



# Cours Master TSE

## Le changement climatique & les scénarios du GIEC

17/12/2021

S. Juhel

[pro@sjuhel.org](mailto:pro@sjuhel.org)



# Sommaire

- Scénarios : quelques définitions
- La construction des scénarios du GIEC
- Les impacts dans les derniers rapports du GIEC
- Conclusions & ouverture



# Scénarios : quelques définitions



# Qu'est ce qu'un scénario ?



# Qu'est ce qu'un scénario ?

"Description vraisemblable de l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales forces motrices (rythme de l'évolution technologique, prix, etc.) et les relations en jeu. Il convient de noter que les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais permettent de mieux cerner les conséquences de différentes évolutions ou actions."

Source : Glossaire du rapport spécial 1.5°C, GIEC.



# Qu'est ce qu'un scénario ?

"Description **vraisemblable** de l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales forces motrices (rythme de l'évolution technologique, prix, etc.) et les relations en jeu. Il convient de noter que les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais permettent de mieux cerner les conséquences de différentes évolutions ou actions."

Source : Glossaire du rapport spécial 1.5°C, GIEC.



# Qu'est ce qu'un scénario ?

"Description vraisemblable de l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales forces motrices (rythme de l'évolution technologique, prix, etc.) et les relations en jeu. Il convient de noter que les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais permettent de mieux cerner les conséquences de différentes évolutions ou actions."

Source : Glossaire du rapport spécial 1.5°C, GIEC.



# Qu'est ce qu'un scénario ?

"Description vraisemblable de l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales **forces motrices** (rythme de l'évolution technologique, prix, etc.) et les relations en jeu. Il convient de noter que les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais permettent de mieux cerner les conséquences de différentes évolutions ou actions."

Source : Glossaire du rapport spécial 1.5°C, GIEC.



# Qu'est ce qu'un scénario ?

"Description vraisemblable de l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales forces motrices (rythme de l'évolution technologique, prix, etc.) et les relations en jeu. Il convient de noter que les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais permettent de mieux cerner les conséquences de différentes évolutions ou actions."

Source : Glossaire du rapport spécial 1.5°C, GIEC.



# Qu'est ce qu'un scénario ?

"Description vraisemblable de l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales forces motrices (rythme de l'évolution technologique, prix, etc.) et les relations en jeu. Il convient de noter que les scénarios ne sont **ni des prédictions ni des prévisions**, mais permettent de mieux cerner les conséquences de différentes évolutions ou actions."

Source : Glossaire du rapport spécial 1.5°C, GIEC.



# Qu'est ce qu'un scénario ?

"Description vraisemblable de l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales forces motrices (rythme de l'évolution technologique, prix, etc.) et les relations en jeu. Il convient de noter que les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais permettent de mieux cerner les conséquences de différentes évolutions ou actions."

Source : Glossaire du rapport spécial 1.5°C, GIEC.



# Peut-on faire des scénarios prédictibles sur tout ?



# Focus sur l'exemple du climat

Qu'est-ce qui **va** arriver ?



# Focus sur l'exemple du climat

*La problématique du changement climatique :*

- Phénomène de long terme
- Nombreuses et complexes incertitudes

*Dans le même temps, décisions actuelles ont des conséquences sur le temps long:*

- irréversibilité
- Inertie

Qu'est-ce qui **va** arriver ?



# Focus sur l'exemple du climat

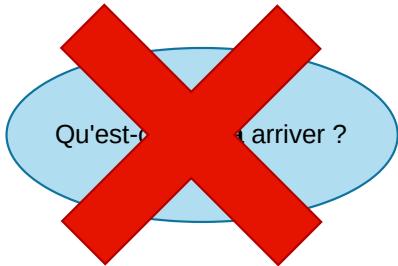
*La problématique du changement climatique :*

- Phénomène de long terme
- Nombreuses et complexes incertitudes

*Dans le même temps, décisions actuelles ont des conséquences sur le temps long:*

- irréversibilité
- inertie

Qu'est-ce qui va arriver ?



# Focus sur l'exemple du climat



*La problématique du changement climatique :*

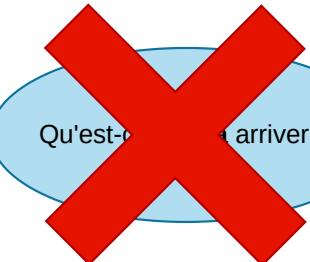
- Phénomène de long terme
- Nombreuses et complexes incertitudes

*Dans le même temps, décisions actuelles ont des conséquences sur le temps long:*

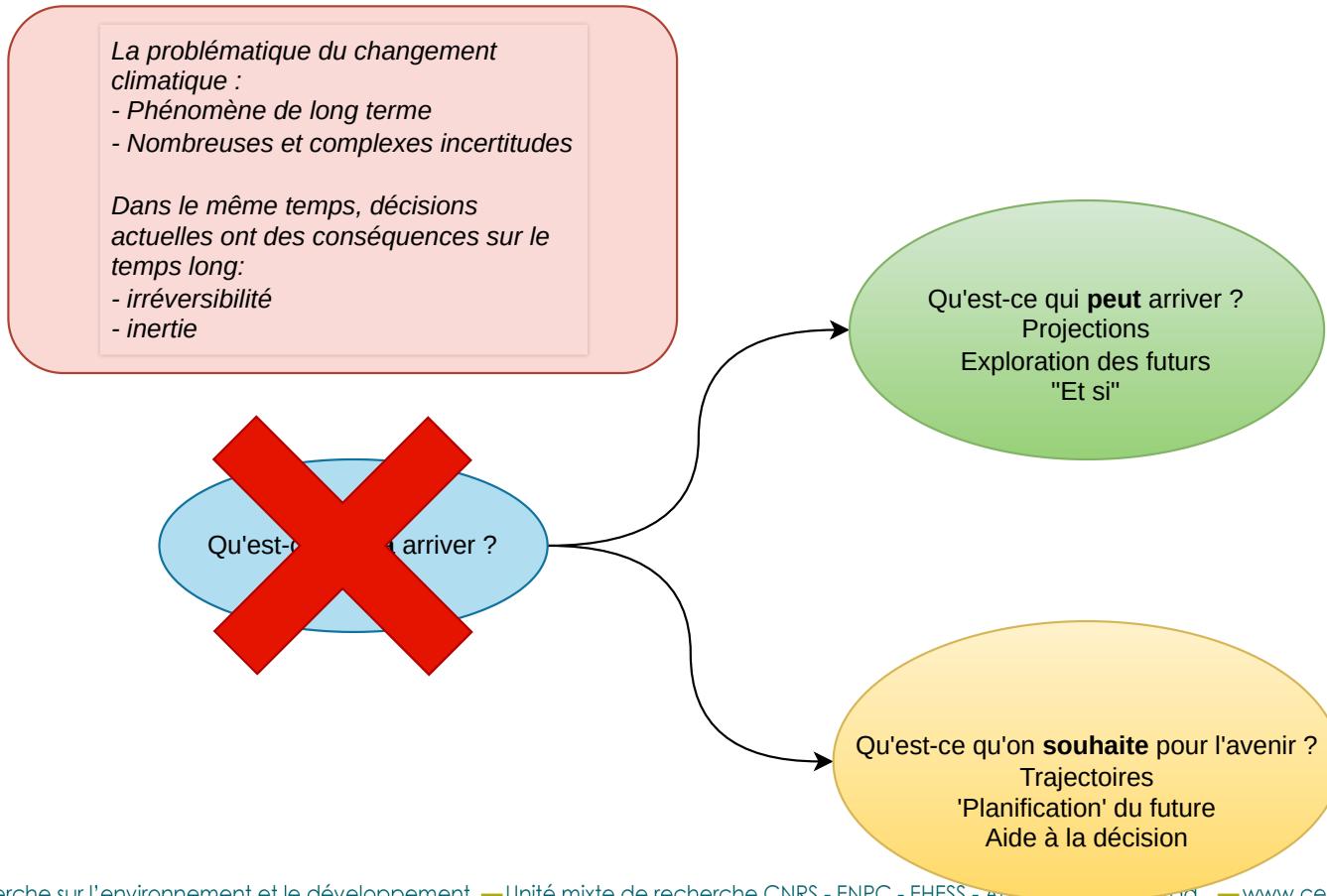
- irréversibilité
- Inertie

Qu'est-ce qui peut arriver ?

Qu'est-ce qui **peut** arriver ?  
Projections  
Exploration des futurs  
"Et si"



# Focus sur l'exemple du climat





# Le scénario, animal solitaire ou sociable ?



# Le scénario, animal solitaire ou sociable ?

- Un scénario isolé n'a virtuellement aucun sens !



# Le scénario, animal solitaire ou sociable ?

- Un scénario isolé n'a virtuellement aucun sens !
- Les scénarios sont généralement prévus pour comparer/explorer/contraster différents futurs, différents choix



# Le scénario, animal solitaire ou sociable ?

- Un scénario isolé n'a virtuellement aucun sens !
- Les scénarios sont généralement prévus pour comparer/explorer/contraster différents futurs, différents choix
- Comprendre un scénario c'est comprendre sa place au sein d'un ensemble !



# Scénario et représentations graphiques

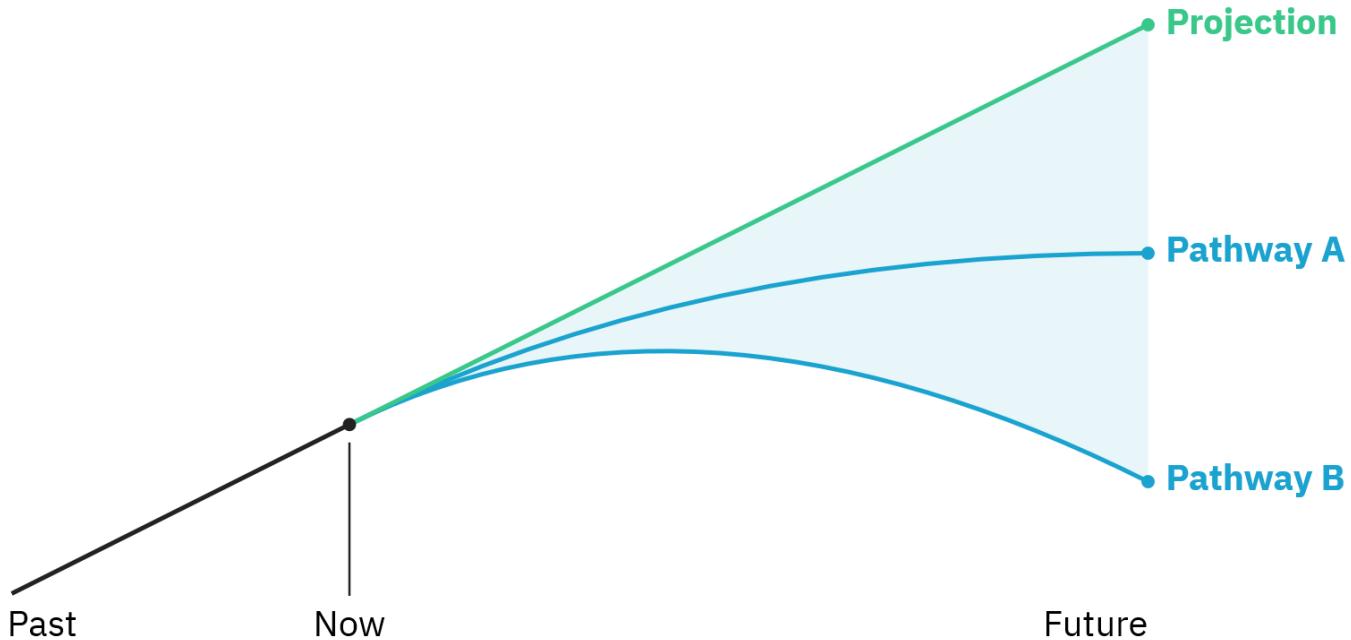


Chart from SENSES project, Scenario Primer  
<https://climatescenario.org/primer>



