

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

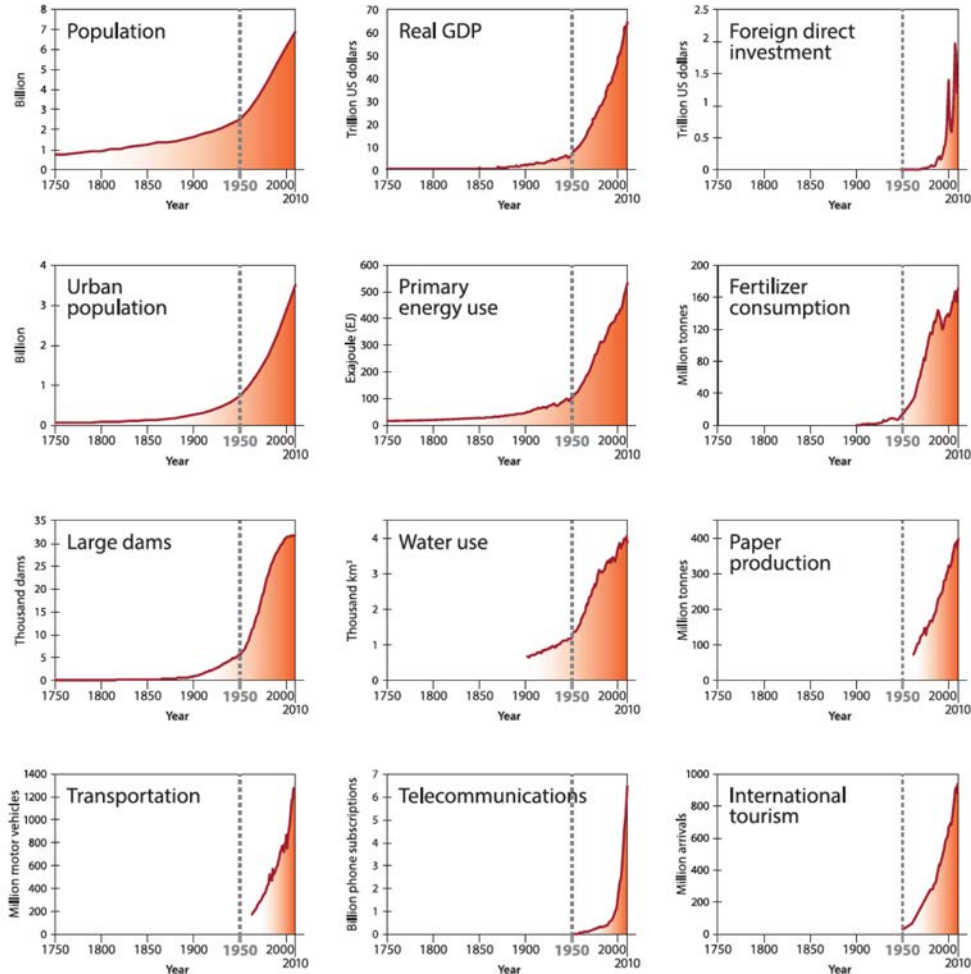
- Limites planétaires
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le bilan gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - GES1point5
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

Plan

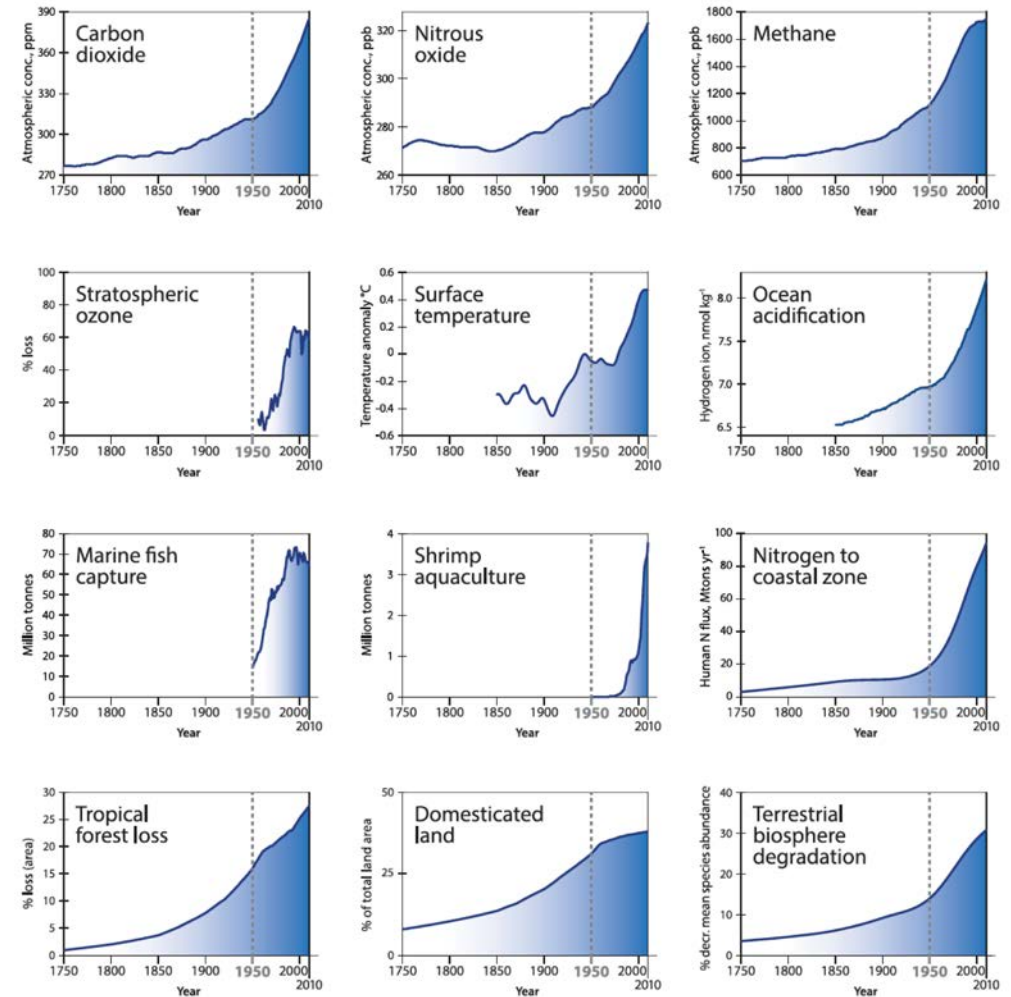
- **Limites planétaires**
- Le réchauffement climatique
- Pourquoi faire le bilan gaz à effet de serre (BGES) d'un laboratoire ?
 - La démarche Labos1point5
 - Comment faire ?
 - GES1point5
 - Limites du BGES
- Et ensuite ?

La « Grande Accélération » = des problèmes en vue !

