

Groupe de travail environnement IJClab

Bilan gaz à effet de serre du laboratoire :
pourquoi, comment ?

Guillaume Blanc

blanc@ijclab.in2p3.fr

Groupe de travail environnement IJClab

- ~ 10 personnes
- ~ 1 réunion / 2 mois
- Une liste de discussion : gt-env@ijclab.in2p3.fr
- Un espace gitlab : <https://gitlab.in2p3.fr/gcharles/gt-environnement-ijclab/-/wikis/home> : wiki, forum sur différents sujets
- Axes de travail :
 - Bilan gaz à effet de serre du labo
 - Gestion des déchets
 - Bonnes pratiques numériques
 - Charte environnementale
 - Collectif vélo : velo@ijclab.in2p3.fr
 - ...

Réfèrent IJClab développement
soutenable pour l'université Paris-Saclay :
G. Blanc

 **Rejoignez-nous !**

Plan

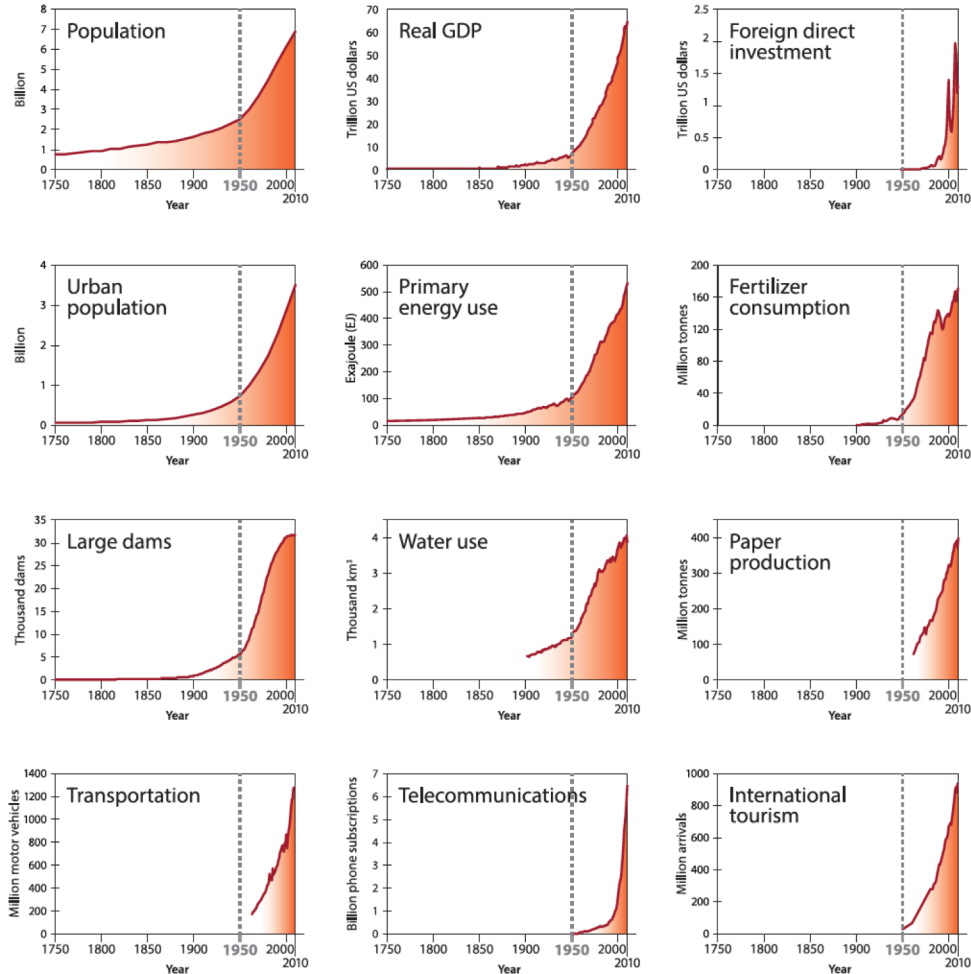
- Limites planétaires
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le bilan gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - GES1point5
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

Plan

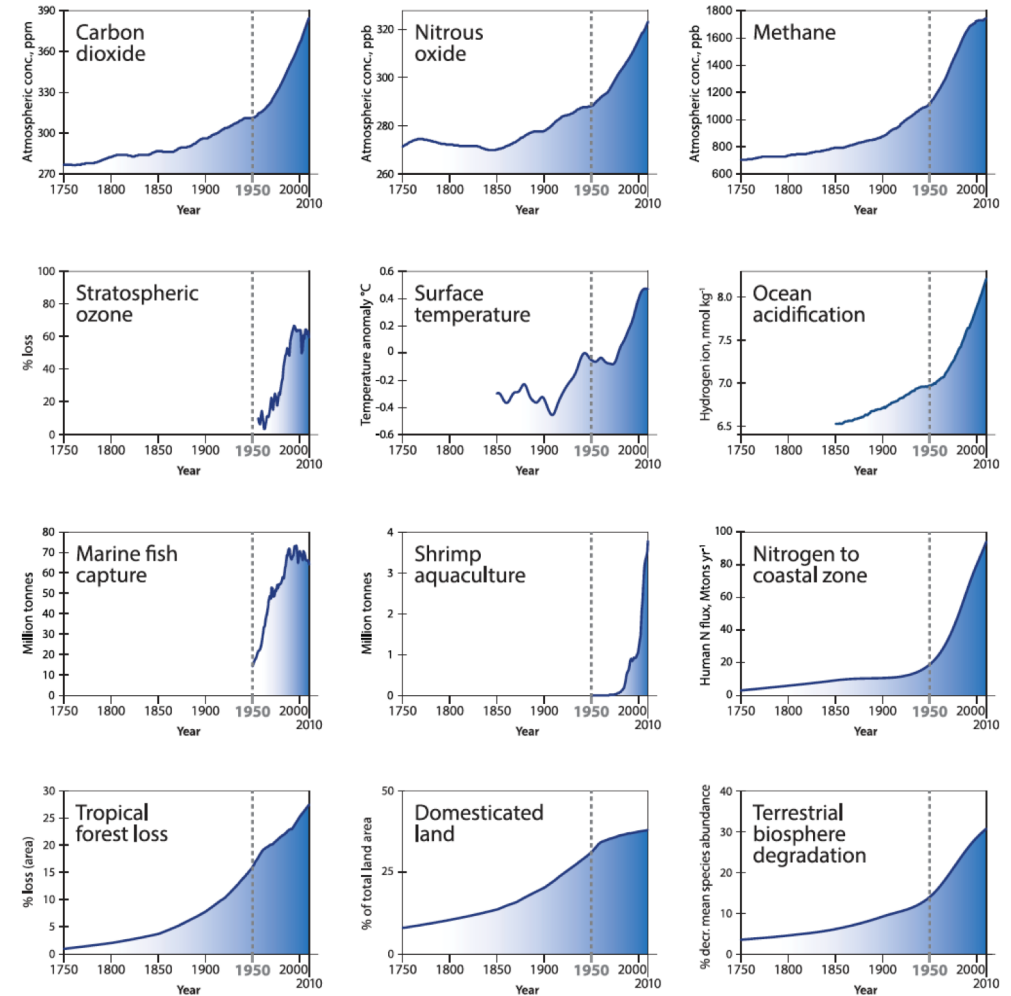
- **Limites planétaires**
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le bilan gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - GES1point5
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

La « Grande Accélération » = des problèmes en vue !

Socio-economic trends



Earth system trends

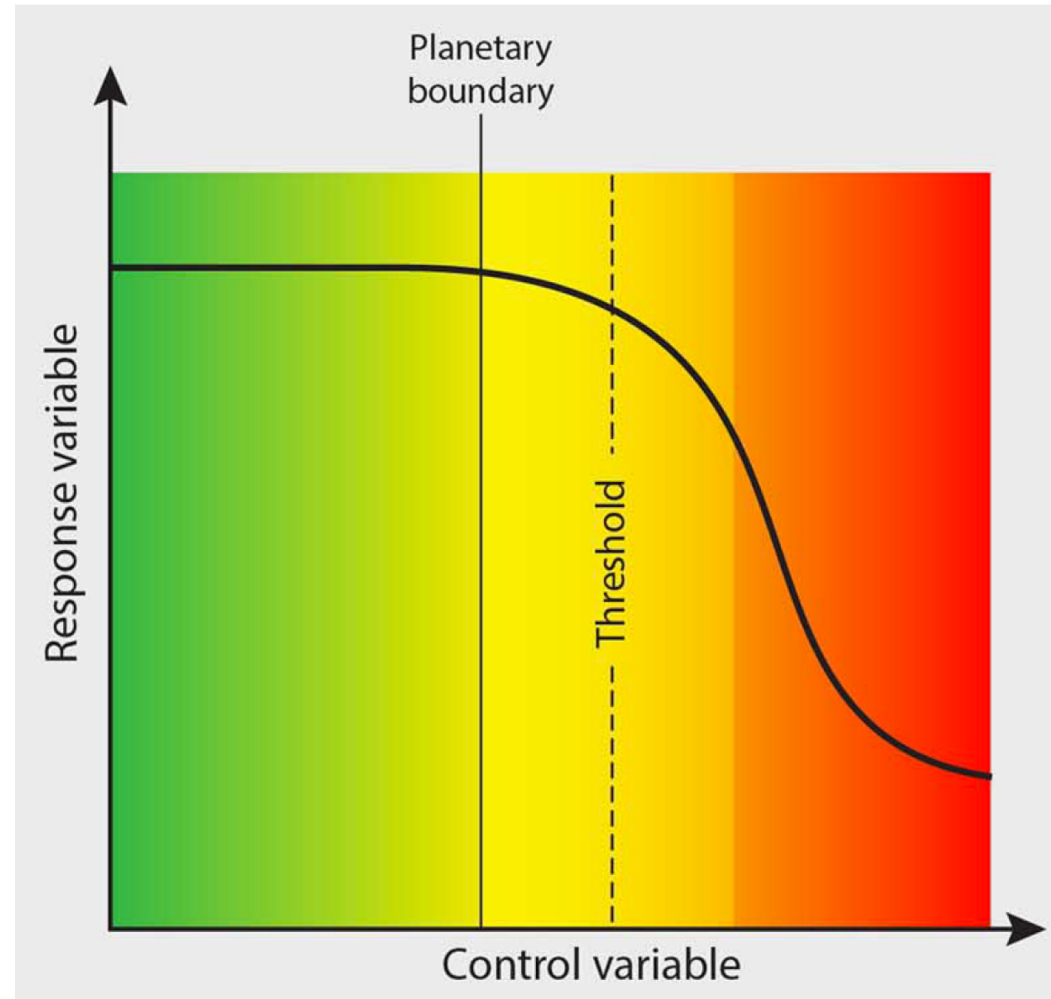


Limites planétaires

Frontière planétaire = risque de la collectivité (la société) est prête à prendre dans un contexte marqué par l'incertitude

Limite planétaire = limite (éventuellement diffuse) au-delà de laquelle des points de bascule sont identifiés

Variable de contrôle = l'état du système peut être évalué à partir d'une stimulation (ex : CO2 pour le réchauffement)