# Scénario et représentations graphiques

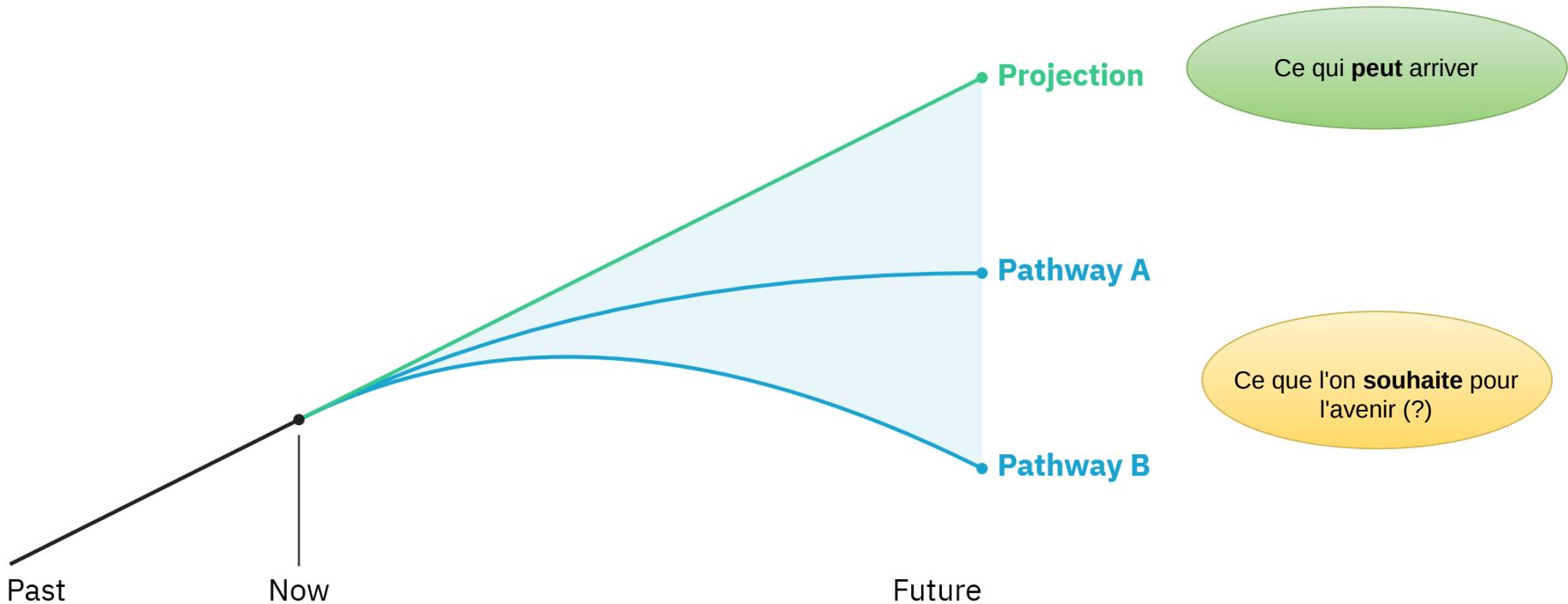


Chart from SENSES project, Scenario Primer  
<https://climatescenario.org/primer>



# Scénario et représentations graphiques

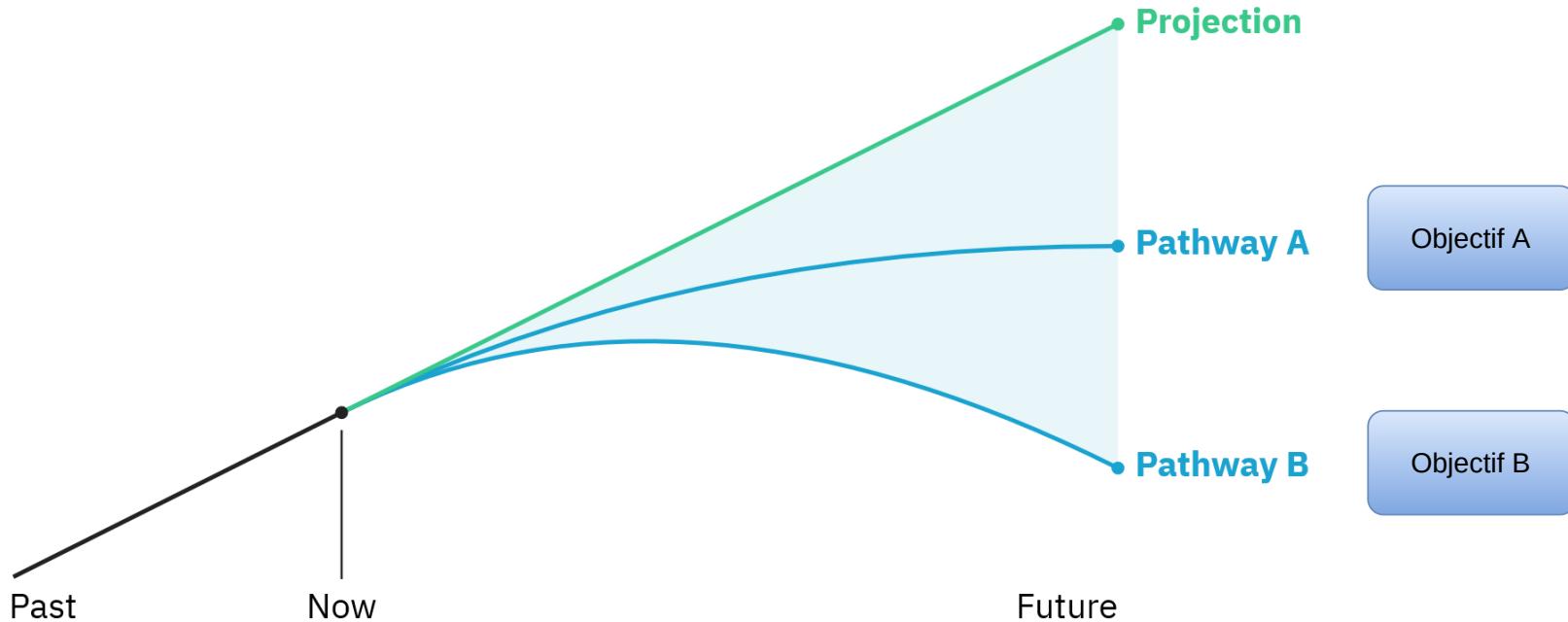


Chart from SENSES project, Scenario Primer  
<https://climatescenario.org/primer>



# Scénario et représentations graphiques

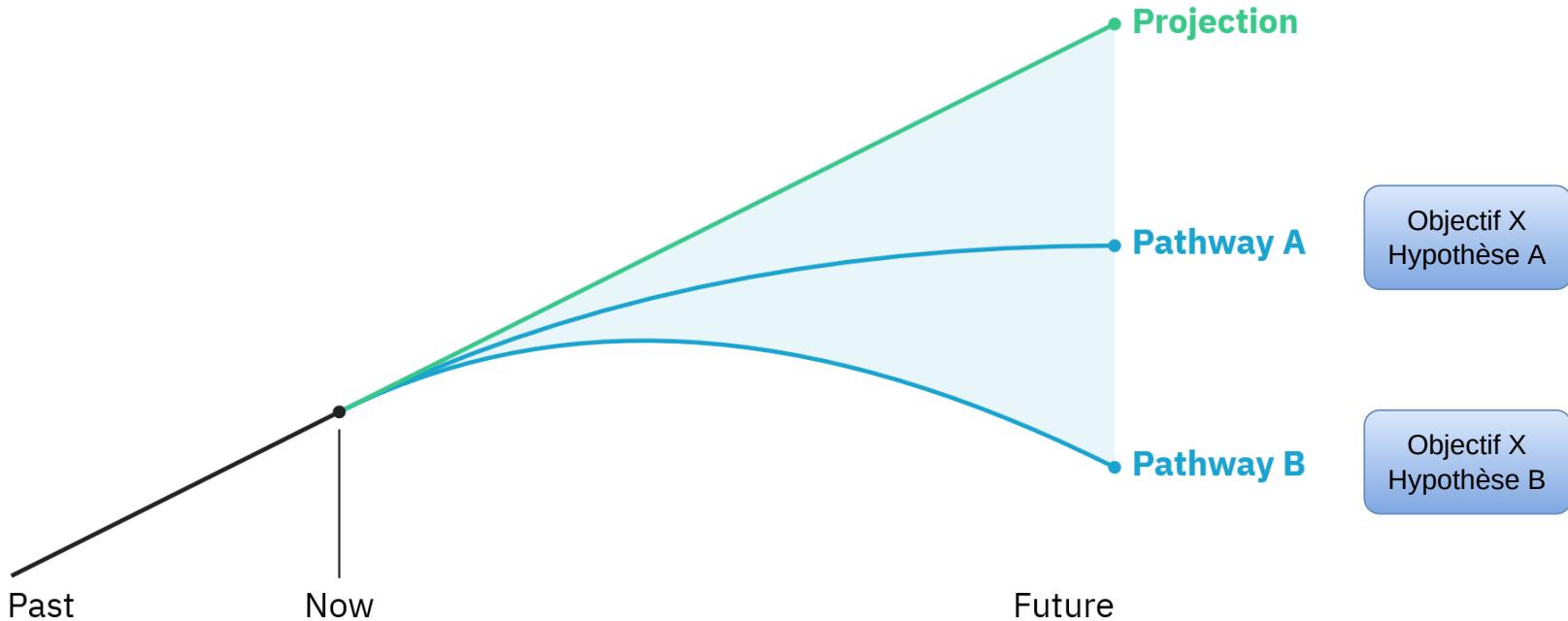


Chart from SENSES project, Scenario Primer  
<https://climatescenario.org/primer>



# Scénarios et étude du changement climatique



# Quelles questions se pose-t-on ? (1)



# Quelles questions se pose-t-on ? (1)

- Quel sera l'état du climat dans le futur ? [ie Comment fonctionne le système climat]
  - Quelle est la réponse du climat à davantage de forçage radiatif ?
  - Quelles vont/peuvent être les futures émissions de GES
    - (En faisant des efforts / sans faire d'effort)



# Quelles questions se pose-t-on ? (1)

- Quel sera l'état du climat dans le futur ? [ie Comment fonctionne le système climat]
  - Quelle est la réponse du climat à davantage de forçage radiatif ?
  - Quelles vont/peuvent être les futures émissions de GES
    - (En faisant des efforts / sans faire d'effort)



# Quelles questions se pose-t-on ? (2)



# Quelles questions se pose-t-on ? (2)

- Quels impacts ? Quelles adaptations possible ? Dans quel contexte ?
  - Part de la population en extrême pauvreté
  - Part de la population dans des centres urbains, sûr la côte
  - Technologies d'adaptation disponibles



# Quelles questions se pose-t-on ? (2)

- Quels impacts ? Quelles adaptations possible ? Dans quel contexte ?
  - Part de la population en extrême pauvreté
  - Part de la population dans des centres urbains, sûr la côte
  - Technologies d'adaptation disponibles

Scénarios socioéconomiques d'impacts et d'adaptation



# Quelles questions se pose-t-on ? (3)



# Quelles questions se pose-t-on ? (3)

- Qu'est ce qu'impliquent des objectifs d'atténuation ?  
[Dépend des évolutions socioéconomiques]
  - Démographie future
  - Technologie
  - Mode de vie
  - ...

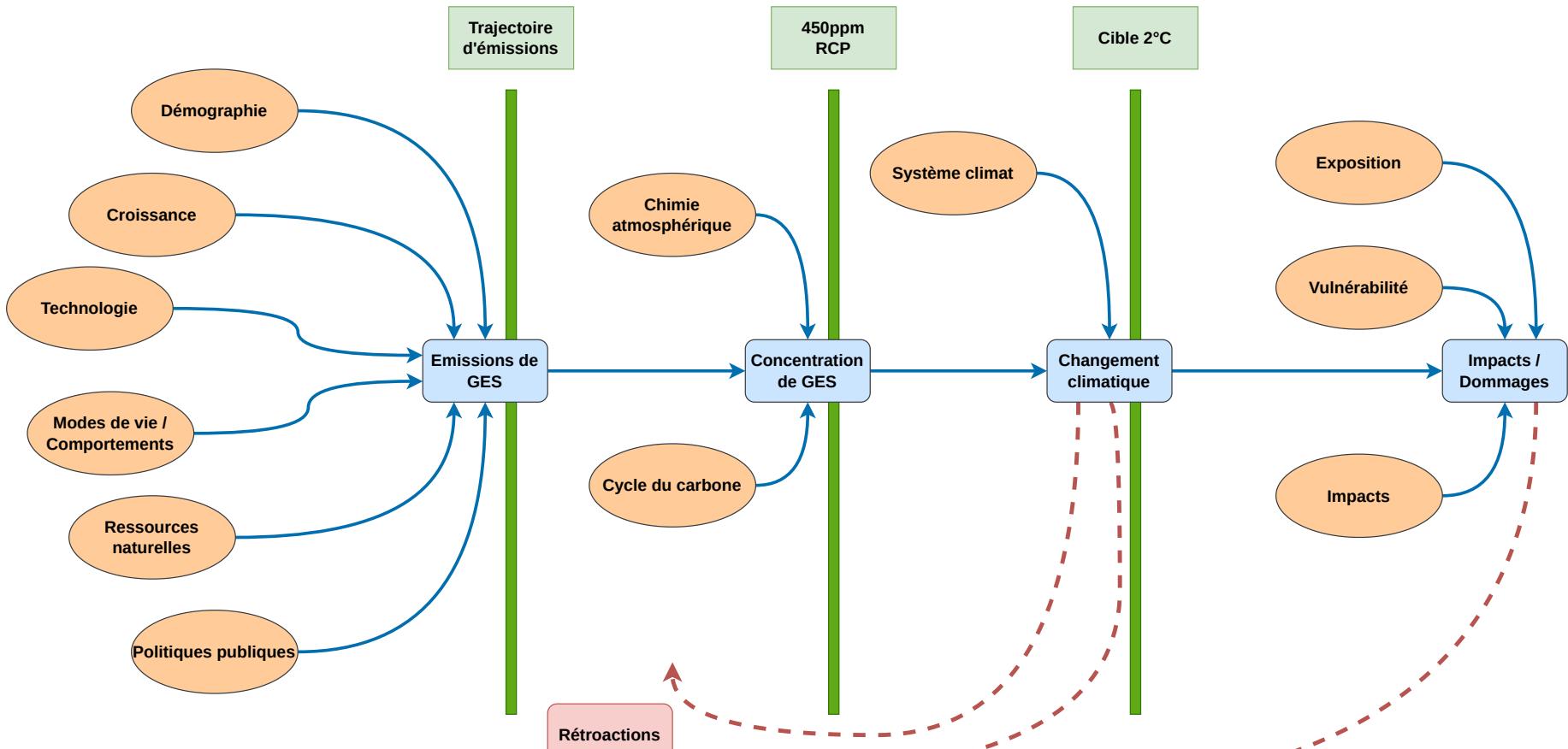


# Quelles questions se pose-t-on ? (3)

- Qu'est ce qu'impliquent des objectifs d'atténuation ?  
[Dépend des évolutions socioéconomiques]
  - Démographie future
  - Technologie
  - Mode de vie
  - ...

