

Climat, Biodiversité, Ressources



Jacques Le Bourlot

9 Novembre 2023

Qui suis-je ?

Qui suis-je?

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)



Jacques Le Bourlot

- Observatoire de Paris & Université Paris Cité
- Professeur émérite
- Milieu Interstellaire
- Modélisation / Simulation

Physique proche de celle de l'atmosphère



Histoire du Gers

Qui suis-je?

Histoire du Gers

11700 ans

10000 ans

200 ans

Pendant ce temps

Maintenant

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



© Gers, Le département



Il y a 11700 ans

Qui suis-je?

Histoire du Gers

11700 ans

10000 ans

200 ans

Pendant ce temps

Maintenant

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



© Jacques Nadeau, Le Devoir, Canada



Il y a 10000 ans

Qui suis-je?

Histoire du Gers

11700 ans

10000 ans

200 ans

Pendant ce temps

Maintenant

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



© Gers, Le département



Il y a 200 ans

[Qui suis-je?](#)

[Histoire du Gers](#)

[11700 ans](#)

[10000 ans](#)

[200 ans](#)

[Pendant ce temps](#)

[Maintenant](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)



© Adobe Stock



Pendant ce temps

Qui suis-je?

Histoire du Gers

11700 ans

10000 ans

200 ans

Pendant ce temps

Maintenant

Etat des lieux

Energie

Substitution

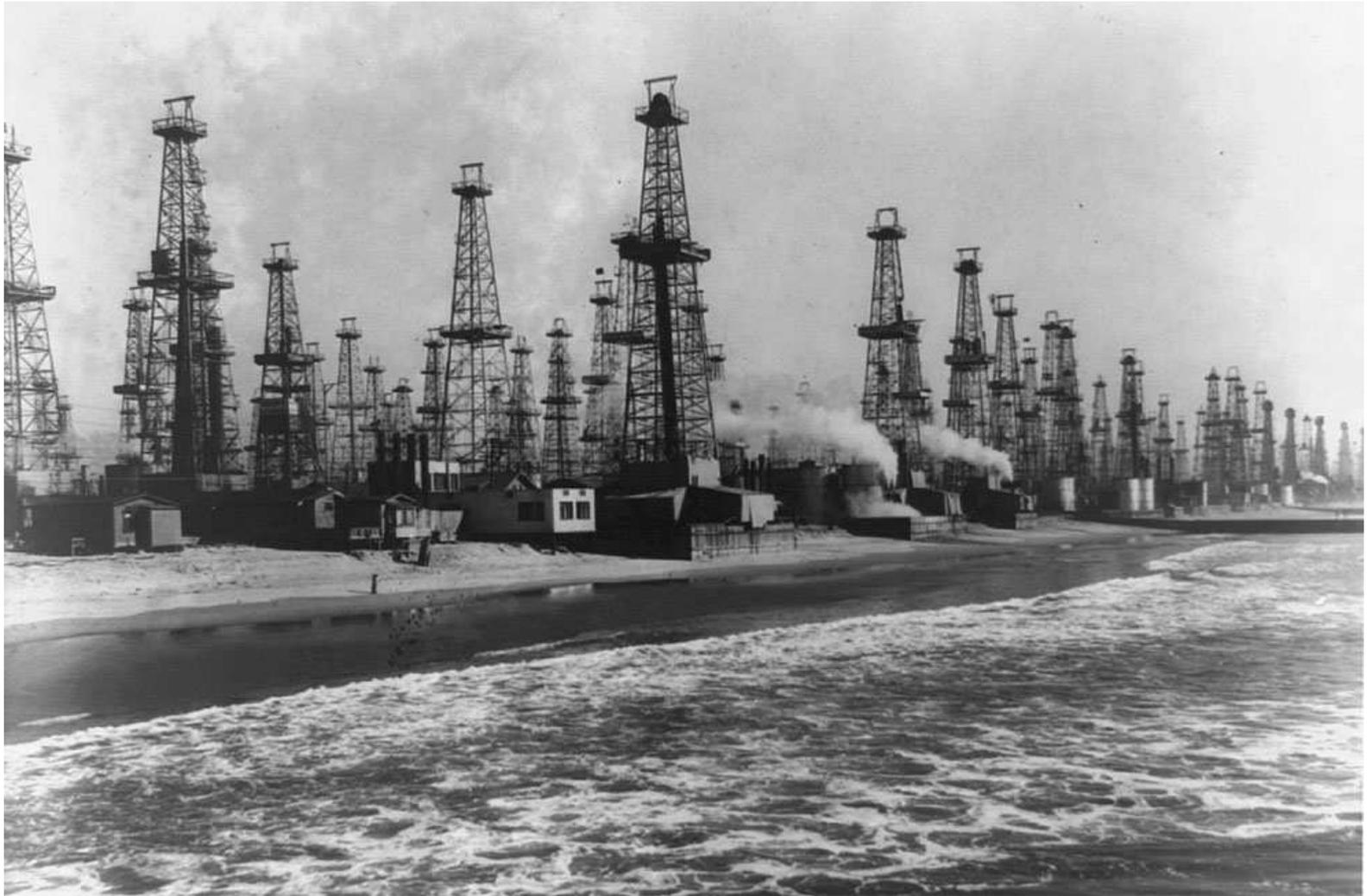
Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Plage de Venice, Californie - 1952 ([The Atlantic](#))



Maintenant

Qui suis-je?

Histoire du Gers

11700 ans

10000 ans

200 ans

Pendant ce temps

Maintenant

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



© La dépêche



Maintenant

Qui suis-je?

Histoire du Gers

11700 ans

10000 ans

200 ans

Pendant ce temps

Maintenant

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Toulouse Borderouge, © Vinci



Synthèse

[Qui suis-je?](#)

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Flux](#)

[Stocks](#)

[Conséquences](#)

[Certitudes](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

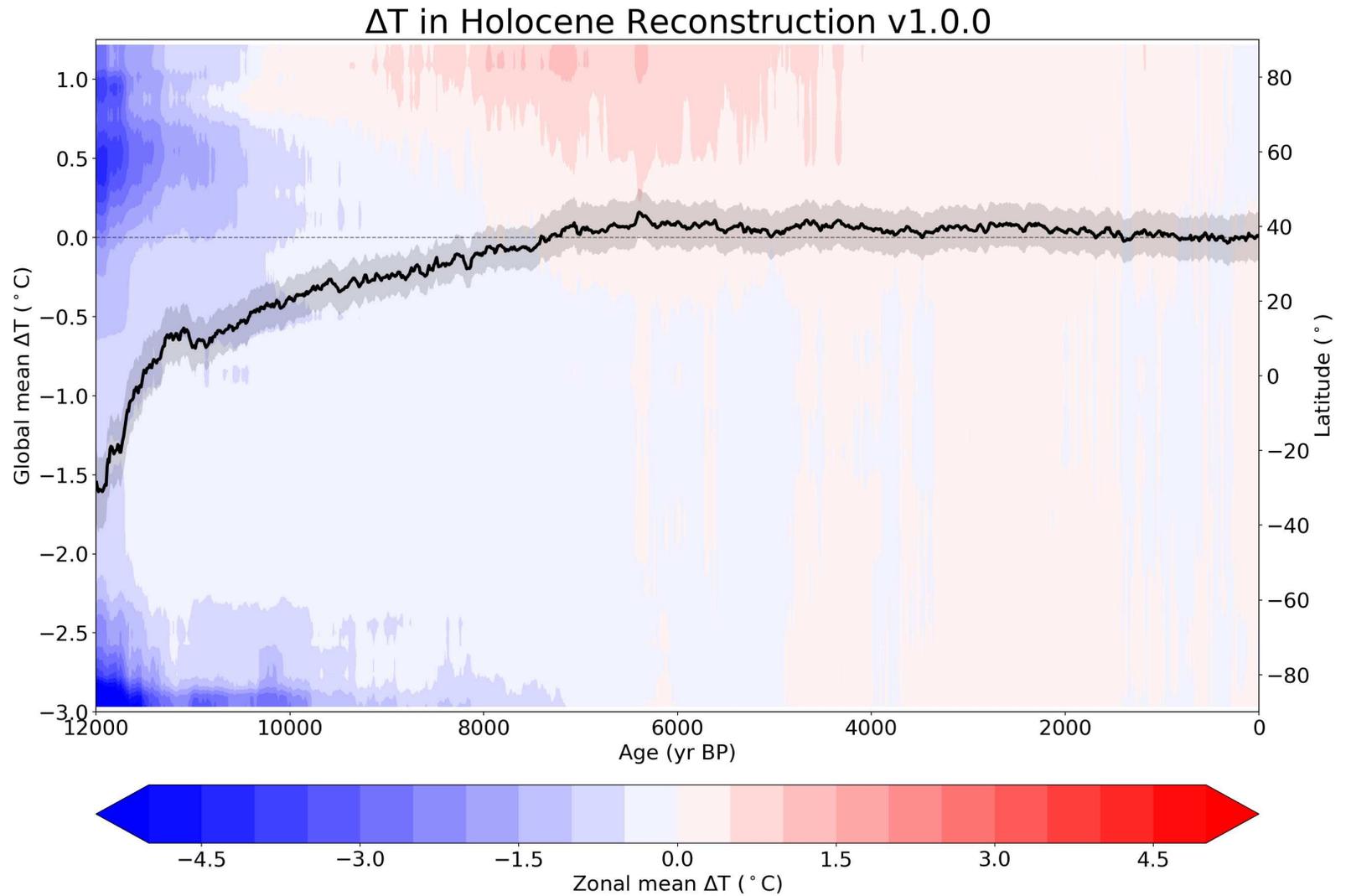
[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)



Erb et al., 2022, *Climate of the past*, 18, 2599 ([PaléoPresto](#))



D'une économie de flux...

