

Bridge Infrastructure Resilience: The Climate Change Context

Jean-Pascal van Ypersele

(Université catholique de Louvain, Belgium)

Former IPCC Vice-Chair (2008 - 2015)

X/Twitter: @JPvanYpersele

**Keynote lecture, 3rd Eurobridge Conference,
Brussels, 5 April 2024**

**Thanks to the Walloon Government (funding the Walloon Platform for IPCC)
& to my team at UCLouvain for their support**

The Essential Truth About Climate Change in Ten Words

The basic facts of climate change, established over decades of research, can be summarized in five key points:

IT'S REAL

Global warming is happening.

IT'S US

Human activity is the main cause.

EXPERTS AGREE

There's scientific consensus on human-caused global warming.

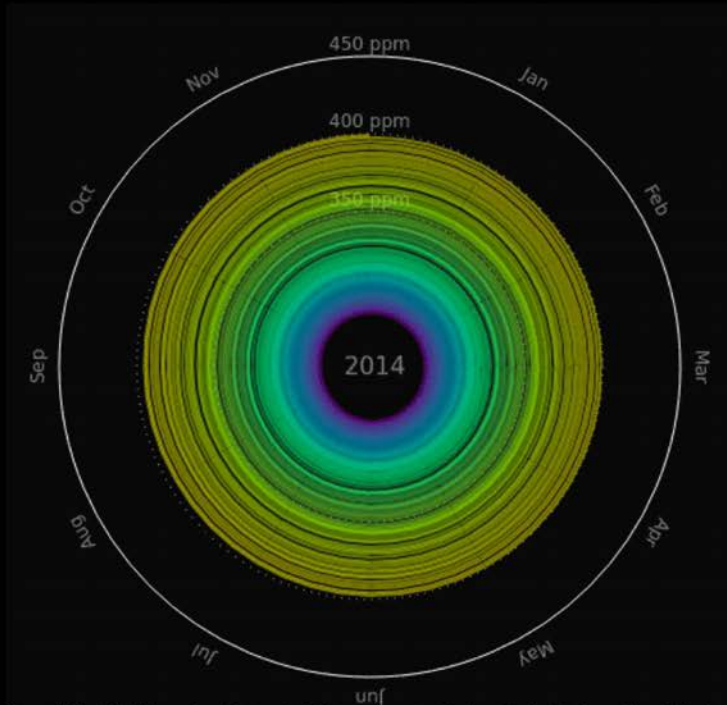
IT'S BAD

The impacts are serious and affect people.

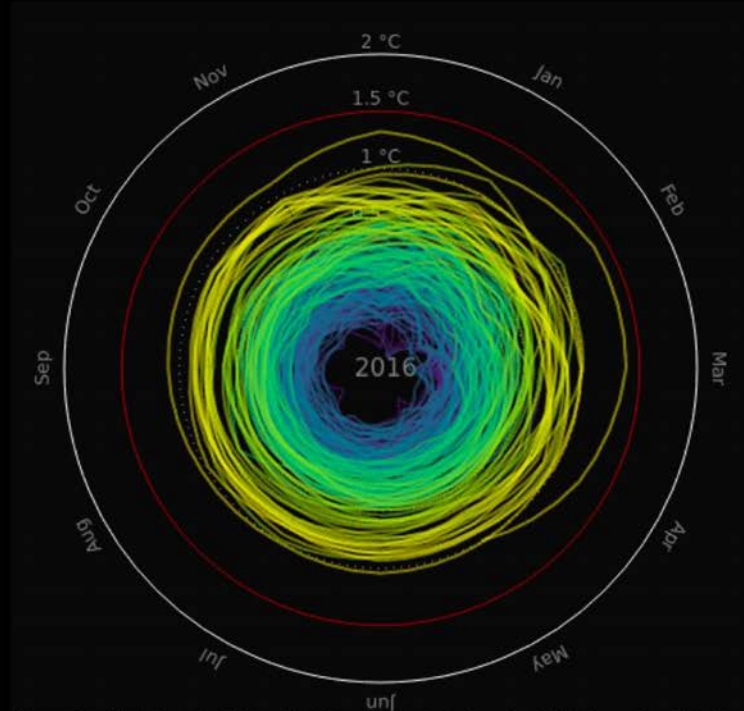
THERE'S HOPE

We have the technology needed to avoid the worst climate impacts.

CO₂ Concentration and Temperature spirals



Concentration Spiral pik-potsdam.de/primap-live/ & climatecollege.unimelb.edu.au, Gieseke, Meinshausen. Thx to Ed Hawkins



Temperature Spiral pik-potsdam.de/primap-live/ & climatecollege.unimelb.edu.au, Gieseke, Meinshausen. Thx to Ed Hawkins

CO₂ Concentration since 1850 and Global Mean Temperature in °C relative to 1850 – 1900
Graph: Ed Hawkins (Climate Lab Book) – Data: HadCRUT4 global temperature dataset
Animation available on <http://openclimatedata.net/climate-spirals/concentration-temperature/>

Heat waves kill (Ex: 2003 summer in EU: 70000 deaths)



Une personne âgée dans un couloir des urgences du centre hospitalier de Versailles en août 2003. | AFP PHOTO MARTIN BUREAU



Tages Anzeiger

Felix Schaad (Tages Anzeiger, Switzerland)

Floods cost



Wallonia Floods, July 2021



Source:
VRT Nieuws

WARMER AIR



MORE EVAPORATION



MORE PRECIPITATION

Available
water

1°C
7%

increase =
more water vapor

- Temperature +

Human-induced climate change is already affecting many weather and climate extremes in every region across the globe