Scénarios socioéconomiques d'atténuation

# Cascade des incertitudes





# Typologie générale

- **Socioeconomic scenarios** ● that describe the development of societal drivers of human interference with the climate system.
  - **Emissions, concentration and climate forcing scenarios** ● that emerge from these developments.
  - **Climate change scenarios** ● that result from human climate forcing.
  - **Climate impact scenarios** ● as a result of these climate changes.
  - **Mitigation scenarios** ● that limit human-made climate change.
  - **Adaptation scenarios** ● that limit the impact of climate change on societies.
  - **Integrated scenarios** ● that capture several of the above components of future climate change.
- Projections   ● Pathways   ● Both

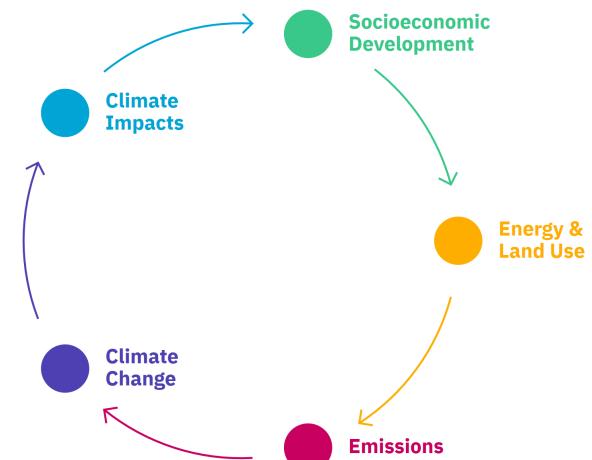
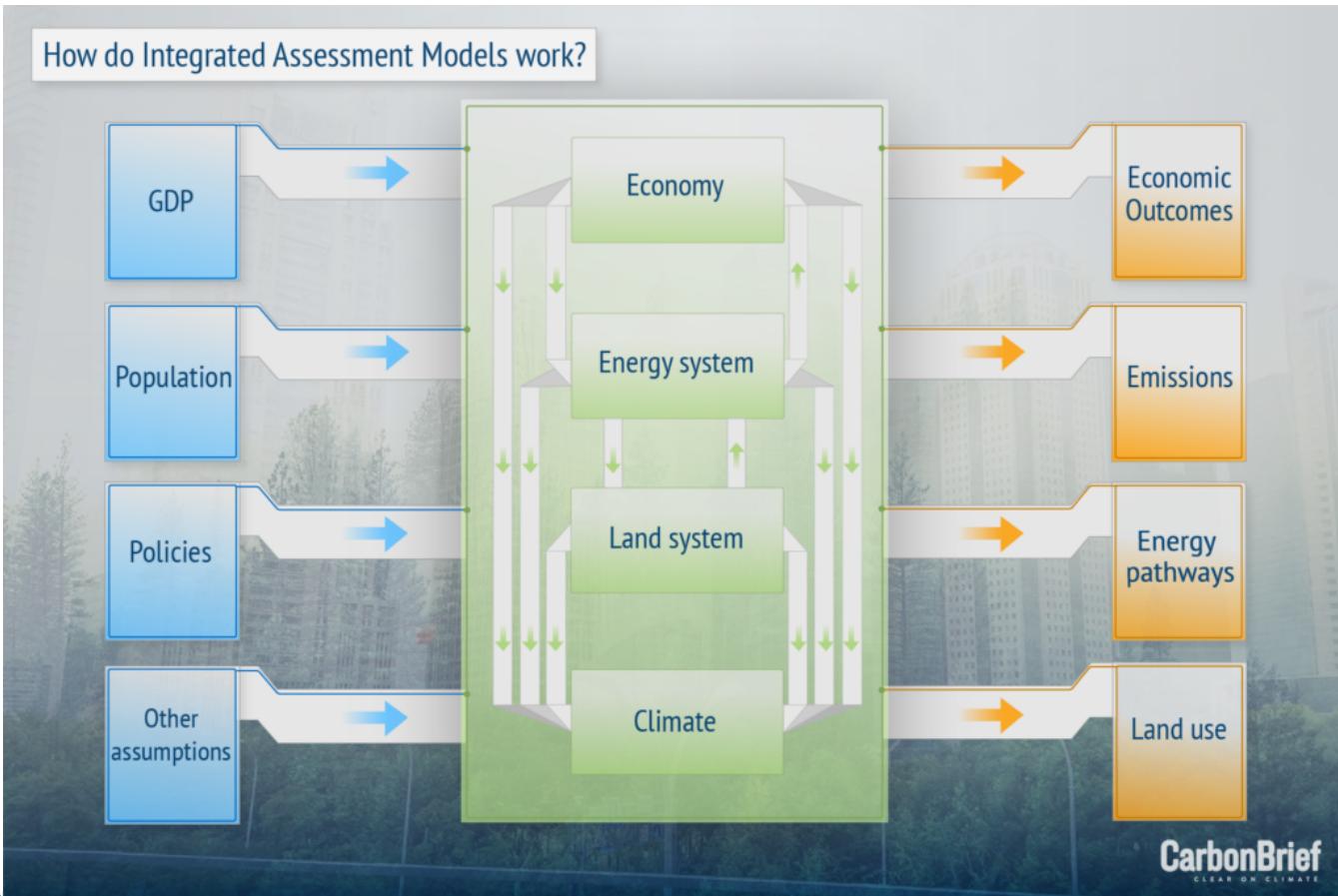


Chart from SENSES project, Scenario Primer  
<https://climatescenario.org/primer/>

# Les modèles d'évaluation intégrée





# La construction des scénarios du GIEC



# Un processus en évolution



# Historique

Questions

**Quelles seront/pourront être les émissions de GES ?**

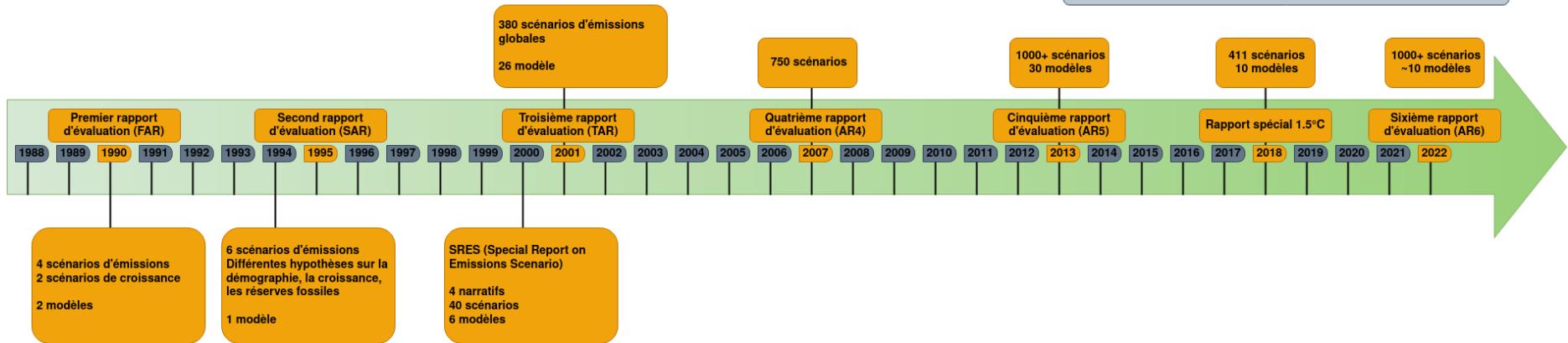
... sans effort d'atténuation ?

... avec effort d'atténuation ?

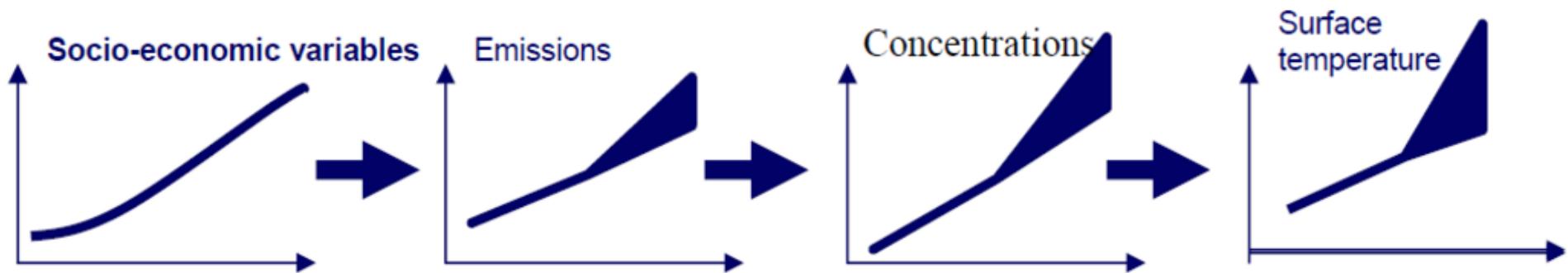
**Quelle implications ont différentes trajectoires d'atténuation ?**

**Comment tendre vers ces trajectoires ?**

Rapports du GIEC

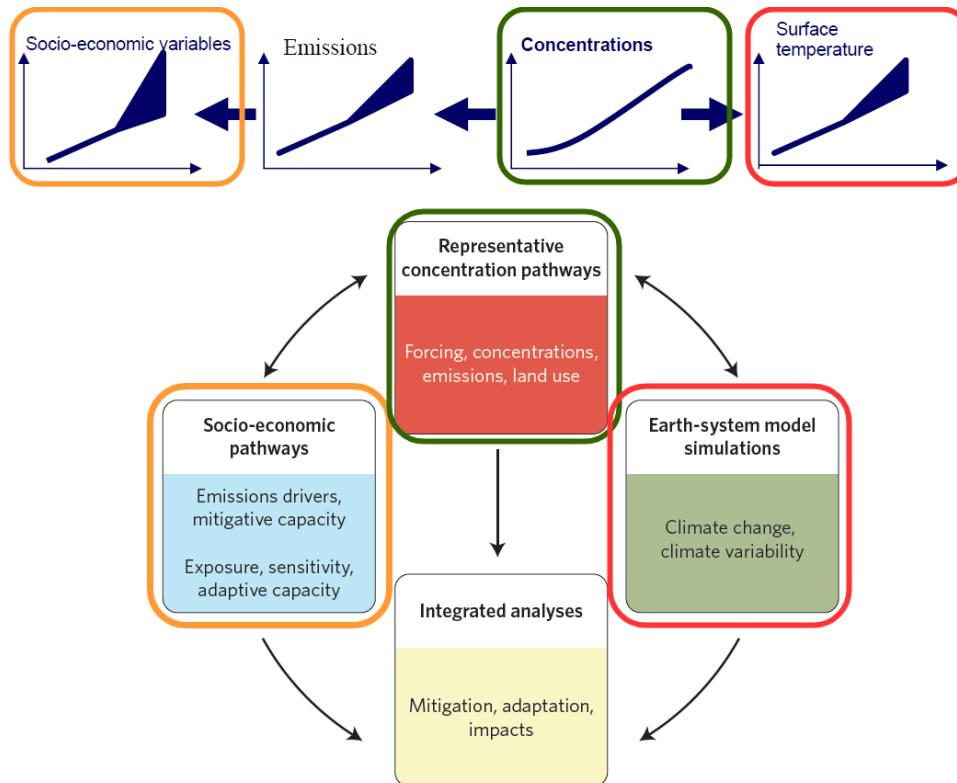


# Construction linéaire / "en avant"





# Construction "en parallèle"





# *Radiative Concentration Pathways (RCP) ?*



# *Radiative Concentration Pathways (RCP) ?*

- *Representative* : Représentent un ensemble de scénarios



# *Radiative Concentration Pathways (RCP) ?*

- *Representative* : Représentent un ensemble de scénarios
- *Concentration pathways* donc  $\neq$  scénarios intégrés "finaux"



# *Radiative Concentration Pathways (RCP) ?*

- *Representative* : Représentent un ensemble de scénarios
- *Concentration pathways* donc  $\neq$  scénarios intégrés "finaux"
- *Concentration* donc  $\neq$  émissions



# Éléments clefs



# Éléments clefs

- Scénarios représentatifs de concentration de GES jusqu'à 2100



# Éléments clefs

- Scénarios représentatifs de concentration de GES jusqu'à 2100
- Trajectoires possibles vers un forçage radiatif fixé en 2100