Socio-economic trends



Earth system trends

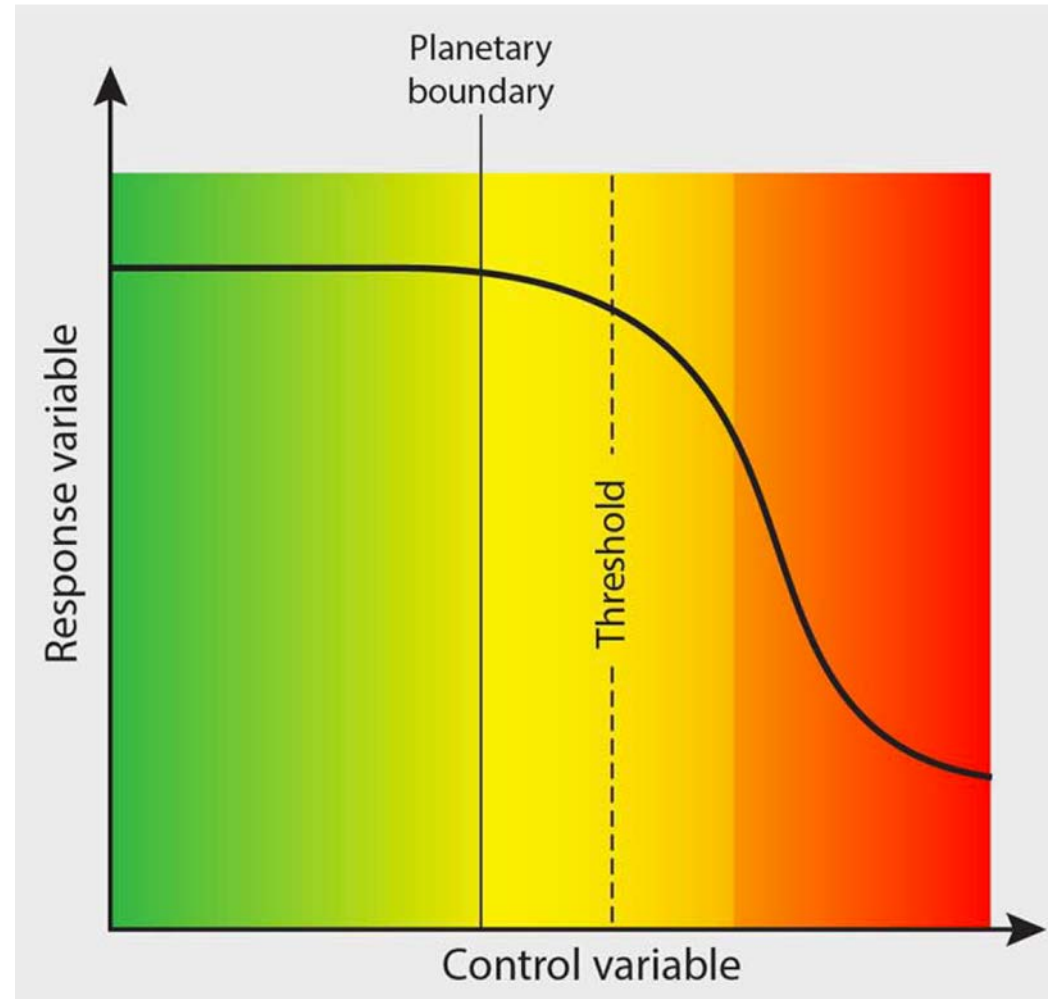


Limites planétaires

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)



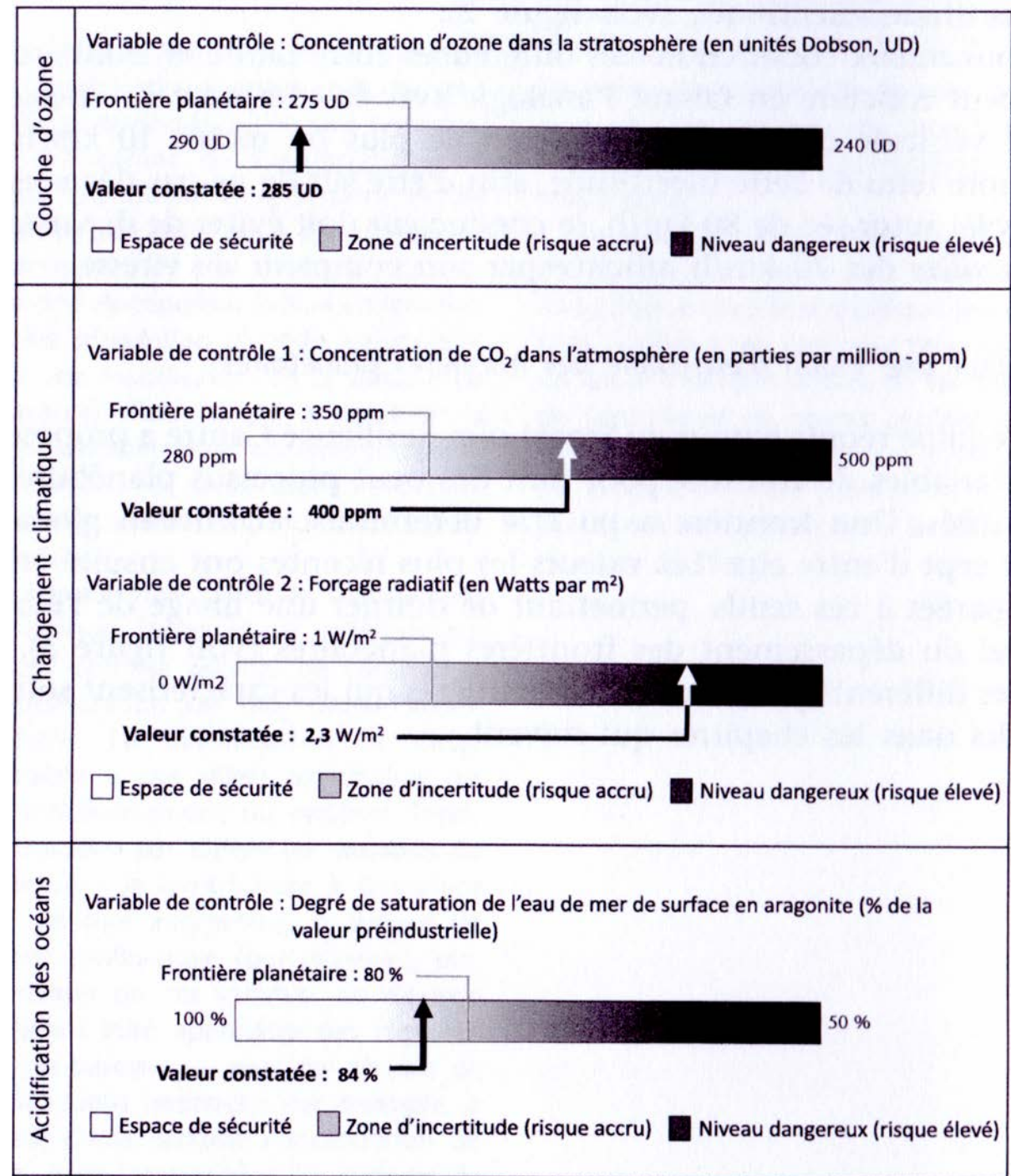
■ Espace de sécurité ■ Zone d'incertitude (risque accru) (ex. > 350 ppm) ■ Niveau dangereux (risque élevé) (ex. > 550 ppm)

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



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

Frontière planétaire : 62 Tg N/an



Valeur constatée : 150 Tg N/an

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

Frontière planétaire : 11 Tg P/an



Valeur constatée : 22 Tg P/an

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

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

Frontière planétaire : 4000 km³/an

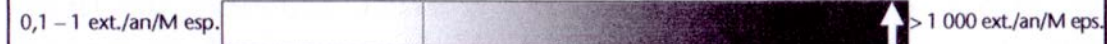


Valeur constatée : 2600

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

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

Frontière planétaire : 10 ext./an/M



Valeur constatée : 100 à 1000

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

Frontière planétaire : 90 %



Valeur constatée : 85 %

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

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

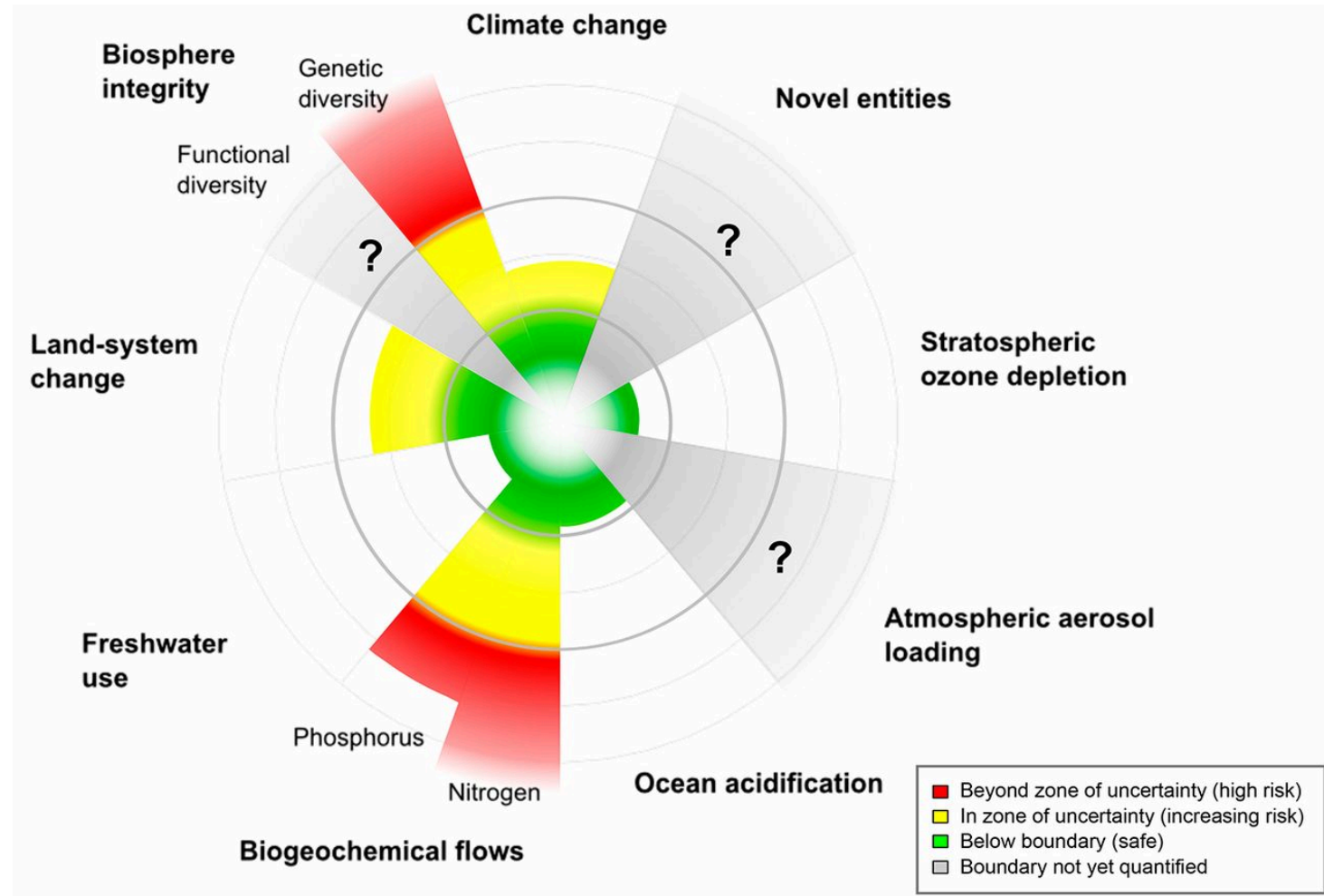
Frontière planétaire : 75 %



Valeur constatée : 62 %

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

Limites...