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



...à une économie de stocks

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Colombie, © Basta Média



Conséquences - Température

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

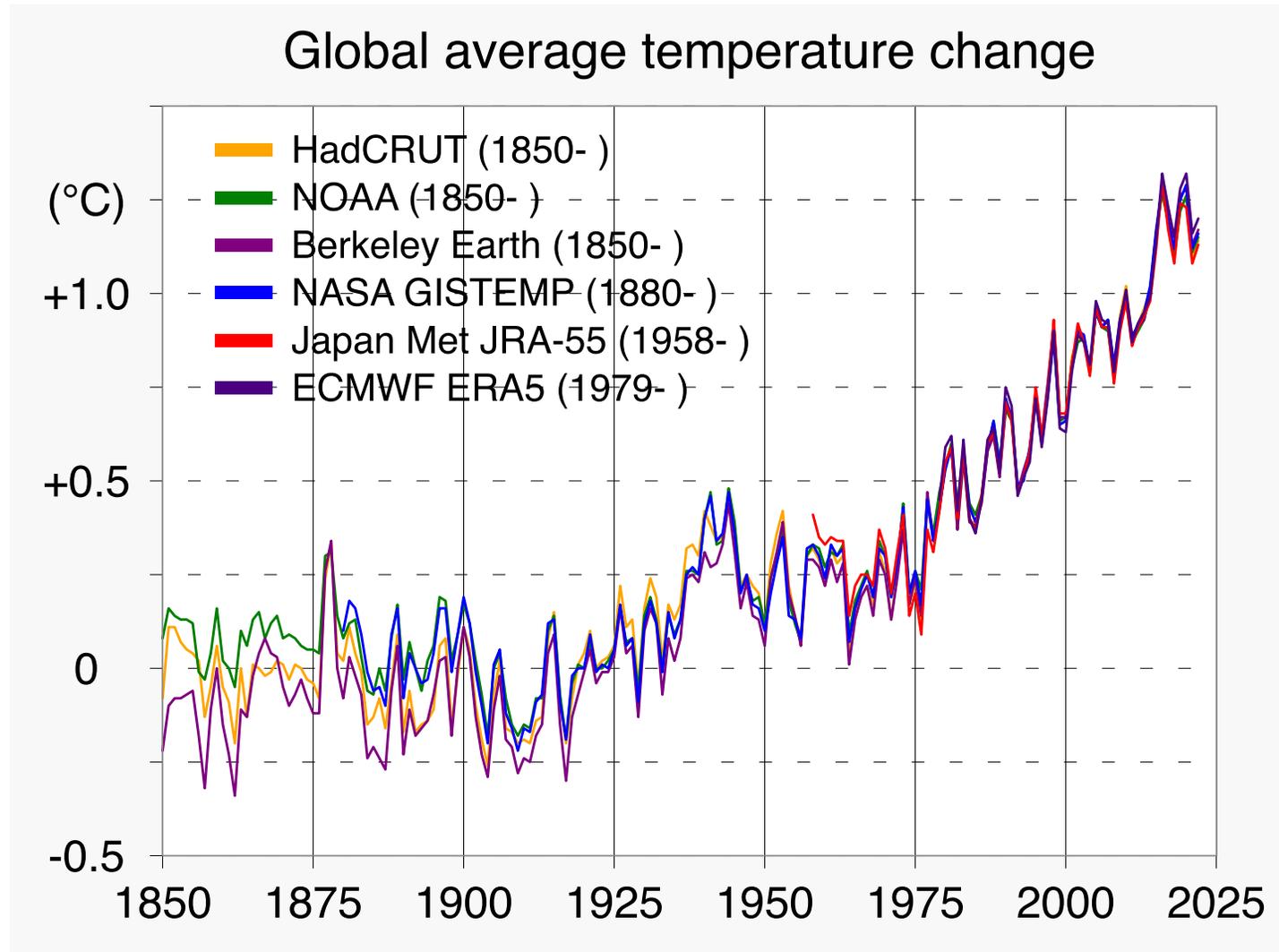
Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Wikipedia

Conséquences - Agriculture

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

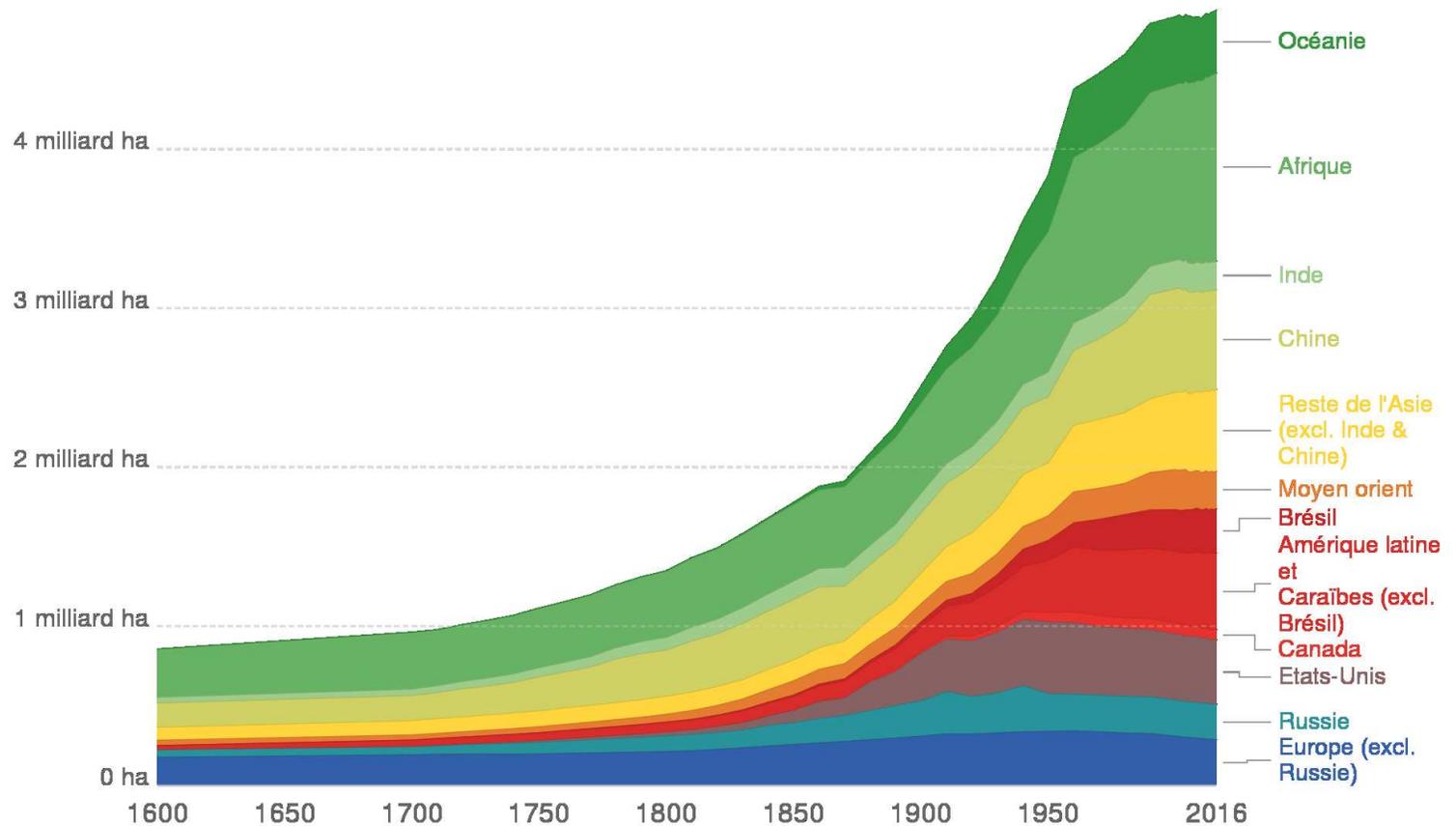
Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Évolution de la superficie agricole

Utilisation totale des terres en surface pour l'agriculture, mesurée comme la combinaison des terres destinées à l'agriculture (terres en hectares).



Source: History Database of the Global Environment (2017)

HYDE (History database of the Global Environment - Pays Bas)

Conséquences - Biodiversité

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

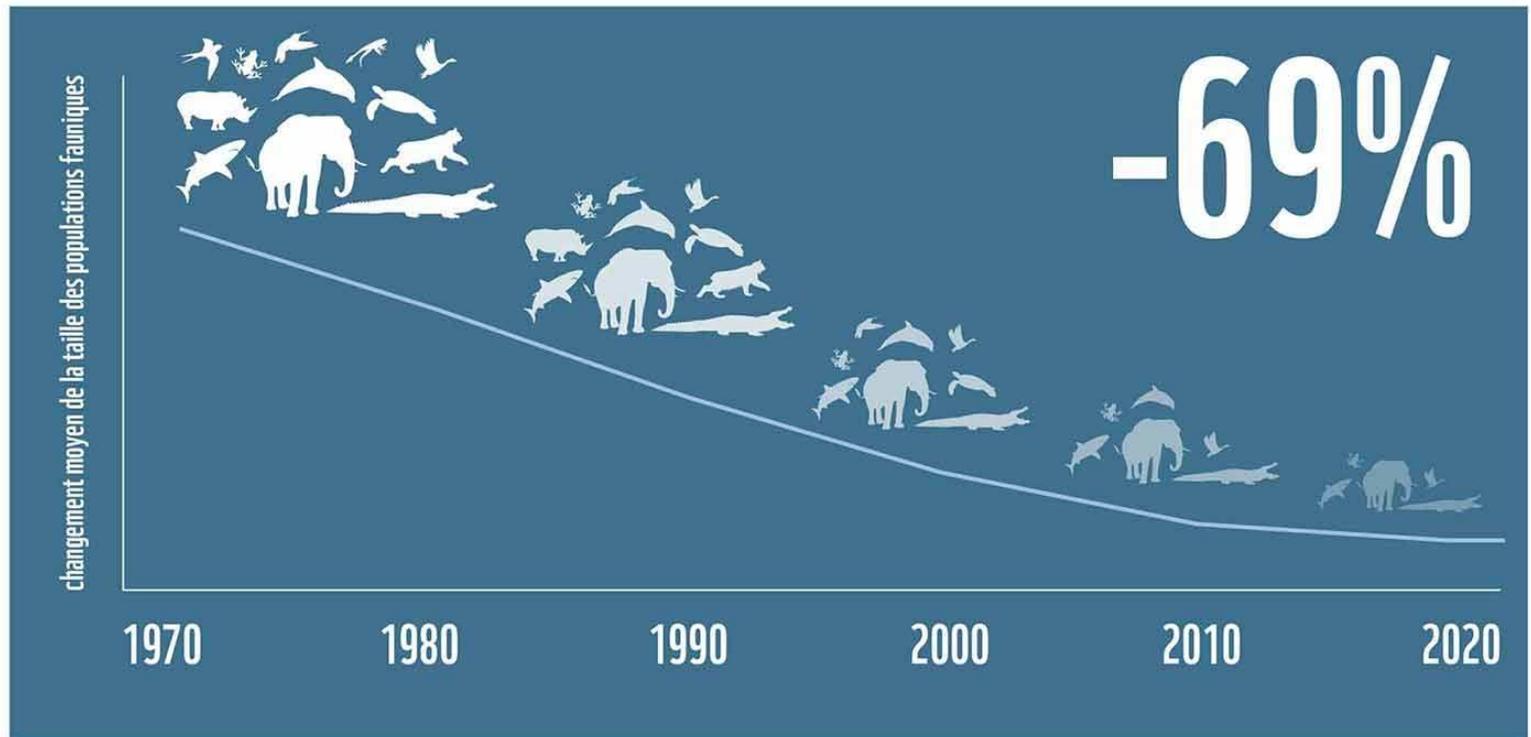
Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



L'indice des planètes vivantes (IPV) suit les populations de mammifères, d'oiseaux, de poissons, de reptiles et d'amphibiens, et révèle une diminution moyenne de 68 % des populations d'espèces sauvages surveillées depuis 1970.

