trajectoires.

Détail des contributions aux émissions nettes mondiales de CO₂ pour quatre exemples de trajectoires modélisées



Indicateurs mondiaux	P1	P2	P3	P4	Intervalle interquartile
	Sans dépassement ou avec dépassement minime	Sans dépassement ou avec dépassement minime	Sans dépassement ou avec dépassement minime	Dépassement marqué	Sans dépassement ou avec dépassement minime
<i>Types de trajectoires</i>					
Évolution des émissions de CO ₂ en 2030 (% vs 2010)	-58	-47	-41	-4	(-58;-40)
↳ en 2050 (% vs 2010)	-93	-95	-91	-97	(-107;-94)
Émissions de GES – Prot. de Kyoto* en 2030 (% vs 2010)	-50	-49	-35	-2	(-51;-39)
↳ en 2050 (% vs 2010)	-82	-89	-78	-80	(-93;-81)
Demande finale en matière d'énergie** en 2030 (% vs 2010)	-15	-5	17	39	(-12;7)
↳ en 2050 (% vs 2010)	-32	2	21	44	(-11;22)
Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité en 2030 (%)	60	58	48		(47;65)
↳ en 2050 (%)	77	81	63	70	(69;86)
Énergie primaire issue du charbon en 2030 (% vs 2010)	-78	-61	-75	-59	(-78;-59)
↳ en 2050 (% vs 2010)	-97	-77	-73	-97	(-95;-74)
du pétrole en 2030 (% vs 2010)	-37	-13	-3	86	(-34;3)
↳ en 2050 (% vs 2010)	-87	-50	-81	-32	(-78;-31)
du gaz en 2030 (% vs 2010)	-25	-20	33	37	(-26;21)
↳ en 2050 (% vs 2010)	-74	-53	21	-48	(-56;6)
du nucléaire en 2030 (% vs 2010)	59	83	98	106	(44;102)
↳ en 2050 (% vs 2010)	150	98	501	468	(91;190)
de la biomasse en 2030 (% vs 2010)	-11	0	36	-1	(29;80)
↳ en 2050 (% vs 2010)	-16	49	121	418	(123;261)
d'énergies renouvelables non issues de la biomasse en 2030 (% vs 2010)	430	470	315	110	(245;436)
↳ en 2050 (% vs 2010)	833	1327	878	1137	(576;1279)
CSC cumulé jusqu'en 2100 (GtCO ₂)	0	348	687	1218	(550;1017)
↳ dont BECSC (GtCO ₂)	0	151	414	1191	(364;662)
Superficie des cultures bioénergétiques en 2050 (millions de km ²)	0,2	0,9	2,8	7,2	(1,5;3,2)
Émissions agricoles de CH ₄ en 2030 (% vs 2010)	-24	-48	1	14	(-30;-11)
↳ en 2050 (% vs 2010)	-33	-69	-23	2	(-47;-24)
Émissions agricoles de N ₂ O en 2030 (% vs 2010)	5	-26	15	3	(-21;-3)
↳ en 2050 (% vs 2010)	6	-26	0	39	(-26;1)

NOTE: Les indicateurs ont été choisis de façon à refléter les tendances mondiales définies dans l'évaluation du Chapitre 2. Les caractéristiques nationales et sectorielles peuvent s'écarter considérablement des tendances mondiales indiquées ici.

* Les émissions de gaz définies dans le Protocole de Kyoto sont fondées sur les valeurs du potentiel de réchauffement planétaire sur 100 ans figurant dans le deuxième Rapport d'évaluation du GIEC (SAR GWP-100).

** L'évolution de la demande en matière d'énergie est associée à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à des changements de comportement.

Les scénarios P1 et P4, reposent sur des évolutions très différentes des émissions de CO₂. Si on se place à nouveau du point de vue du secteur agricole, quels sont, selon vous, les principales difficultés qui se poseront à ce secteur dans la mise en œuvre de chacun de ces deux scénarios ? Relèvent-elles principalement de l'adaptation au changement climatique ou de l'atténuation de celui-ci ?

Sources :

- Rapport spécial GIEC 1.5° :

Rapport complet et Figures téléchargeables à <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Résumé pour décideurs en Français : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_fr.pdf

- Global Carbon Project : <https://www.globalcarbonproject.org>
- Rapport WG1 GIEC 2021 (résumé pour décideurs) : <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#SPM>
- Agence Internationale de l'Energie [<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/co2-emissions-in-world-energy-outlook-scenarios-over-time-2000-2050-and-corresponding-global-temperature-rise-in-2100>]