Indicateur « biologique »

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

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

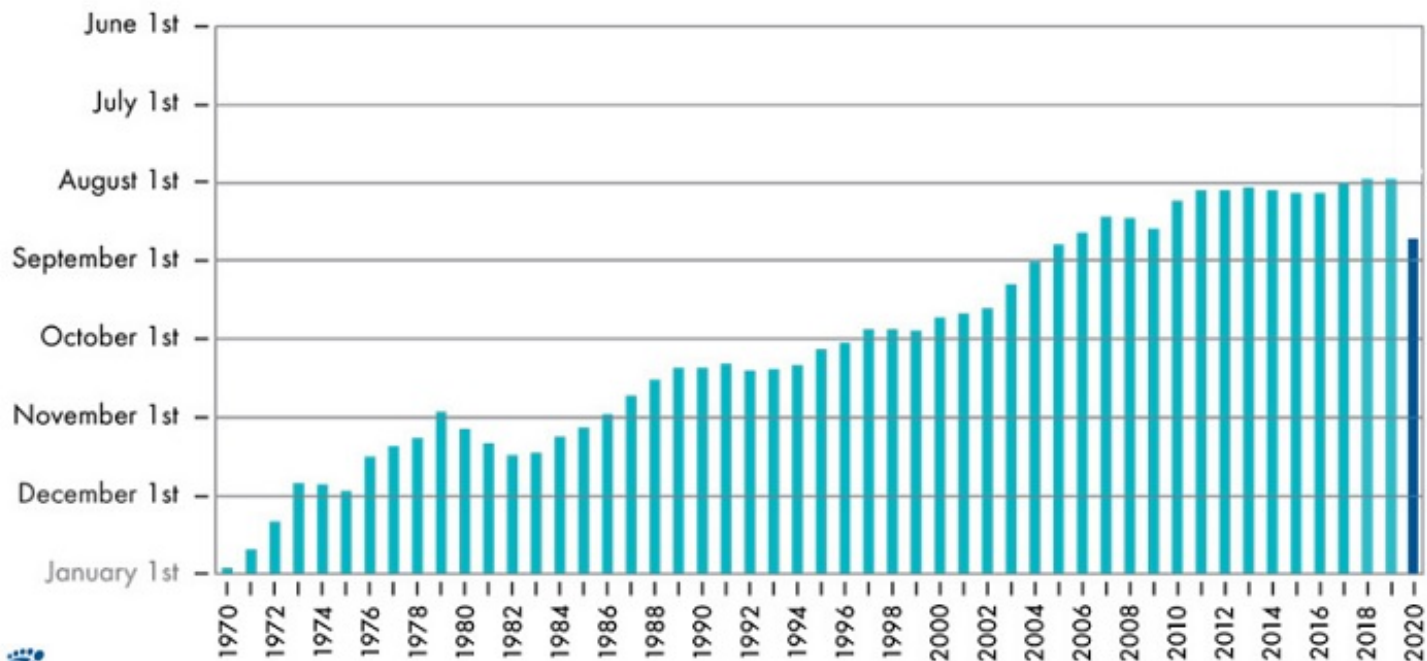


1 Earth

Earth Overshoot Day
1970 - 2020



1.6 Earths

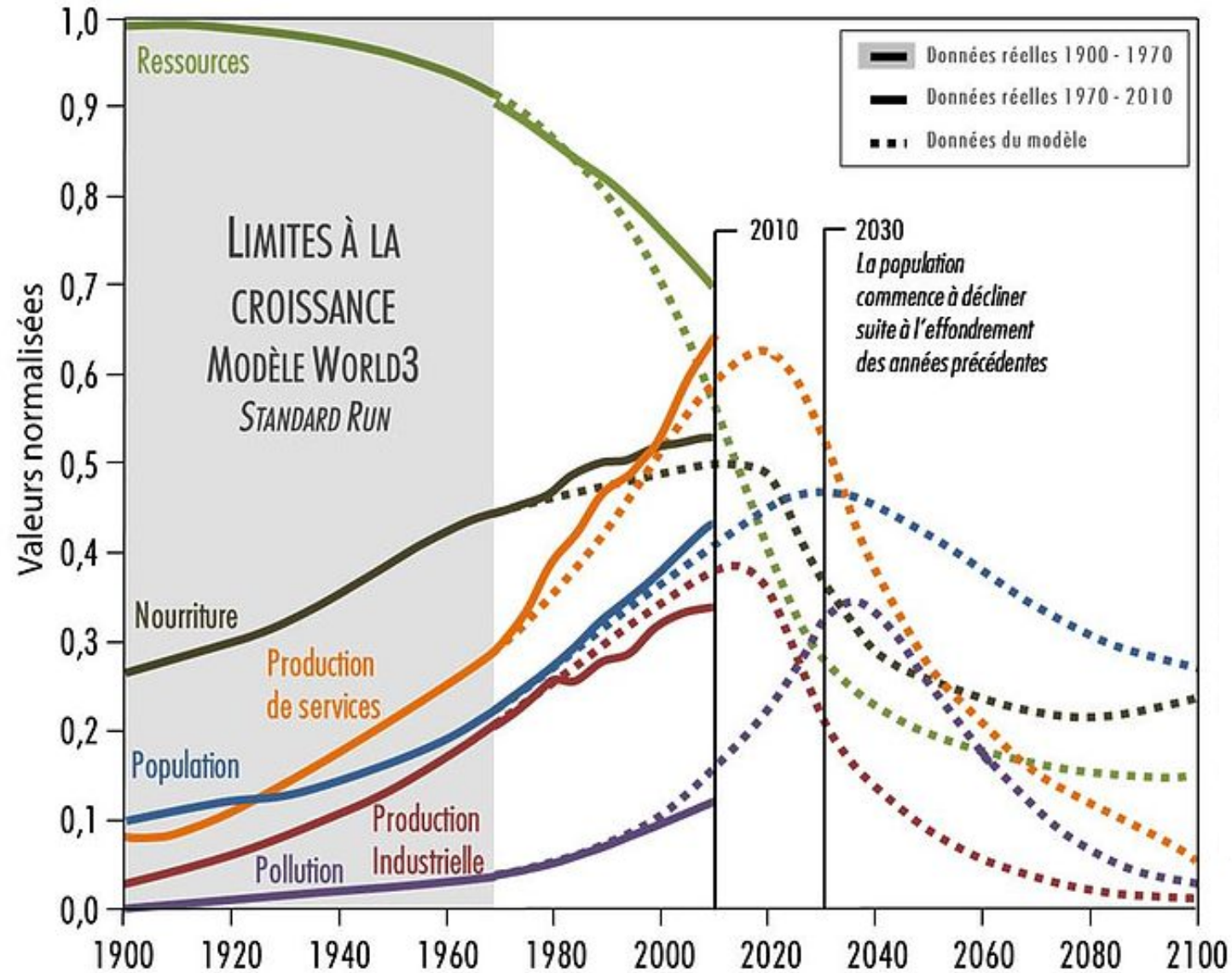


Surface de terres et d'eaux nécessaires pour fournir les ressources et assimiler les déchets

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 ?