L'IPV de 2022 a analysé près de 32 000 populations d'espèces. Il fournit la mesure la plus complète de la façon dont ils réagissent aux pressions dans leur environnement.

Indice Planète Vivante [WWF 2022](#)



Conséquences - Limites planétaires

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

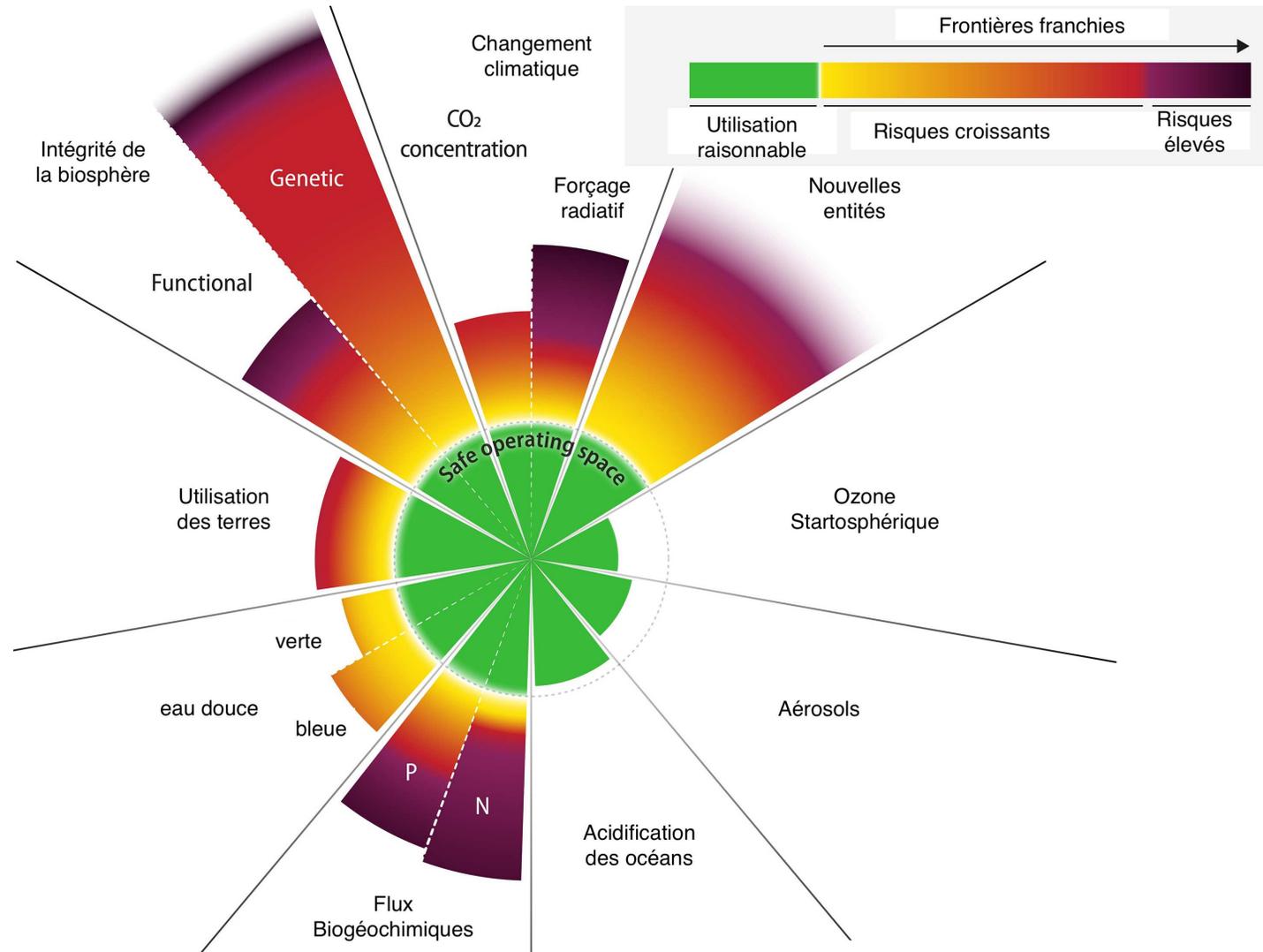
Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



© Richardson et al., 2023, Science advances



Ce qui est connu

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



2023 : Une année calme, vue depuis 2040 !

- Le réchauffement climatique est certain.



Ce qui est connu

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



2023 : Une année calme, vue depuis 2040 !

- Le réchauffement climatique est certain.
- Le réchauffement climatique est grave.

Ce qui est connu

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



2023 : Une année calme, vue depuis 2040 !

- Le réchauffement climatique est certain.
- Le réchauffement climatique est grave.
- Le déclin de la biodiversité est grave.

Ce qui est connu

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



2023 : Une année calme, vue depuis 2040 !

- Le réchauffement climatique est certain.
- Le réchauffement climatique est grave.
- Le déclin de la biodiversité est grave.
- L'humanité est responsable à 100 %.

Ce qui est connu

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



2023 : Une année calme, vue depuis 2040 !

- Le réchauffement climatique est certain.
- Le réchauffement climatique est grave.
- Le déclin de la biodiversité est grave.
- L'humanité est responsable à 100 %.
- Le réchauffement climatique va continuer.

Ce qui est connu

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



2023 : Une année calme, vue depuis 2040 !

- Le réchauffement climatique est certain.
- Le réchauffement climatique est grave.
- Le déclin de la biodiversité est grave.
- L'humanité est responsable à 100 %.
- Le réchauffement climatique va continuer.
- Il est déjà trop tard pour 1.5 K en 2100.

Ce qui est connu

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Flux

Stocks

Conséquences

Certitudes

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



2023 : Une année calme, vue depuis 2040 !

- Le réchauffement climatique est certain.
 - Le réchauffement climatique est grave.
 - Le déclin de la biodiversité est grave.
 - L'humanité est responsable à 100 %.
 - Le réchauffement climatique va continuer.
 - Il est déjà trop tard pour 1.5 K en 2100.
-
- L'humanité peut encore éviter le pire.



Energie

[Qui suis-je?](#)

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Energie Primaire](#)

[Emission/secteur](#)

[Budget](#)

[Scénario émission](#)

[ER/EI](#)

[Rendements](#)

[Conclusion](#)

[Substitution](#)

[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)





Energie Primaire Totale

Qui suis-je?

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Energie Primaire](#)

[Emission/secteur](#)

[Budget](#)

[Scénario émission](#)

[ER/EI](#)

[Rendements](#)

[Conclusion](#)

[Substitution](#)

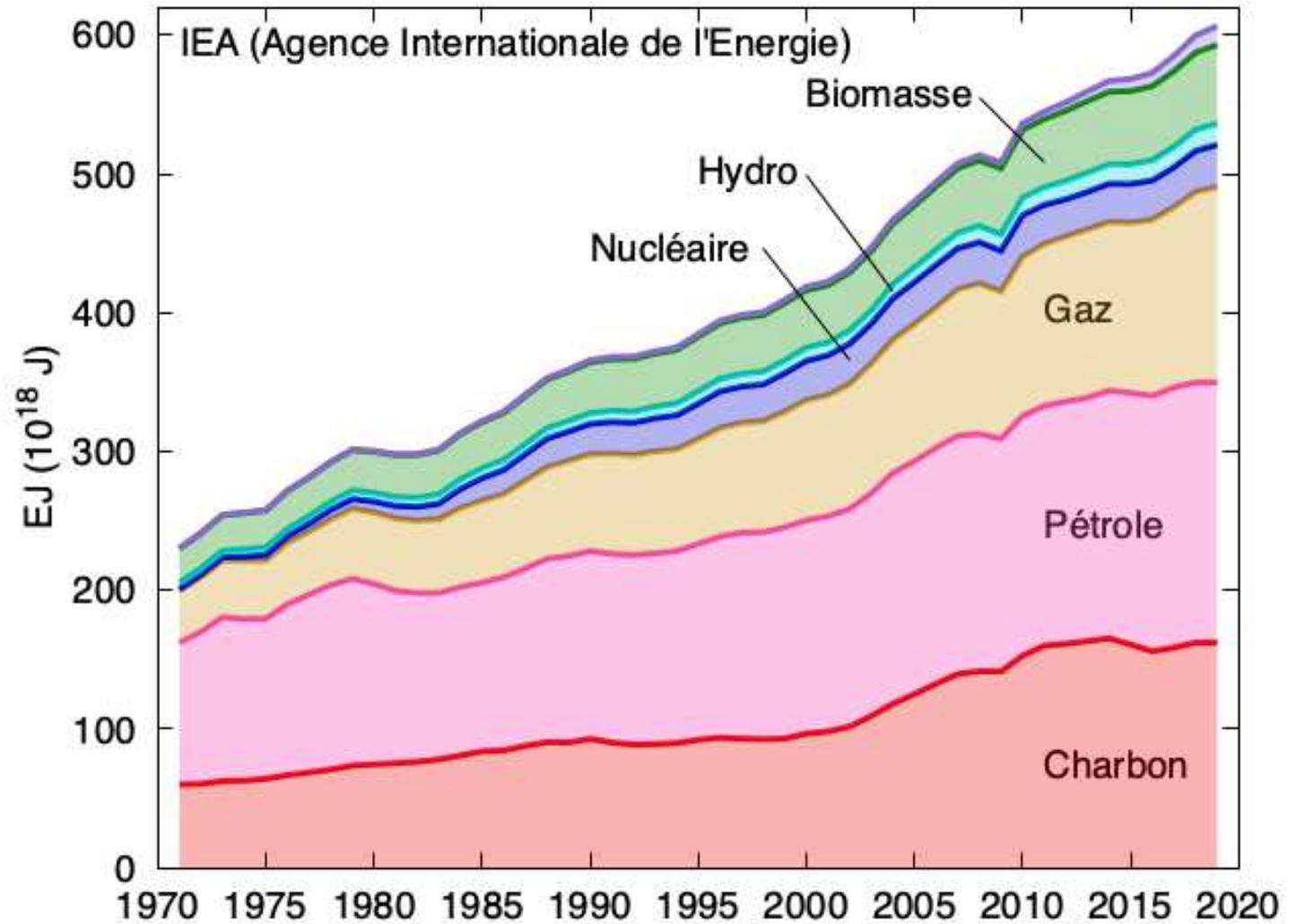
[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)



Agence Internationale de l'Energie [IEA](#)



Emissions fossiles par secteur

Qui suis-je?

