

Le Groupe d'expert intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

Fanny Pouyet
fanny.pouyet@universite-paris-saclay.fr
Semestre 6 - 2025
Cours n°1

Université Paris-Saclay,
L3 Informatique,
UE Projet



Plan

GIEC

Le Groupe de Travail n°1

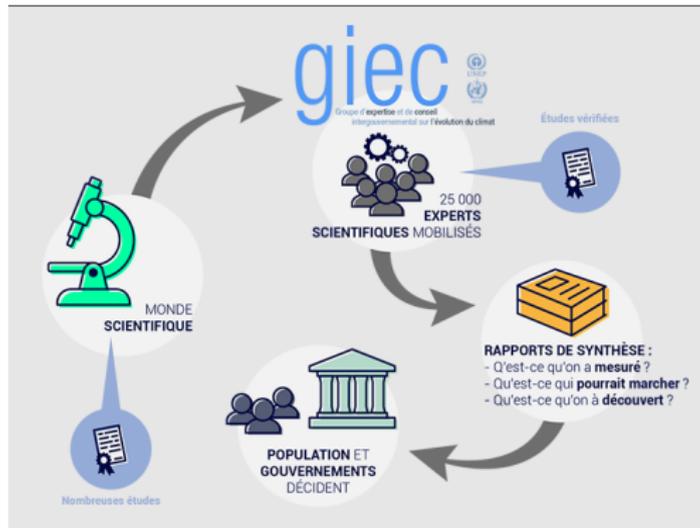
Le Groupe de Travail n°2

Science Ouverte

GIEC: Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat

- ▶ On parle aussi d'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).
- ▶ Le GIEC évalue l'information scientifique (et technique et socio-économique) en rapport avec la question du changement climatique **de manière objective et méthodique**.
- ▶ Les rapports sont écrits à partir de la synthèse des recherches effectuées par des scientifiques, des experts ou des organismes et publiées dans des revues scientifiques.

Structure du GIEC



Depuis 1988, le GIEC étudie et synthétise l'état des connaissances scientifiques et techniques sur le sujet.

Budget de 6 millions d'euros en 2024 (comparé au budget de l'Université Paris-Saclay qui est de 1,5 milliard par an).

Président James Skea (UK) depuis juillet 2023.

Objectifs du GIEC

- ▶ "La compréhension des fondements scientifiques du changement climatique provoqué par l'homme doit permettre d'en établir les conséquences et d'envisager des stratégies d'adaptation et d'atténuation." (source: <https://www.ecologie.gouv.fr/>)
- ▶ Décrire le **consensus** de la communauté scientifique.
- ▶ Identifier les limites dans les connaissances ou l'interprétation des résultats.
- ▶ Les principales contributions du GIEC sont les rapports d'évaluation, qui sont publiés environ tous les cinq à sept ans.