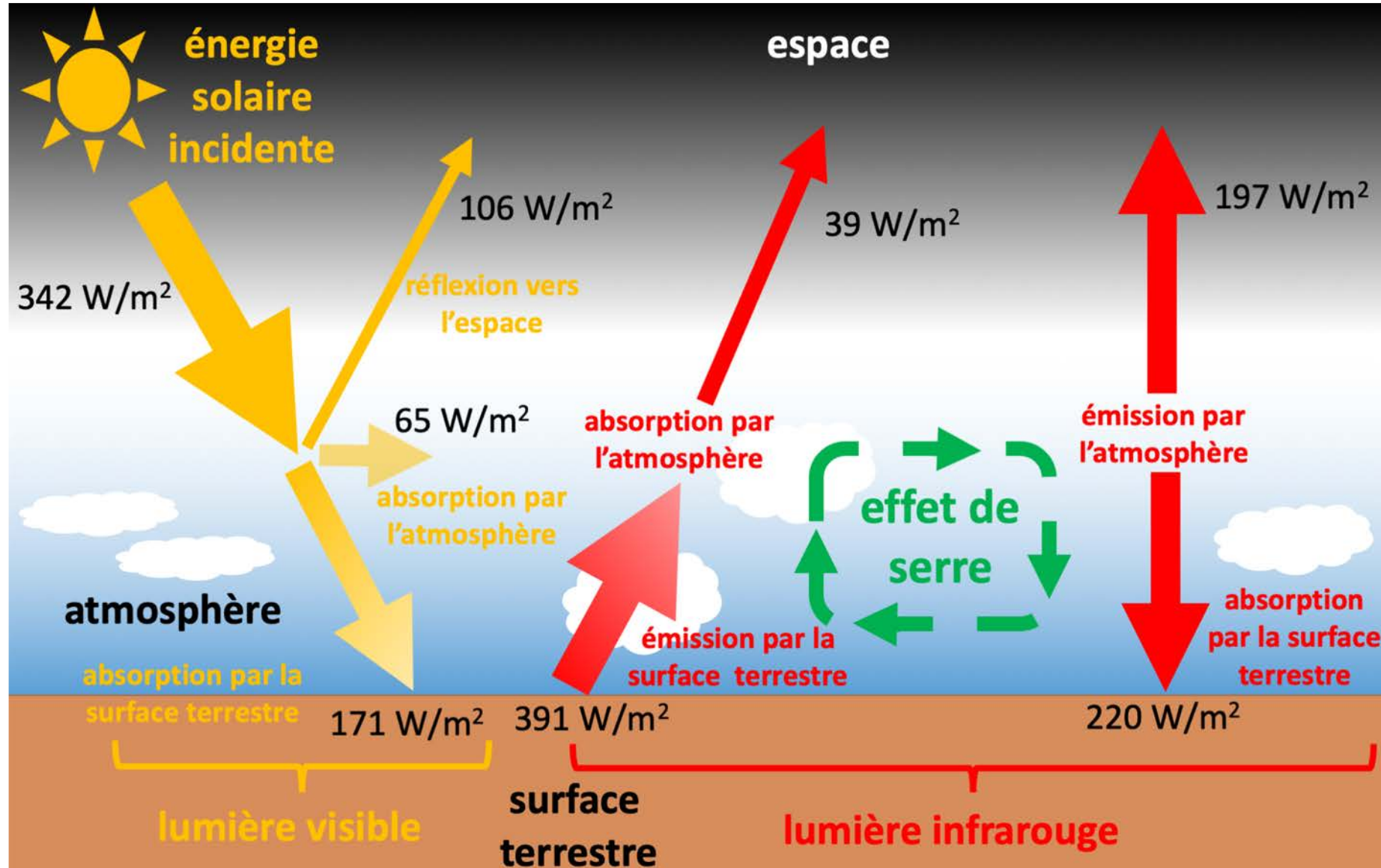
Qu'est-ce qu'un gaz à effet de serre (GES) ?

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

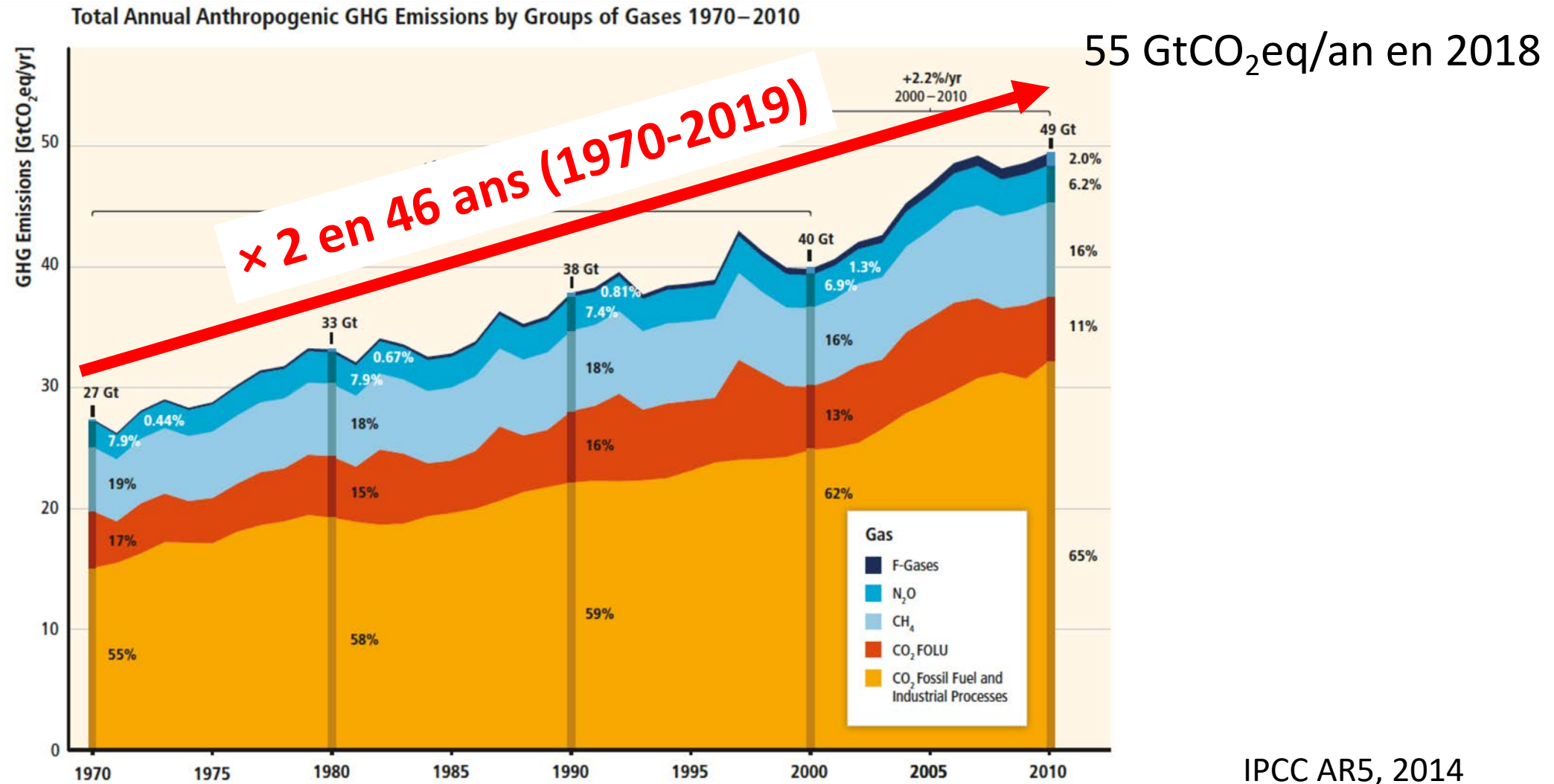
Principaux gaz à effet de serre naturellement présents dans l'atmosphère