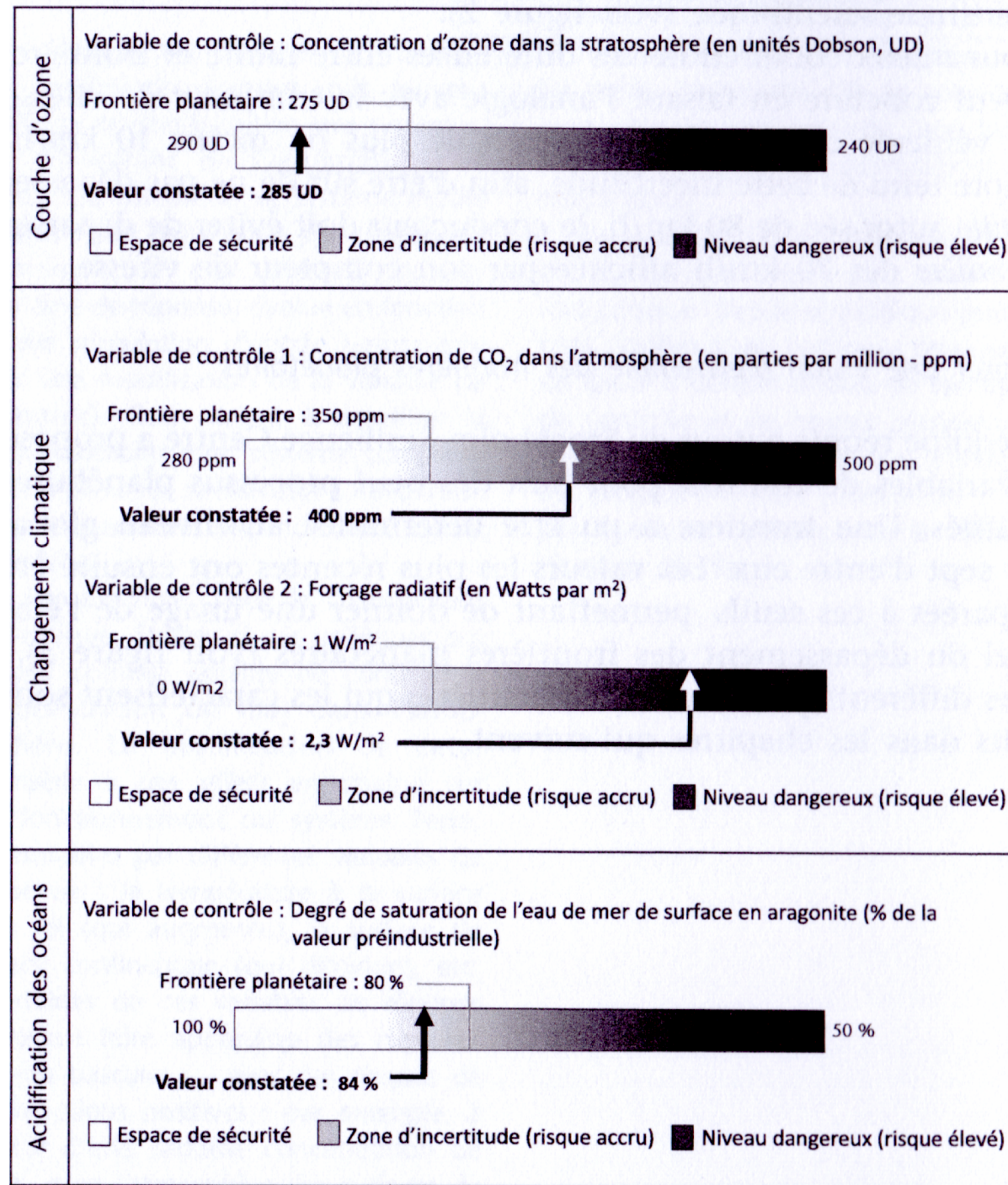
■ Espace de sécurité ■ Zone d'incertitude (risque accru) ■ Niveau dangereux (risque élevé)
(ex. > 350 ppm) (ex. > 550 ppm)

Frontières planétaires

Rockström et al. *A safe operating space for humanity*. Nature, 2009

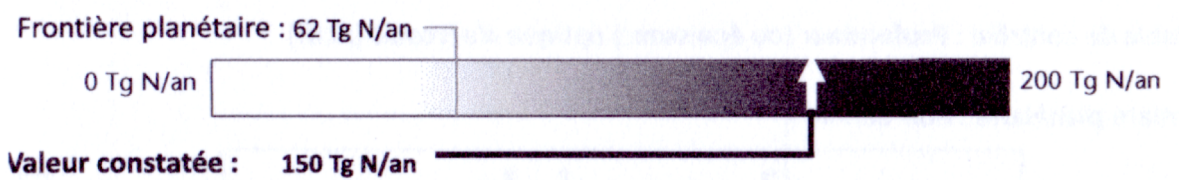
Steffen et al. *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*. Science, 2015

Les limites planétaires, Aurélien Boutaud, Natacha Gondran, Ed. La Découverte, 2020

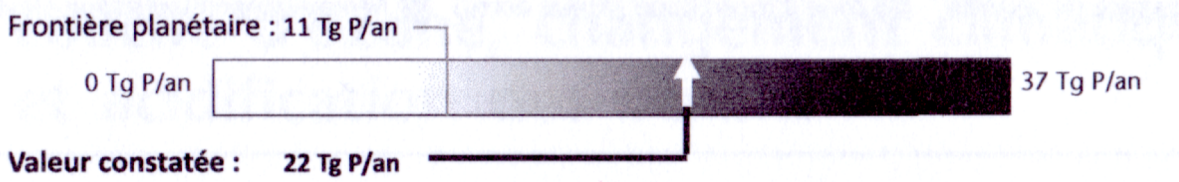


Cycles de l'azote et du phosphore

Variable de contrôle : Azote réactif produit de manière anthropique injecté dans la nature (en téragrammes d'azote par an, Tg N/an)



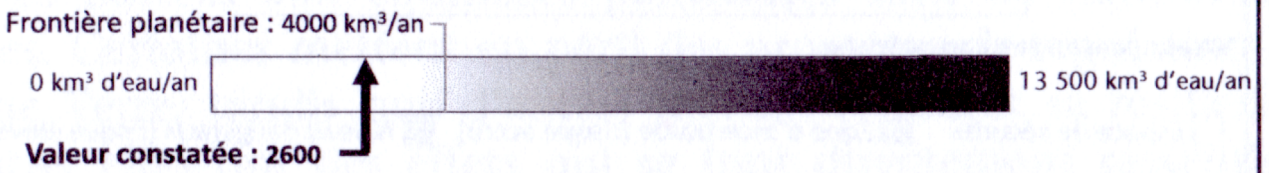
Variable de contrôle : Phosphore extrait de manière anthropique injecté dans la nature (en téragrammes de phosphore par an, Tg P/an)



□ Espace de sécurité ■ Zone d'incertitude (risque accru) ■ Niveau dangereux (risque élevé)

Cycle de l'eau douce

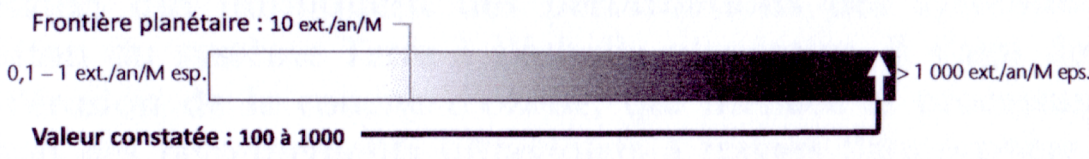
Variable de contrôle : Volume d'eau douce prélevé dans les eaux de surface et les eaux souterraines renouvelables (km³ eau/an)



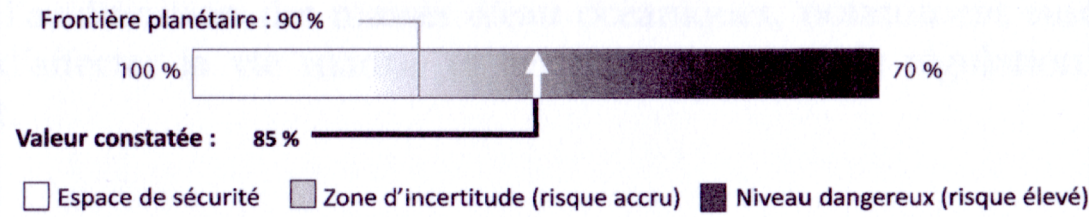
□ Espace de sécurité ■ Zone d'incertitude (risque accru) ■ Niveau dangereux (risque élevé)

Intégrité de la biosphère

Variable de contrôle 1 : Taux d'extinction des espèces (nombre d'extinctions d'espèces par an et par million d'espèces)

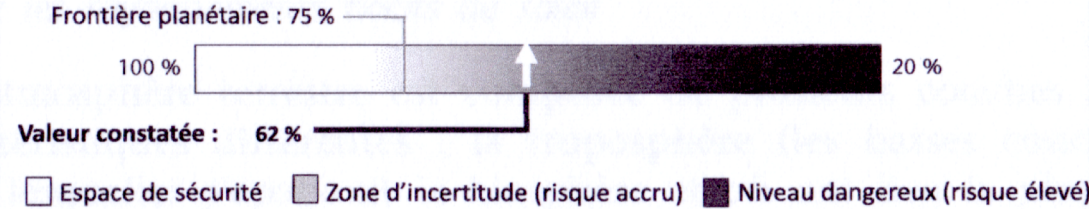


Variable de contrôle 2 : Indice d'intégrité de la biodiversité (abondance d'espèces en % de la population constatée sans intervention humaine)