Les groupes de travail du GIEC : 3+1

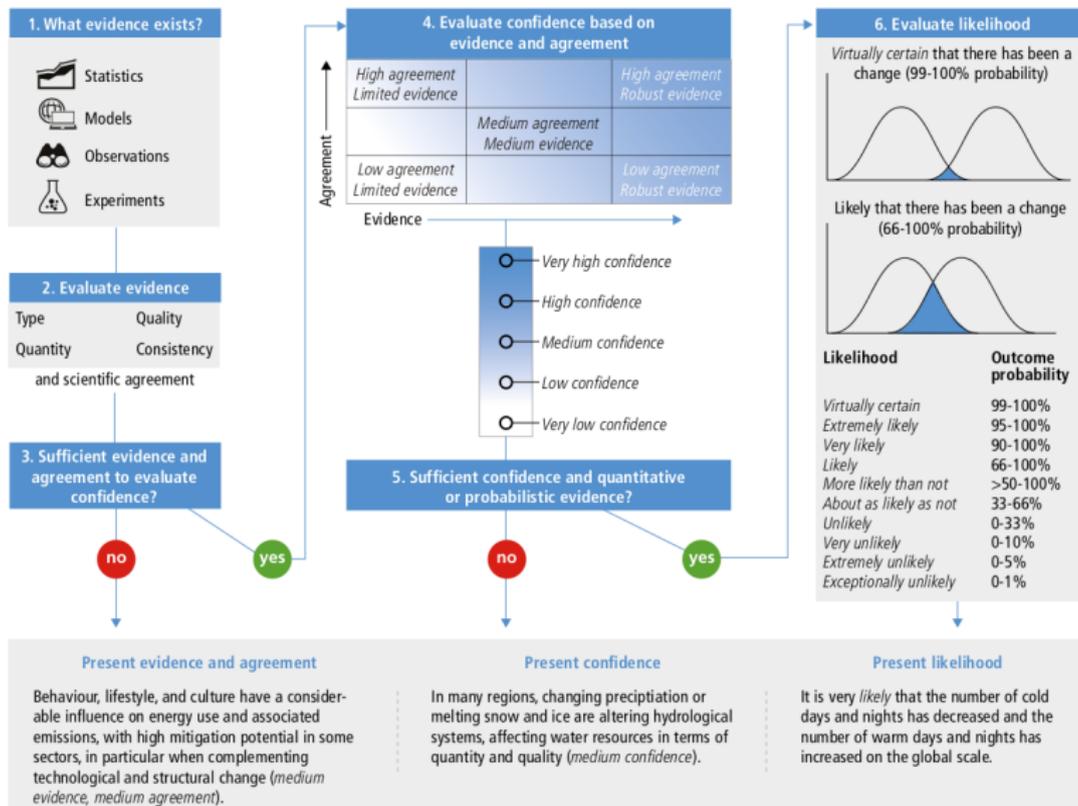
Chaque groupe a une spécialité:

- Gp 1 Compréhension et évolution du système climatique (aspects physiques)
 - Gp 2 Conséquences sur et adaptation des systèmes socio-économiques et naturels (aspects biologiques et sociétaux)
 - Gp 3 Atténuation des changements climatiques par la réduction des émissions de gaz à effet de serre (les solutions).
- +1 Une équipe spéciale développe un guide méthodologique pour le suivi des émissions de GES. L'usage d'une telle référence commune favorise les travaux de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques.

Les groupes de travail sont composés de scientifiques s'engageant bénévolement comme experts (environ 8 mois d'équivalent temps plein répartis sur 3 ans).

Méthodologie : les niveaux de confiance

Evaluation and communication of degree of certainty in AR5 and AR6 findings



Plan

GIEC

Le Groupe de Travail n°1

Le Groupe de Travail n°2

Science Ouverte

Le Groupe de Travail n°1: Evolution du climat

Étude de la température de surface globale passée et future **par rapport à 1850-1900** (les 1ères observations fiables avec une couverture géographique suffisante)

- ▶ L'influence humaine sur le système climatique est un fait établi.
- ▶ Relation presque linéaire entre les émissions cumulées de CO_2 et l'augmentation de la température.
- ▶ Depuis 2012, un fort réchauffement a été observé. Les dernières années (depuis 2016) sont les plus chaudes dans l'enregistrement instrumental depuis au moins 1850 (confiance élevée).

En 2024: le $+1.5^{\circ}C$ a été atteint pour la première fois.