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

L'effet de serre

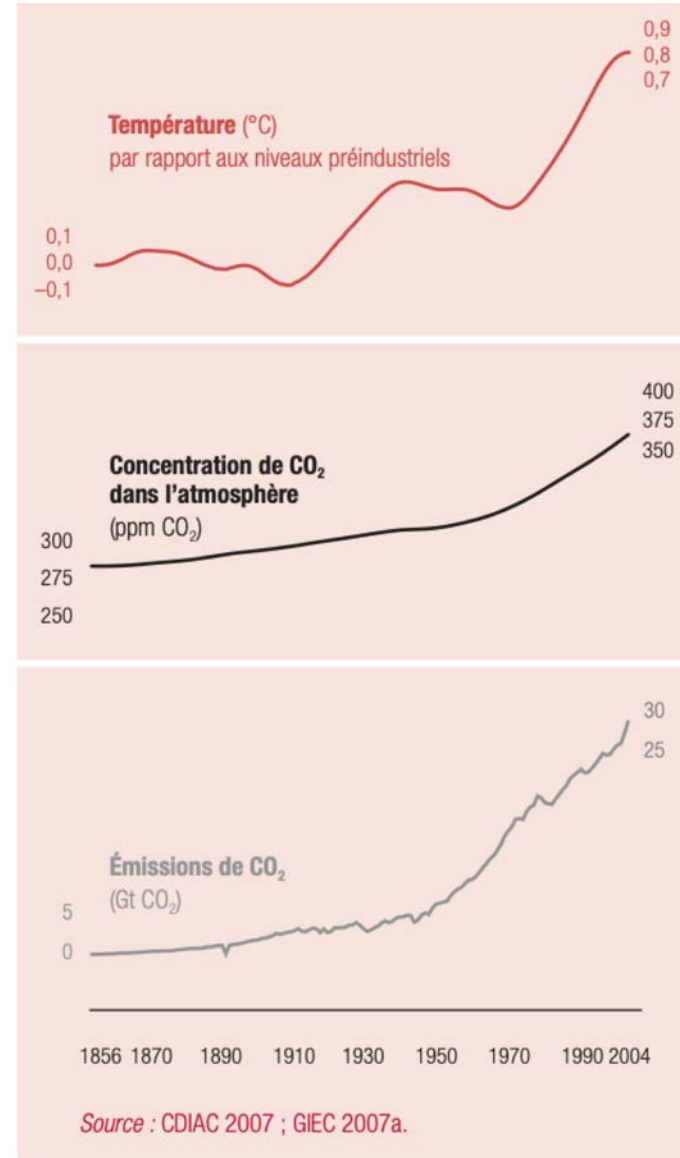
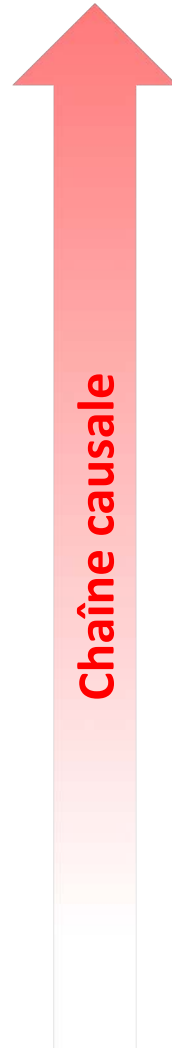


Les activités humaines rejettent des GES



La chaîne causale du CO₂

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

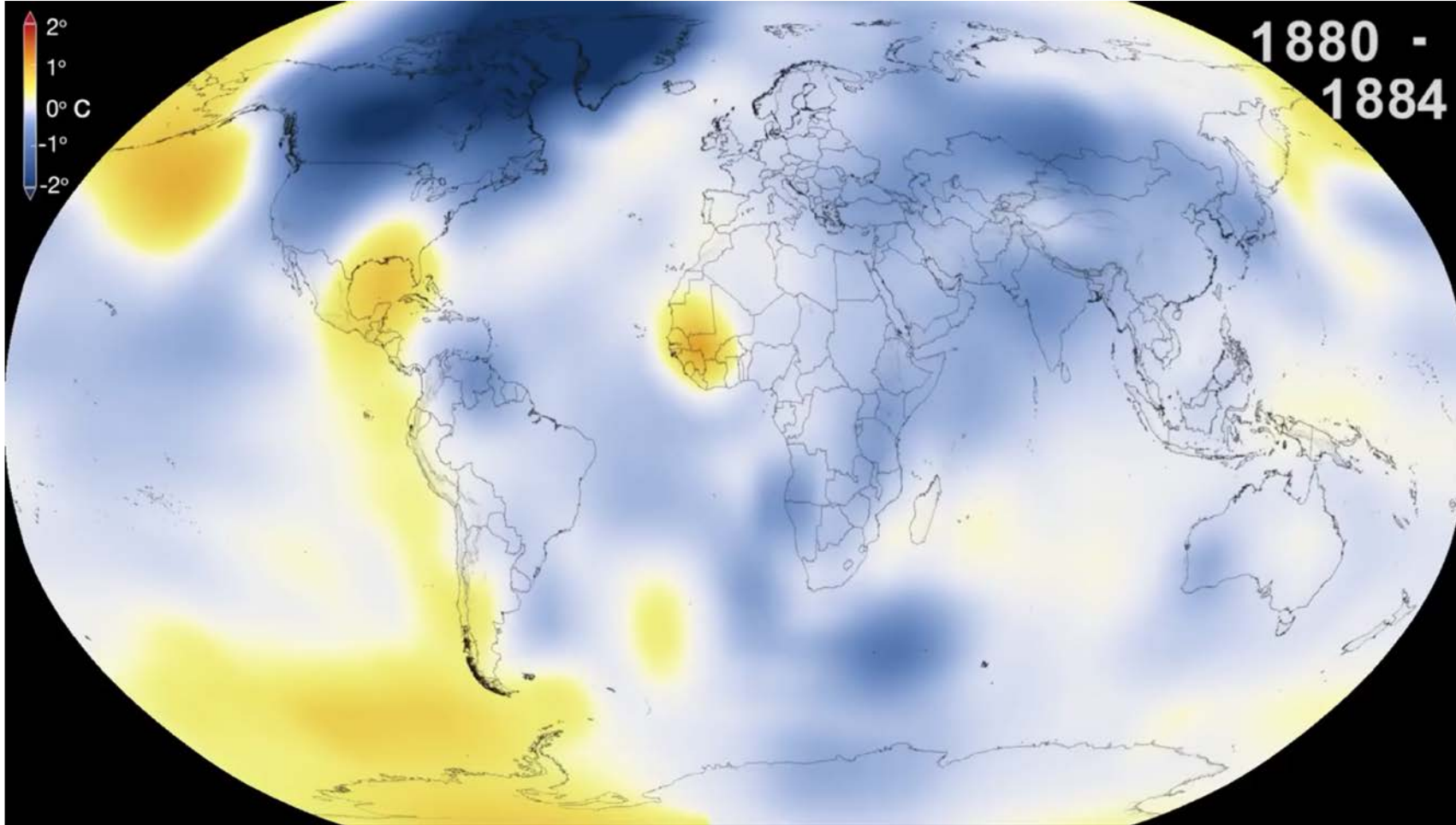


Réchauffement :
+ 1,1 °C en 2020 par rapport à 1850

Concentrations :
275 ppm en 1850
410 ppm en 2019

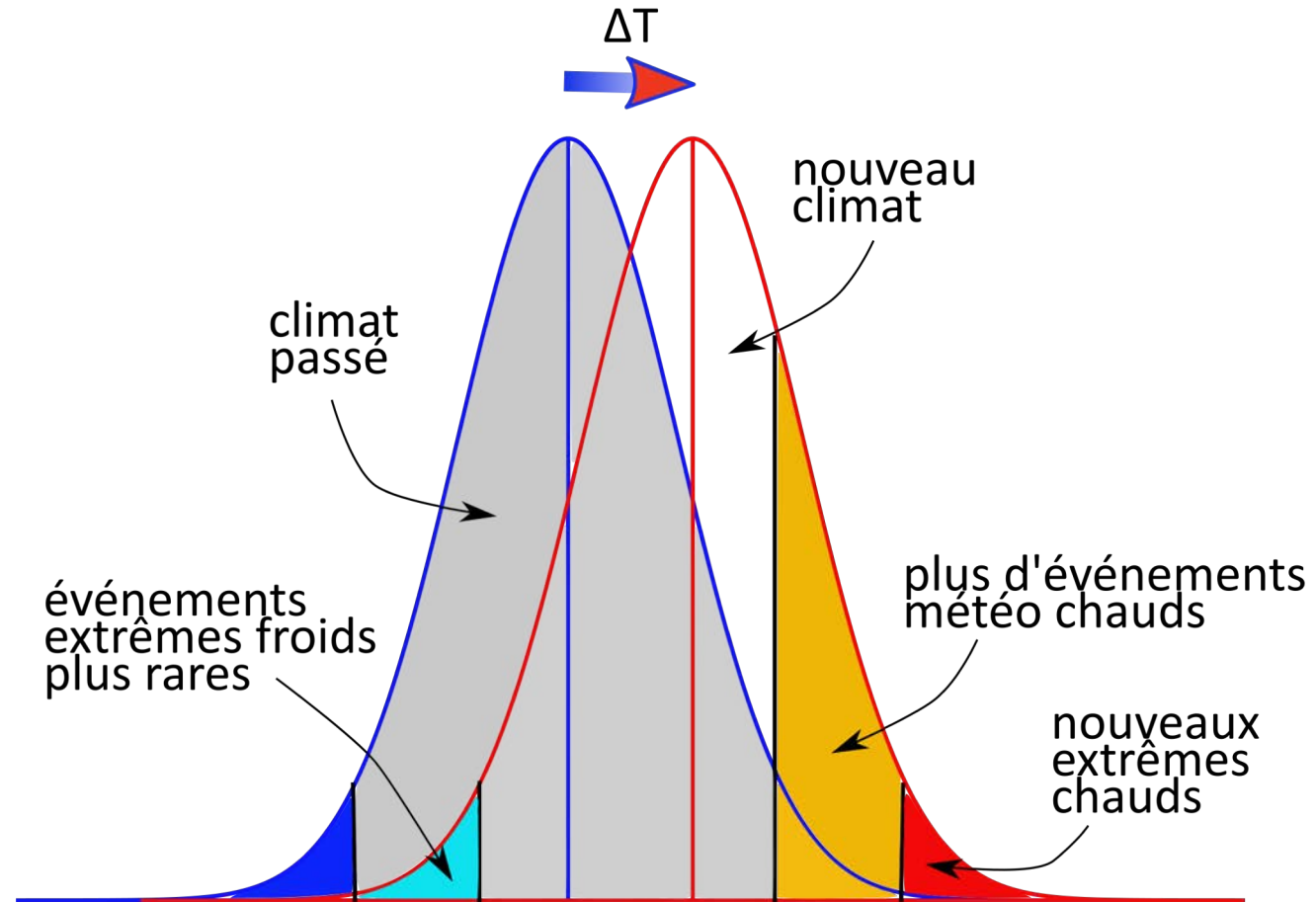
Émissions :
~ 0 t en 1850
55 GteqCO₂ en 2018

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 (↗ niveaux océans...)
- ↗ fréquence et intensité des épisodes de canicule, sécheresse, inondation
- Des tempêtes (cyclones...) plus violents...