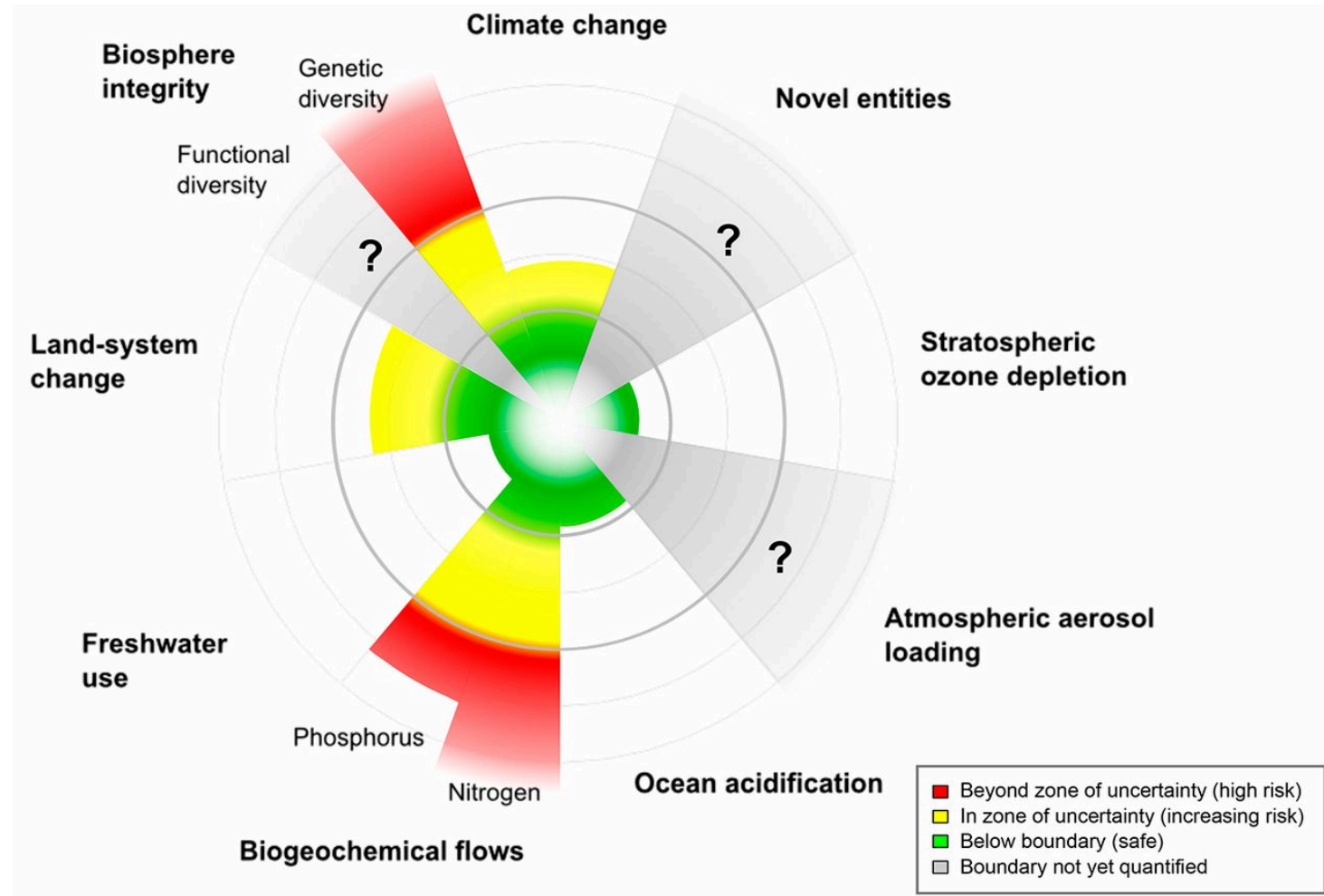


Changement d'affectation des sols

Variable de contrôle : Érosion de la couverture forestière (% de la couverture forestière actuelle par rapport à 1700)



Limites...



Indicateur « biologique »

Surface de terres d'eaux biologiquement productives pour les besoins humains

$$\text{Jour du dépassement} = \frac{\text{Capacité de production biologique de la planète}}{\text{Empreinte écologique de l'humanité}} \times 365$$

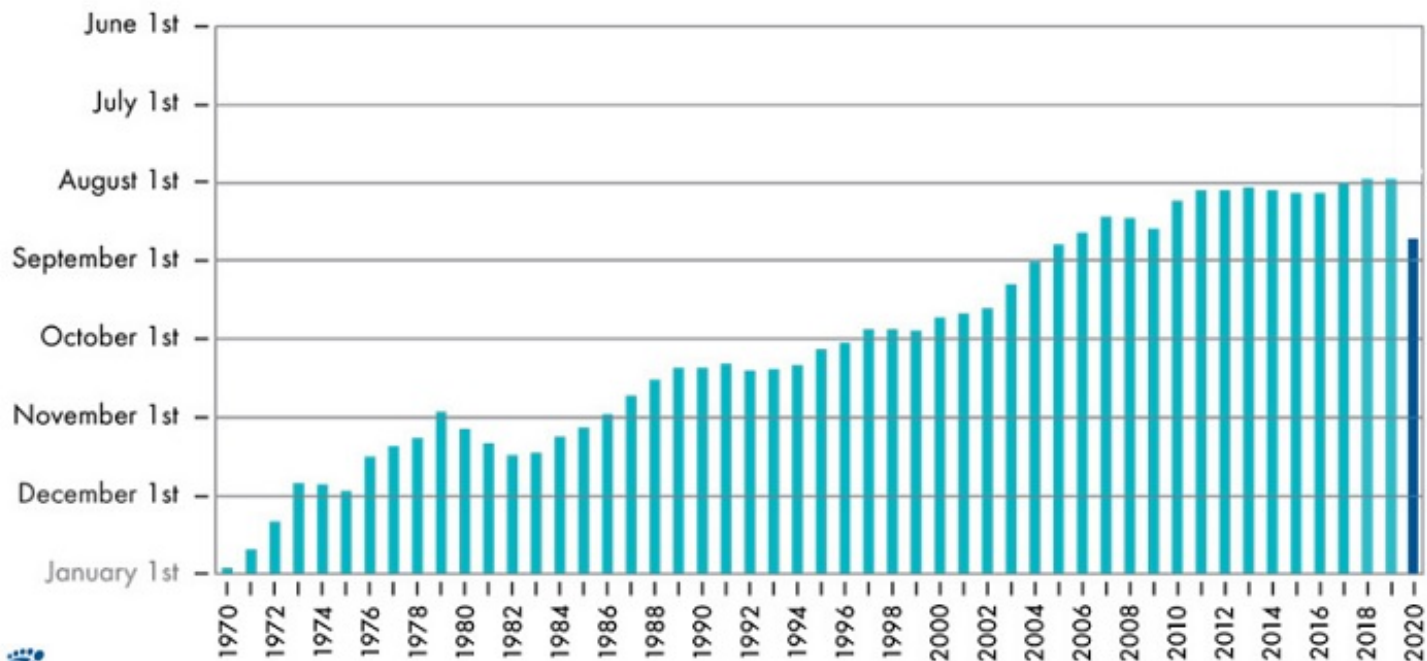


1 Earth

Earth Overshoot Day
1970 - 2020



1.6 Earths

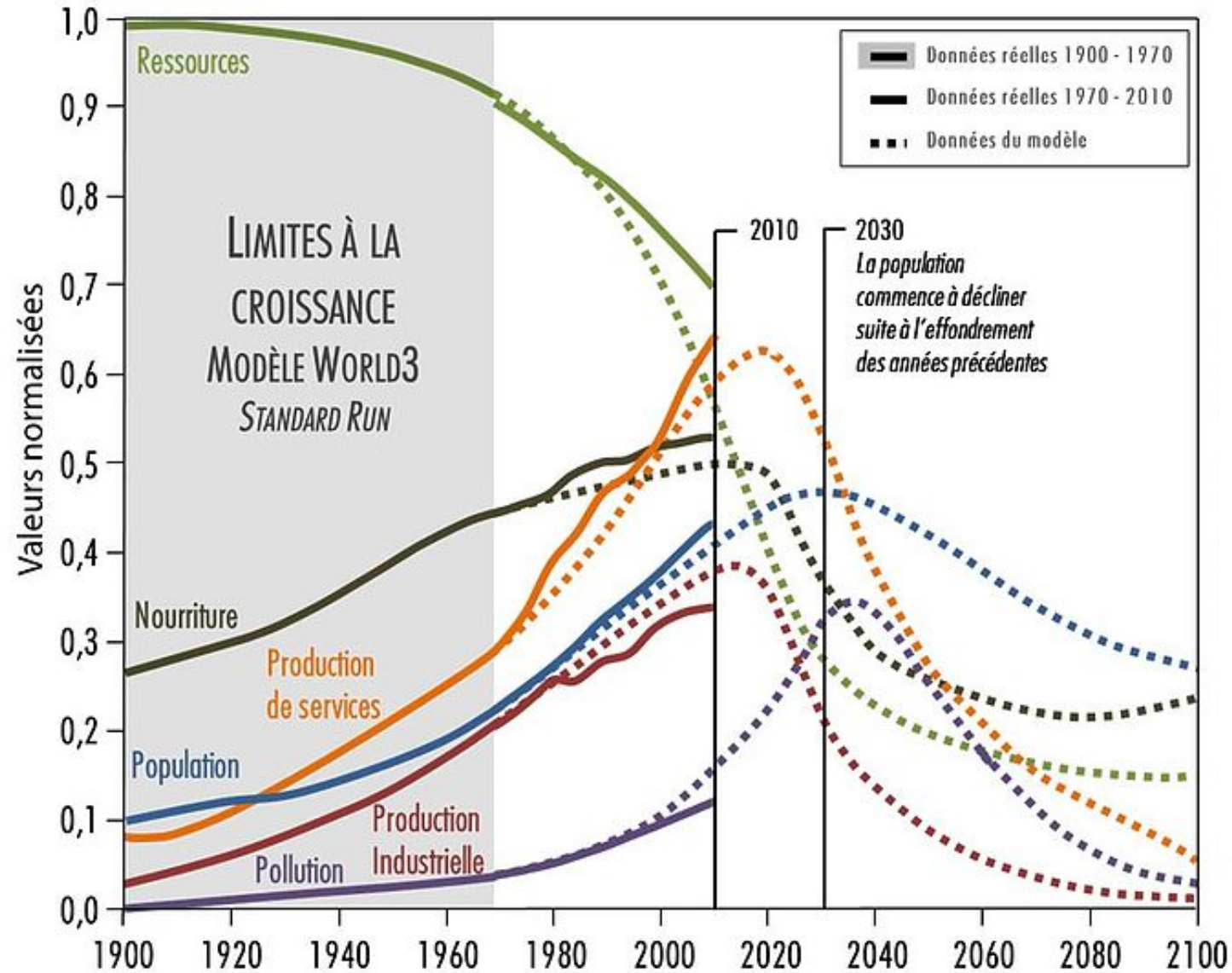


Surface de terres et d'eaux nécessaires pour fournir les ressources et assimiler les déchets

Ne tient pas compte des GES autres que le CO₂
Ne tient pas compte de l'énergie nucléaire

<https://www.footprintnetwork.org/>
L'empreinte écologique, Boutaud et Gondran, 2018

Effondrements ?



Plan

- Limites planétaires
- **Le réchauffement climatique**
- Pourquoi faire le gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - GES1point5
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

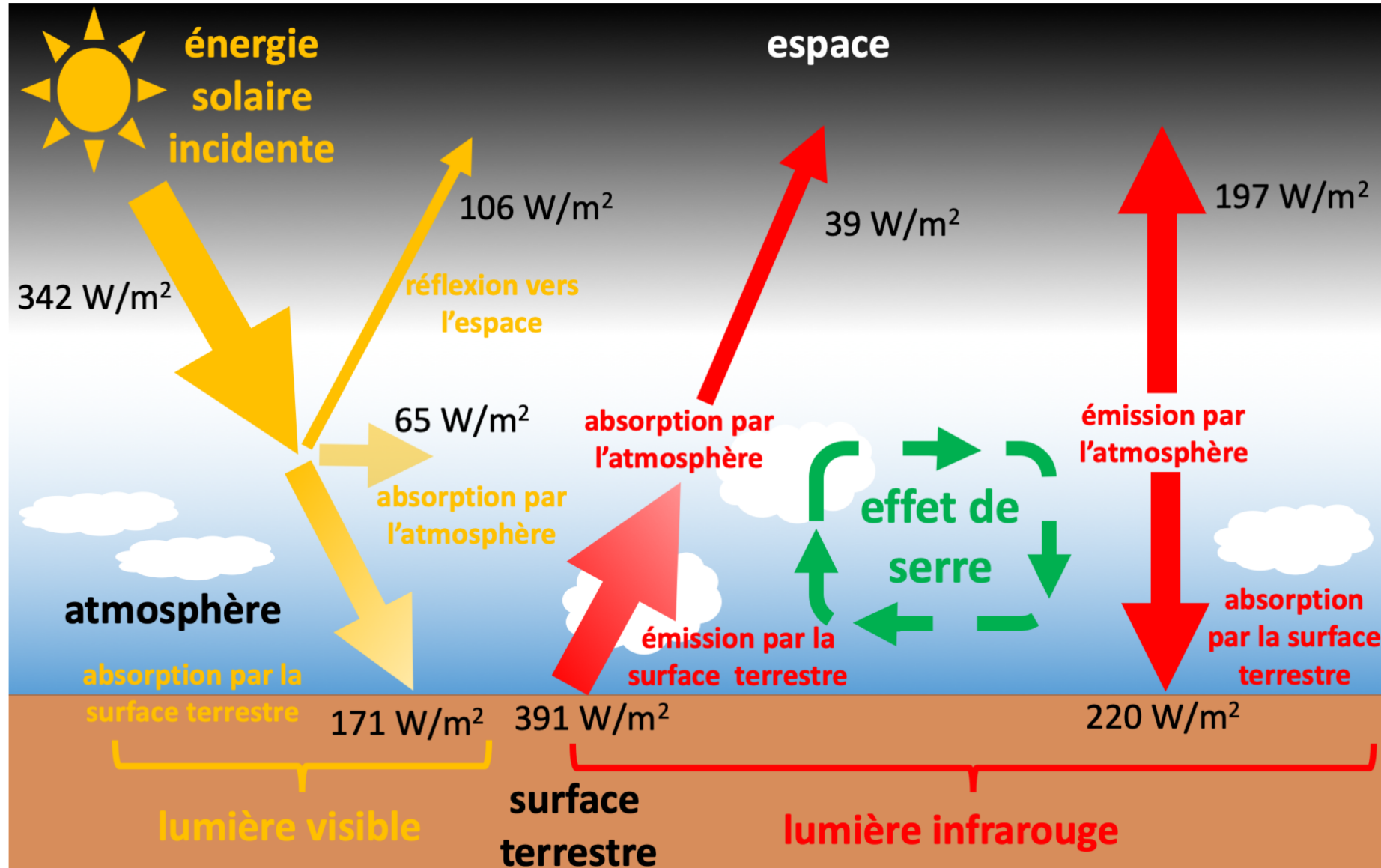
Qu'est-ce qu'un gaz à effet de serre (GES) ?