CMIP: coupled model intercomparison project

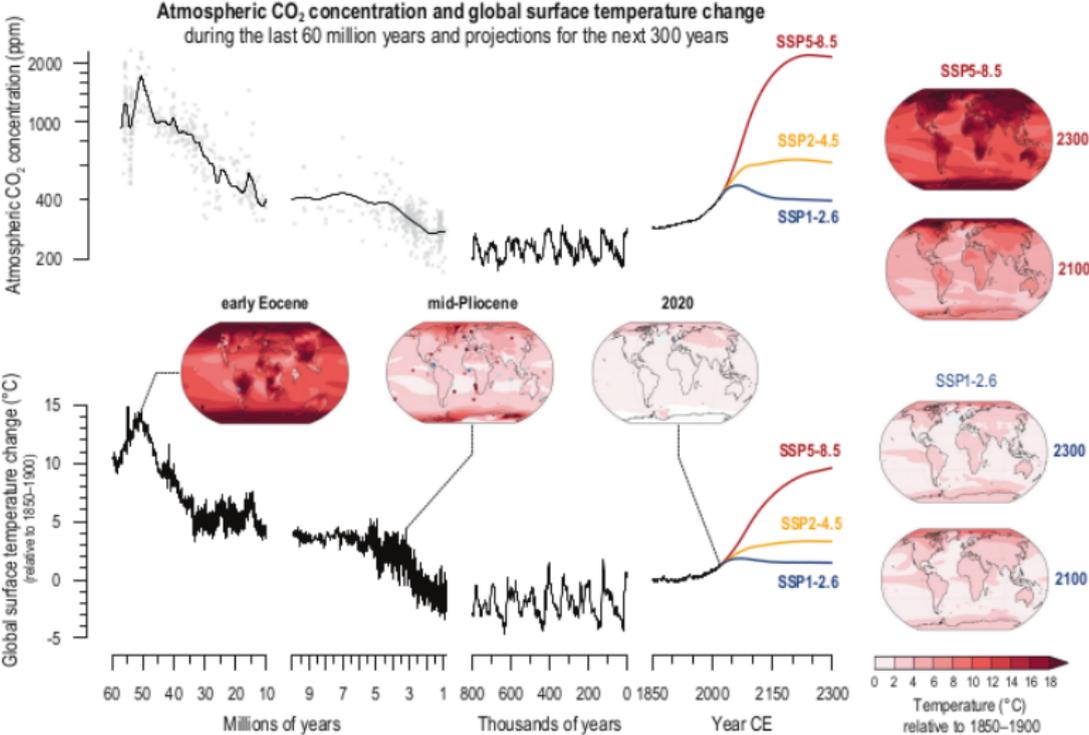
- ▶ Le CMIP (Coupled model intercomparison project) réalise des simulations climatiques et estime l'incertitude due à l'imperfection des modèles.



Figure 1 : L'"aléa climatique" est une des trois composantes du risque physique (Carbone 4 à partir d'OCARA).

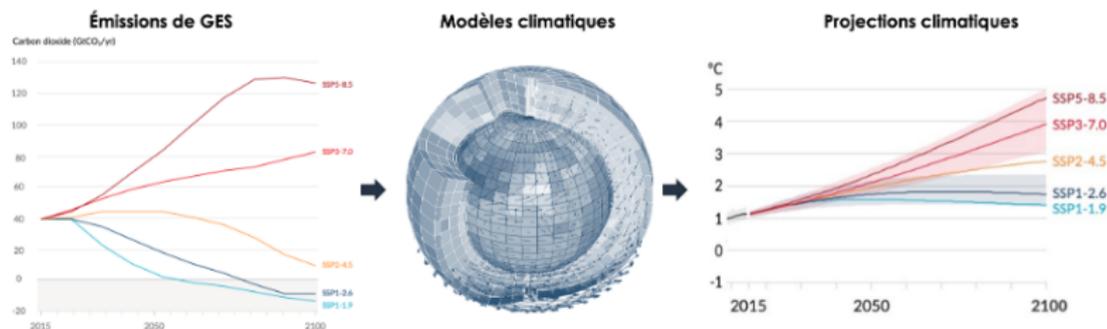
- ▶ Projet débuté en 1997 par le programme mondial de recherche sur le climat (WCRP).
- ▶ 20 centres de recherche climatiques dans le monde travaillent sur près de 50 modèles.