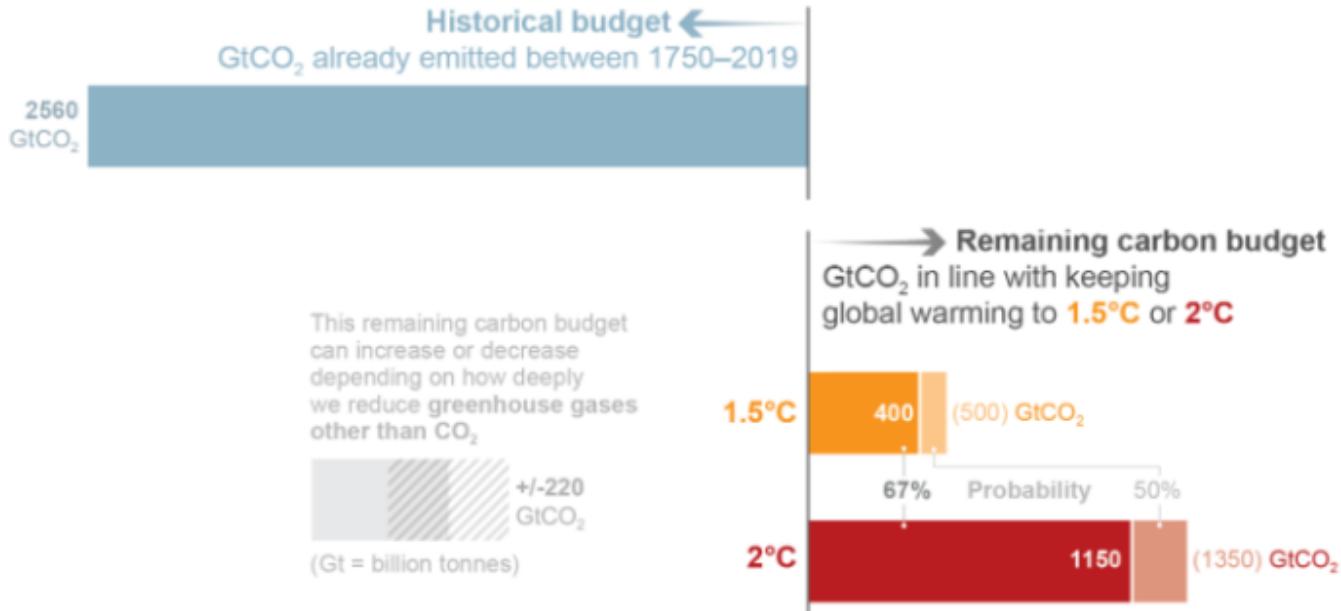


# Éléments clefs

- Scénarios représentatifs de concentration de GES jusqu'à 2100
- Trajectoires possibles vers un forçage radiatif fixé en 2100
- Caveat : pas (vraiment) de scénarisation de l'aspect socio-économique



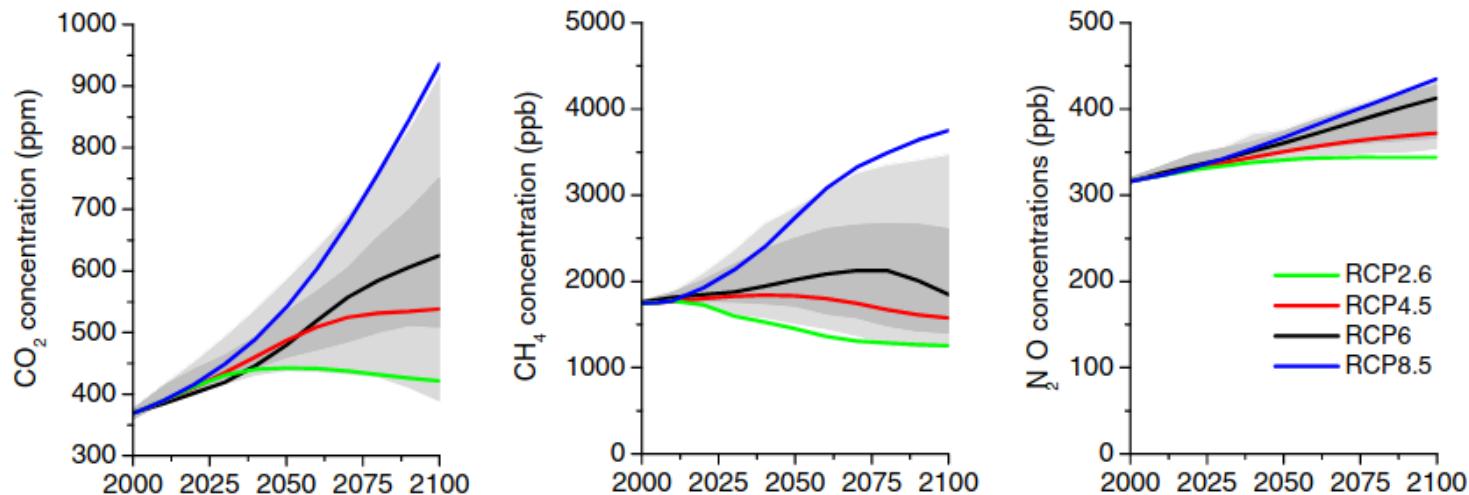
# Petit point "budget carbone"



Graphe issu de l'AR6



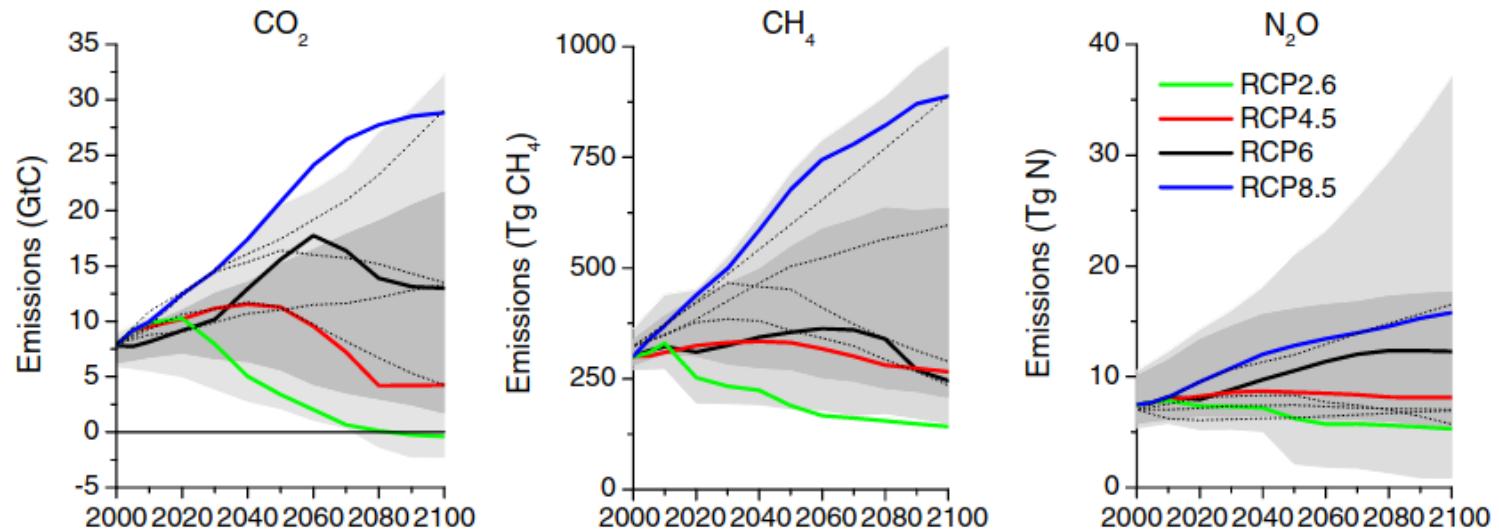
# Les RCP en images



**Fig. 9** Trends in concentrations of greenhouse gases. Grey area indicates the 98th and 90th percentiles (light/dark grey) of the recent EMF-22 study (Clarke et al. 2010)

Graphes issus de [Vuuren et al 2011]

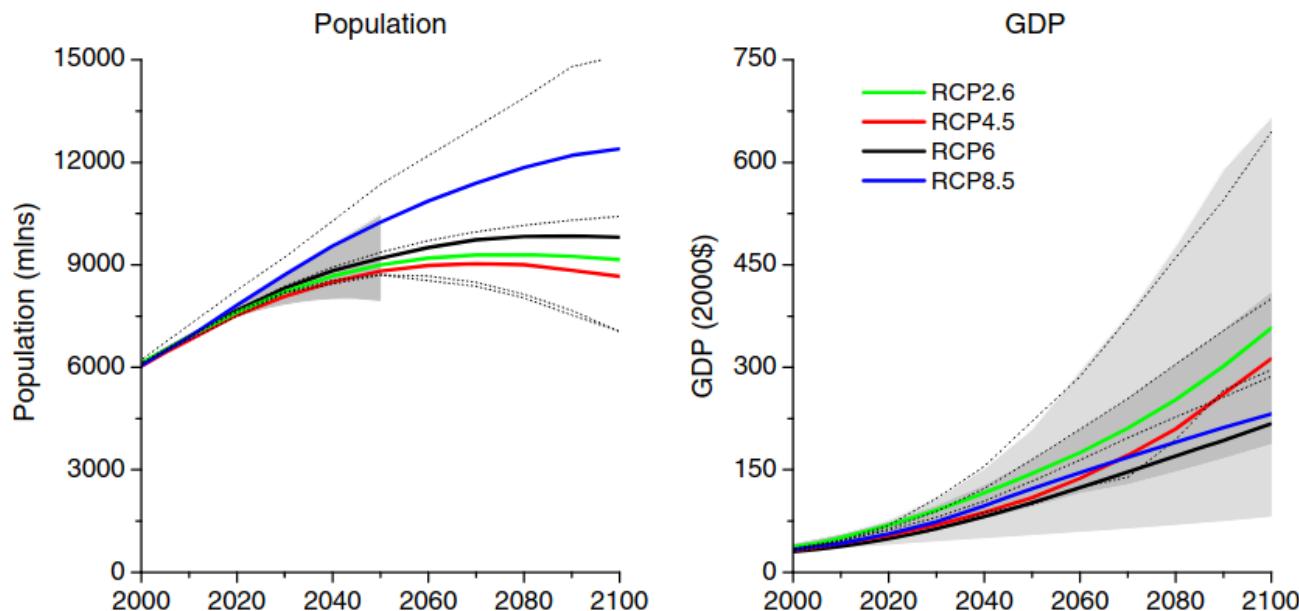
# Les RCP en image (2)



**Fig. 6** Emissions of main greenhouse gases across the RCPs. Grey area indicates the 98th and 90th percentiles (*light/dark grey*) of the literature (for references, see Figure 4). The dotted lines indicate four of the SRES marker scenarios. Note that the literature values are obviously not harmonized (see text)

Graphes issus de [Vuuren et al 2011]

# Les RCP en image (3)



**Fig. 2** Population and GDP projections of the four scenarios underlying the RCPs. Grey area for population indicates the range of the UN scenarios (low and high) (UN 2003). Grey area for income indicates the 98th and 90th percentiles (*light/dark grey*) of the IPCC AR4 database (Hanaoka et al. 2006). The dotted lines indicate four of the SRES marker scenarios

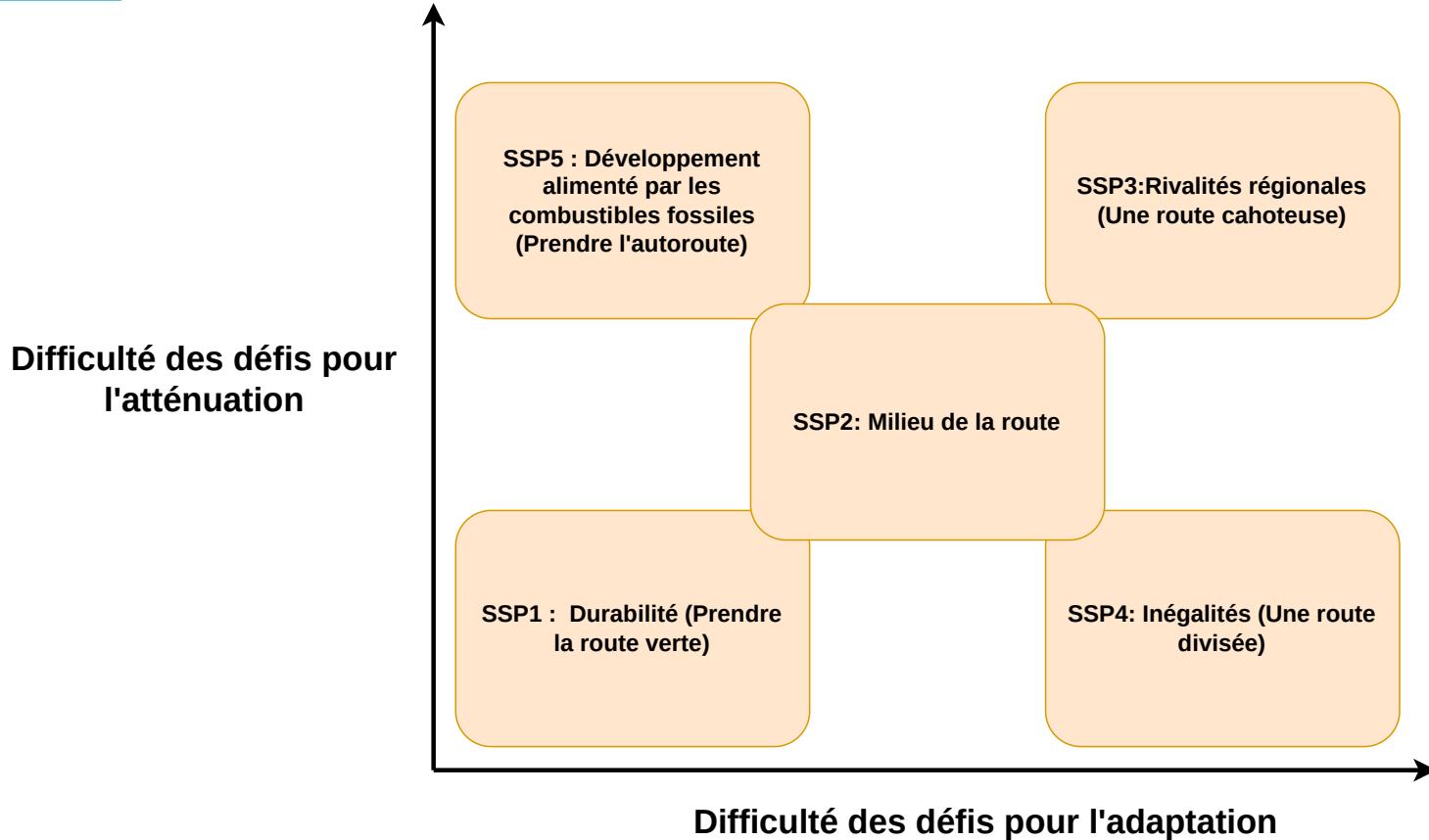
Graphes issus de [Vuuren et al 2011]



# Que sont les *Shared Socio-economic Pathways* (SSP) ?



# Vue d'ensemble



# Caractéristiques



Table 2.3 | Key Characteristics of the Five Shared Socio-Economic Pathways (SSPs) (O'Neill et al., 2017).