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Energie Primaire](#)

[Emission/secteur](#)

[Budget](#)

[Scénario émission](#)

[ER/EI](#)

[Rendements](#)

[Conclusion](#)

[Substitution](#)

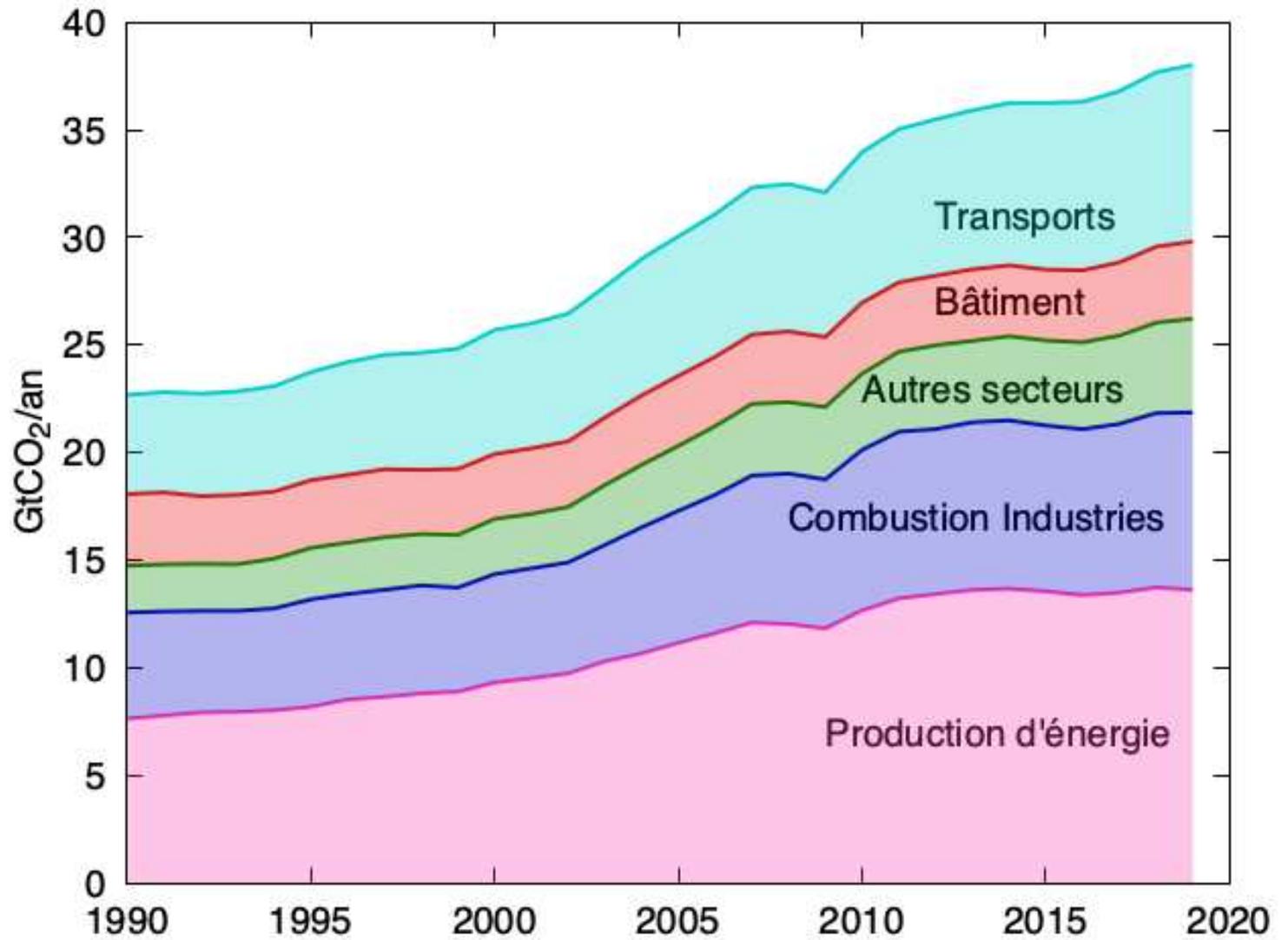
[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)

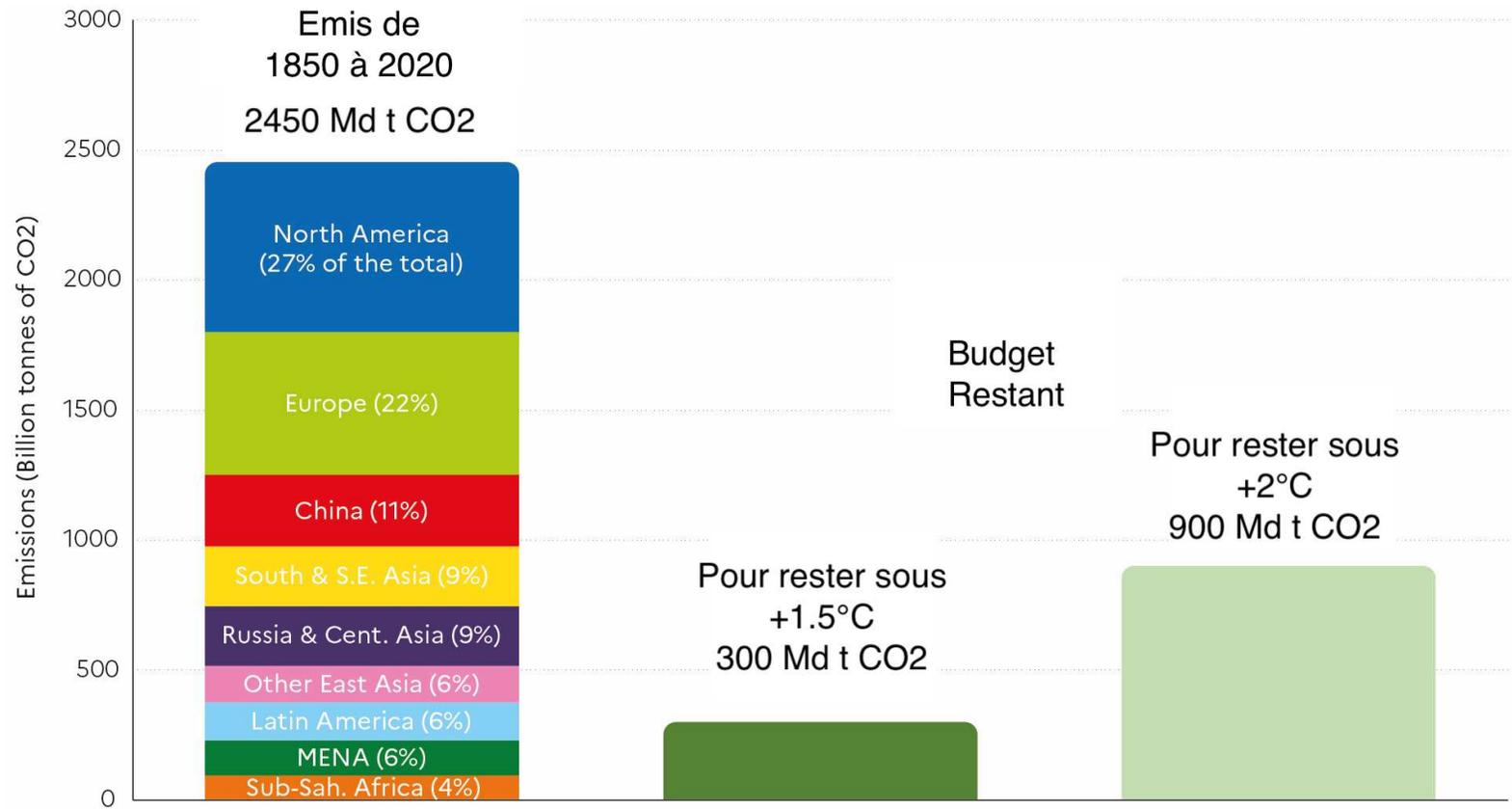


© EDGAR (Commission européenne)



Budget d'émission

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Energie Primaire
- Emission/secteur
- Budget**
- Scénario émission
- ER/EI
- Rendements
- Conclusion
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3