- Impacts sur les populations (zones invivables, alimentation en eau potable, ↘ 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)



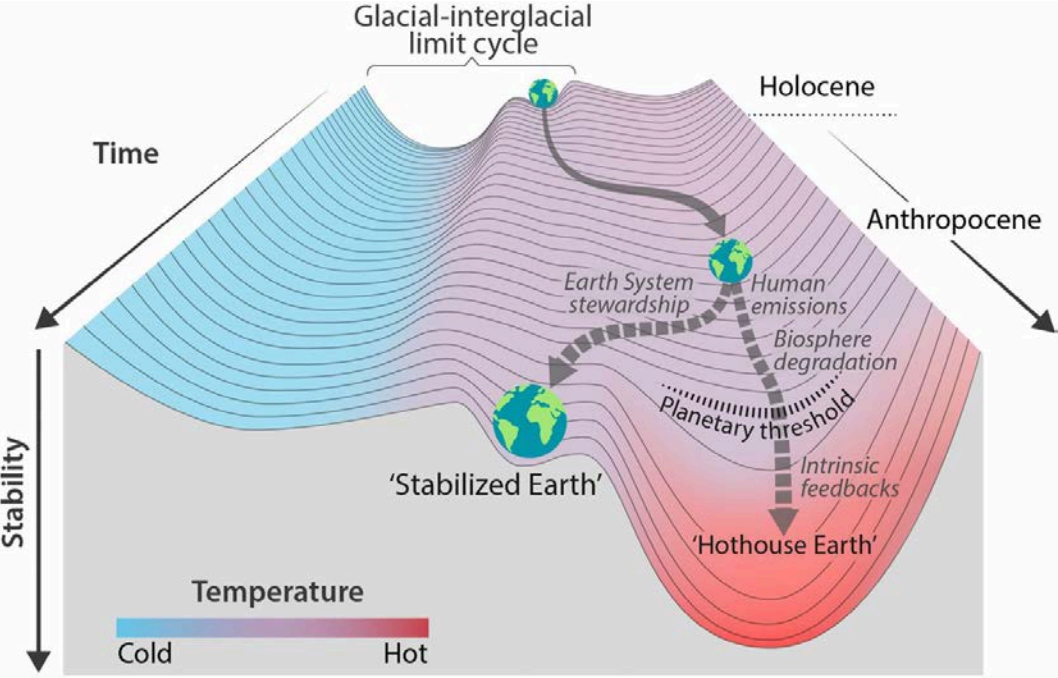
1986



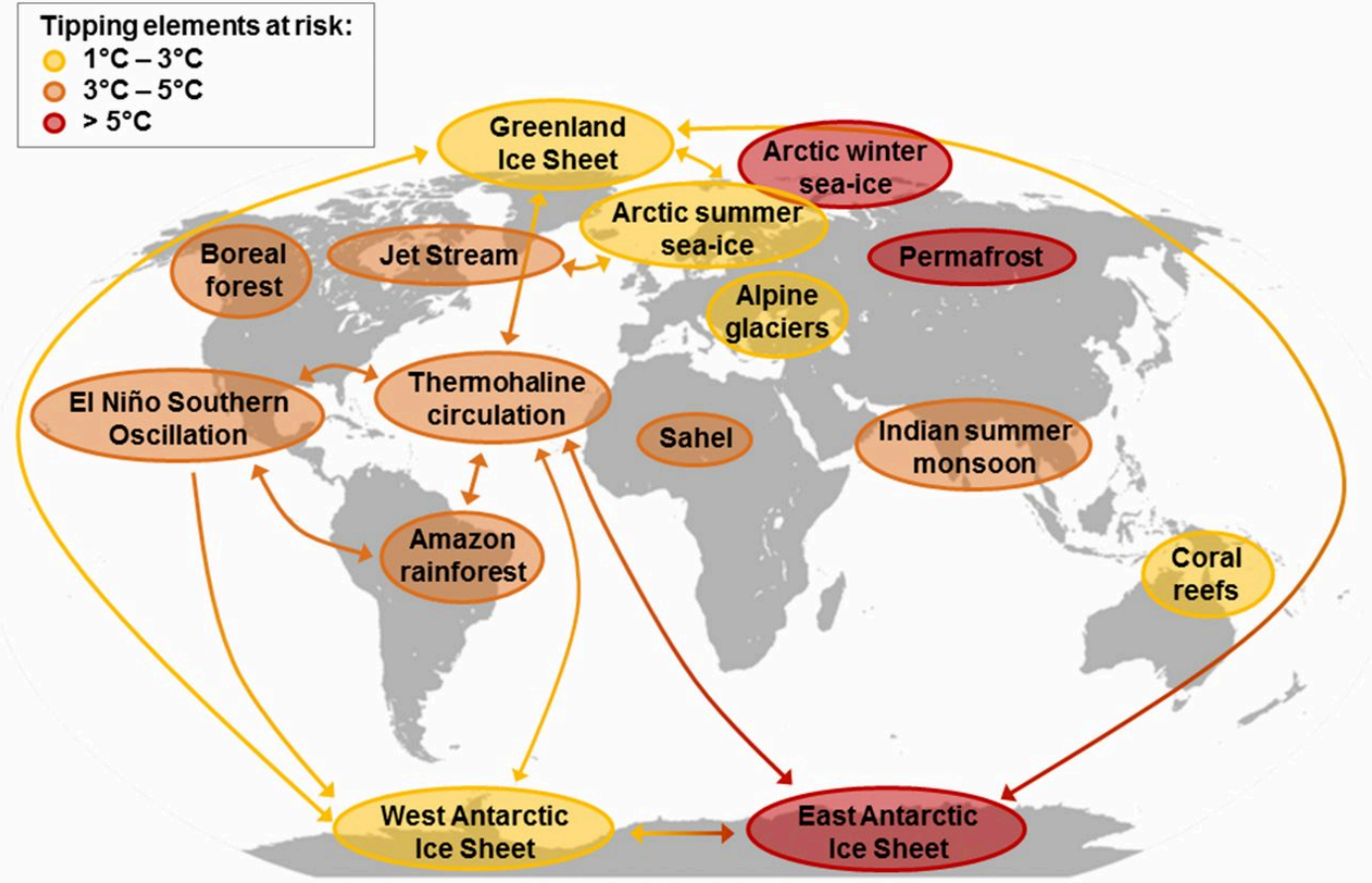
2019

Points de bascule

rétroaction positive = écartement du point d'équilibre



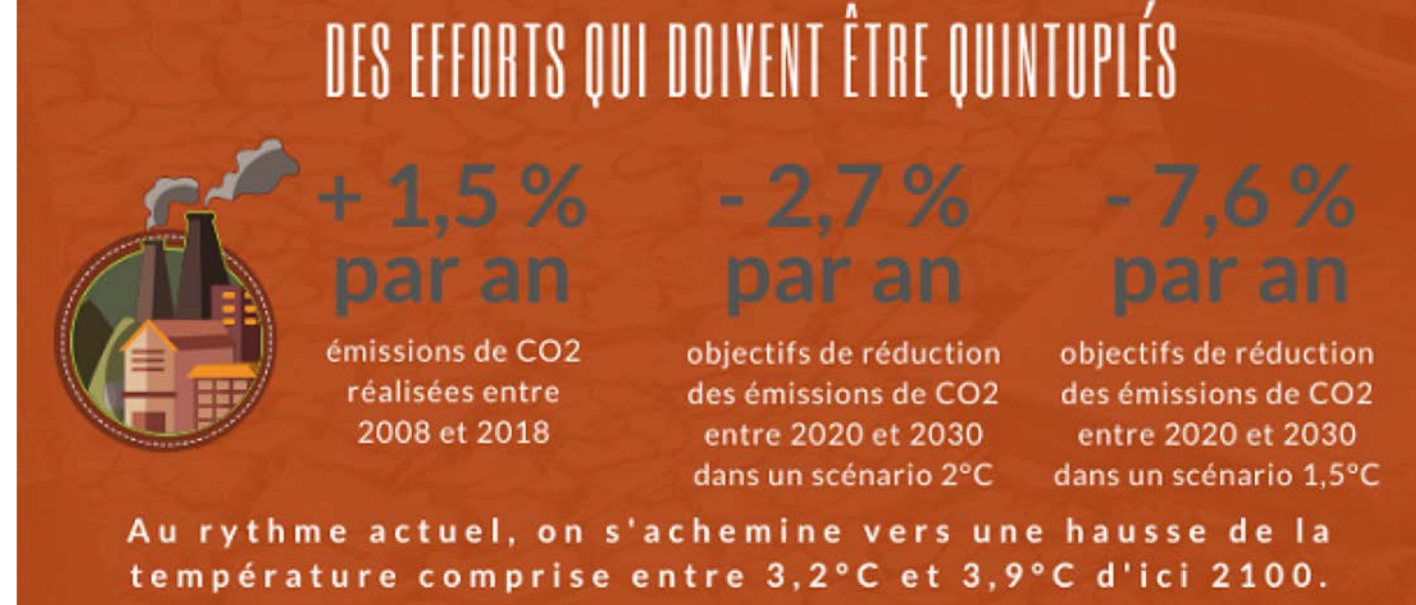
Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, Steffen, 2018.



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.

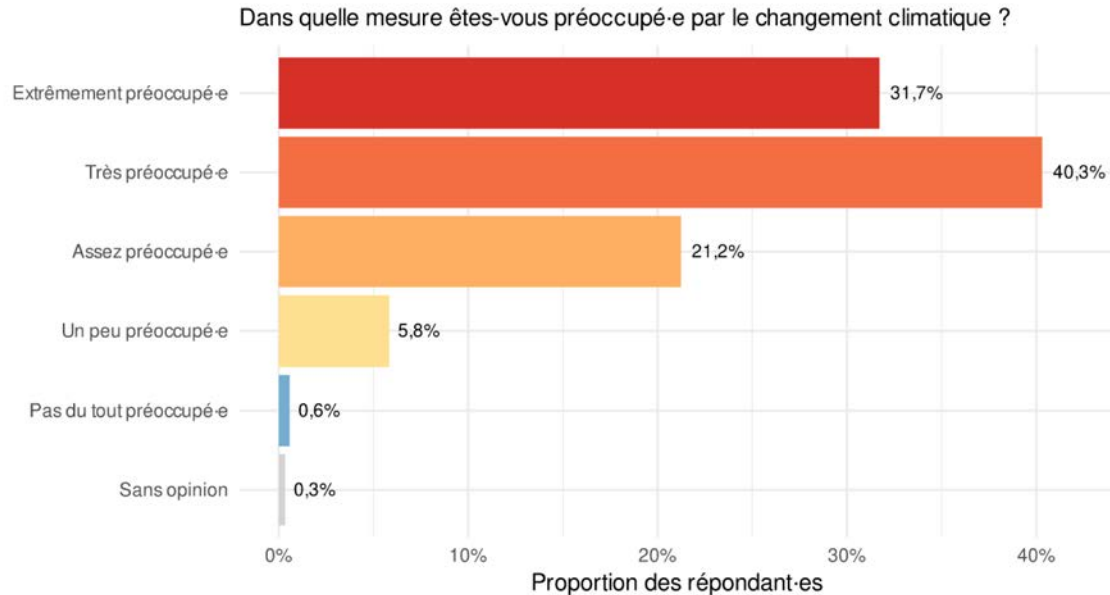