Socio-Economic Challenges to Mitigation	Socio-Economic Challenges to Adaptation		
	Low	Medium	High
High	<b>SSP5: Fossil-fuelled development</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• low population</li> <li>• very high economic growth per capita</li> <li>• high human development</li> <li>• high technological progress</li> <li>• ample fossil fuel resources</li> <li>• very resource intensive lifestyles</li> <li>• high energy and food demand per capita</li> <li>• economic convergence and global cooperation</li> </ul>		<b>SSP3: Regional rivalry</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• high population</li> <li>• low economic growth per capita</li> <li>• low human development</li> <li>• low technological progress</li> <li>• resource-intensive lifestyles</li> <li>• resource-constrained energy and food demand per capita</li> <li>• focus on regional food and energy security</li> <li>• regionalization and lack of global cooperation</li> </ul>
Medium		<b>SSP2: Middle of the road</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• medium population</li> <li>• medium and uneven economic growth</li> <li>• medium and uneven human development</li> <li>• medium and uneven technological progress</li> <li>• resource-intensive lifestyles</li> <li>• medium and uneven energy and food demand per capita</li> <li>• limited global cooperation and economic convergence</li> </ul>	
Low	<b>SSP1: Sustainable development</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• low population</li> <li>• high economic growth per capita</li> <li>• high human development</li> <li>• high technological progress</li> <li>• environmentally oriented technological and behavioural change</li> <li>• resource-efficient lifestyles</li> <li>• low energy and food demand per capita</li> <li>• economic convergence and global cooperation</li> </ul>		<b>SSP4: Inequality</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medium to high population</li> <li>• Unequal low to medium economic growth per capita</li> <li>• Unequal low to medium human development</li> <li>• unequal technological progress: high in globalized high-tech sectors, slow in domestic sectors</li> <li>• unequal lifestyles and energy /food consumption:</li> <li>• resource intensity depending on income</li> <li>• Globally connected elite, disconnected domestic work forces</li> </ul>



# Exemples de narratifs

## SSP1 : Durabilité (Prendre la route verte)

Le monde s'oriente progressivement, mais de manière généralisée, vers une voie plus durable, en mettant l'accent sur un développement plus inclusif qui respecte les limites environnementales perçues. La gestion des biens communs mondiaux s'améliore lentement, les investissements dans l'éducation et la santé accélèrent la transition démographique, et l'accent mis sur la croissance économique se transforme en un accent plus large sur le bien-être humain. Sous l'impulsion d'un engagement croissant en faveur de la réalisation des objectifs de développement, les inégalités se réduisent tant entre les pays qu'à l'intérieur de ceux-ci. La consommation est orientée vers une faible croissance matérielle et une moindre intensité en ressources et en énergie.

# Exemples de narratifs



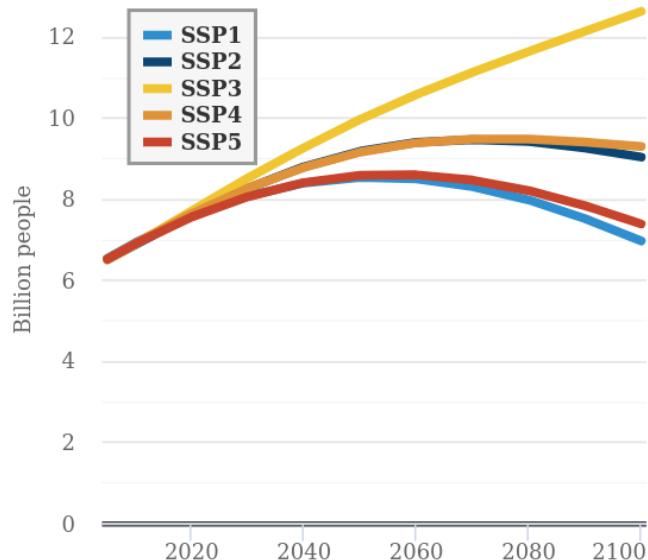
## SSP5 : Développement alimenté par les combustibles fossiles (Prendre l'autoroute)

Ce monde fait de plus en plus confiance aux marchés compétitifs, à l'innovation et aux sociétés participatives pour produire des progrès technologiques rapides et développer le capital humain comme voie vers le développement durable. Les marchés mondiaux sont de plus en plus intégrés. Il y a également de forts investissements dans la santé, l'éducation et les institutions pour améliorer le capital humain et social. Dans le même temps, la poussée du développement économique et social va de pair avec l'exploitation d'abondantes ressources en combustibles fossiles et l'adoption de modes de vie à forte intensité de ressources et d'énergie dans le monde entier. Tous ces facteurs entraînent une croissance rapide de l'économie mondiale, tandis que la population mondiale atteint un pic et décline au cours du 21e siècle. Les problèmes environnementaux locaux, comme la pollution atmosphérique, sont gérés avec succès. On croit en la capacité de gérer efficacement les systèmes sociaux et écologiques, y compris par la géo-ingénierie si nécessaire.