Un gaz qui est présent dans l'atmosphère et qui a un « effet de serre »
= absorbe le rayonnement infrarouge

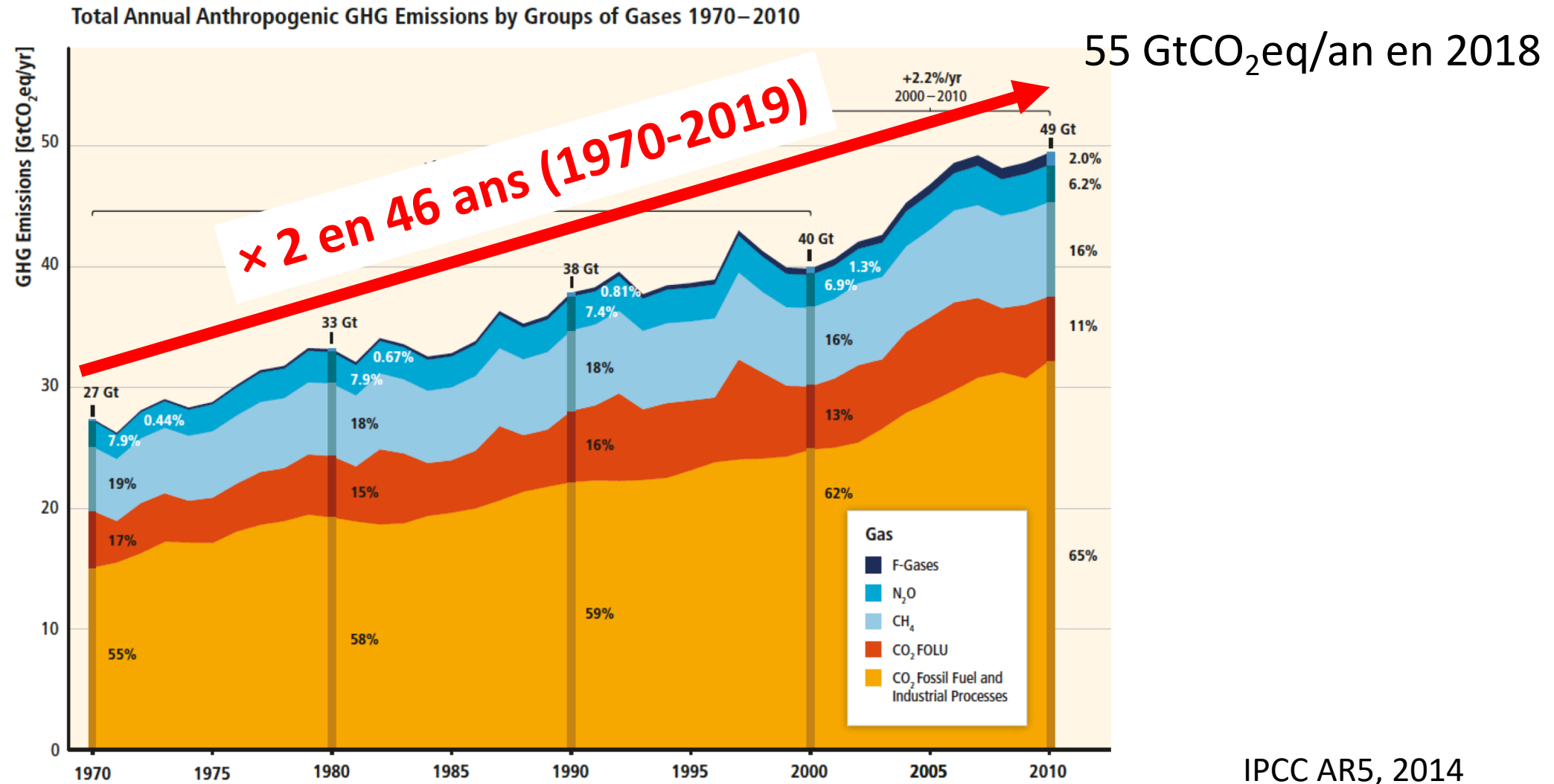
Principaux gaz à effet de serre naturellement présents dans l'atmosphère

- Vapeur d'eau (H_2O)
- Dioxyde de carbone (CO_2)
- Méthane (CH_4)
- Protoxyde d'azote (N_2O)

L'effet de serre

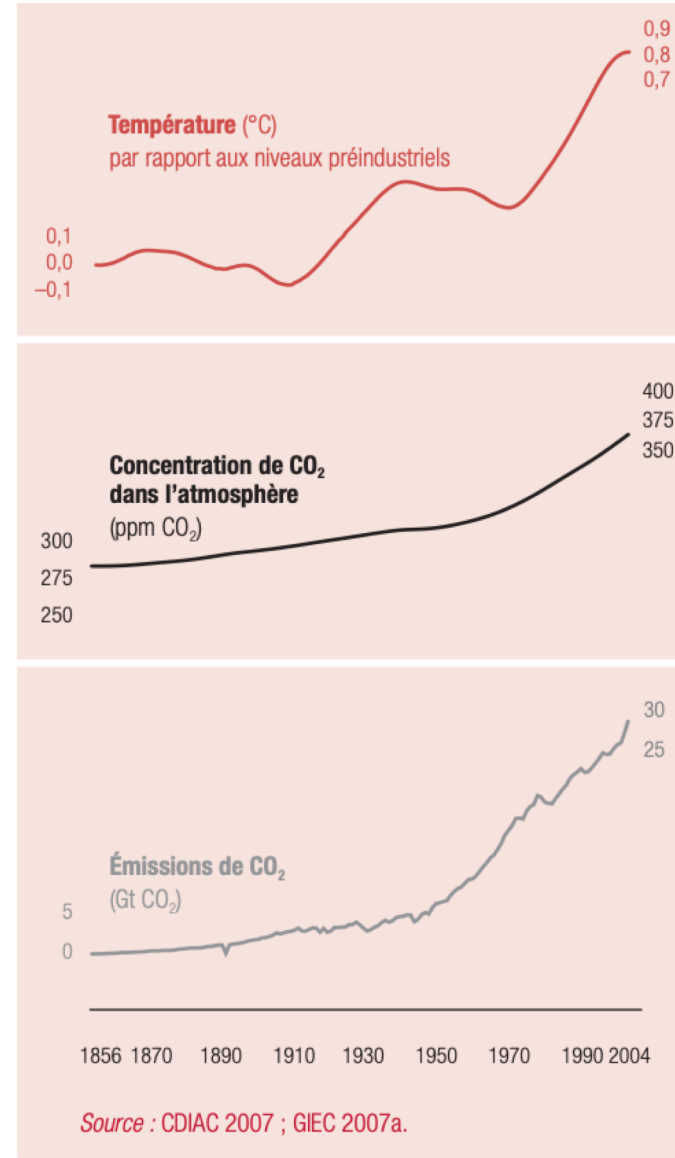
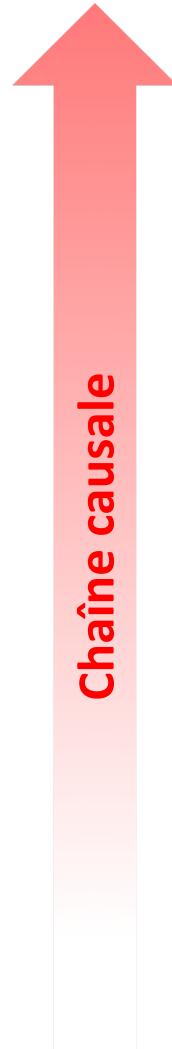


Les activités humaines rejettent des GES



La chaîne causale du CO₂

L'accroissement des émissions de CO₂ entraîne une augmentation des stocks et une hausse des températures