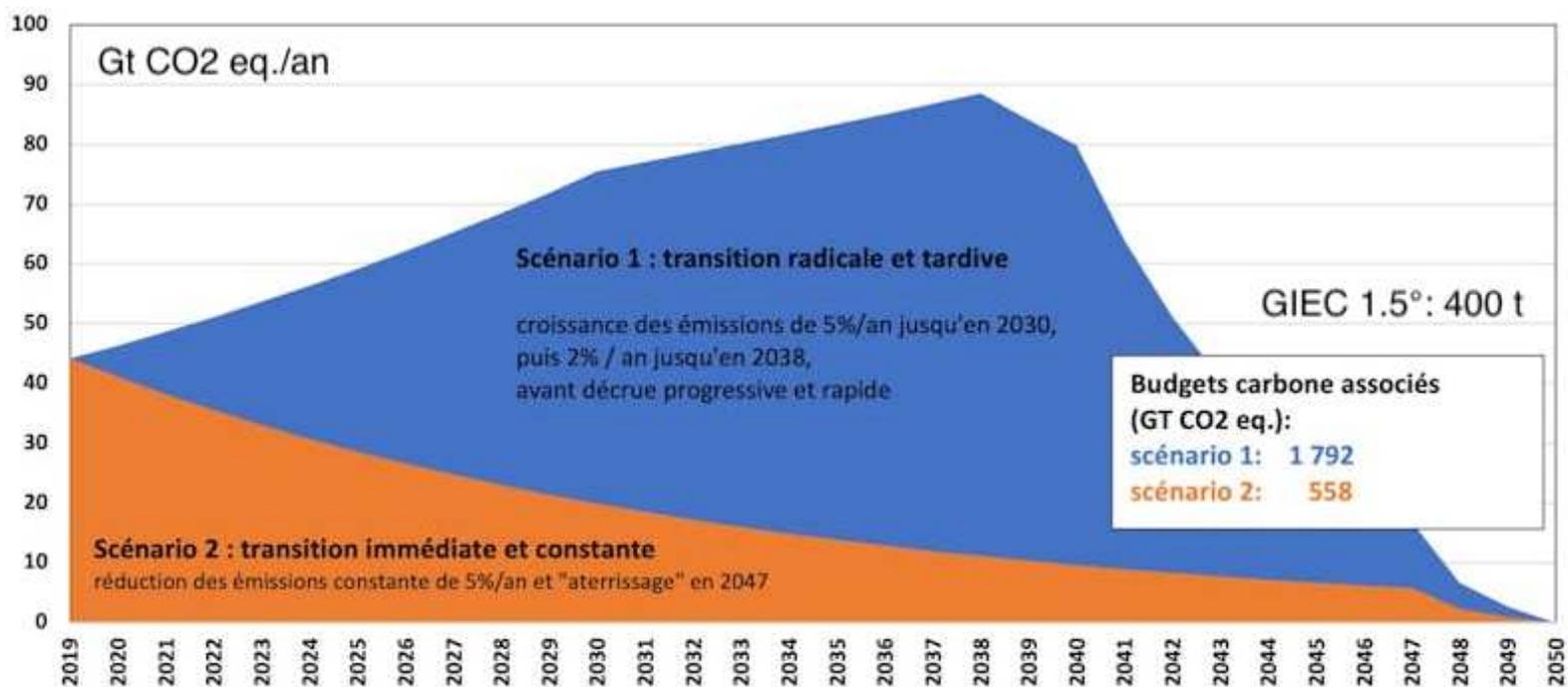


WID : [World Inequality Report 2022](#) (Piketty et al.)

(83% de chances de rester sous..., d'après l'AR6 du GIEC)

Scénarios d'émission

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Energie Primaire
- Emission/secteur
- Budget
- Scénario émission**
- ER/EI
- Rendements
- Conclusion
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3

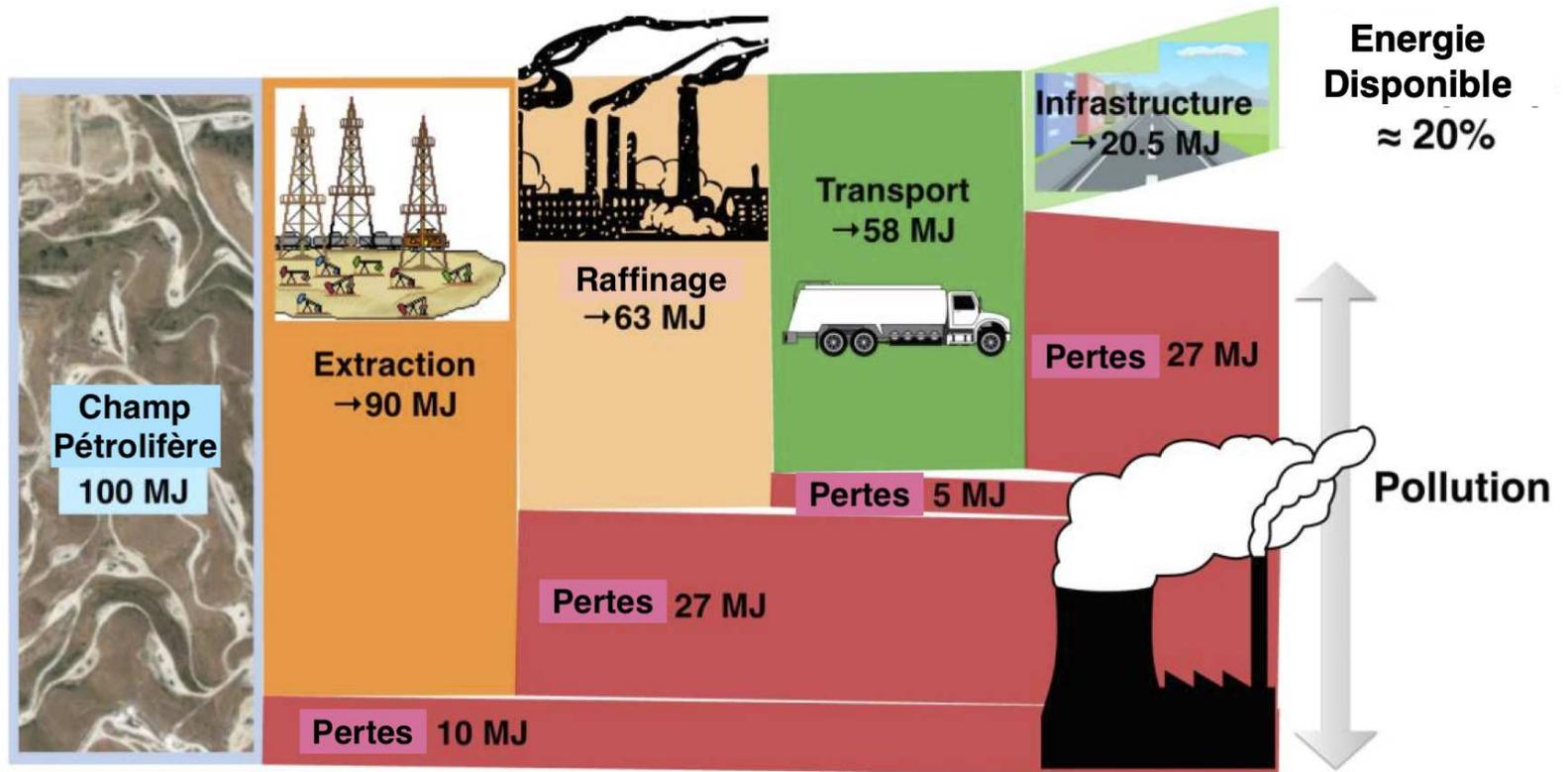


© Aurélien Acquier (Pr. ESCP)

C'est la trajectoire qui compte.
Pas le point d'arrivée !

ER/EI : Energie Récupérée sur Energie Investie

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Energie Primaire
- Emission/secteur
- Budget
- Scénario émission
- ER/EI**
- Rendements
- Conclusion
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3



© Swenson, R. (2016). Calculs : Hall et al. (2009)

Voir aussi Victor Court sur Reporterre.



Rendements

Qui suis-je?

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Energie Primaire](#)

[Emission/secteur](#)

[Budget](#)

[Scénario émission](#)

[ER/EI](#)

[Rendements](#)

[Conclusion](#)

[Substitution](#)

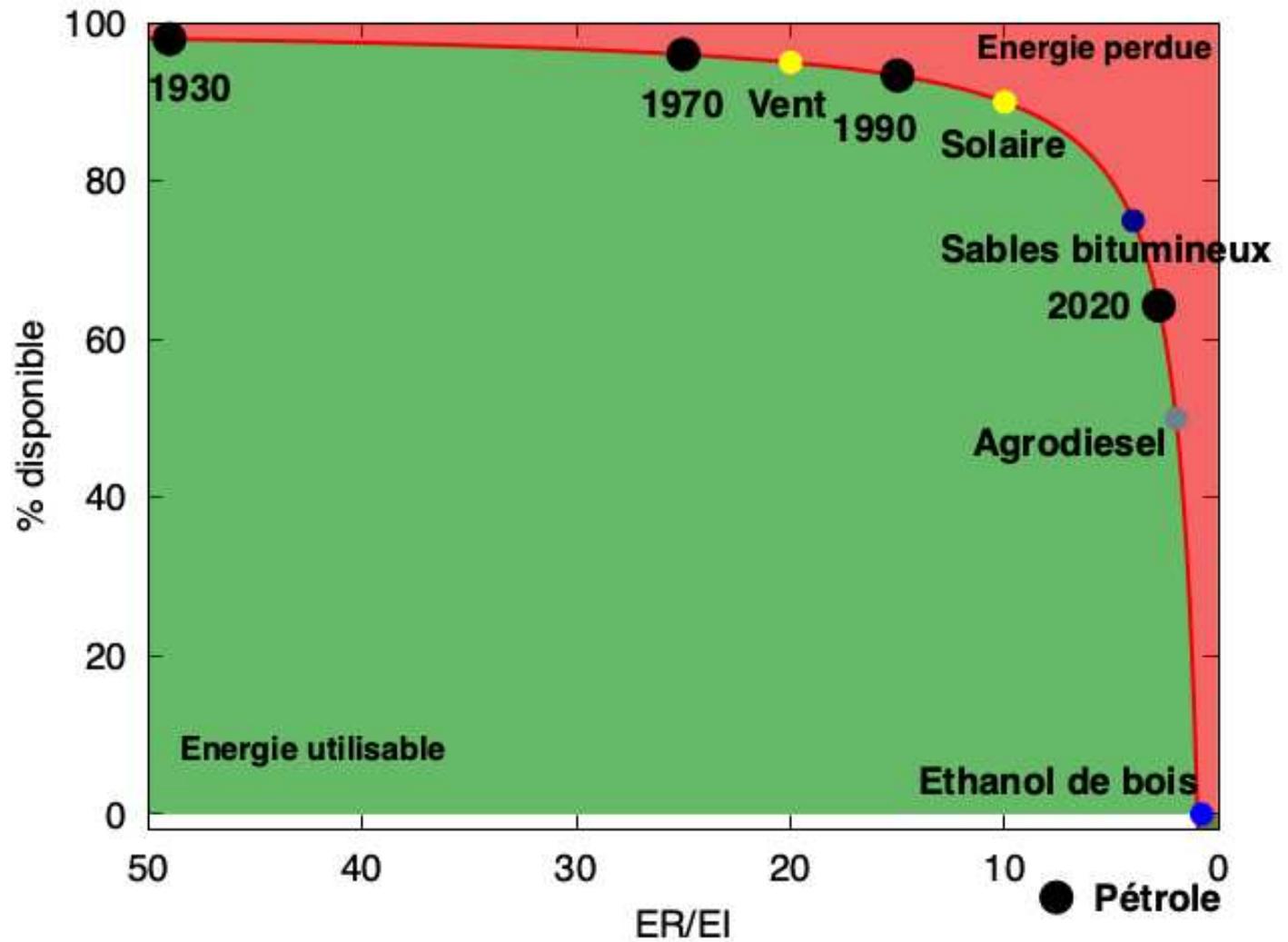
[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)



Données : [Energy Policy \(2014\)](#)



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Energie Primaire

Emission/secteur

Budget

Scénario émission

ER/EI

Rendements

Conclusion

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Les fossiles vont disparaître !
...mais peut-être trop tard.