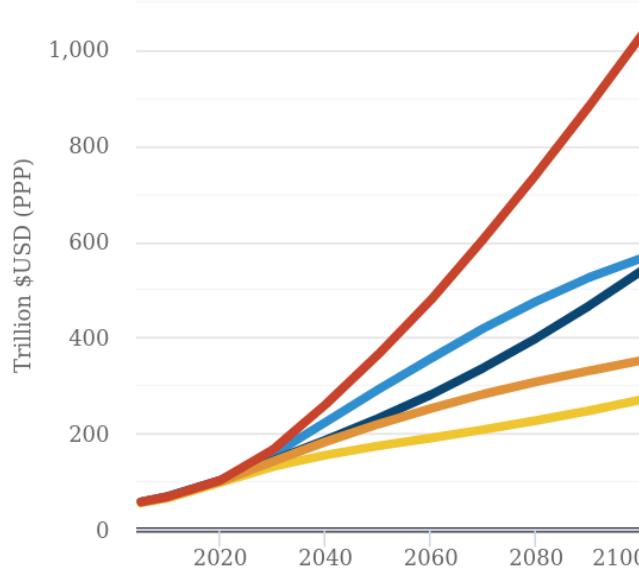


# Les SSP en images

Global population



Global GDP



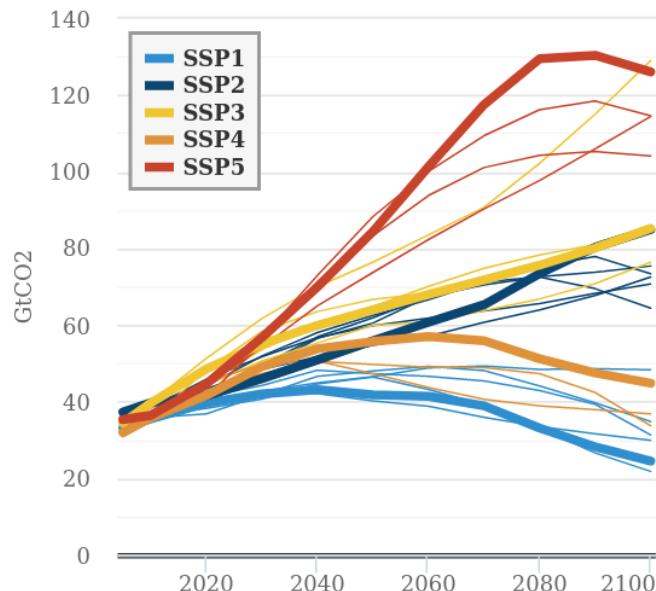
CB

Graphes issus de CarbonBrief

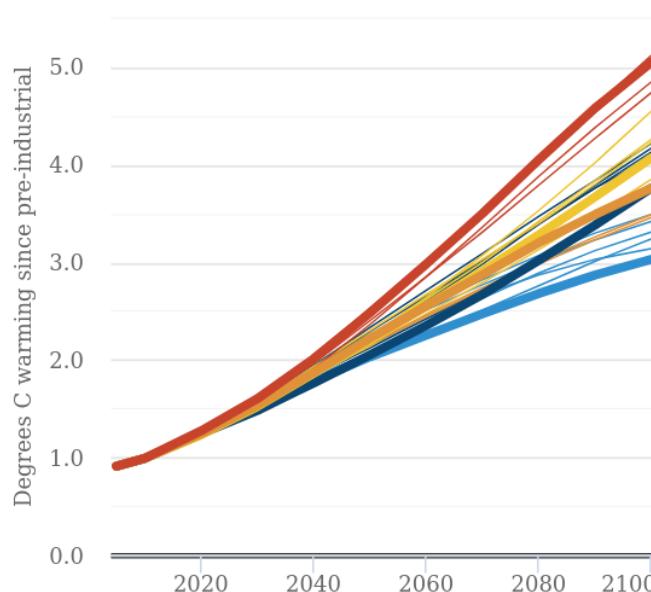


# Les SSP en images (2)

CO2 emissions for SSP baselines



Global mean temperature



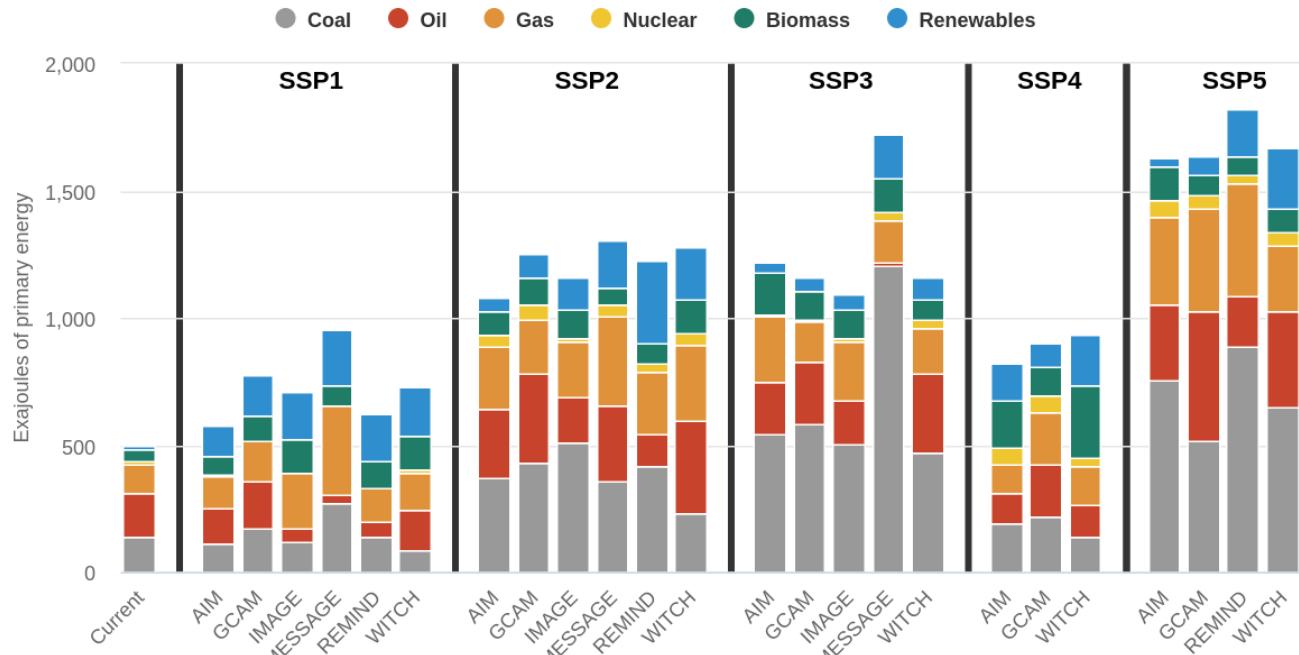
CB

## Graphes issus de CarbonBrief



# Les SSP en images (3)

Primary energy in 2100 by model for SSP baseline scenarios

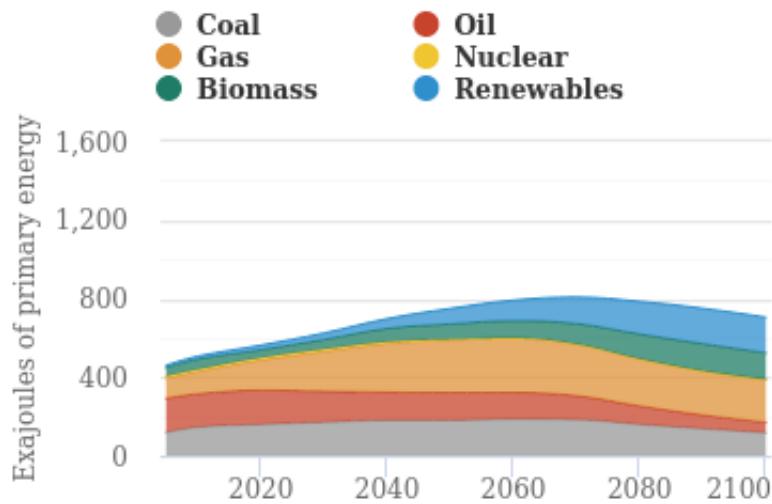


Graphes issus de CarbonBrief

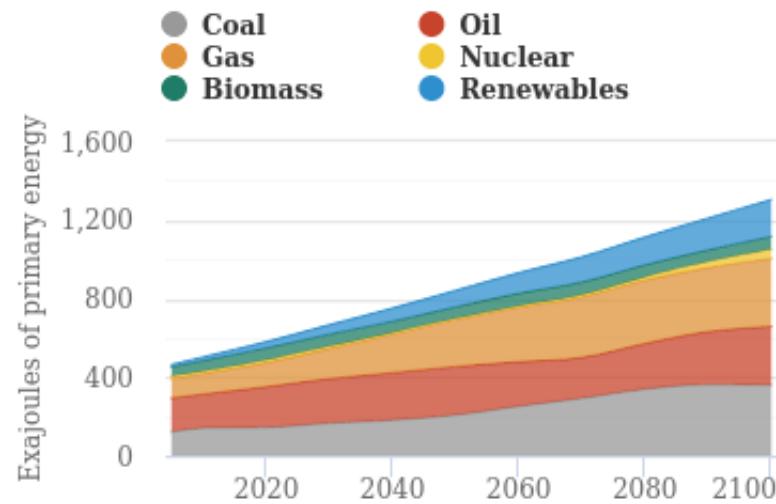


# Les SSP en images (4)

SSP1

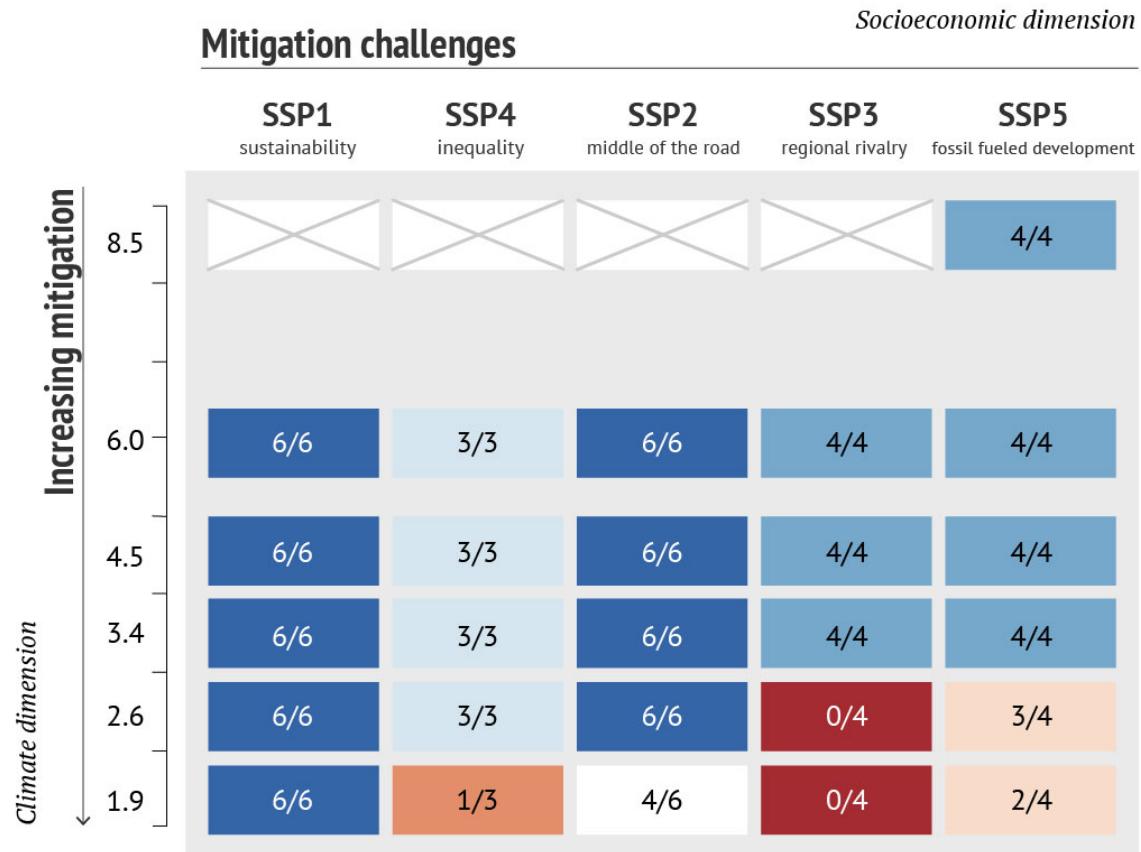


SSP2



Graphes issus de CarbonBrief

# Les SSP en images (5)



SSP = Shared Socioeconomic Pathway. Source: Rogelj et al (2018).

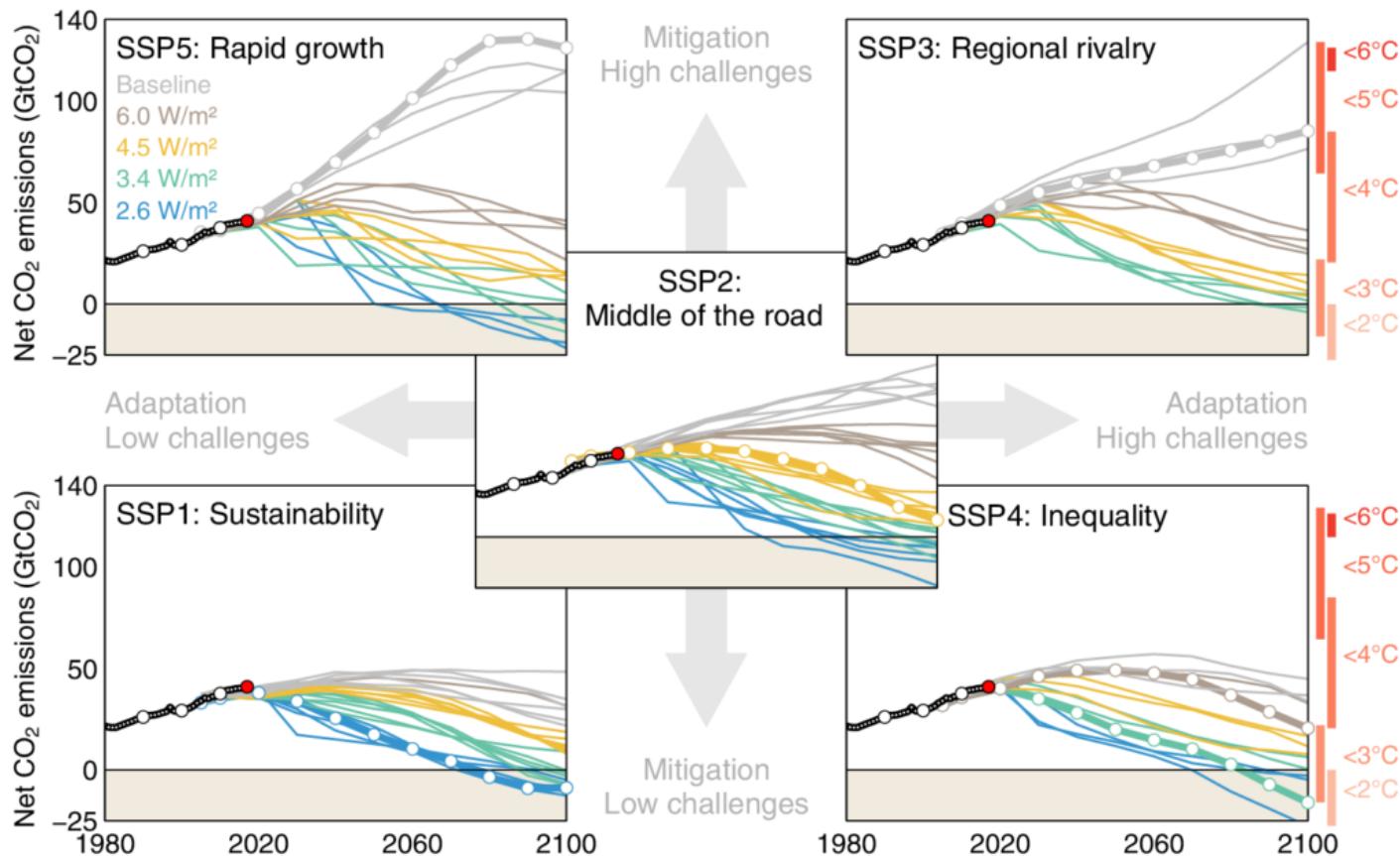


Graphes issus de CarbonBrief

Centre international de recherche

v.centre-cired.fr Twitter: @cired8568

# Les SSP en images (6)



Global Carbon Project

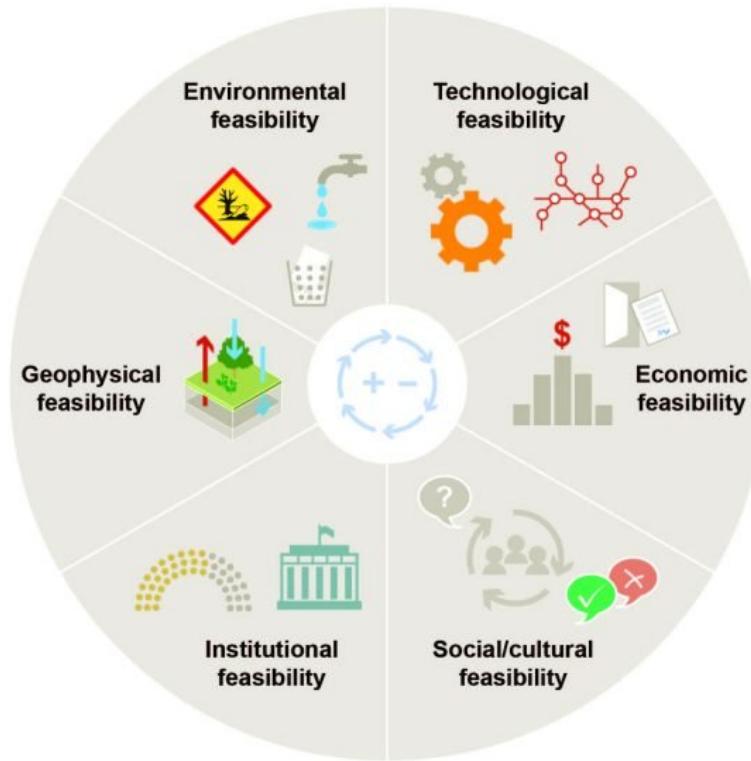
## Graphes issus de CarbonBrief

Centre international de recherche sur l'environnement et le développement — Unité mixte de recherche CNRS - ENPC - EHESS - AgroParisTech - Cirad — [www.centre-cired.fr](http://www.centre-cired.fr) Twitter: @cired8568

# Un point sur la faisabilité

## FAQ4.1: The different feasibility dimensions towards limiting warming to 1.5°C

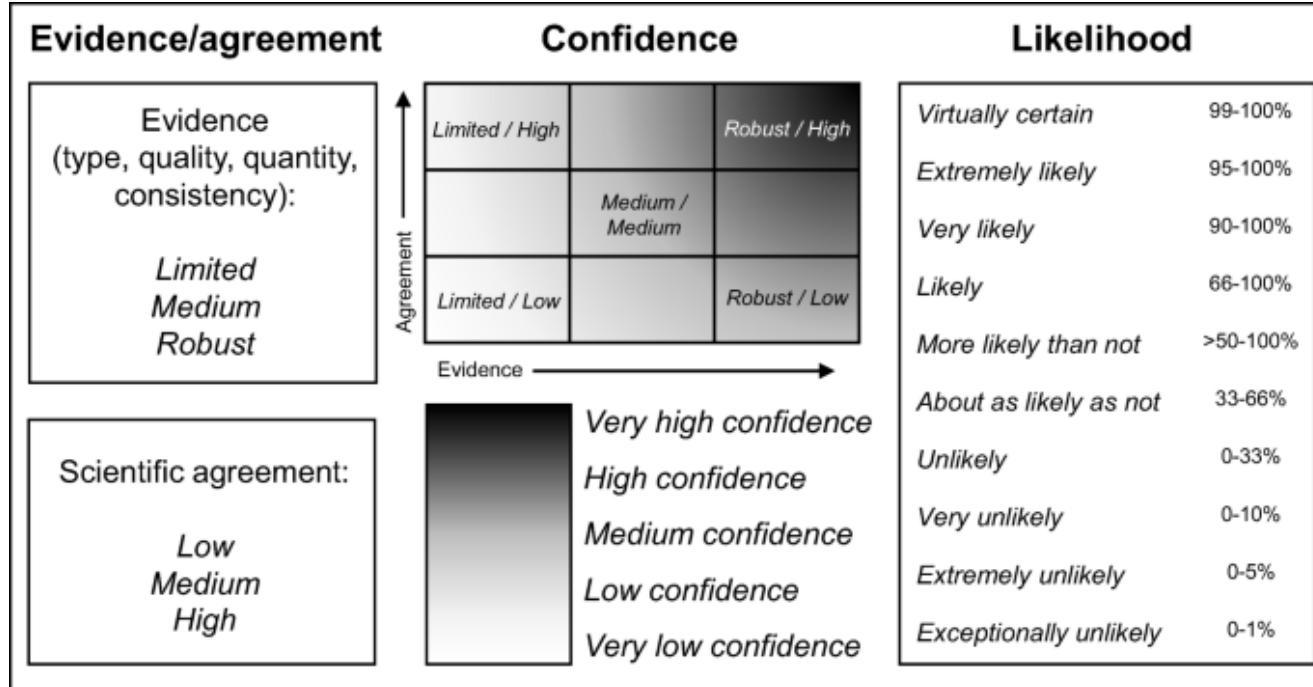
Assessing the feasibility of different adaptation and mitigation options/actions requires consideration across six dimensions.