Extreme heat

More frequent

More intense



Heavy rainfall

More frequent

More intense



Drought

Increase in some regions



Fire weather

More frequent

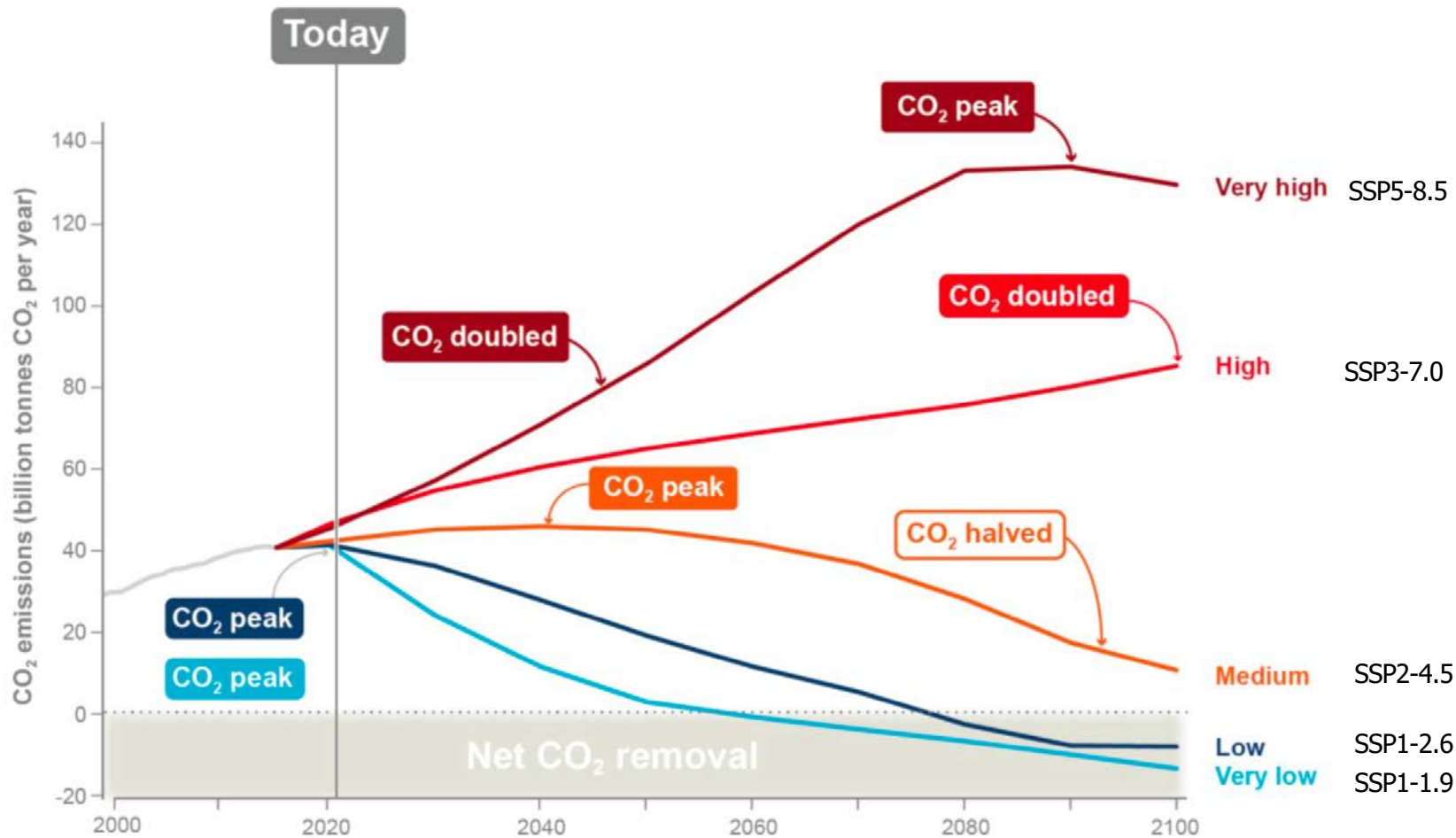
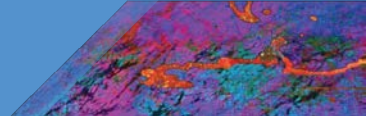


Ocean

Warming

Acidifying

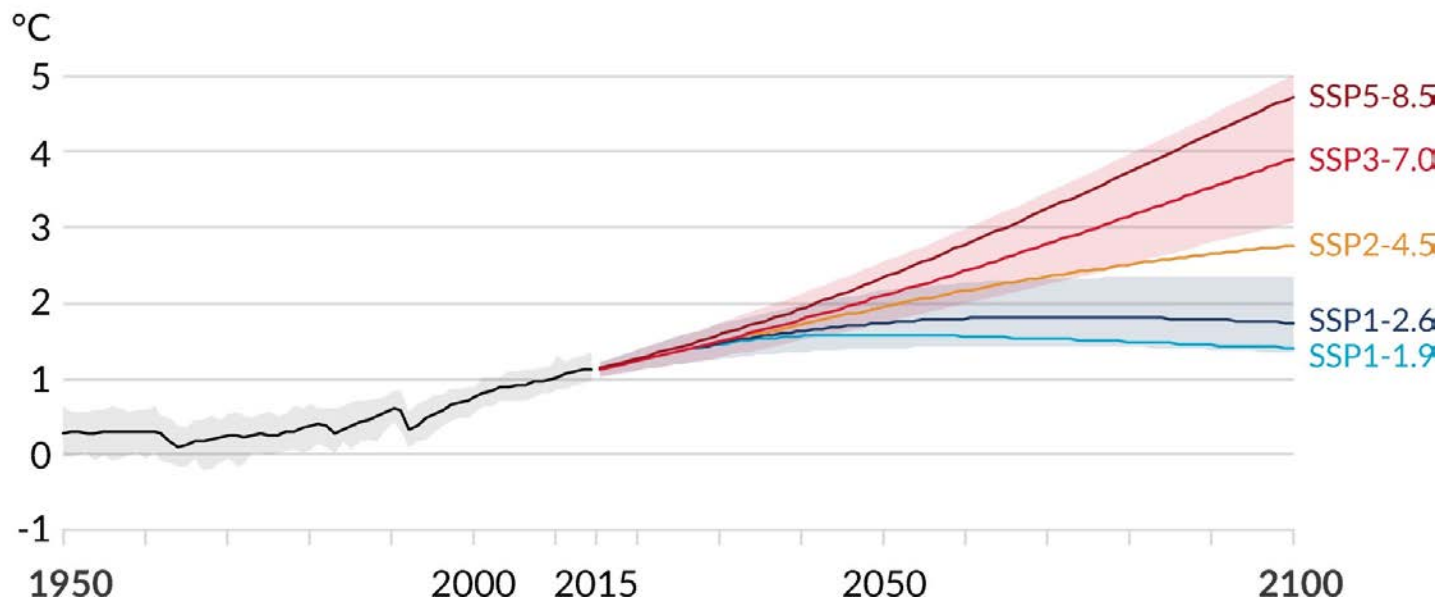
Losing oxygen

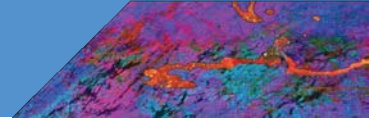


Human activities affect all the major climate system components, with some responding over decades and others over centuries