Evolution du climat : passé et futur

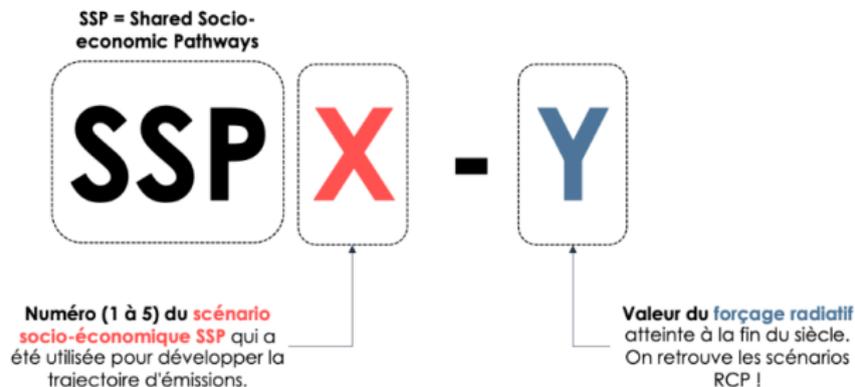


Modèles SSP et projections climatiques

Les projections climatiques estiment les probabilités d'observer tel ou tel changement sur une période temporelle (généralement 20 ans), dans un scénario prospectif pour un lieu donné. Ce ne sont pas des prévisions météo.



Les scénarios Shared Socio-economic Pathways, SSPX-Y



Exemple SSP2-4.5 :

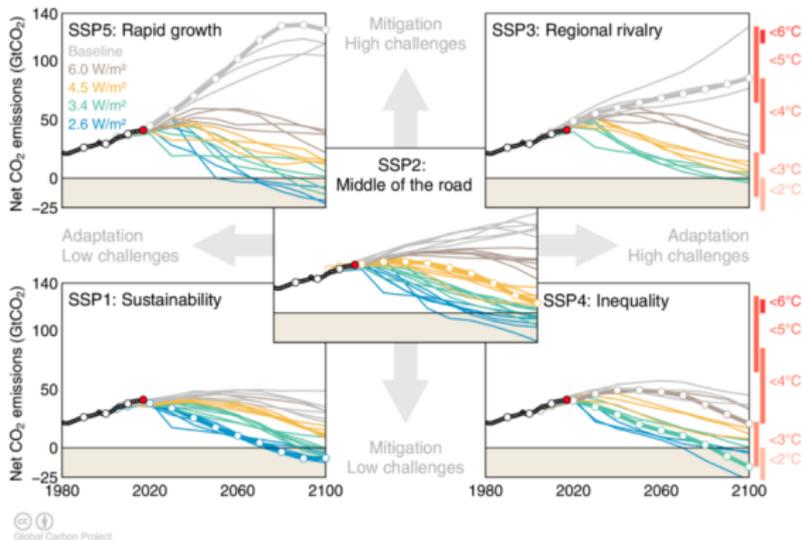
- 2 les hypothèses socio-économiques sont compatibles avec un scénario tendanciel (SSP2)
- 4.5 Cette trajectoire d'émissions induit un forçage radiatif de 4.5W/m² en 2100, soit un niveau de réchauffement d'environ 2,7°C par rapport à la période préindustrielle.

Le forçage radiatif

À température constante, la Terre émet autant d'énergie qu'elle en reçoit. Le forçage radiatif est la différence entre la puissance radiative reçue (les rayons du soleil, l'effet de serre...) et celle émise (radiations de la Terre, des plantes...). Un forçage radiatif positif (plus d'énergie reçue qu'émise) réchauffe donc le système.