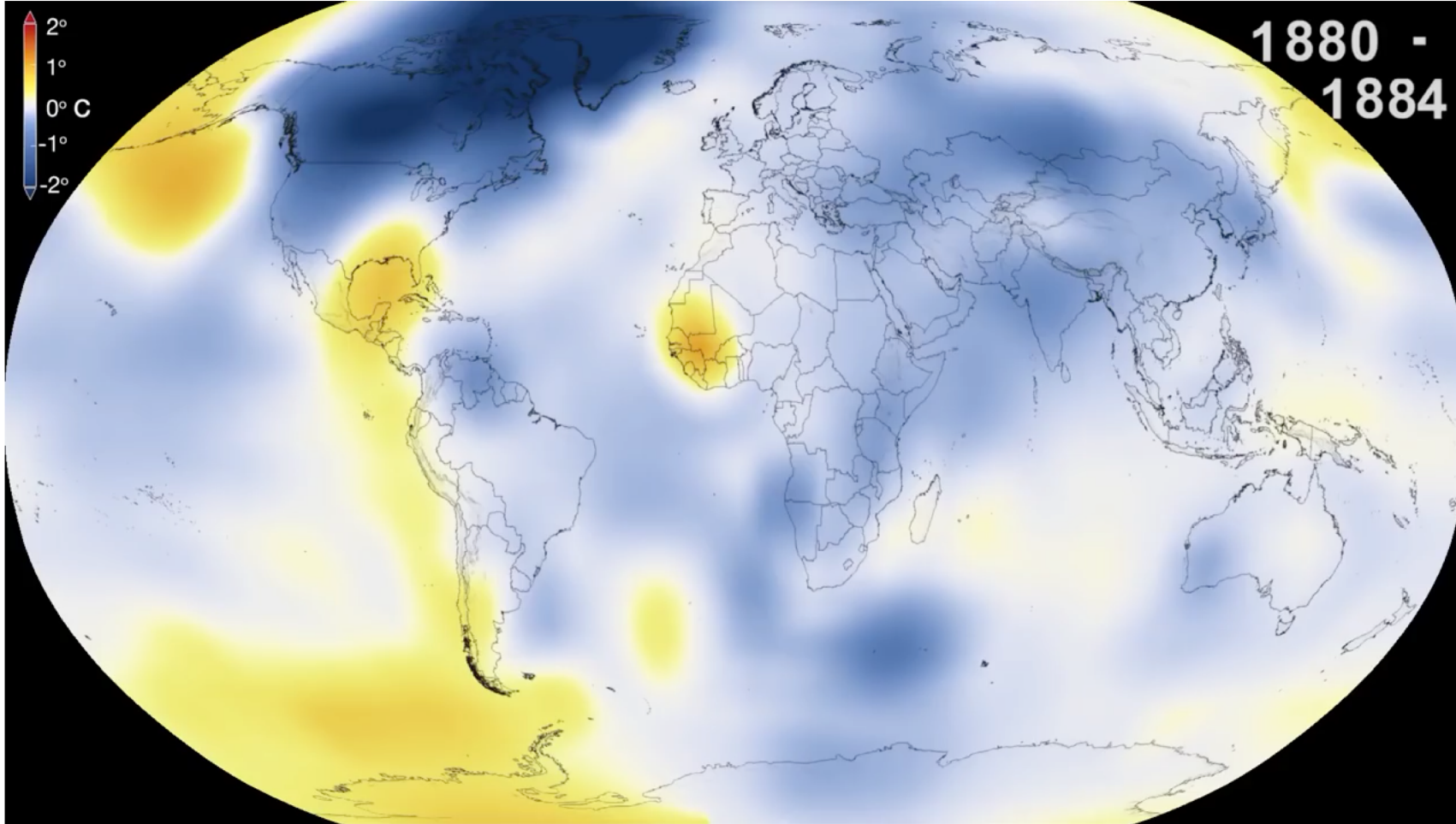


Réchauffement :
+ 1,1 °C en 2020 par rapport à 1850

Concentrations :
275 ppm en 1850
410 ppm en 2019

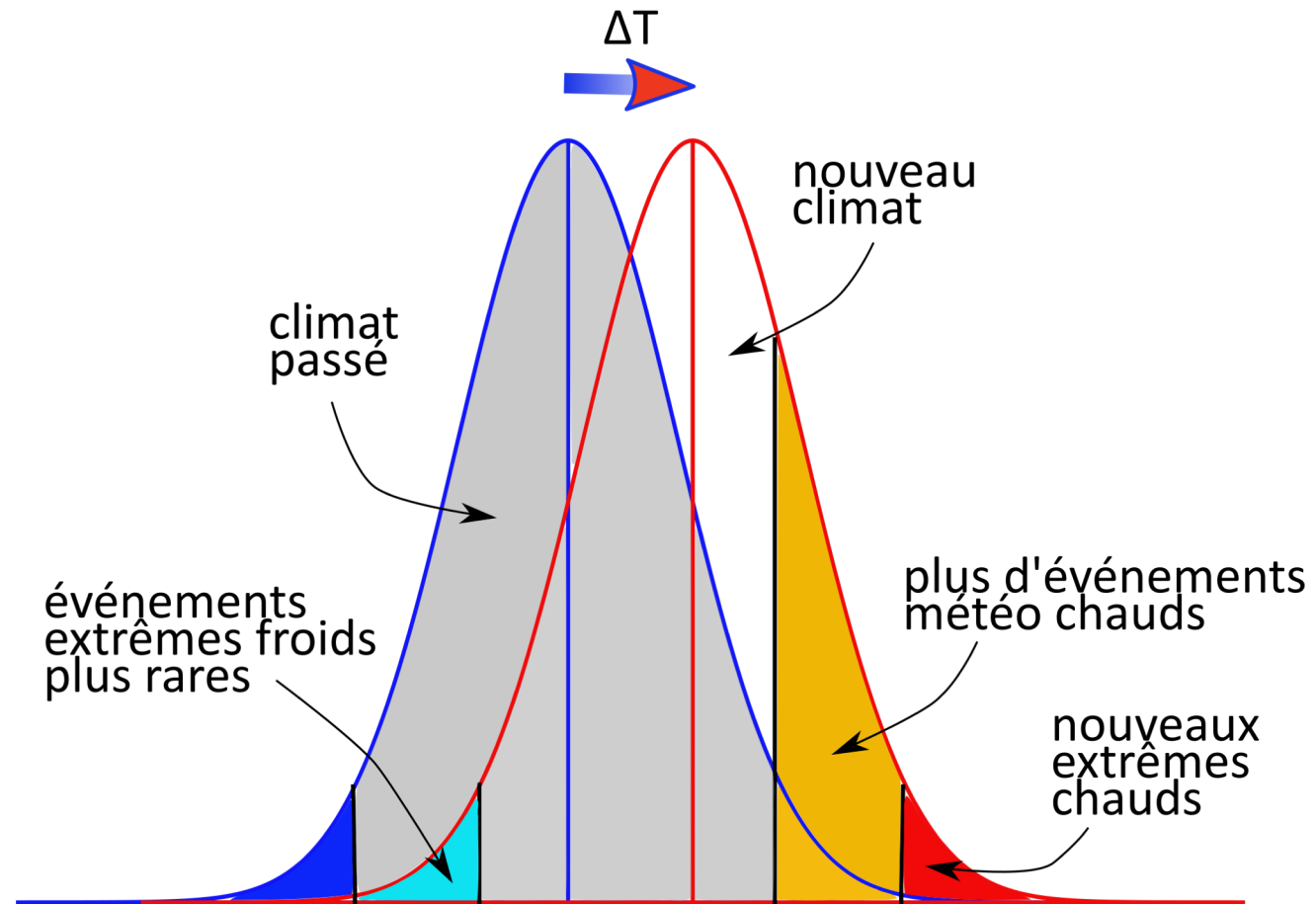
Émissions :
~ 0 t en 1850
55 GteqCO₂ en 2018

Réchauffement = + 1,1 °C depuis 1850



Arctique ~ + 2°C
Alpes ~ + 2°C
France ~ + 1,5 °C

Conséquences



Impacts

- Vitesse inédite ($> + 1,7$ °C/siècle !!) – glaciations $\sim 0,6$ °C/siècle
- Effets divers et géographiquement inégaux
- Fonte des glaces, du pergélisol (\nearrow niveaux océans...)
- \nearrow fréquence et intensité des épisodes de canicule, sécheresse, inondation
- Des tempêtes (cyclones...) plus violents...

- Impacts sur les populations (zones invivables, alimentation en eau potable, \searrow rendements agricoles, etc.)
- Impacts sur la biodiversité (incapable de s'adapter si rapidement)
- Etc.

Les pins de Fontainebleau meurent sous la canicule



Forêt de Seine et
Marne, août 2019
© ONF

Le glacier Blanc (Écrins)