Figure SPM.8

a) Global surface temperature change relative to 1850-1900





Across warming levels, land areas warm more than oceans, and the Arctic and Antarctica warm more than the tropics

+1.5° C

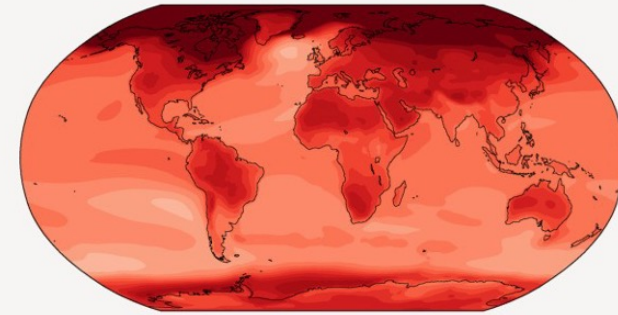
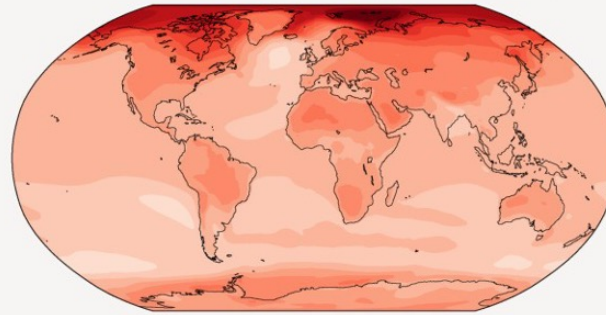
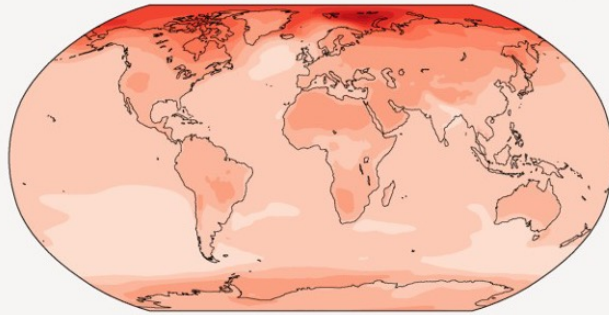
Simulated change at 1.5 °C global warming

+2° C

Simulated change at 2 °C global warming

+4° C

Simulated change at 4 °C global warming



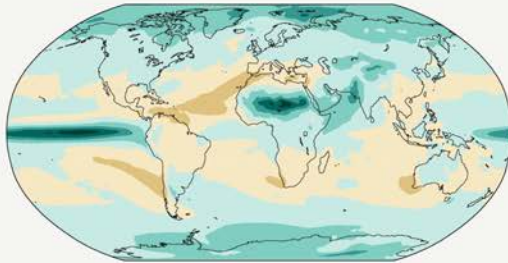
With every increment of global warming, changes get larger in regional mean temperature, precipitation and soil moisture

Figure SPM.5

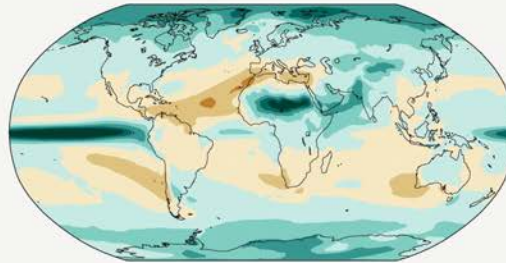
c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850-1900

Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.

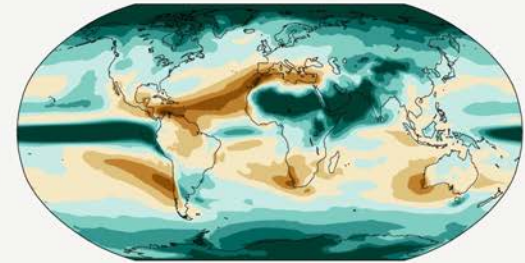
Simulated change at 1.5 °C global warming



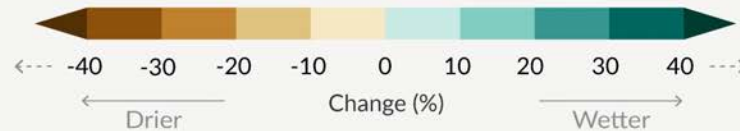
Simulated change at 2 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming

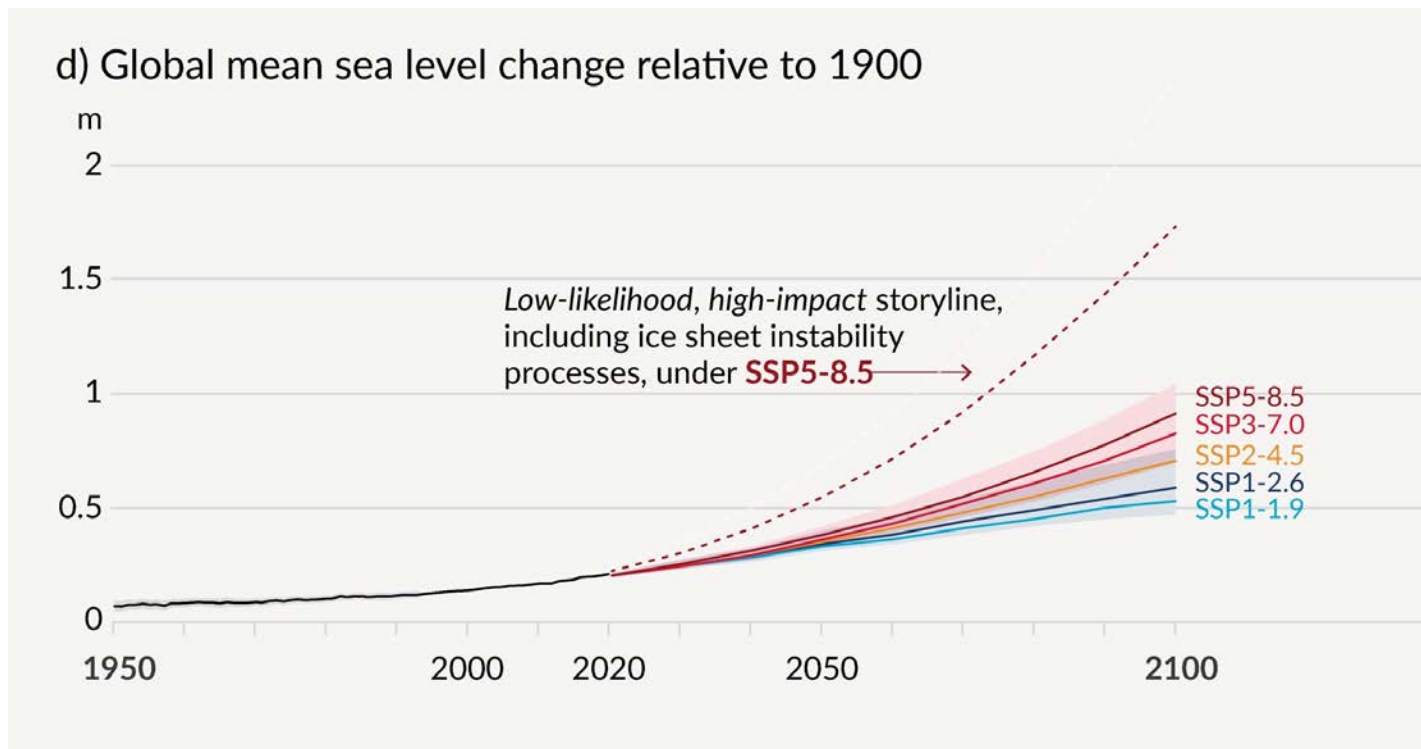


Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions

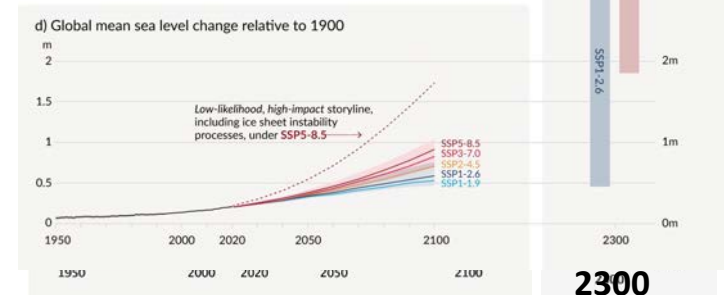


Human activities affect all the major climate system components, with some responding over decades and others over centuries

Figure SPM.8



« Sea level rise **greater than 15 m** cannot be ruled out with high emissions »



e) Global mean sea level change in 2300 relative to 1900

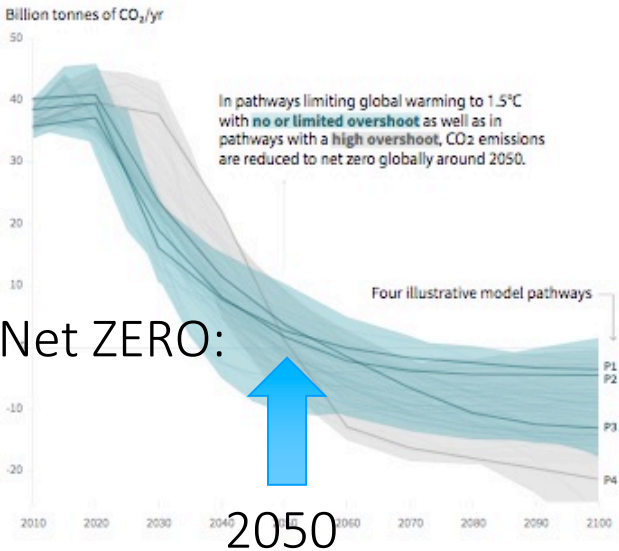


To stay below 1.5°C warming:

Global emissions pathway characteristics

General characteristics of the evolution of anthropogenic net emissions of CO₂, and total emissions of methane, black carbon, and nitrous oxide in model pathways that limit global warming to 1.5°C with no or limited overshoot. Net emissions are defined as anthropogenic emissions reduced by anthropogenic removals. Reductions in net emissions can be achieved through different portfolios of mitigation measures illustrated in Figure SPM3B.

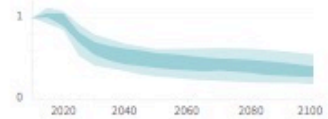
Global total net CO₂ emissions



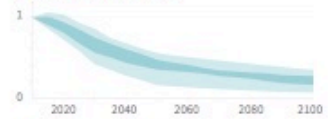
Non-CO₂ emissions relative to 2010

Emissions of non-CO₂ forcers are also reduced or limited in pathways limiting global warming to 1.5°C with no or limited overshoot, but they do not reach zero globally.

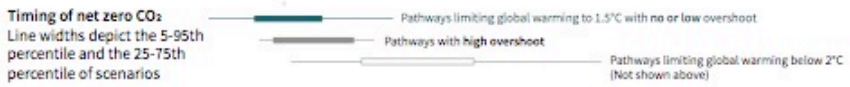
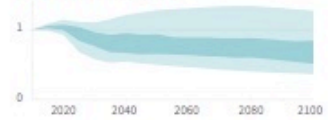
Methane emissions



Black carbon emissions



Nitrous oxide emissions



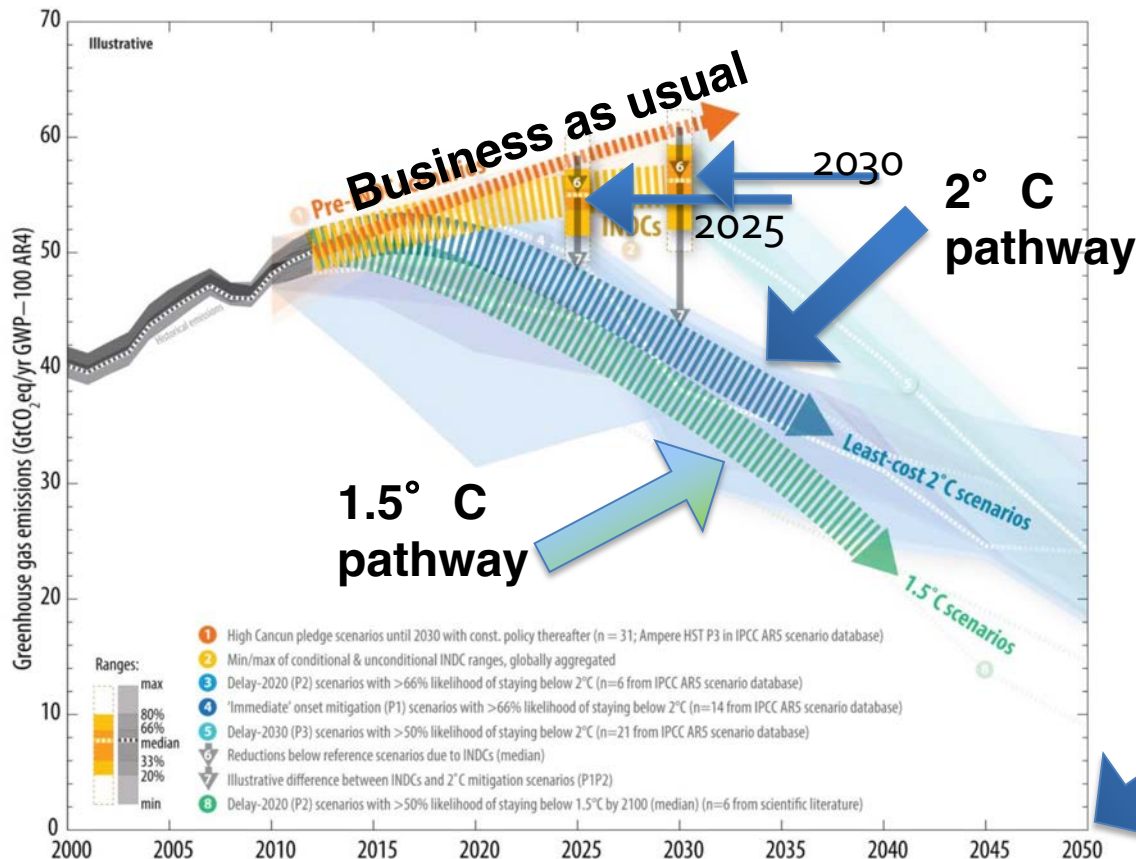
Source: IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C