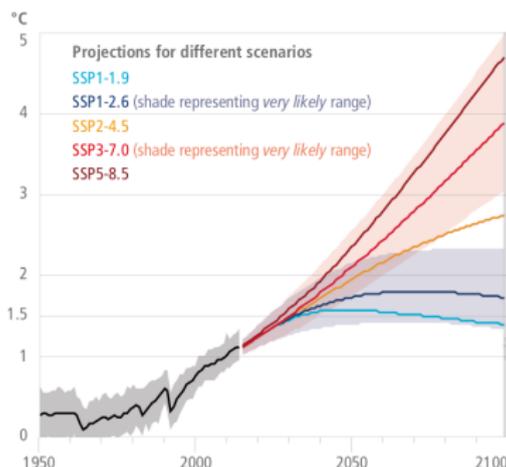
Les principaux scénarios SSP utilisés par le GIEC



En plus de la concentration en GES, les SSP décrivent des évolutions possibles de la société selon 5 scénarios avec des hypothèses de population, éducation, urbanisation, PIB...

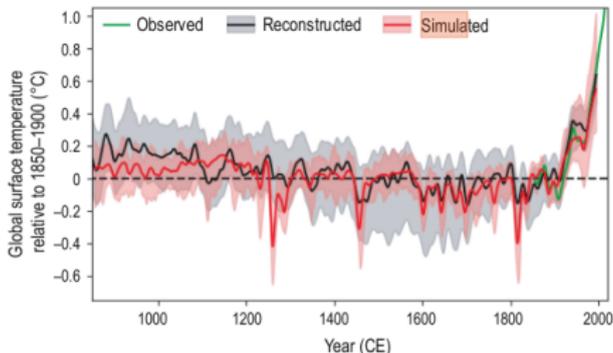
Les 5 scénarios principaux du GIEC

- ▶ Deux scénarios avec des émissions de GES élevées et très élevées SSP3-7.0 et SSP5-8.5 (probable à court terme, sans limite en énergie fossile)
- ▶ Un scénario avec des émissions de GES intermédiaires : SSP2-4.5 ("business as usual")
- ▶ Deux scénarios avec des émissions de GES très faibles et faibles : SSP1-1.9 et SSP1-2.6 (diminuation des émissions à partir de 2020, peu probable)



Modèles climatiques: dépassement des 1,5°C

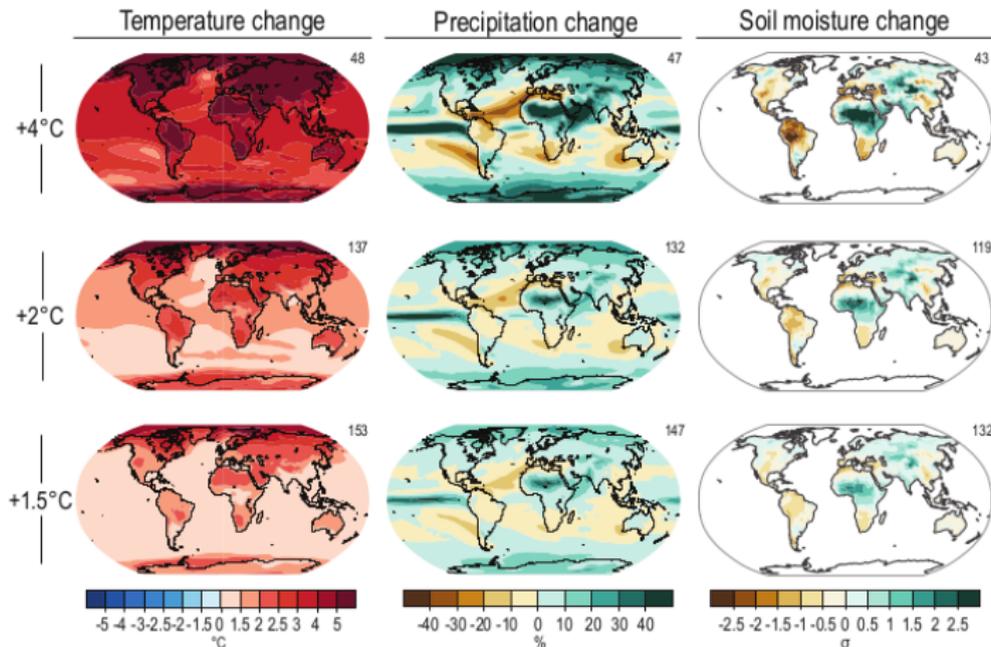
- ▶ L'augmentation de la température de surface de la Terre est de 1,09°C [0,95 à 1,20] en 2011-2020 par rapport à 1850-1900.
- ▶ Il y a plus de 50% de vraisemblance que le réchauffement climatique dépasse 1,5°C d'ici 20 ans, même pour les scénarios les plus optimistes (évolution probable du climat, réponses envisagées et absence d'éruption volcanique majeure).