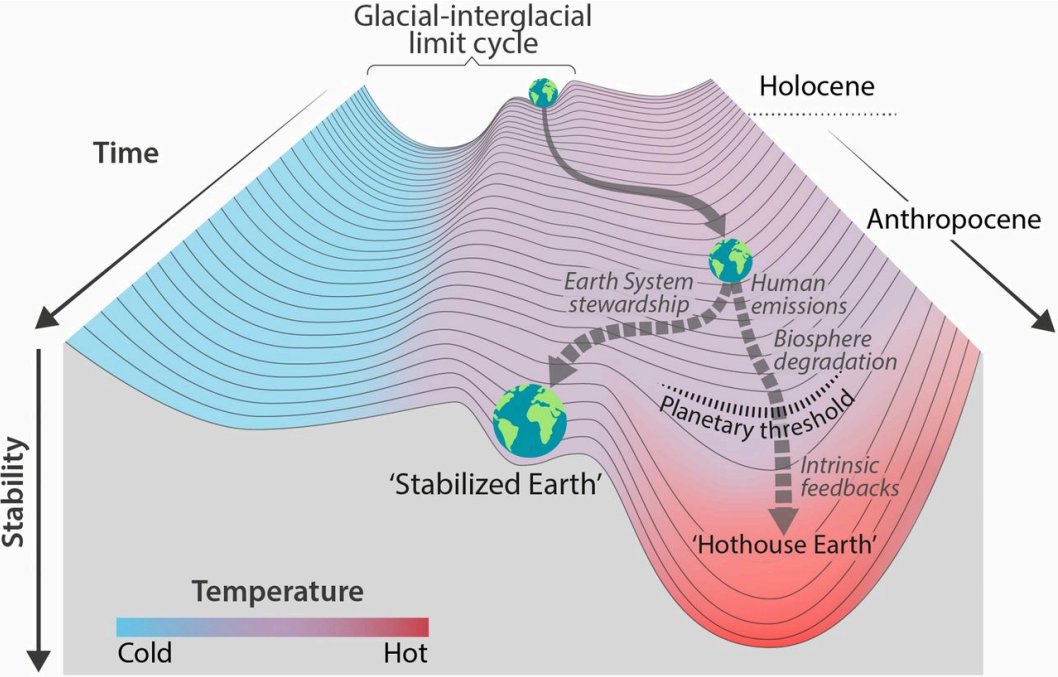
1986



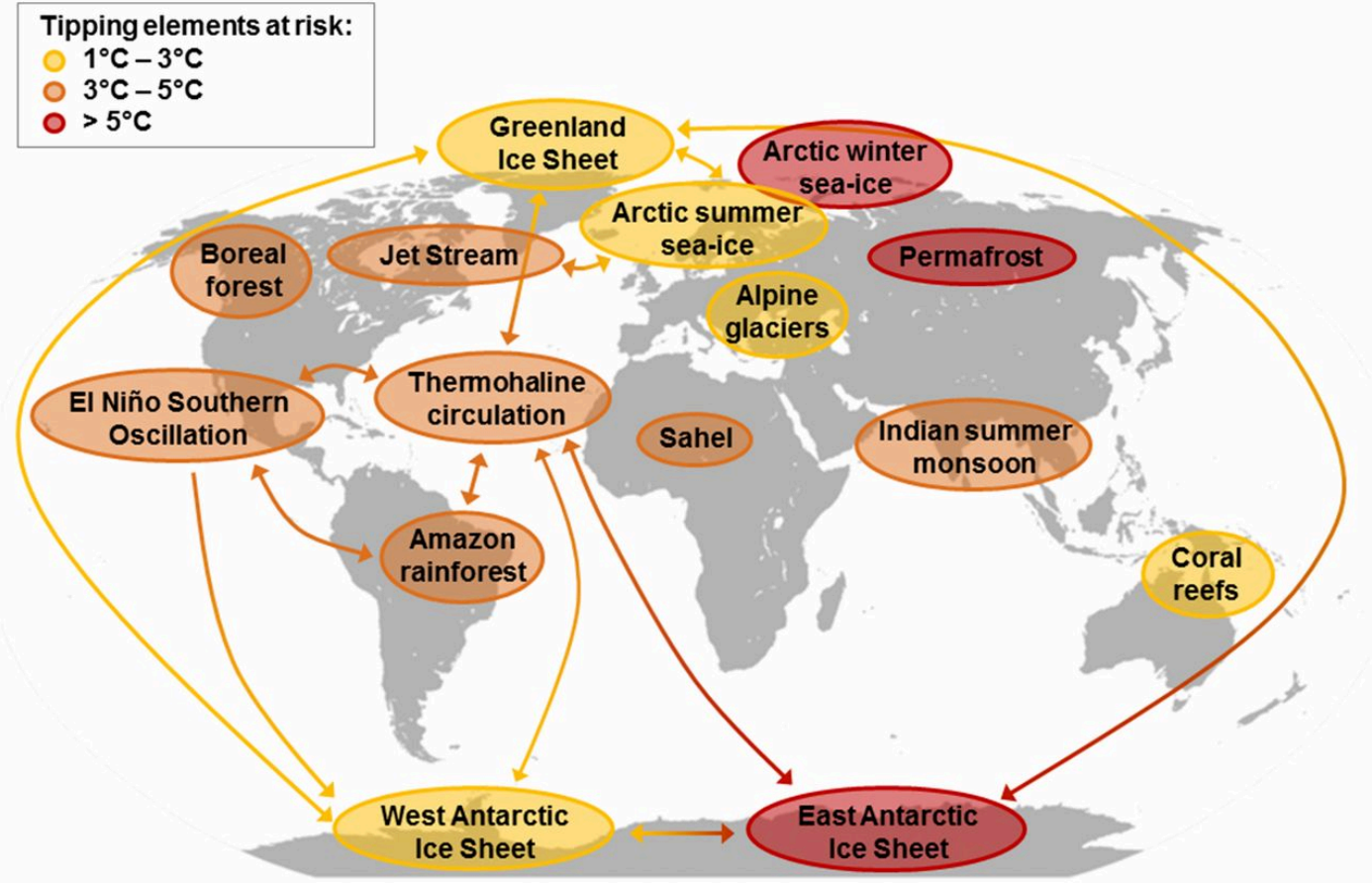
2019

Points de bascule

rétroaction positive = écartement du point d'équilibre



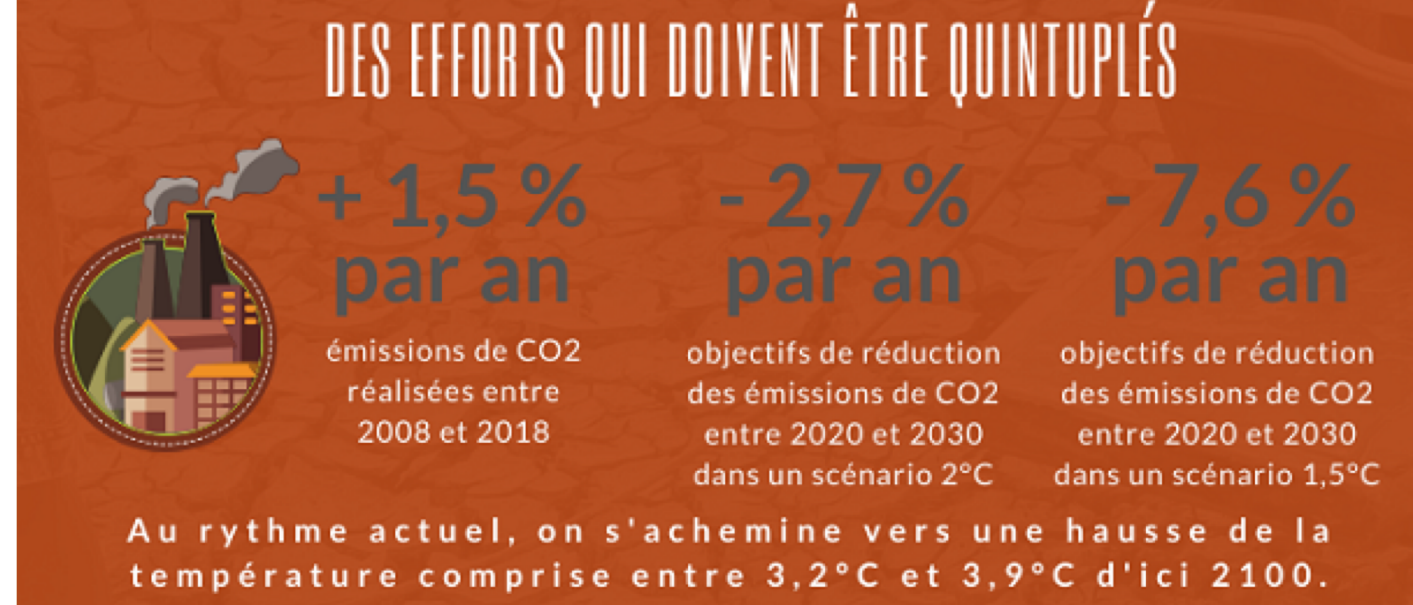
Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, Steffen, 2018.



Chaque fraction de degré évité compte
 ↓
Chaque quantité de GES non rejeté compte

Réduire nos émissions

Nous devons collectivement réduire considérablement nos émissions...



En France :

~ 11 tCO₂/personne/an en moyenne



× 0,2 en 30 ans...

Objectif des *Accords de Paris* (2015) : ~ 2 tCO₂/personne/an en moyenne en 2050 pour un réchauffement < 2 °C

...pour cela il faut d'abord connaître notre niveau d'émission !

Plan

- Limites planétaires
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - GES1point5
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

La démarche **Labos 1.5**

<https://labos1point5.org/>

Collectif créé en 2019 par Tamara Ben Ari (INRAE) et Olivier Berné (CNRS) qui en assurent encore aujourd'hui l'animation scientifique et la coordination.

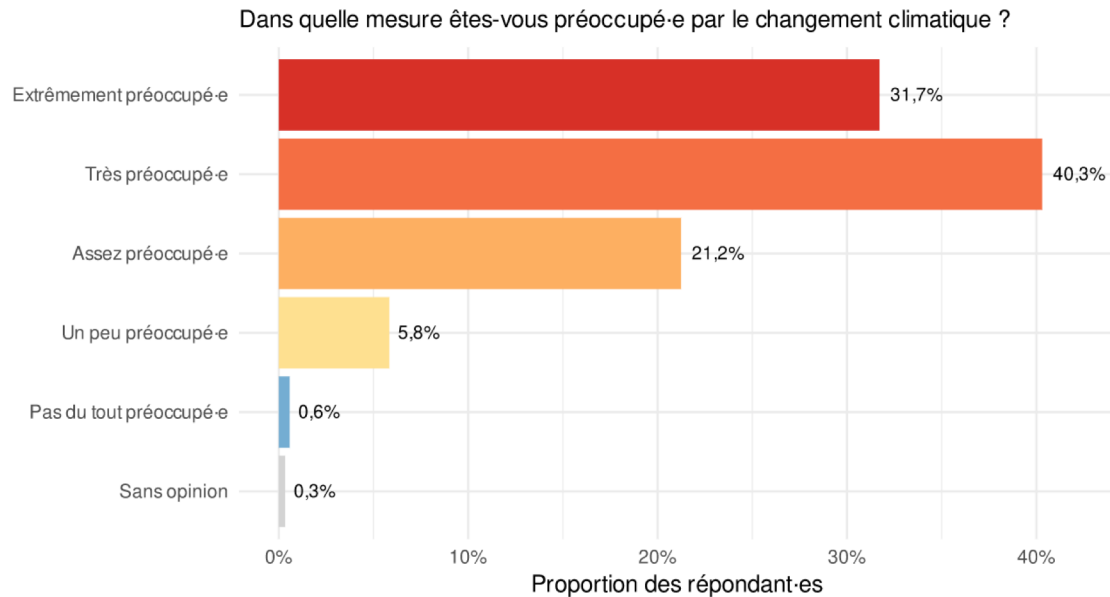
*« amorcer ou poursuivre le **changement de nos pratiques professionnelles** afin de **réduire rapidement** notre impact sur l'environnement, en cohérence avec les objectifs de l'Accord de Paris. [...] nous voyons au contraire dans ce moment historique **l'opportunité d'une transformation positive et profonde** de nos pratiques, de collaboration, de partage des données mais aussi des modes d'évaluation de nos travaux. »*

Le collectif

- **Objectif** : mieux comprendre et réduire l'impact des activités de recherche sur l'environnement
- 2200 inscrits, diversité géographique et disciplinaire
- 500 personnes impliquées dans une ou plusieurs équipes
- **8 équipes** :
 - Coordination
 - Empreinte carbone
 - Enquêtes, représentations et pratiques
 - Réflexion
 - Expérimentation
 - Communication
 - Technique
 - Enseignement

➡ Évolue en Groupement De Recherche (CNRS, INRAE, ADEME)

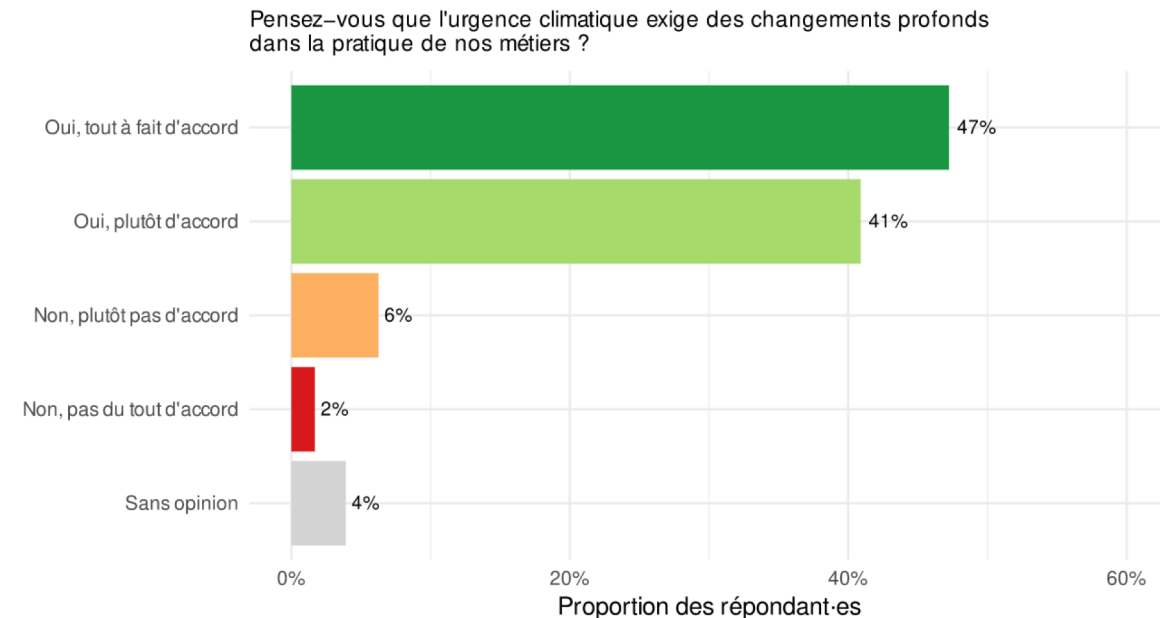
Enquête Labos 1point5 (2020)



Lecture : 31,7% des répondant-es sont extrêmement préoccupé-es par le changement climatique
Source : enquête « Les personnels de la recherche face au changement climatique », Labos 1point5, 2020
Champ : personnels affiliés à une unité du CNRS (n=6287)

72 % des personnels de la recherche sont « extrêmement » ou « très » préoccupés par le changement climatique.

88 % des personnels de la recherche pensent que l'urgence climatique exige des changements profonds dans la pratique de nos métiers.