Source: IPCC - SR 1.5°C

Centre international de recherche sur l'environnement et le développement — Unité mixte de recherche CNRS - ENPC - EHESS - AgroParisTech - Cirad — [www.centre-cired.fr](http://www.centre-cired.fr) Twitter: @cired8568

# Un point sur les incertitudes



Source : Janzwood, S. Confident, likely, or both? The implementation of the uncertainty language framework in IPCC special reports. 2020



# Un point sur les "émissions négatives"

Ici & ici

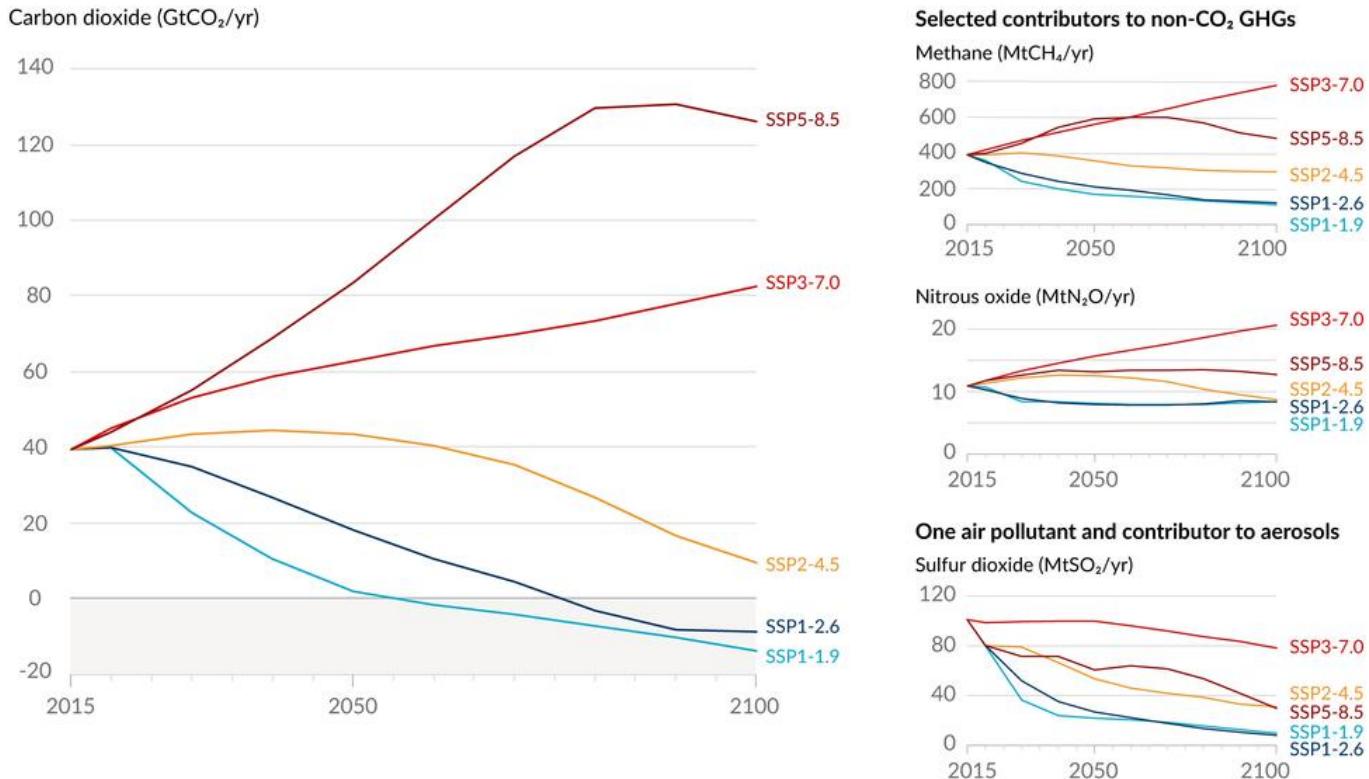


# Les impacts dans les derniers rapports du GIEC

# Les scénarios choisis pour l'AR6

**Future emissions cause future additional warming, with total warming dominated by past and future CO<sub>2</sub> emissions**

a) Future annual emissions of CO<sub>2</sub> (left) and of a subset of key non-CO<sub>2</sub> drivers (right), across five illustrative scenarios





# Lecture de figures

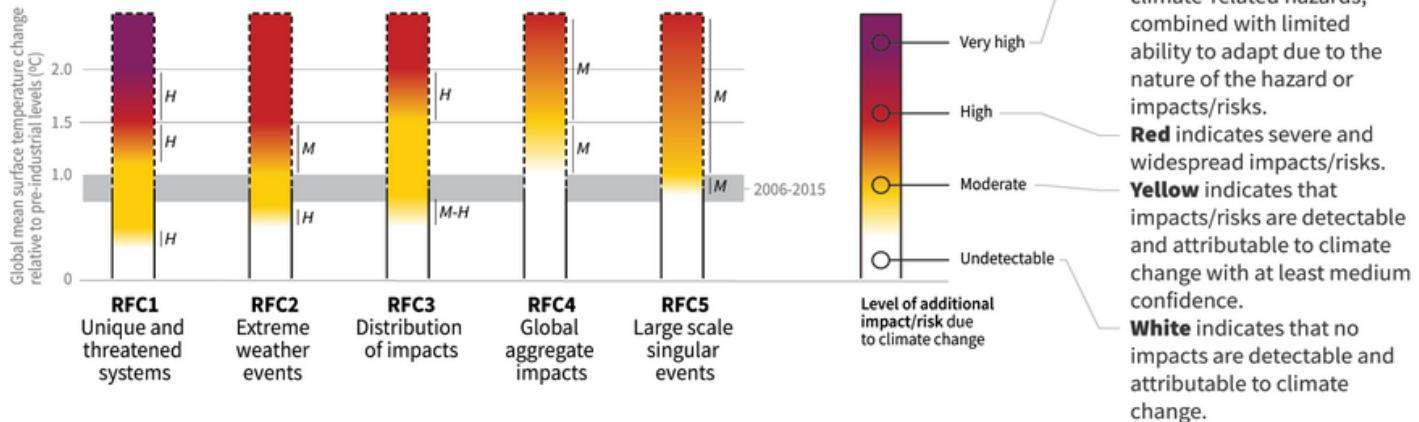


# (Quelques) impacts (AR5)

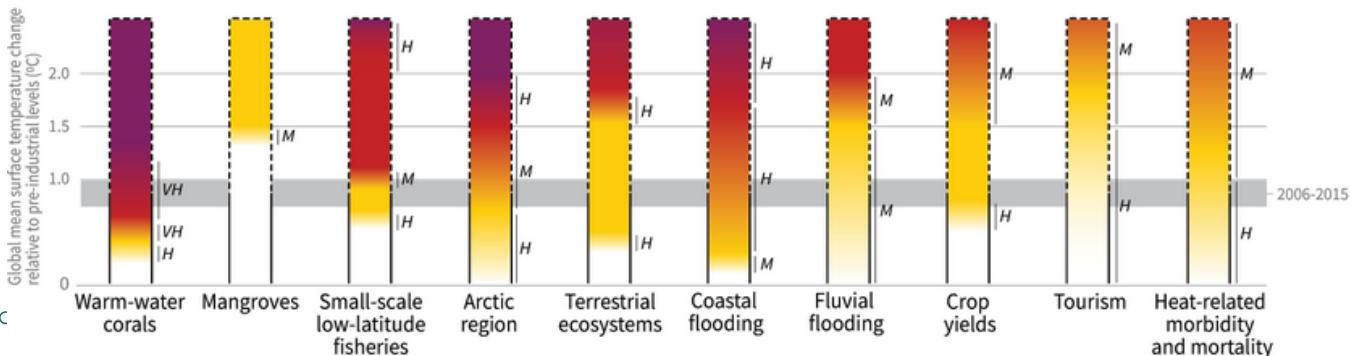
# Les Reasons For Concerns

Five Reasons For Concern (RFCs) illustrate the impacts and risks of different levels of global warming for people, economies and ecosystems across sectors and regions.

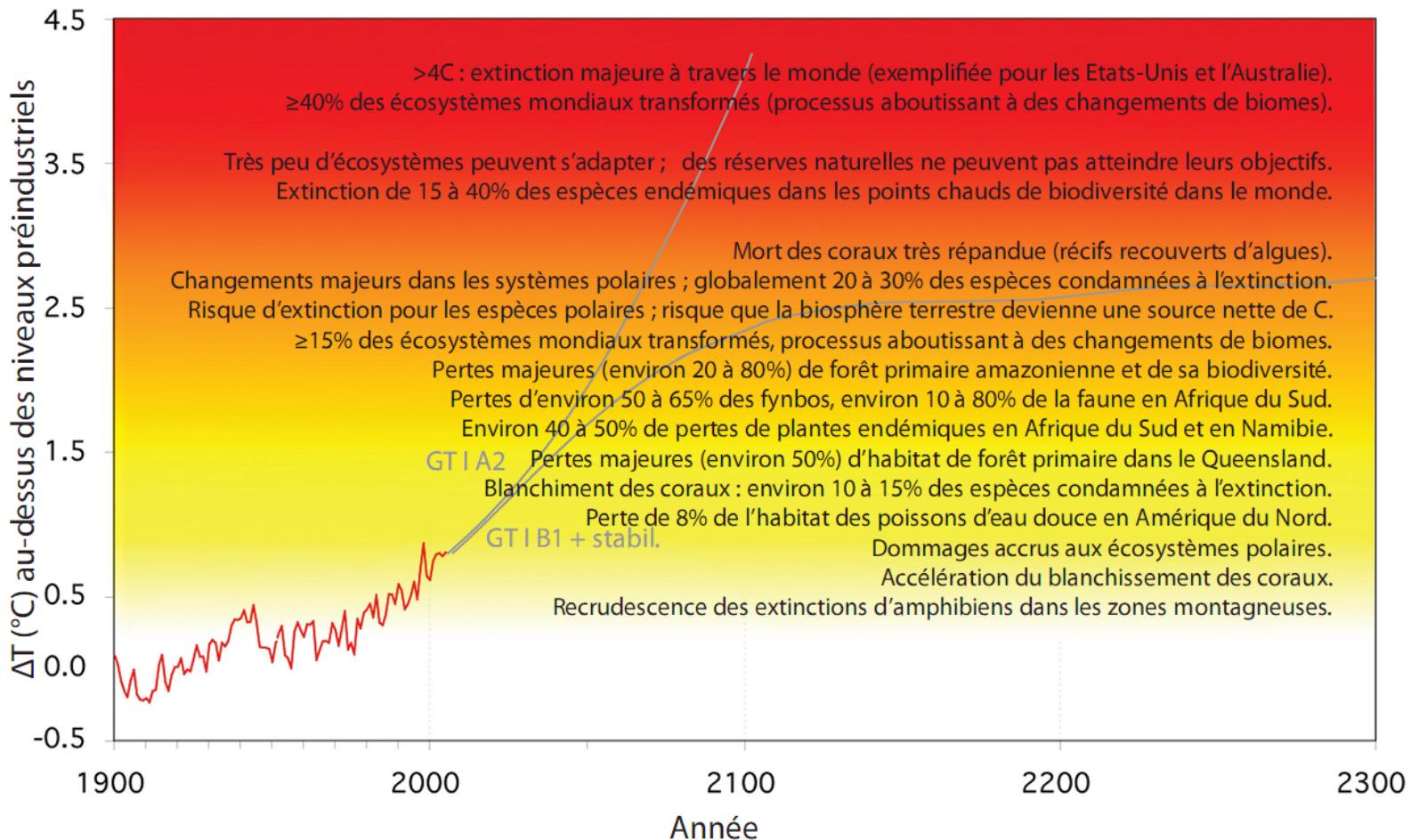
## Impacts and risks associated with the Reasons for Concern (RFCs)



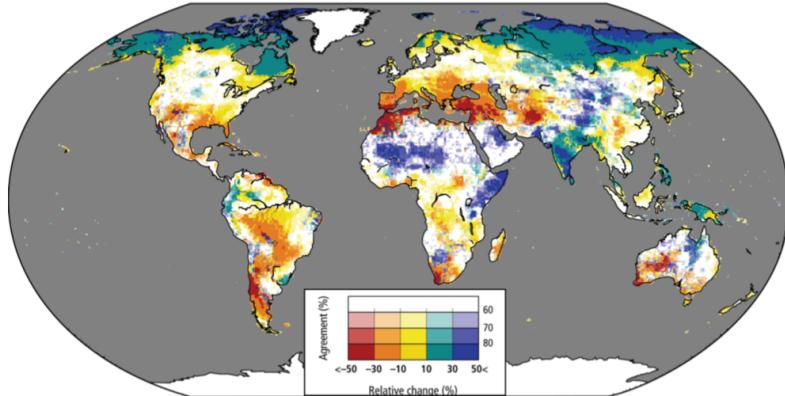
## Impacts and risks for selected natural, managed and human systems