Température de surface mondiale selon des enregistrements indirects (reconstruits) et des modèles climatiques (simulés)

Evolution du climat: des impacts hétérogènes

(b) Patterns of change in near-surface air temperature, precipitation and soil moisture



Plan

GIEC

Le Groupe de Travail n°1

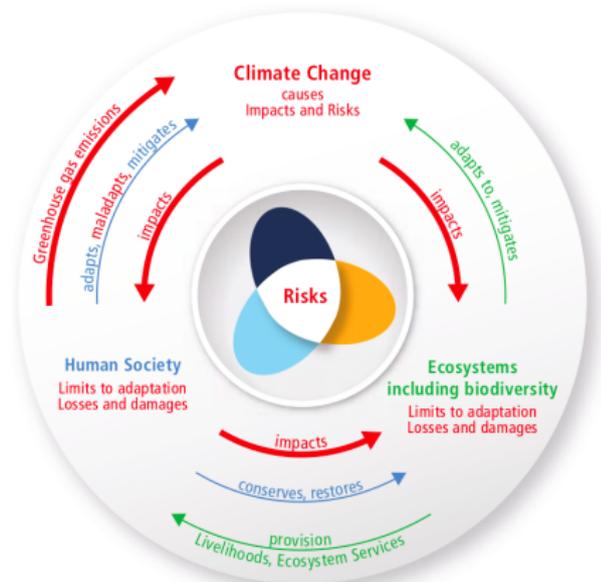
Le Groupe de Travail n°2

Science Ouverte

Le Groupe de Travail n°2: Impact sur notre futur

Interdépendances entre les écosystèmes naturels (terrestres, océaniques, côtiers et d'eau douce) et notre société (urbain, rural, industries).

(a) Main interactions and trends



The risk propeller shows that risk emerges from the overlap of:



Impact sur nos sociétés

En plus des aléas climatiques, nos sociétés sont exposées et vulnérables à:

- ▶ la perte de la biodiversité
- ▶ la consommation non durable des ressources naturelles
- ▶ la dégradation des écosystèmes
- ▶ l'urbanisation rapide
- ▶ la démographie humaine
- ▶ les inégalités sociales et économiques
- ▶ les pandémies et épidémies

De quoi parle-t-on temporellement ?

Les risques sont évalués pour 3 périodes futures et sont comparées à la période préindustrielle 1850-1900:

- ▶ le futur proche (2021-2040)
- ▶ le moyen terme (2041-2060)
- ▶ le long terme (2081-2100)

- **Adaptation** : le processus d'ajustement au climat réel et à ses effets ; l'intervention humaine peut faciliter cela voire tirer parti d'opportunités bénéfiques.
 - **Limite d'adaptation stricte** : Aucune action d'adaptation n'est possible pour éviter les risques intolérables.
 - **Limite d'adaptation souple** : Des options peuvent exister mais ne sont actuellement pas déployables telles quelles pour éviter les risques intolérables.
- **Résilience**: décrit la capacité de maintenir une fonction, une identité et une structure essentielles, mais aussi la capacité de transformation.
- **Efficacité** : mesure pour une action la réduction de vulnérabilité et des risques liés au climat, l'augmentation la résilience et évite la maladaptation.