Lecture : 47% des répondant-es pensent que l'urgence climatique exige des changements profonds dans la pratique de nos métiers
Source : enquête « Les personnels de la recherche face au changement climatique », Labos 1point5, 2020
Champ : personnels affiliés à une unité du CNRS (n=6342)

L'équipe Empreinte Carbone

- estimer l'empreinte carbone des laboratoires
- estimer l'empreinte carbone de la recherche publique française
- identifier les leviers pour réduire l'empreinte carbone
- mettre en place des actions de réduction, en lien avec l'équipe « expérimentation »

- développement de GES 1point5, **outil commun** pour tous les labos :
<https://labos1point5.org/ges-1point5>
- 250 personnes inscrites, 30 impliquées dans la construction de l'outil

Pourquoi construire le bilan GES (BGES) d'un laboratoire ?

- Contribuer à **l'estimation de l'empreinte carbone de la recherche publique française et au plan d'actions pour réduire cette empreinte**
 - Il faut réduire les émissions
 - Valeur d'« exemplarité » de la recherche
 - Il faut bien qu'un secteur d'activité s'y mette (effet boule de neige vertueux... ?)
- Contribuer au **respect de la réglementation française**
- Contribuer à **la définition de la politique publique** qui permettra de réduire l'empreinte carbone de la recherche française à un niveau compatible avec les engagements de la France et l'Accord de Paris de 2015 (**neutralité carbone en 2050**)

Réglementation en vigueur en France

- Article L229-25 du Code de l'Environnement (https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000039369665)

« Sont tenus d'établir un bilan de leurs émissions de gaz à effet de serre : » les « personnes morales de droit public employant plus de deux cent cinquante personnes » (= CNRS, INRAE, etc.).

«Ce bilan d'émissions de gaz à effet de serre et ce plan de transition sont rendus publics. » « Il est mis à jour tous les trois ans. »

Pourquoi construire le bilan GES (BGES) d'un laboratoire ?

- **Disposer d'un outil d'aide à la décision au niveau du labo**
 - **avoir connaissance** du niveau d'émissions du labo et des activités les plus émettrices
 - **proposer un plan d'actions** pour réduire les émissions du labo
 - **suivre au fil des années les progrès réalisés** grâce à la base de données construite
- **Co-bénéfices potentiels :**
 - **réputation** du labo
 - **mobilisation** des agents du labo et **effets d'entraînement** externes
 - **gains budgétaires** du labo

Démarche Labos : remarques importantes

- La construction des BGES des labos **n'a pas vocation à** :
 - Identifier des labos vertueux et d'autres moins vertueux
 - Identifier des personnes vertueuses et d'autres moins vertueuses au sein des labos
- La construction du BGES d'un labo est un **effort collectif** qui nécessite une démarche collective, une réflexion collective au sein du labo, portée par la direction

Plan

- Limites planétaires
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - **Comment faire ?**
 - GES1point5
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

Méthodologie de calcul des émissions

Pour une activité donnée :

Quantité d'activité × Facteur d'émission de cette activité

Exemple : voiture diesel sur une année

Quantité de gasoil consommé × 2,51 kg-éqCO₂/L

Décomposition des valeurs

	CO ₂ f	CH ₄ f	CH ₄ b	N ₂ O	Autre gaz	TOTAL	CO ₂ b
Combustion	2.48	9.33E-4	0	0.0224	0	2.51	0.156
Amont	0.581	0.0421	0	0.0347	0	0.657	-0.156
TOTAL	3.06	0.043	0	0.0571	0	3.16	0

*On utilise ici les PRG du 5ème rapport du GIEC (2013).

Base Carbone ADEME = source de référence réglementaire des facteurs d'émission en France : <https://www.bilans-ges.ademe.fr/>

Attention au périmètre !

- Empreinte carbone des français = ~ 11 tCO₂/an/habitant
(incluant les importations)
- Émissions GES des français = $\sim 6,3$ tCO₂/an/habitant
(sur le territoire national)

- Différences entre « consommation/utilisation » et « cycle de vie »
 - Ordinateur Dell (exemple) :
 - fabrication (Chine) = 203 kgCO₂
 - utilisation (Europe) = 52 kgCO₂ (durée de vie = 4 ans)

source = <https://corporate.delltechnologies.com/fr-fr/social-impact/advancing-sustainability/sustainable-products-and-services/product-carbon-footprints.htm>

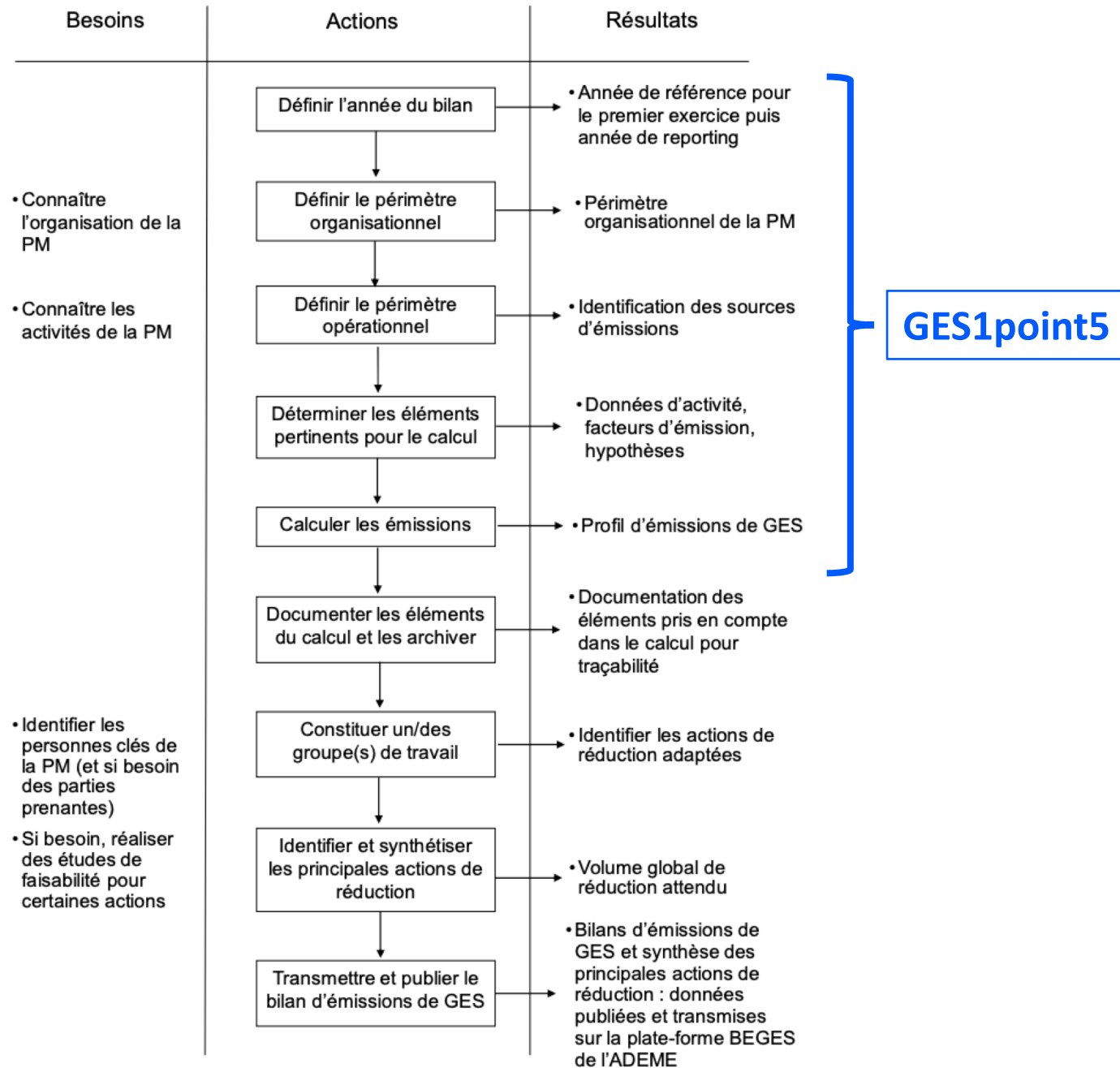
Étapes clés

Définition des périmètres

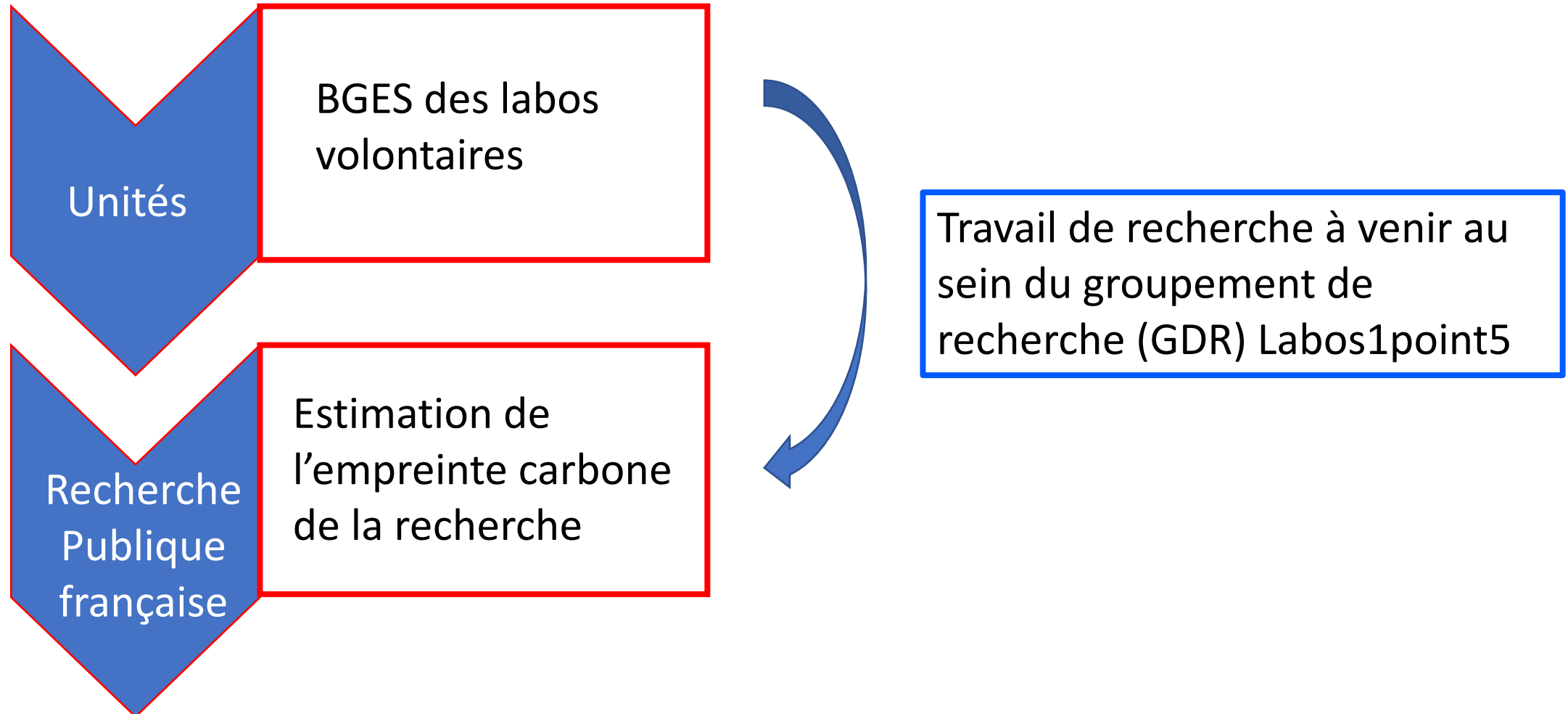
Recueil des données et calculs

Plan d'actions

Publication



Méthodologie pour estimer l'empreinte carbone de la recherche française



Plan

- Limites planétaires
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - **GES1point5**
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