Source: IPCC SR15

Nations Unies
Conférence sur les Changements Climatiques
COP21/CMP11
Paris, France



Paris Agreement: plans not sufficient yet!



UNFCCC, Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update
<http://unfccc.int/resource/docs/2016/cop22/eng/02.pdf>

There are options available **now** in every sector that can at least **halve** emissions by 2030



Demand and services



Energy



Land use



Industry



Urban



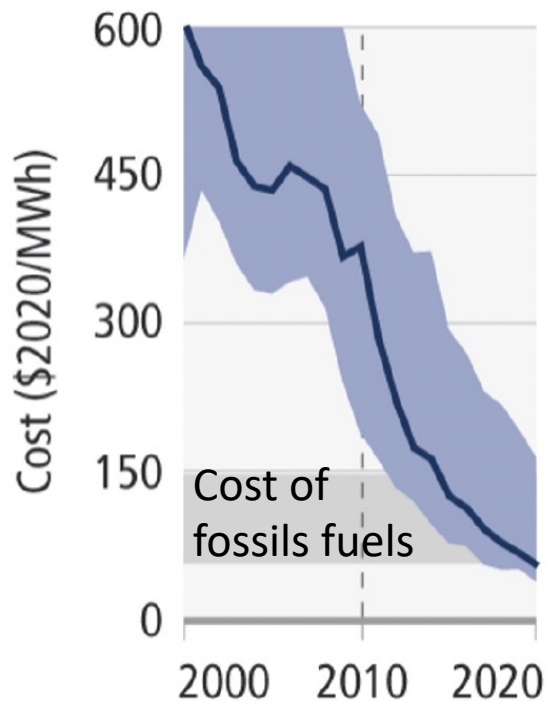
Buildings



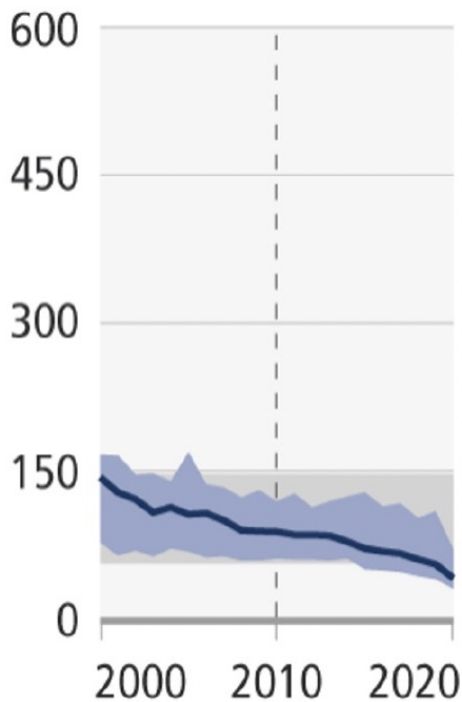
Transport

Good news: solar & wind energy become cheaper than fossil fuels

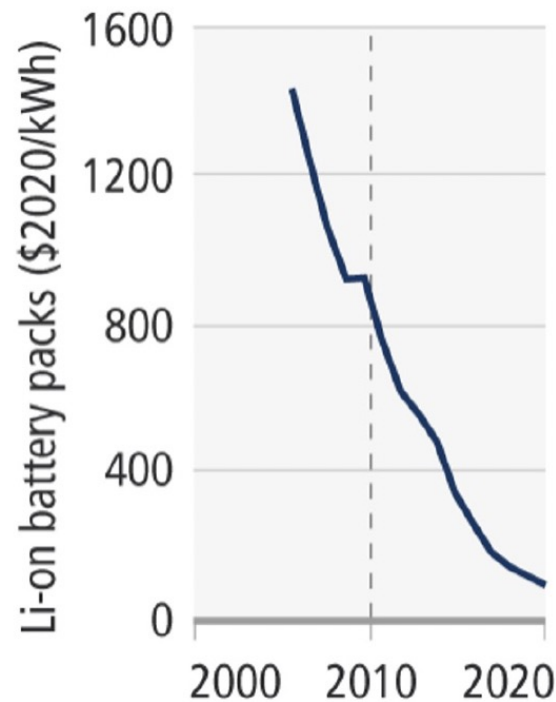
Photovoltaics (PV)