Glossaire 2

- **Connaissances** : regroupent celles scientifiques, autochtones et locales pour comprendre et évaluer les processus d'adaptation au climat et les actions visant à réduire les risques liés au changement climatique induit par l'homme.
- **Justice climatique** comprend 3 principes : la *justice distributive* (répartition des charges et des avantages entre les individus, les nations et les générations) ; la *justice procédurale* (qui décide et participe à la prise de décision) ; et la *reconnaissance* (considération des diverses cultures).

Le reste sur le Groupe II la semaine prochaine...

La semaine prochaine on abordera les risques et atténuations identifiées par le GIEC (Groupe n°2).

Plan

GIEC

Le Groupe de Travail n°1

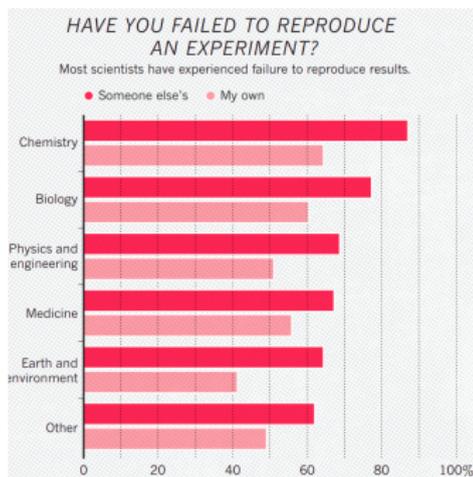
Le Groupe de Travail n°2

Science Ouverte

Que faire dans cette UE ?

1. Le rapport du GIEC n'est pas pessimiste, il fournit aussi de nombreuses pistes pour s'adapter.
2. En tant que L3 d'Informatique, vous avez les outils pour illustrer ce rapport à l'aide d'exemples judicieusement choisis.
3. Pour cela, vous aurez besoin de données à analyser
4. Les outils développés dans l'optique de la science ouverte tombent à pic pour notre UE!

Crise de la reproductibilité



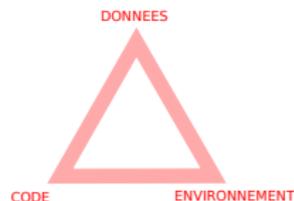
Baker, 2016

Les causes de cette crise sont entre autres :

- ▶ Logiciels différents, ou de différentes versions
- ▶ Falsification des résultats ou biais cognitif
- ▶ Données ou scripts inaccessibles ou datés
- ▶ Protocoles expérimentaux pas assez rigoureux

La reproductibilité: un problème du XXI siècle

- ▶ La reproductibilité est importante en science : sans elle, on ne peut pas réutiliser ni confirmer les résultats !
- ▶ Le contrôle et le partage de l'environnement est essentiel pour s'assurer de la reproductibilité
- ▶ Les ordinateurs sont un bon outil de la reproductibilité, à condition d'être rigoureux sur plusieurs axes :



- ▶ En bioinformatique, il existe des langages de workflow (nextflow ou snakemake) pour s'assurer non seulement de la reproductibilité, mais aussi de la réutilisation par d'autres utilisateurs. Vous pourrez voir ça en M1 de bioinfo.

La reproductibilité pour le projet

- ▶ Dans ce cours, nous travaillerons sur des données disponibles publiquement
- ▶ Nous utiliserons des notebooks jupyter (kernel: python).
- ▶ Vous aurez un travail de recherche afin d'identifier des données pertinentes, pour cela vous interrogerez une ou des bases de données.

TP : Evolution du climat dans les Alpes

Le changement climatique peut il être observé dans les Alpes ?
Dans la première partie nous étudierons l'augmentation de la température et dans la seconde partie, l'impact sur le débit des rivières.

Des questions ?

Ressources utilisées pour tout le cours

- ▶ <https://www.ipcc.ch/>
- ▶ <https://ipbes.net/>
- ▶ <https://www.wcrp-climate.org/>

Pour de la vulgarisation, vous pouvez aussi jeter un oeil sur :
<https://bonpote.com/> ou bien <https://www.carbone4.com>