Périmètre et sources d'émissions du laboratoire

- **Périmètre :**
 - Quels bâtiments ou parties de bâtiments ?
 - Quelles personnes membres du laboratoire ?
- **Sources d'émissions de GES prises en compte dans la version 1 de GES1point5 :**
 - Consommations d'énergie des bâtiments : électricité, chauffage
 - Climatisation des bâtiments, chambres froides
 - Déplacements :
 - Domicile-travail
 - Professionnels
 - Visiteurs
- **Développements en cours de la version 2 :**
 - Équipements informatiques
 - Achats du laboratoire

Démarche au sein du laboratoire

- Estimation des **3 sources d'émissions communes à tous les labos** :
 - **Consommation d'énergie** des sites du périmètre
 - **Climatisation** de salles, **réfrigération** d'espaces du labo
 - **Déplacements** domicile-travail et professionnels (missions) du personnel
- **Contribution de toutes et tous à la collecte des données du labo**
(enquête déplacements domicile-travail, données missions pro, etc.)
- Estimation de l'empreinte carbone et BGES :
GES1point5 = outil « clefs en main »

Équipe « bilan carbone » à IJCLab

- Cynthia Hadjidakis
- Gabriel Charles
- Guillaume Blanc

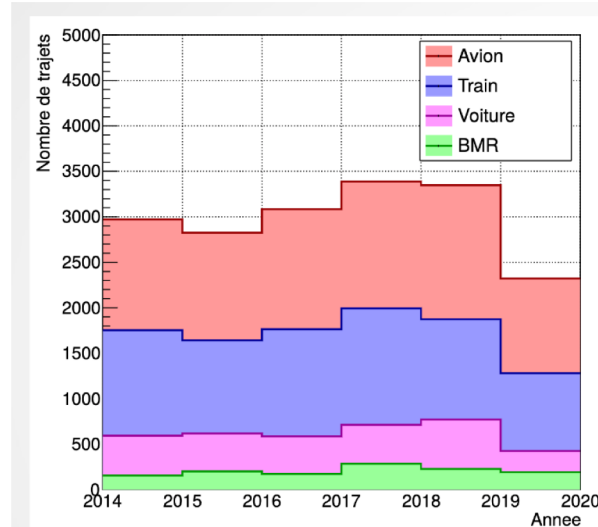
- Stagiaire : Manel Beghdadi (étudiante en 3^e année de Licence de physique à l'université de Paris) du 25 mai au 16 juillet

- Contact : bges@ijclab.in2p3.fr

- Rejoignez-nous !

Le bilan des missions au (ex-) LAL

https://gitlab.in2p3.fr/gcharles/gt-environnement-ijclab/-/blob/master/Documents/missions_2019/lalmission.pdf



Répartition des modes de transport en fonction des années

BMR = Bus, Métro, RER

- Nombre total de trajets pour cette étude ~ 18000
- Soit une moyenne de 3000 trajets par an
- La baisse du nombre de trajets en 2019 est attribuée à la baisse des budgets de missions
- La répartition des modes de transport est stable dans le temps

Bilan des missions sur les années 2014 à 2019, par Florent Robinet.

En moyenne :

- 1023 tCO₂/an soit ~ 3,4 tCO₂/an/agent en moyenne
- dont 97 % en avion (42 % des trajets)

Quelle année zéro pour le bilan d'IJCLab ?

2020 = première année d'existence du laboratoire

2020 = année « particulière », forcément « biaisée » !!

2020 = année « zéro », celle qui pourrait constituer un objectif pour les prochaines ?

Remarques = les autres laboratoires (LISN, LSCE, LPTMS, etc.) du campus vont utiliser l'année 2019 (ou 2018) comme origine.

Plan

- Limites planétaires
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - GES1point5
 - **Limites du BGES**
- Et ensuite ?

Limites du BGES

- Uniquement pour les GES (gaz à effet de serre)
 - Certains périmètres difficiles à quantifier
 - Incertitude pas facile à estimer...
- Ne tient pas compte des autres impacts sur l'environnement :
 - Pollutions
 - Utilisation de ressources
 - Biodiversité
 - Etc.

→ Un outil non pas de mesure, mais d'action !

Plan

- Limites planétaires
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - GES1point5
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

Faites votre propre BGES !

- Déplacements professionnels individuels : <https://monpetitcarbone.fr/>
- Bilan personnel : <https://nosgestesclimat.fr/>
 - Jouez avec !
 - Parlez-en !
 - Trouvez des leviers pour diminuer votre empreinte !

Quelques facteurs d'émission

covoiturage →

Transports

- Avion (voyageurs) - 180-250 sièges, trajet de 0-1 000 km : 293 g CO₂éq/passager.km
- Voiture particulière - puissance fiscale moyenne, motorisation essence : 259 g CO₂éq/km
- TGV, Train Grande Vitesse (France) : 3,69 g CO₂éq/passager.km
- Métro (Paris) : 5,70 g CO₂éq/passager.km

× 80

Alimentation

- Repas - classique (avec bœuf) : 4,52 kg CO₂éq/repas
- Repas - classique (avec poulet) : 1,11 kg CO₂éq/repas
- Repas - végétarien : 0,45 kg CO₂éq/repas

× 10

Électronique

faire vivre plus longtemps

- Ordinateur fixe - avec écran plat : 1 280 kg CO₂éq/appareil
- Ordinateur portable - de 14,1 pouces : 202 kg CO₂éq/appareil
- Smartphone : 30 kg CO₂éq/appareil

Communication

- 1 mail avec pièce jointe : 35 g CO₂éq/unité éviter pièces jointes
- 1 requête internet : 6,65 g CO₂éq/unité utiliser favoris
- 1 mail : 4 g CO₂éq/unité
- 1 tweet : 0,02 g CO₂éq/unité

Exemple du LOCEAN

(océanographie,
climat, IPSL)

Vers une réduction de l'empreinte carbone du LOCEAN

Infographie réalisée en juillet 2020 par Climactions-LOCEAN.
Sources et méthodes sur climactions.ipsl.fr

Afin de suivre l'engagement de la France dans les Accords de Paris, les **28 et 29 septembre 2020** la direction consulte le laboratoire par un **vote sur 3 propositions** :

- 1) Le principe d'**engagement du laboratoire** sur une **réduction des émissions de GES** suivant une trajectoire compatible avec les Accords de Paris.
- 2) Une proposition visant à **favoriser** les déplacements en **train**.
NB : à partir de 2021, cadre national pour privilégier le train aux vols court courrier
- 3) Une proposition visant à **réduire** les déplacements **aériens** grâce à la mise en place d'un budget carbone individuel pour les missions : 10 tCO₂e en 2021 et diminution les années suivantes.


En 2018 :

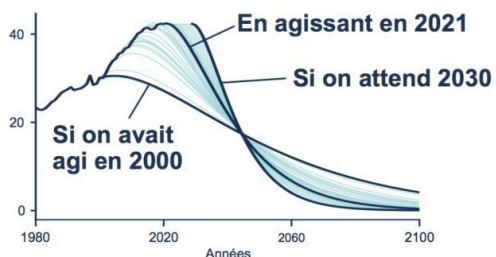
 **9,5 tCO₂e / pers.**
(activité pro. seulement)

 **11,2 tCO₂e / pers.**
(toutes activités confondues)

Objectif <2°C de réchauffement :

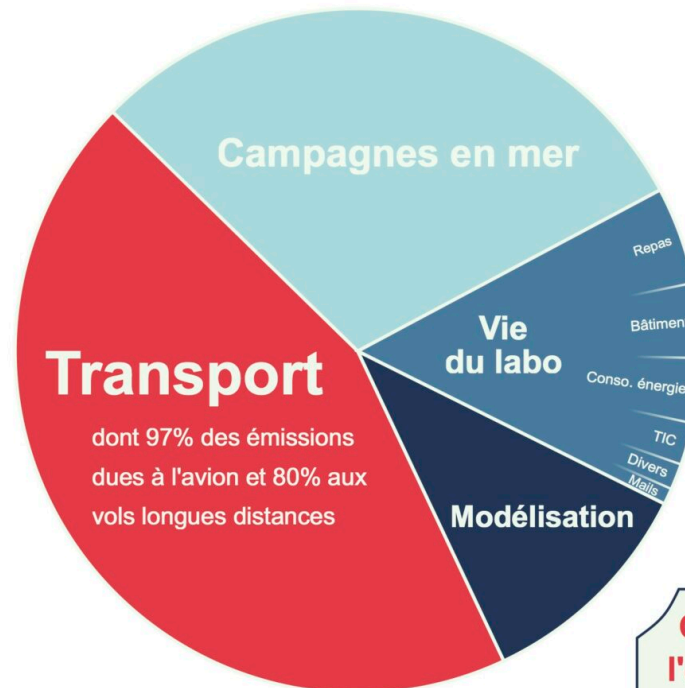
 **2 tCO₂e / pers. d'ici 2050**

 Trajectoires d'émissions compatibles
(en GtCO₂)



**Plus on attend, plus c'est dur :
chaque année compte**

1750 tCO₂e
émises par le LOCEAN en 2018









La **moitié** de l'empreinte carbone du transport est émise par **14%** du personnel.

Distribution des missions IRD 2018 du LOCEAN en fonction du CO₂e émis.

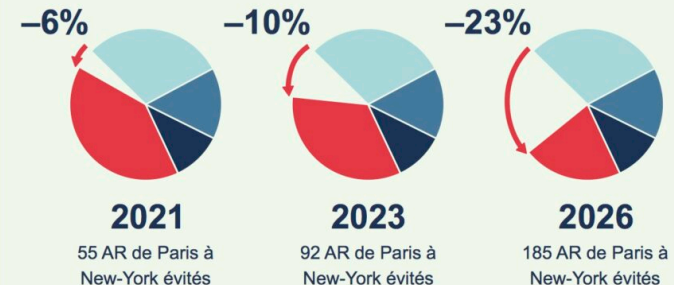


Légende : ✈ 1 AR Paris - New-York (2 tCO₂e)

1 trajet en train émet ~40 fois moins
(à distance comparable)

	1 jour en mer / pers.	1/2 ✈
	Un ordi portable + écran 23,8"	1/4 ✈
	2 pers. en visio pendant 2h	1/200 ✈
	1 PJ (2Mo) @toutlocean	1/143 ✈
	1 repas/j. avec boeuf pendant 1 an poulet végétarien	1 ✈ -78% -92%
	CMIP6 au LOCEAN	41 ✈
	10 ans NEMO 1°	1/100 ✈
	10 ans NEMO 0,25°	1/4 ✈

Grâce aux propositions mises au vote,
l'empreinte du LOCEAN diminuerait de :



Seul le secteur transport est concerné par le vote.
Cependant des leviers d'actions sont aussi disponibles pour réduire l'empreinte des autres secteurs. Discutons-en !

Conclusion

- L'avenir n'est pas brillant... si nous continuons sur la même pente !
- Les solutions existent, il faut nous en emparer.
- À commencer par estimer notre « empreinte » (GES) pour ensuite essayer de la diminuer.
- Sans attendre, l'urgence est là.
- C'est un défi intellectuel fascinant !



Merci !