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Energie Primaire

Emission/secteur

Budget

Scénario émission

ER/EI

Rendements

Conclusion

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Les fossiles vont disparaître !
...mais peut-être trop tard.
- Comment remplacer les services qu'ils nous rendent ?



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Energie Primaire

Emission/secteur

Budget

Scénario émission

ER/EI

Rendements

Conclusion

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Les fossiles vont disparaître !
...mais peut-être trop tard.
- Comment remplacer les services qu'ils nous rendent ?
- Renouvelables \Rightarrow Electricité !



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Energie Primaire

Emission/secteur

Budget

Scénario émission

ER/EI

Rendements

Conclusion

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Les fossiles vont disparaître !
...mais peut-être trop tard.
- Comment remplacer les services qu'ils nous rendent ?
- Renouvelables \Rightarrow Electricité !
- Pour tout :
 - ◆ Transport
 - ◆ Chauffage
 - ◆ Industrie
 - ◆ ...



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Energie Primaire

Emission/secteur

Budget

Scénario émission

ER/EI

Rendements

Conclusion

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Les fossiles vont disparaître !
...mais peut-être trop tard.
- Comment remplacer les services qu'ils nous rendent ?
- Renouvelables \Rightarrow Electricité !
- Pour tout :
 - ◆ Transport
 - ◆ Chauffage
 - ◆ Industrie
 - ◆ ...
- Disponibilité ? :
 - ◆ Quantité
 - ◆ Distribution
 - ◆ Stockage
 - ◆ Partage...

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

Coût
environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions

Le rôle des minéraux critiques dans la transition vers une énergie propre

World Energy Outlook Special Report



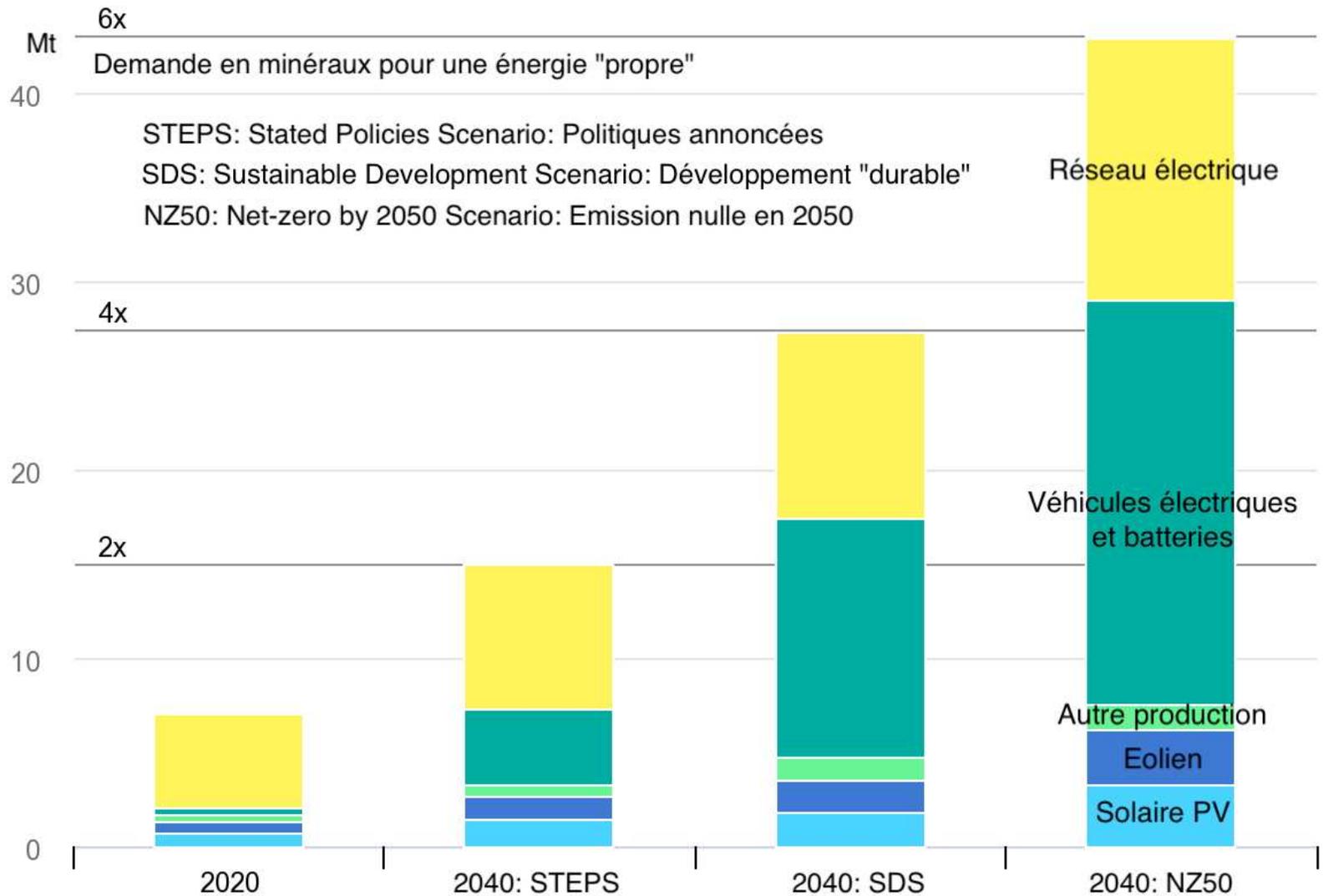
IEA

Agence Internationale Indépendante, mais fondée par l'OCDE.



Demande mondiale en minéraux

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Minéraux**
- Demande
- Production
- Coût
- environnemental
- Pollution de l'eau
- Déchets
- Catastrophes
- Synthèse
- Conclusion
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3

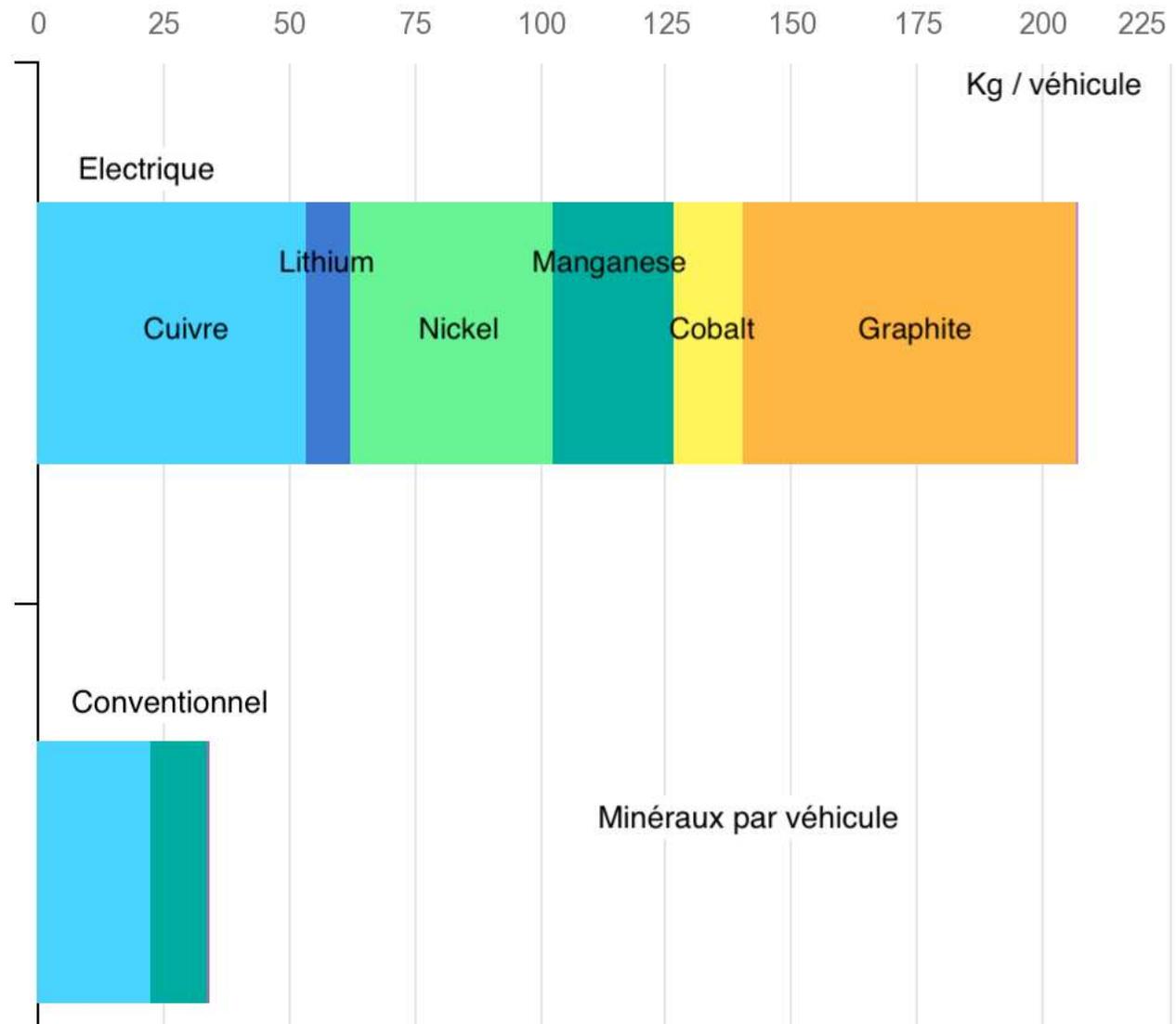


© IEA Hors acier et aluminium.