« amorcer ou poursuivre le **changement de nos pratiques professionnelles** afin de **réduire rapidement** notre impact sur l'environnement, en cohérence avec les objectifs de l'Accord de Paris. [...] nous voyons au contraire dans ce moment historique **l'opportunité d'une transformation positive et 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)

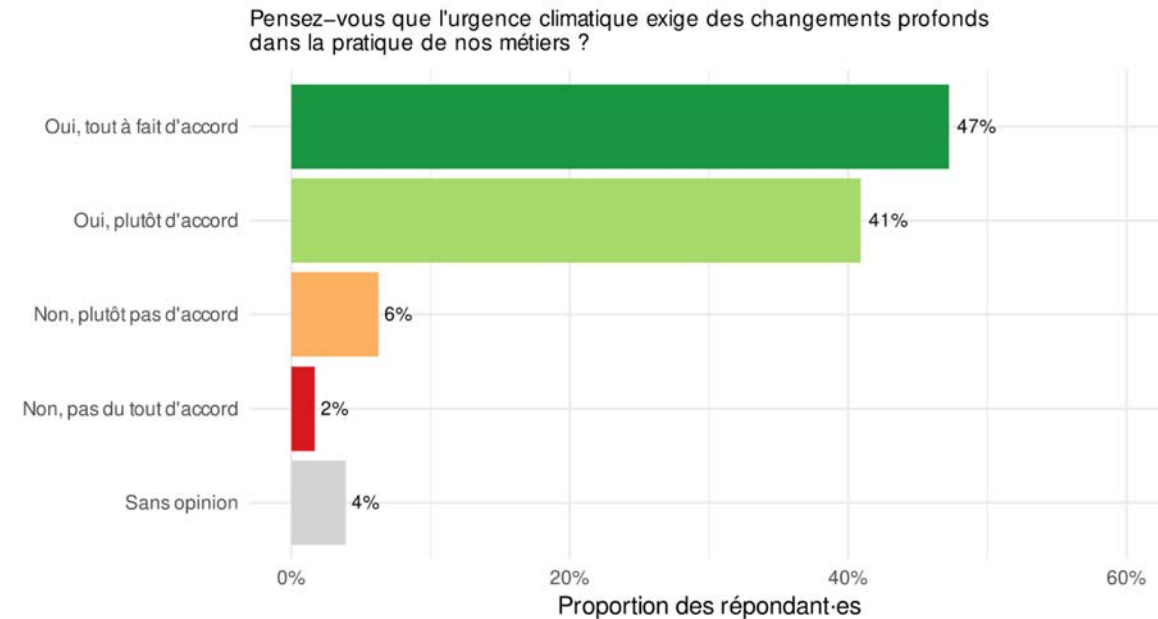
Enquête Labos 1point5 (2020)



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 1point5** : 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>