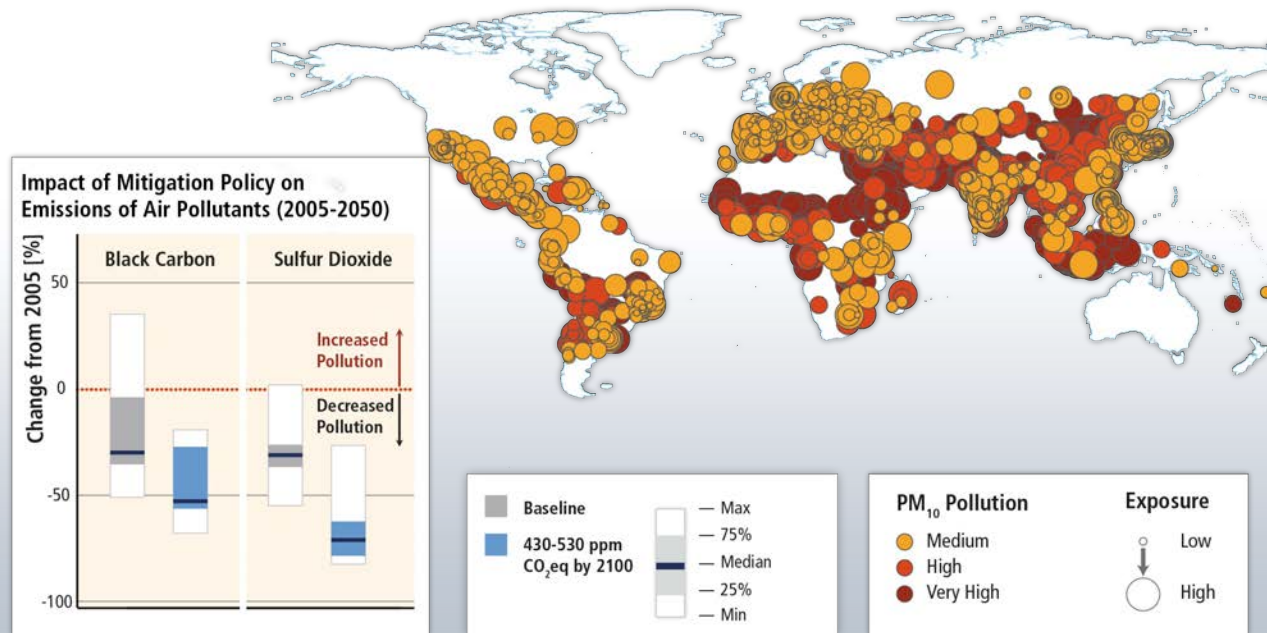
Onshore wind



Batteries for passenger electric vehicles (EVs)



Mitigation can result in large co-benefits for human health and other societal goals.



Based on Figures 6.33 and 12.23



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Decarbonisation of the Transport Infrastructure Construction

*Joint Final Report from
the industry and scientific experts Working Groups chaired
by Pat Cox, TEN-T coordinator, and Professor Konrad Bergmeister*



- Introduction
- Best existing practices from design to demolition phases
- LCA and low emission products
- Public procurement & rewarding best practices
- Conclusions

Decarbonisation of the Transport Infrastructure Construction

*Joint Final Report from
the industry and scientific experts Working Groups chaired
by Pat Cox, TEN-T coordinator, and Professor Konrad Bergmeister*



<https://transport.ec.europa.eu/>



EU4

be
EU
belgium24.eu

Manifesto - 2023

European International Contractors

European Construction Industry Federation

European Network of Construction Companies for
Research and Development (ENCORD)

shift from the linear to a circular business model



We recommend a shift from linear to a circular economy construction model



90% of primary resources will need to be reused to achieve carbon and resource neutrality by 2050

Case study 6 - Project Kalix Bridge (Sweden)

The bridge achieved:

Maximised
performance
Efficiency
Sustainability

Minimised
material usage
Reduced
carbon impact



Case study 6 - Project Kalix Bridge (Sweden)

Higher steel
quality led to
carbon
reduction of 10
-20%

The climate
impact was
reduced by
22%

- By using a higher steel quality, it was possible to decrease the amount of steel!
- Climate impact has been reduced by 27 tons CO₂,eq per year during the whole construction life cycle, amounting to **-22% of the carbon impact.**

Case study 8 - Smart bridges project (Greece)

Therefore the need of:

- a **monitoring system**
 - accurate documentation of structural condition
 - regular inspection
 - **proactive maintenance** of bridges - infrastructures
- } **structural safety**

Case study 8 – Smart bridges

Most of the bridges in Europe were constructed between the **1950s** and **1980s** and are now facing **ageing problems** due to their **exposure to adverse and corrosive conditions**.

The **regulations** under which these bridges were designed during this period are considered **outdated** today as they did not have specific provisions for **durability and seismic resistance**.

The project “**Smart Bridges**” (2024) and focuses on monitoring 260 bridges through the Greek territory

Wallonia



Vue des dégâts au-dessus de la ligne de flottaison – Affouillement 3 en rive gauche – Amont

IPCC AR6 WGII report (2022)

Summary for Policy Makers (SPM)

- *Considering climate change impacts and risks in the design and planning of urban and rural settlements and infrastructure is critical for resilience and enhancing human well-being (C2.6)*
- *Actions that focus on sectors and risks in isolation and on short-term gains often lead to **maladaptation** if long-term impacts of the adaptation option and long-term adaptation commitment are not taken into account (C4.1)*
- *The implementation of these maladaptive actions **can result in infrastructure** and institutions that are inflexible and/or **expensive to change** (C4.1)*
- *Adaptation integrated with development reduces lock-ins and creates opportunities (e.g., infrastructure upgrading) (C4.1)*

IPCC AR6 WGII report (2022)

Chapter 6 « Cities, Settlements and Key Infrastructure »

- ***The cost of climate risks to transport infrastructure (from heat- and cold waves, droughts, wildfires river and coastal floods, and windstorms) in Europe could rise from €0.5 billion to over \$10 billion by the 2080's***
- *Climate risks to transport infrastructure could globally cost as much as 5% of annual road infrastructure budgets by 2100*
- *With respect to temperature, **heatwaves will be the most significant risk to EU transport infrastructure in the 2080s**, as a result of buckling of roads and railways due to thermal expansion, melting of road asphalt (...)*

EEA EUCRA Report 2024

- *EUCRA = European Climate Risk Assessment*
- *Published by the European Environment Agency in March 2024*

EEA EUCRA Report 2024

Major disruptions of critical infrastructure

- Europe's critical infrastructure, such as **transport** (land, sea and air), energy, communication and water infrastructure, is increasingly exposed to extreme weather events. **Heat, floods, droughts, landslides** and other climate-related hazards threaten the services infrastructure provides.
- Infrastructure assets are often part of an **interconnected** network, so a failure at one point in the network can **cascade** across the system. Understanding and managing the performance of the **system as a whole** is a prerequisite for climate resilience.
- Infrastructure operates over long time frames. Due to the age and condition of much of Europe's infrastructure, there is a significant adaptation deficit even before considering increasing climate risks in the future. **Proactive action is needed to adapt rather than wait until systems fail.**

EEA EUCRA Report 2024

Major disruptions of critical infrastructure

- Incremental adaptation may be sufficient in some cases. Yet **in some sectors and locations, transformational change will be needed** to ensure the resilience of critical infrastructure in the long term.
- **Better data and analytics are required to understand the condition of existing assets, the risks they face and how to best adapt.** This is likely to include regulatory ‘**stress tests**’ to explore weaknesses and prioritise infrastructure investments.
- It is important that policies to increase the resilience of critical infrastructure are implemented with **proper consideration of climatic hazards**, now and in the future. There must be clear responsibilities for infrastructure owners and managers.