# Impacts sur les écosystèmes

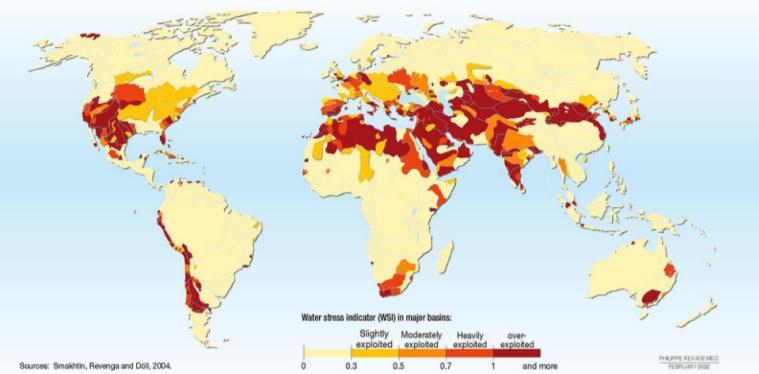


# Impacts sur la disponibilité de l'eau



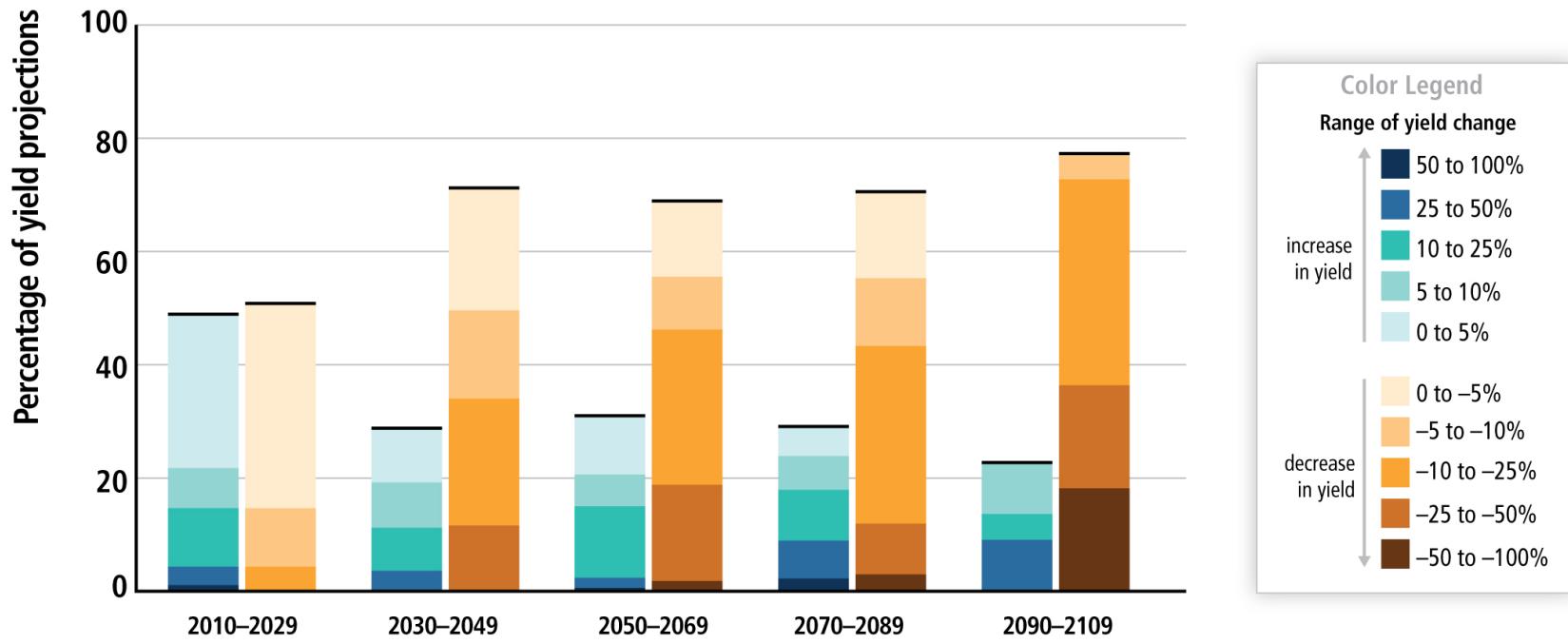
Percentage change of  
mean annual streamflow for  
**a global mean  
temperature rise of 2°C**  
above 1980–2010 (2.7°C  
above pre-industrial).

**Present day water stress**  
indicator (ratio water  
consumed/water available)





# Impacts sur les rendements

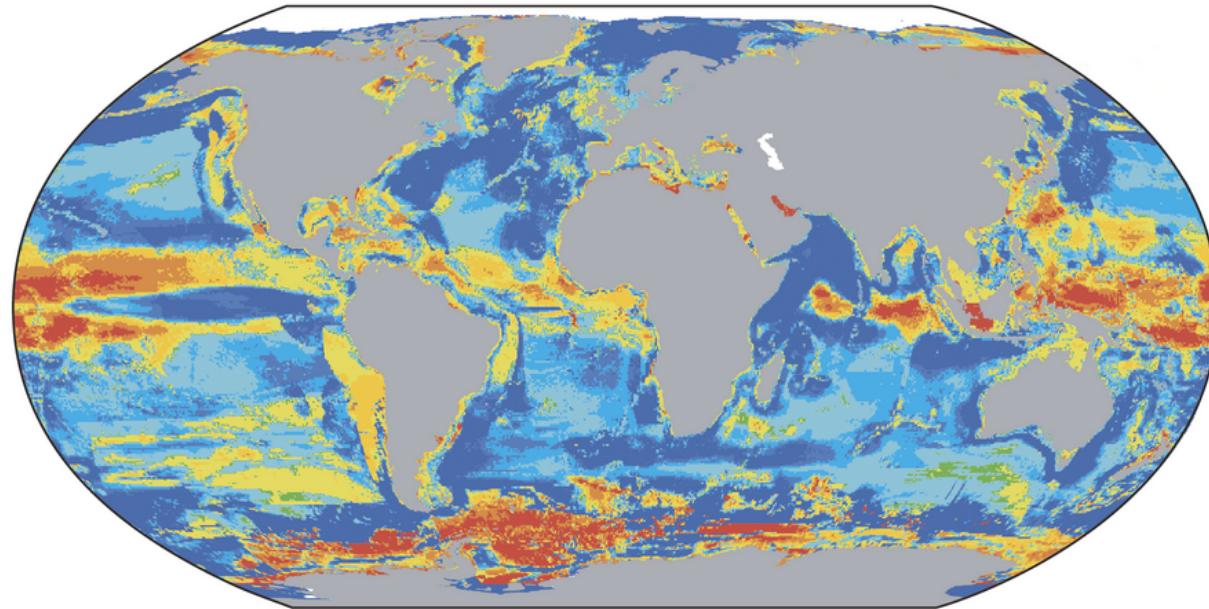
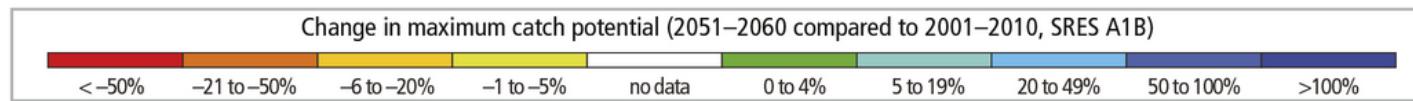


Source : IPCC, AR5

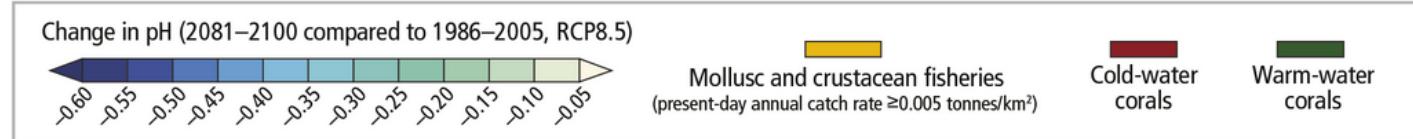
# Impacts sur les ressources marines



(a)



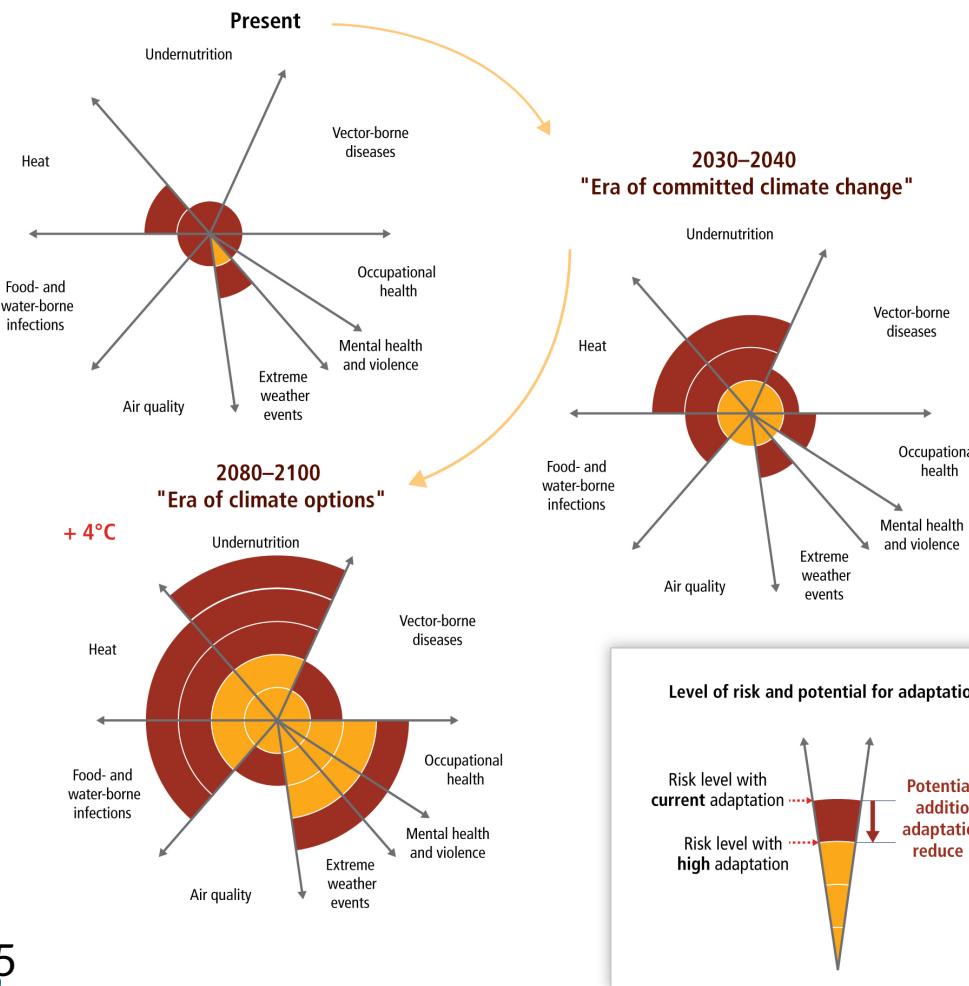
(b)



Source : IPCC, AR5

Centre interdisciplinaire de recherche sur l'environnement et le développement — Unité mixte de recherche CNRS - ENPC - EHESS - AgroParisTech - Cirad — [www.centre-cired.fr](http://www.centre-cired.fr) Twitter: @cired8568

# Impacts sur la santé



Source : IPCC, AR5

Centre international de recherche sur l'environnement et le développement durable

www.centre-cired.fr Twitter: @cired8568



# Conclusions & ouverture



# Conceptuelles



# Conceptuelles

- Les scénarios sont des outils essentiels pour appréhender le changement climatique



# Conceptuelles

- Les scénarios sont des outils essentiels pour appréhender le changement climatique
- Ce sont des objets complexes résultant de la collaboration de nombreuses disciplines



# Conceptuelles

- Les scénarios sont des outils essentiels pour appréhender le changement climatique
- Ce sont des objets complexes résultant de la collaboration de nombreuses disciplines
- Leur objectif est de décrire les trajectoires plausibles en prenant en compte les nombreuses incertitudes, afin d'aider la prise de décisions dans le contexte du changement climatique



# "Pratiques"

Les impacts du changement climatique sont intimement liés à l'évolution de nos sociétés (et inversement)



# "Pratiques"

Les impacts du changement climatique sont intimement liés à l'évolution de nos sociétés (et inversement)

Ils sont nombreux, transversaux, et souvent amplificateurs de problèmes pré-existant



# "Pratiques"

Les travaux du GIEC sont des supports incontournables pour les politiques d'atténuation et d'adaptation



# "Pratiques"

Les travaux du GIEC sont des supports incontournables pour les politiques d'atténuation et d'adaptation

**Il faut lire les SPM !**



# "Pratiques"

Des trajectoires d'atténuation et adaptation "désirables"  
existent ...



# "Pratiques"

Des trajectoires d'atténuation et adaptation "désirables"  
existent ...

... mais requiert des politiques ambitieuses !



Merci à Céline Guivarc'h, Florian Leblanc et  
Vincent Viguie pour avoir partagé leur diapos



# Ressources

- <https://www.ipcc.ch/> & <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>
- <https://www.hautconseilclimat.fr/>
- <https://www.carbonbrief.org/>
- <https://bonpote.com/les-meilleures-sources-sur-lenvironnement-et-le-climat-tous-niveaux-confondus/>