Minéraux pour une voiture

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Minéraux**
- Demande
- Production
- Coût environnemental
- Pollution de l'eau
- Déchets
- Catastrophes
- Synthèse
- Conclusion
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3

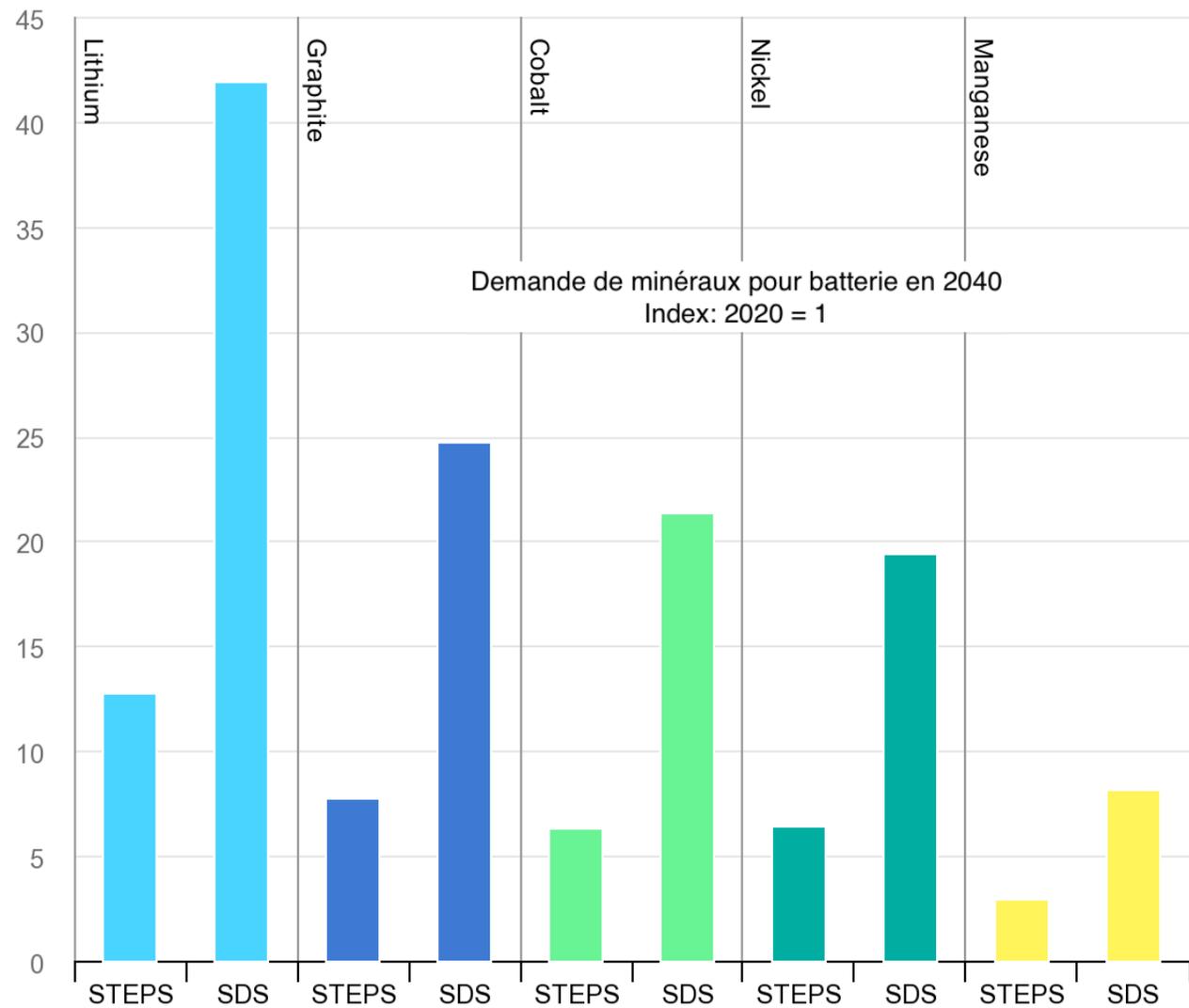


© IEA



Demande en 2040 (batteries)

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Minéraux
- Demande**
- Production
- Coût environnemental
- Pollution de l'eau
- Déchets
- Catastrophes
- Synthèse
- Conclusion
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3



© IEA



Production de lithium

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

Coût

environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

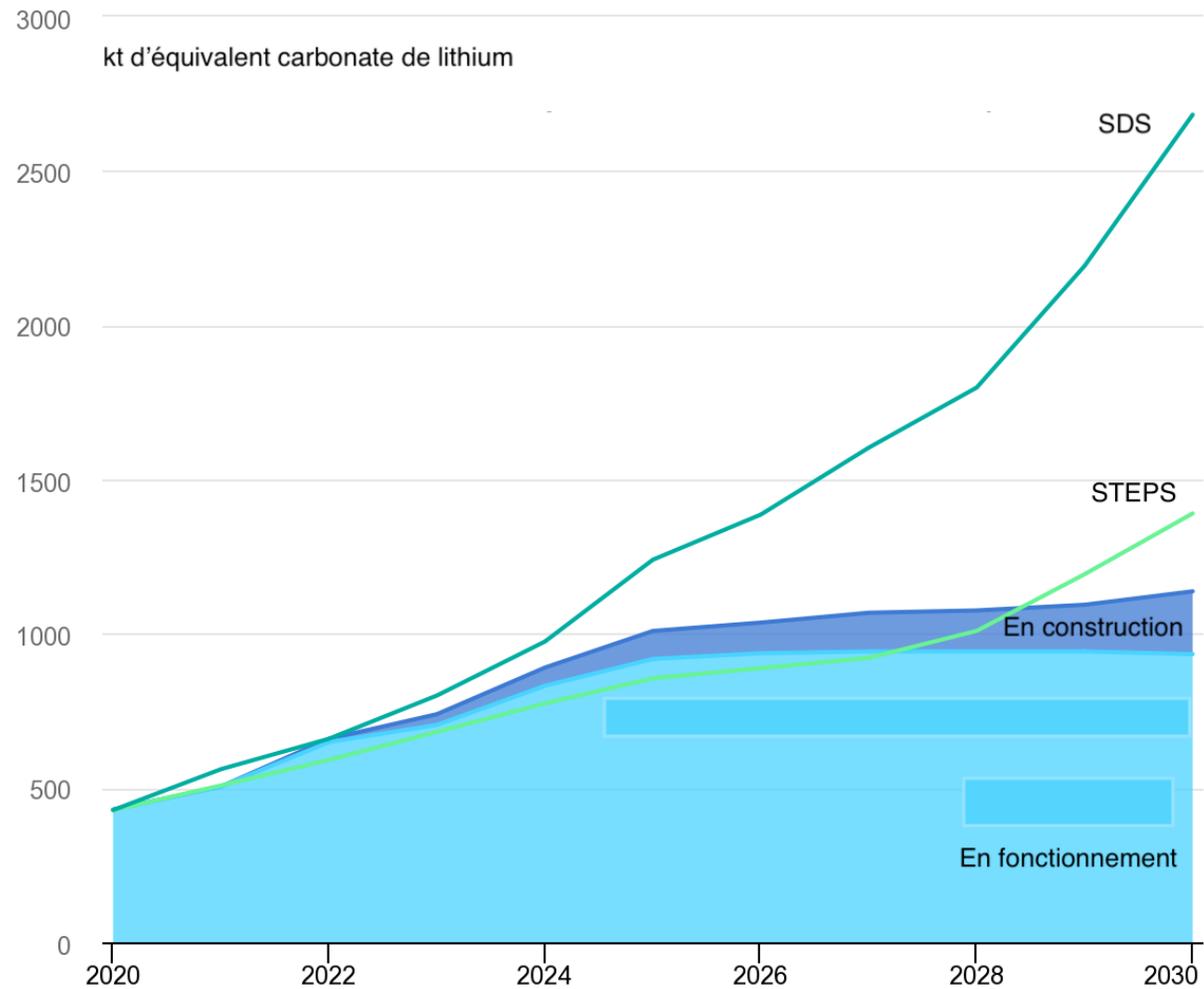
Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



© IEA



Coût environnemental - Lithium

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

**Coût
environnemental**

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

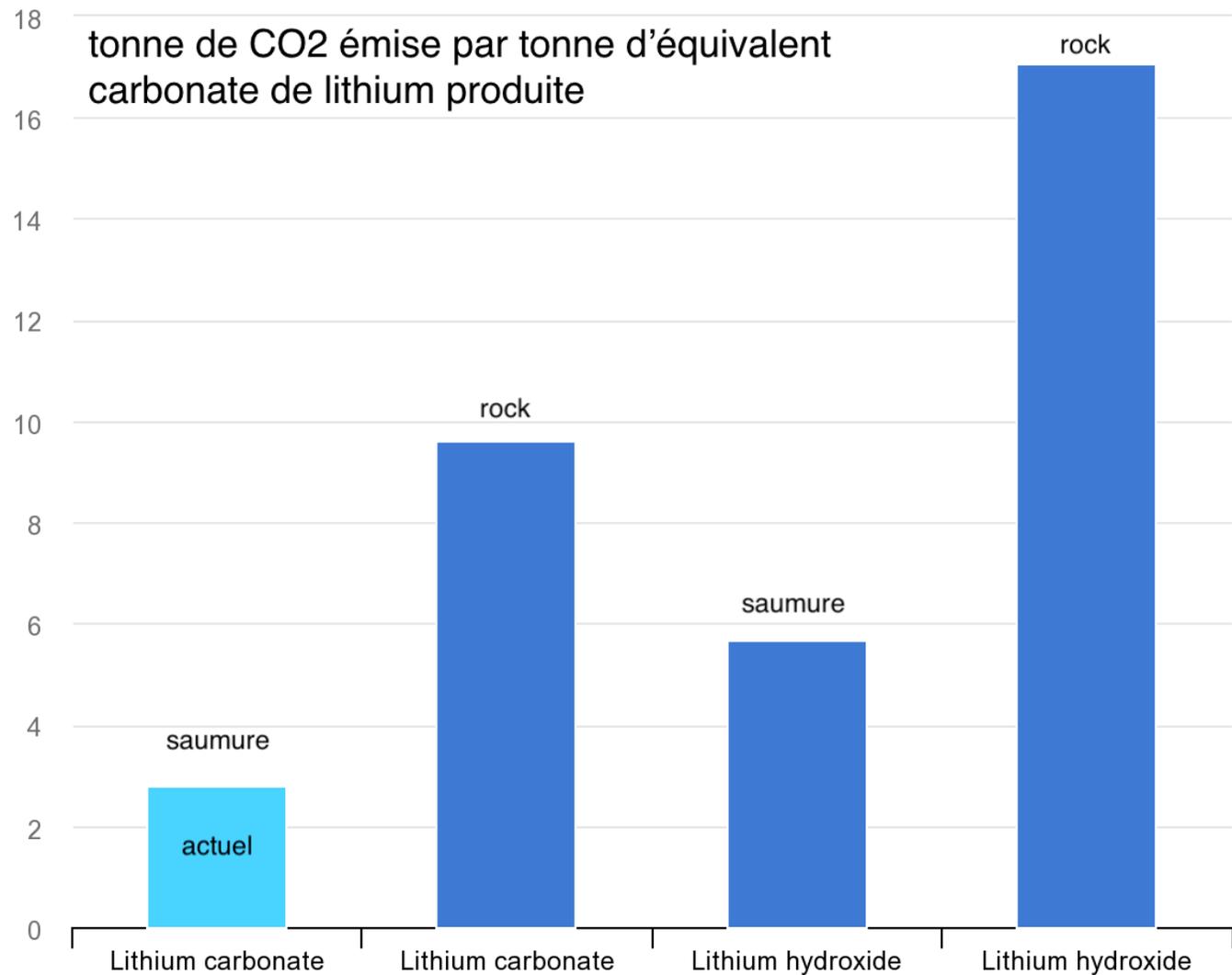
Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



© IEA



Pollution de l'eau

Qui suis-je?