EEA EUCRA Report 2024

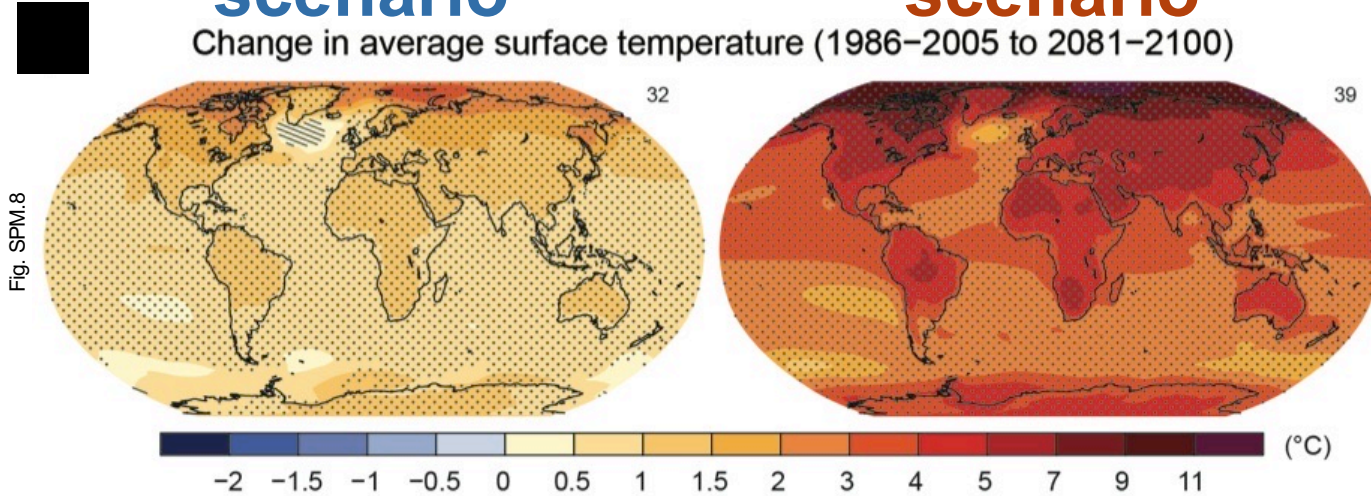
Priorities for action to reduce major climate risks, in particular for infrastructure:

- *A systems approach to adaptation and resilience must be prioritized at both EU & Member States level to better account for cascading and compounding risks.*
- *Climate proofing existing infrastructure*
- *Zoning and planning for new infrastructure*
- *Incorporating climate projections and risks into Eurocodes*
- *System-level risk assessments*
- *Sustainable biofuels, low-emissions hydrogen, and derivatives (including synthetic fuels) can support mitigation of CO2 emissions from shipping, aviation, and heavy-duty land transport but **require** production process **improvements** and cost reductions*
- *Many mitigation strategies in the transport sector would have various **co-benefits**, including **air quality improvements**, **health benefits**, equitable access to transportation services, reduced congestion, and reduced material demand*

Low emission scenario

High emission scenario

Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)



Humanity has the choice

6^e rapport d'évaluation du GIEC
Changements climatiques 2022 :
Impacts, vulnérabilité et adaptation
Aperçu du Résumé pour les décideurs

Ce dimanche 27 février, l'Assemblée plénière formée des délégations des États membres du GIEC a adopté la partie « Impacts, adaptation et vulnérabilité » du 6^e Rapport d'évaluation du GIEC. Le Résumé pour les décideurs a été approuvé au terme de 12 jours de débats intenses, sous le contrôle scientifique des auteurs du rapport.

Comme pour la première partie du rapport, consacrée aux aspects scientifiques « physiques » du climat et présentée dans les Lettres 21 et 23, cette Lettre vise à vous donner un premier aperçu du rapport sous la forme d'une traduction des messages clés. Le texte intégral est bien entendu disponible sur le site du GIEC : ipcc.ch/ar6.

La troisième partie du rapport, consacrée aux mesures d'atténuation (réductions d'émissions de gaz à effet de serre) sera publiée au début du mois d'avril, et la dernière partie, qui présente une synthèse de l'ensemble du rapport, sera publiée en octobre 2022.

Bonne lecture !

Philippe Marbaix, Bruna Gaino, Pénélope Lamarque et Jean-Pascal van Ypersele

> Le rapport et son approbation

Les 32 pages du Résumé pour les décideurs ont été discutées ligne par ligne en assemblée plénière, sachant qu'une phrase ne peut être approuvée que moyennant la confirmation de sa validité scientifique par les auteurs du rapport.

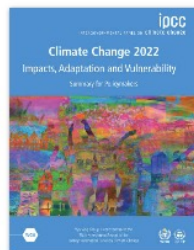
La délégation belge était placée sous la responsabilité de M Alexandre Fernandes, membre du SPP Politique scientifique (Belspo) et responsable du Point focal GIEC pour la Belgique depuis octobre 2021. Jean-Pascal van Ypersele et les membres de la Plateforme faisaient également partie de cette délégation. Nous souhaitons remercier M Fernandes pour toute l'énergie qu'il a consacrée à l'approbation du rapport du GIEC et pour l'excellente ambiance de collaboration qui nous a aidés à contribuer à améliorer la clarté du résumé et sa rigueur scientifique. Les derniers jours de débat ont été notamment marqués par l'absence de la délégation de l'Ukraine, à laquelle nous avons marqué notre soutien, et qui a heureusement pu être présente lors de la réunion de clôture.

La délicate construction des phrases du résumé

Dans cette Lettre, nous présentons les « messages clés » du résumé traduits en français [1] pour la première fois : notre but est de vous donner rapidement une information fiable, tout en respectant le « style » du texte d'origine. Nous envisagerons d'aborder des éléments complémentaires sous une forme plus accessible dans une prochaine édition.