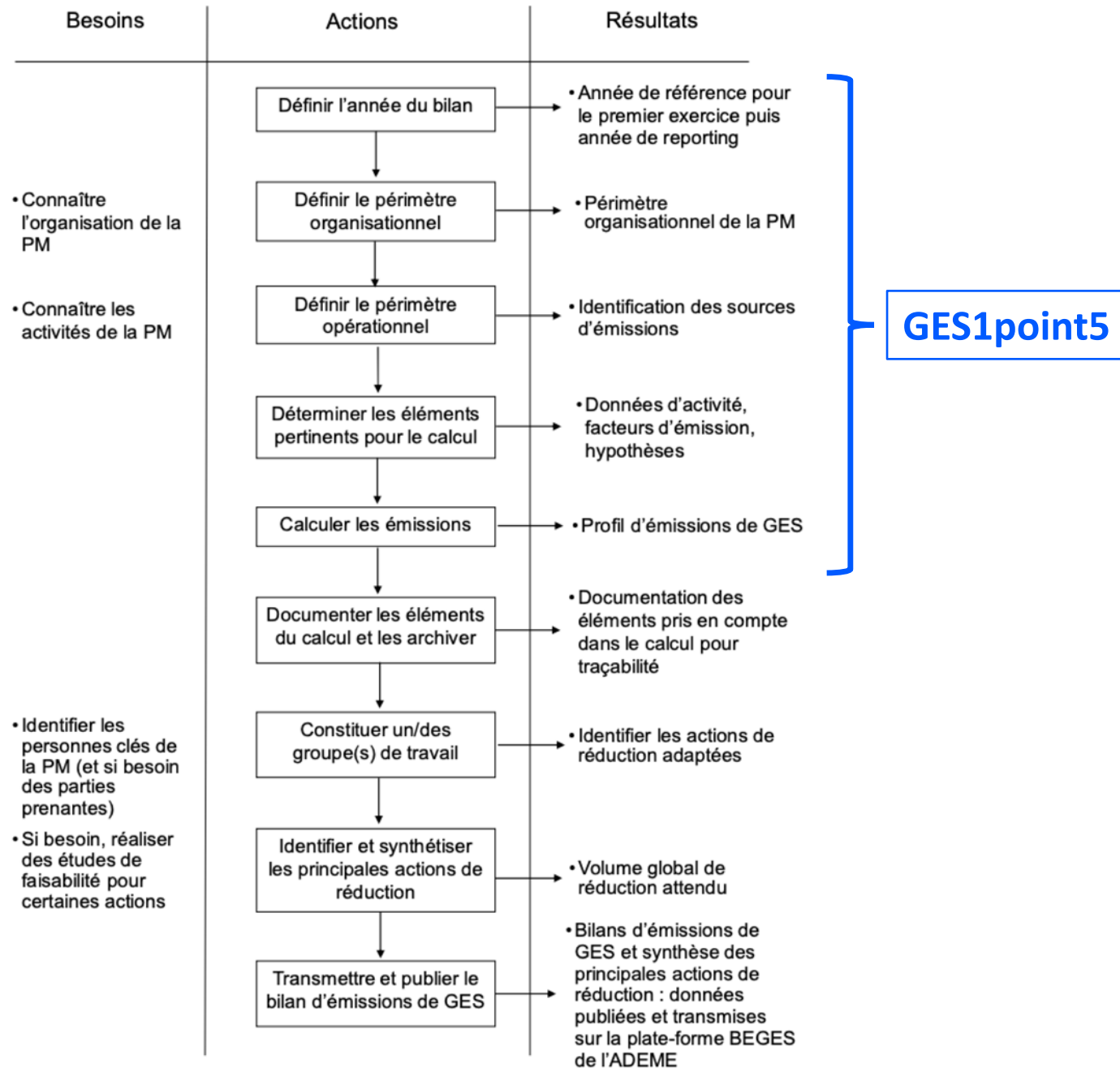
Étapes clés

Définition des périmètres

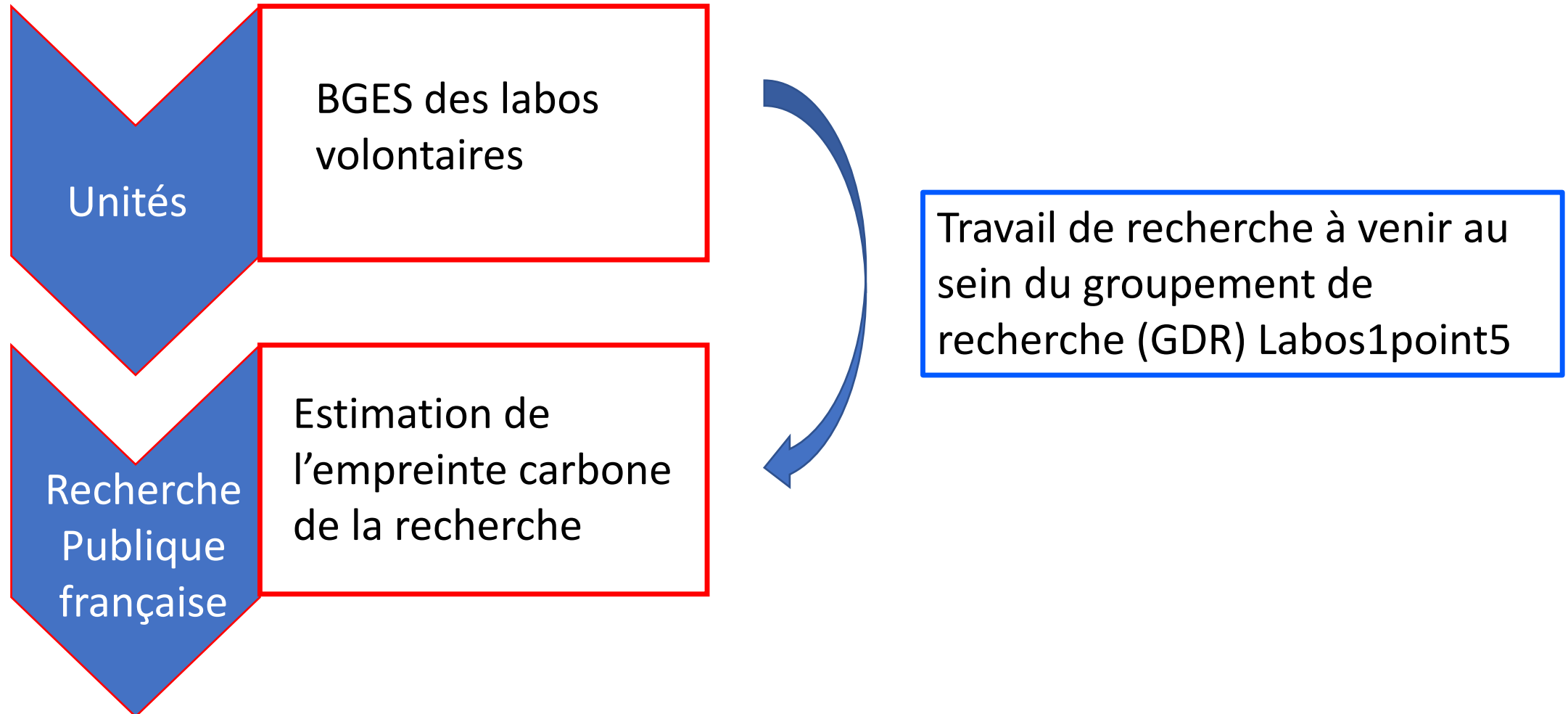
Recueil des données et calculs

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

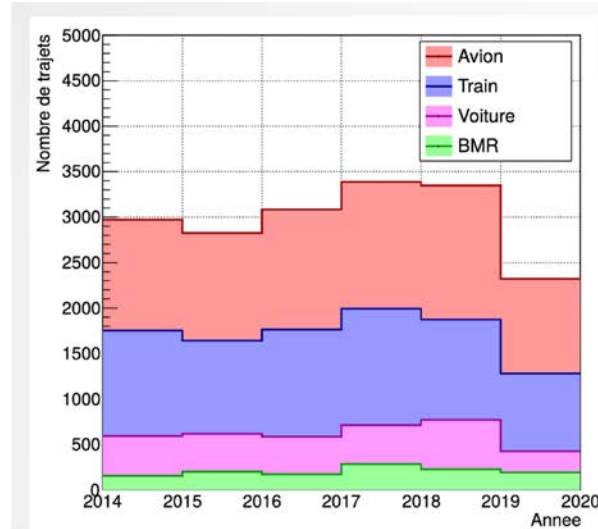
- Stagiaire : Manel Beghdadi (étudiante en 3^e année de Licence de physique à l'université de Paris) du 25 mai au 16 juillet

- 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

- 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

BMR = Bus, Métro, RER

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
- 1 requête internet : 6,65 g CO₂éq/unité
- 1 mail : 4 g CO₂éq/unité
- 1 tweet : 0,02 g CO₂éq/unité

éviter pièces jointes

utiliser favoris

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 :

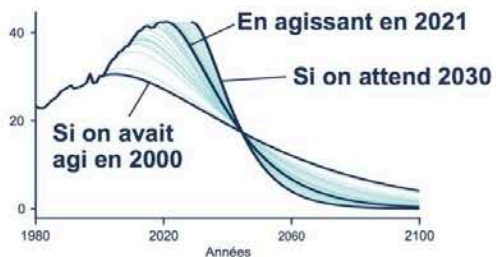
 **9,5 tCO₂e / pers.**
(activité pro. seulement)

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

Objectif <2°C de réchauffement :

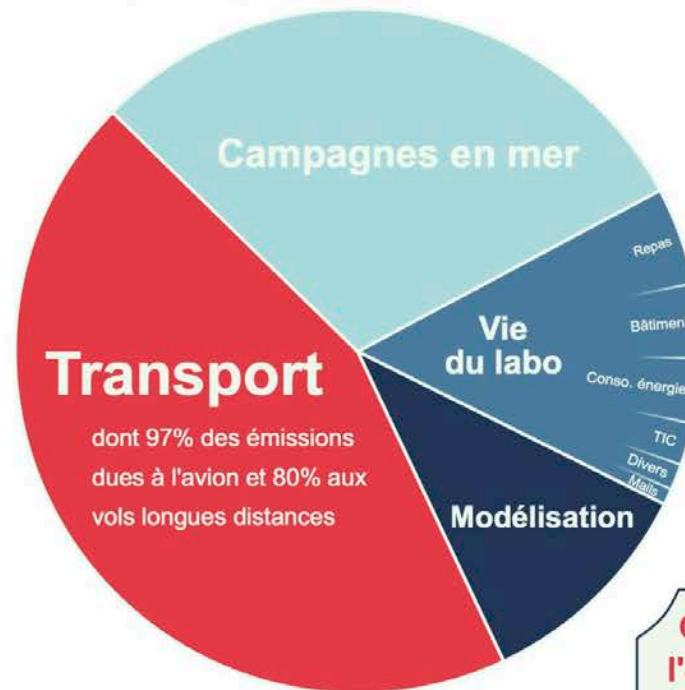
 **2 tCO₂e / pers. d'ici 2050**

 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.



Le budget transport individuel de 10 tCO₂e toucherait 5% du personnel en 2021

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 !