La lecture de ce texte peut parfois présenter des difficultés. Selon notre perception, l'une des raisons pour lesquelles beaucoup de phrases sont longues est qu'il est souvent difficile de décrire les impacts des changements climatiques de manière synthétique. En effet, ces impacts sont très diversifiés, car ils sont souvent spécifiques aux activités humaines et aux systèmes naturels touchés dans chaque région. Les mesures d'adaptation potentielles doivent tenir compte de cette diversité. L'analyse de ces mesures et de leur potentiel de réduction des risques est d'autant plus complexe qu'elles touchent à des domaines bien plus vastes que « le climat », tels que les causes de vulnérabilité des populations. Elles diffèrent donc selon le contexte, notamment socio-économique, et peuvent toucher des sujets politiquement sensibles : chaque pays souhaite voir ses risques et son potentiel d'action reflétés à sa manière... Cela complique encore la synthèse dans un contexte « multilatéral ». L'ensemble de ces éléments contribue à ce que certaines phrases soient malheureusement peu lisibles.

[1] Traduction réalisée par la Plateforme ; le GIEC n'est pas responsable d'erreurs éventuelles ; basé sur la version approuvée, sujette à corrections éditoriales.



Lettre N°24:

Édition spéciale: le 6e rapport d'évaluation du GIEC

Changements climatiques 2022: Impacts, vulnérabilité et adaptation

Aperçu du Résumé pour les décideurs

Février 2022



6^e rapport d'évaluation du GIEC
**Changements climatiques 2022 :
atténuation**
(émissions et réductions d'émissions)

Au tout début du mois d'avril, le GIEC a publié la 3^e et dernière contribution de ses groupes de travail au 6^e rapport d'évaluation. Ce volume fait le point sur les émissions de gaz à effet de serre et sur les moyens de les réduire. L'ensemble sera achevé par la publication du Rapport de synthèse à la fin de cette année ou au début 2023. Toutes les parties publiées sont disponibles sur le site du GIEC : ipcc.ch/ra6.

Le résumé du rapport consacré à l'atténuation comporte environ 45 pages. Pour le rendre plus accessible, nous avons décidé d'en réaliser un aperçu introductif. Nous espérons que cette présentation succincte vous sera instructive et lisible même en vacances.

Philippe Marbaix, Bruna Gaino, Alain Tondeur, Pénélope Lamarque et Jean-Pascal van Ypersele

Des transitions majeures, notamment dans le domaine énergétique

Bien que les pays aient renforcé leurs engagements à réduire les émissions depuis l'Accord de Paris (2015), ceux-ci ne correspondent pas encore aux trajectoires d'émissions qui offrent 2 chances sur 3 de maintenir le réchauffement sous 2 °C au-delà du niveau préindustriel [1]. Les scénarios qui limitent le réchauffement mondial à 1,5 ou 2 °C impliquent des réductions d'émissions rapides, profondes, dans la plupart des cas immédiates, et ce dans tous les secteurs d'activité [2].

Le GIEC résume les moyens d'y parvenir : évoluer vers des sources d'énergie peu carbonées (telles que les renouvelables), prendre des mesures qui concernent la demande et l'efficacité énergétique, réduire les émissions autres que le CO₂ et déployer des méthodes d'enlèvement du dioxyde de carbone pour contrebalancer les émissions résiduelles de GES [3].

La dernière décennie a montré au moins une évolution encourageante : le coût de nombreuses technologies « bas carbone » a largement baissé depuis 2010 et leur adoption progresse rapidement (la capacité de production a été multipliée par 10 pour l'énergie solaire ; solaire et éolien combinés ont fourni environ 9 % de l'électricité mondiale en 2020) [4].

La figure 1 (partie supérieure) indique les coûts moyens mondiaux des quatre sources d'énergie renouvelable, par MWh d'énergie produite et en tenant notamment compte de l'installation et de la maintenance. Les zones ombrées en bleu clair indiquent la gamme de valeurs rencontrées (5^e au 95^e centile). Les zones grisées indiquent la gamme correspondante pour les nouvelles centrales à combustibles fossiles (charbon et gaz) en 2020 : les énergies renouvelables peuvent concurrencer les combustibles fossiles.

[1] Engagements exprimés dans les contributions déterminées au niveau national (Nationally Determined Contributions - NDCs). Ils doivent être révisés tous les 5 ans à l'occasion du Bilan mondial prévu par l'Accord de Paris; le premier bilan est en cours et doit s'achever en 2023. L'évaluation présentée ne tient pas compte du renforcement des engagements de l'an dernier (COP26).

[2] Résumé pour les décideurs (en anglais Summary for Policymakers, SPM), section C.1, p.21.

[3] Enlèvement du dioxyde de carbone, en anglais "carbon dioxide removal", retrait de CO₂ de l'atmosphère et stockage durable dans des réservoirs géologiques, etc. Le GIEC mentionne aussi le captage et stockage de carbone lors de l'utilisation du combustible (S.C.3, p.28). Ces techniques sont encore très peu appliquées, et le potentiel et les enjeux de leur application à grande échelle posent question. Ces sujets ont été longuement débattus en plénière, surtout à l'initiative de pays producteurs de pétrole (ENB n°795, <https://bit.ly/ipcc56-wgIII-16>).

[4] SPM §B.4.1, p.15, et figure SPM.3, p. 16.

Lettre N°25:

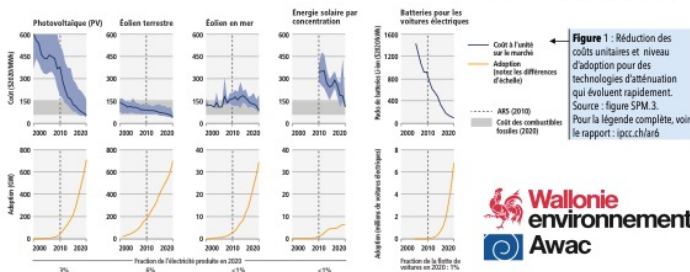
Édition spéciale: le 6e rapport d'évaluation du GIEC

Changements climatiques 2022: atténuation

Émissions et réductions d'émissions

Juin 2022

Exposition des aspects clés de la troisième partie du 6^e rapport du GIEC



<https://plateforme-wallonne-giec.be/Lettre25.pdf>



S'inscrire à la Newsletter de la plateforme via le QR code

To go further :

- www.climate.be/vanyp: my slides (under « conferences »)
- www.ipcc.ch: IPCC
- www.eea.ch: European Environment Agency
- www.skepticalscience.com: answers to the merchants of doubt
- www.plateforme-wallonne-giec.be: IPCC-related in French, Newsletter, latest on climate, basic climate science
- **X/Twitter: @JPvanYpersele & @IPCC_CH**