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

[Minéraux](#)

[Demande](#)

[Production](#)

[Coût](#)

[environnemental](#)

[Pollution de l'eau](#)

[Déchets](#)

[Catastrophes](#)

[Synthèse](#)

[Conclusion](#)

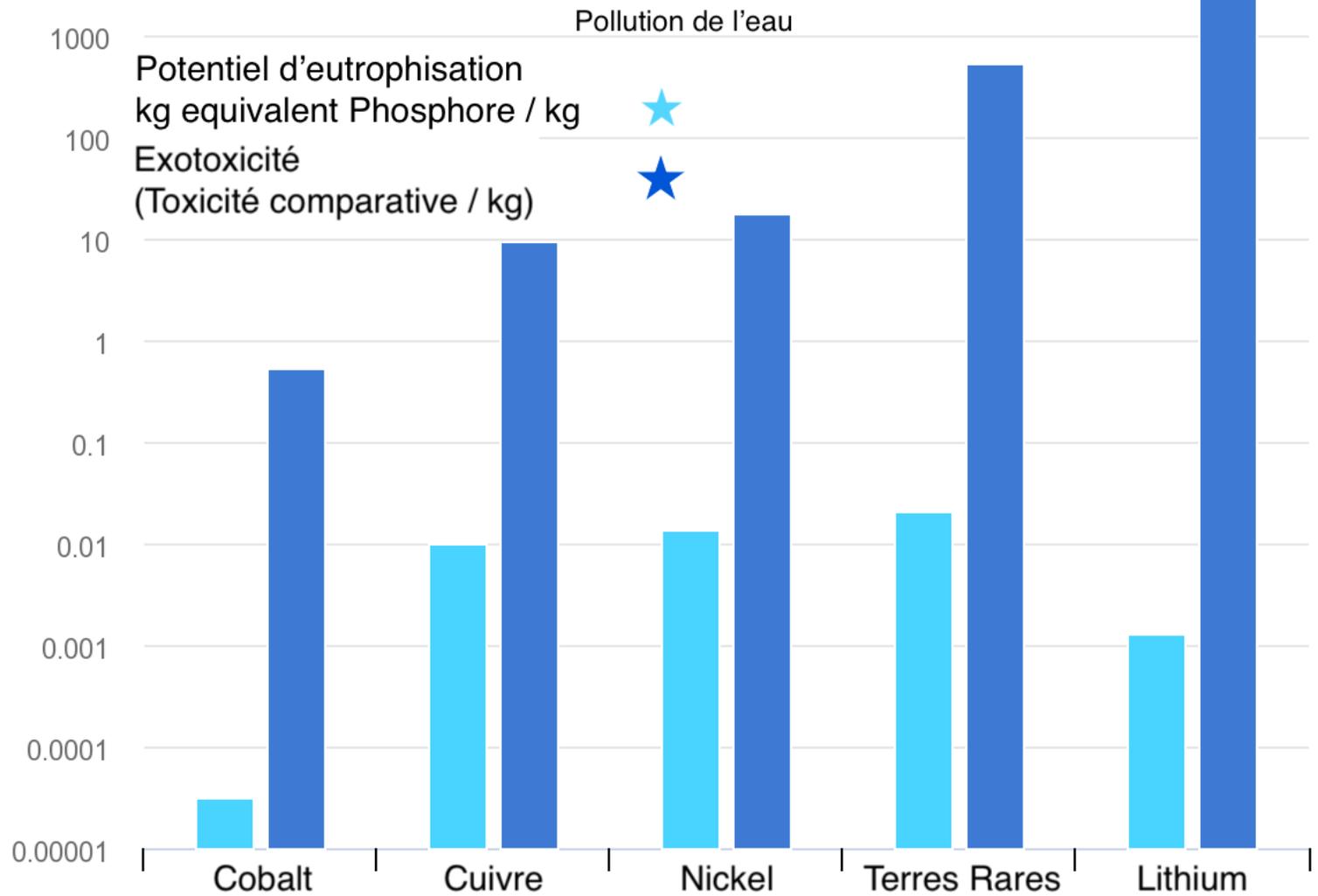
[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)



© IEA



Déchets

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

Coût

environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

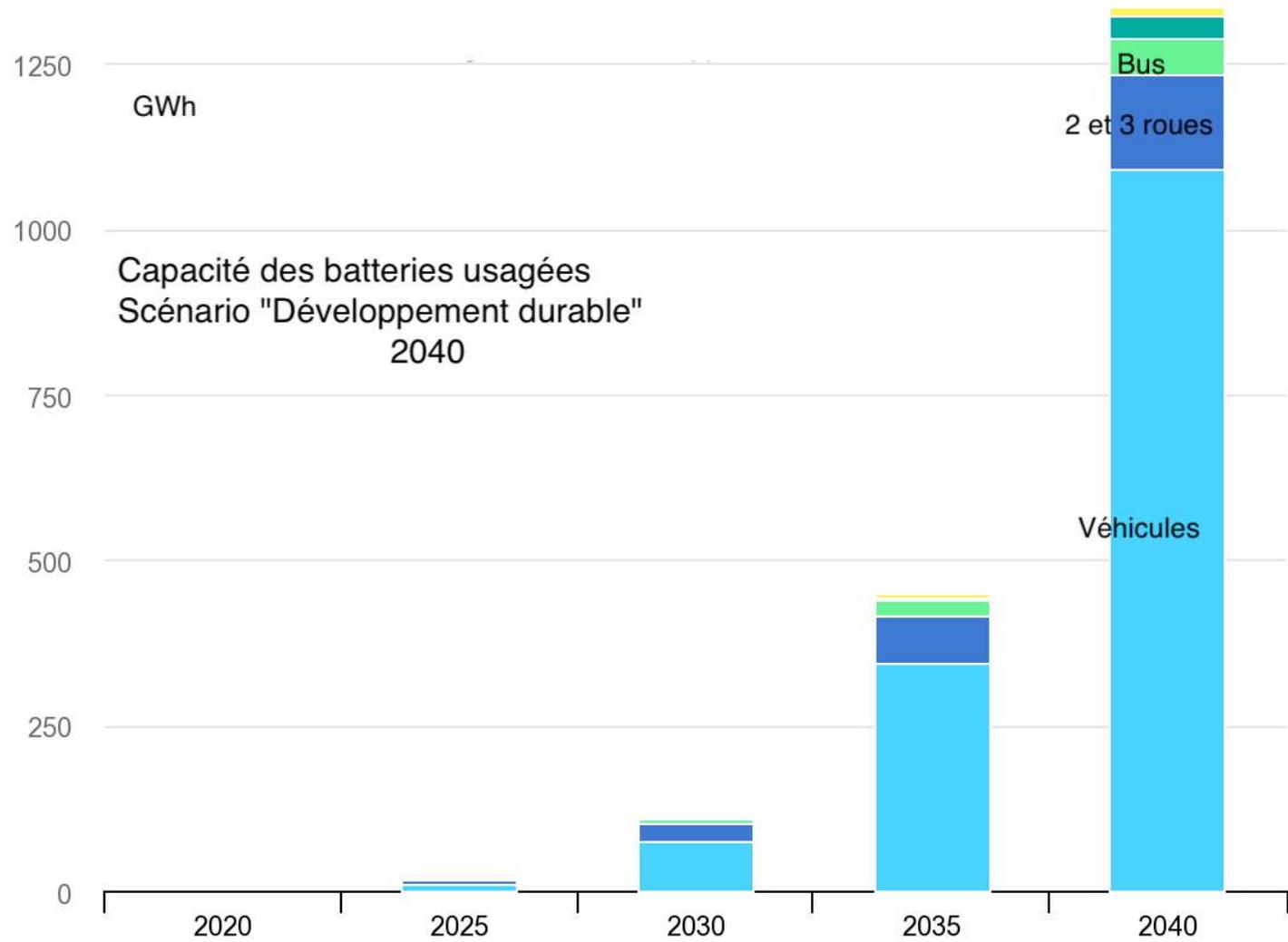
Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



© IEA

Catastrophes Minières

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

Coût

environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Brumadinho, Janvier 2019. © Felipe Werneck / IBAMA

Synthèse sur les mines

Qui suis-je?

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

Minéraux

Demande

Production

Coût

environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)



© Aurore Stephant



sur Thinkerview.



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

Coût

environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Il y a assez de ressources pour détruire
Le monde / Notre civilisation / ...



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

Coût

environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Il y a assez de ressources pour détruire
Le monde / Notre civilisation / ...
- Il n'y en a pas assez pour :
 - ◆ Réparer.
 - ◆ Maintenir notre mode de vie actuel.



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

Coût

environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Il y a assez de ressources pour détruire
Le monde / Notre civilisation / ...
- Il n'y en a pas assez pour :
 - ◆ Réparer.
 - ◆ Maintenir notre mode de vie actuel.
- Donc, ça va changer !
Nous utiliserons **beaucoup moins d'énergie.**



Conclusion

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Minéraux

Demande

Production

Coût
environnemental

Pollution de l'eau

Déchets

Catastrophes

Synthèse

Conclusion

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Il y a assez de ressources pour détruire
Le monde / Notre civilisation / ...
- Il n'y en a pas assez pour :
 - ◆ Réparer.
 - ◆ Maintenir notre mode de vie actuel.
- Donc, ça va changer !
Nous utiliserons **beaucoup moins d'énergie.**
- Deux possibilités :
 - ◆ Préparer et organiser le changement tant qu'il reste des ressources. Ou bien...
 - ◆ S'accrocher au système actuel, et subir quand même le changement, mais de façon chaotique. (MIB)

Comment ?

Partages ?

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Où va-t-on?

Emissions Monde

Réduction France

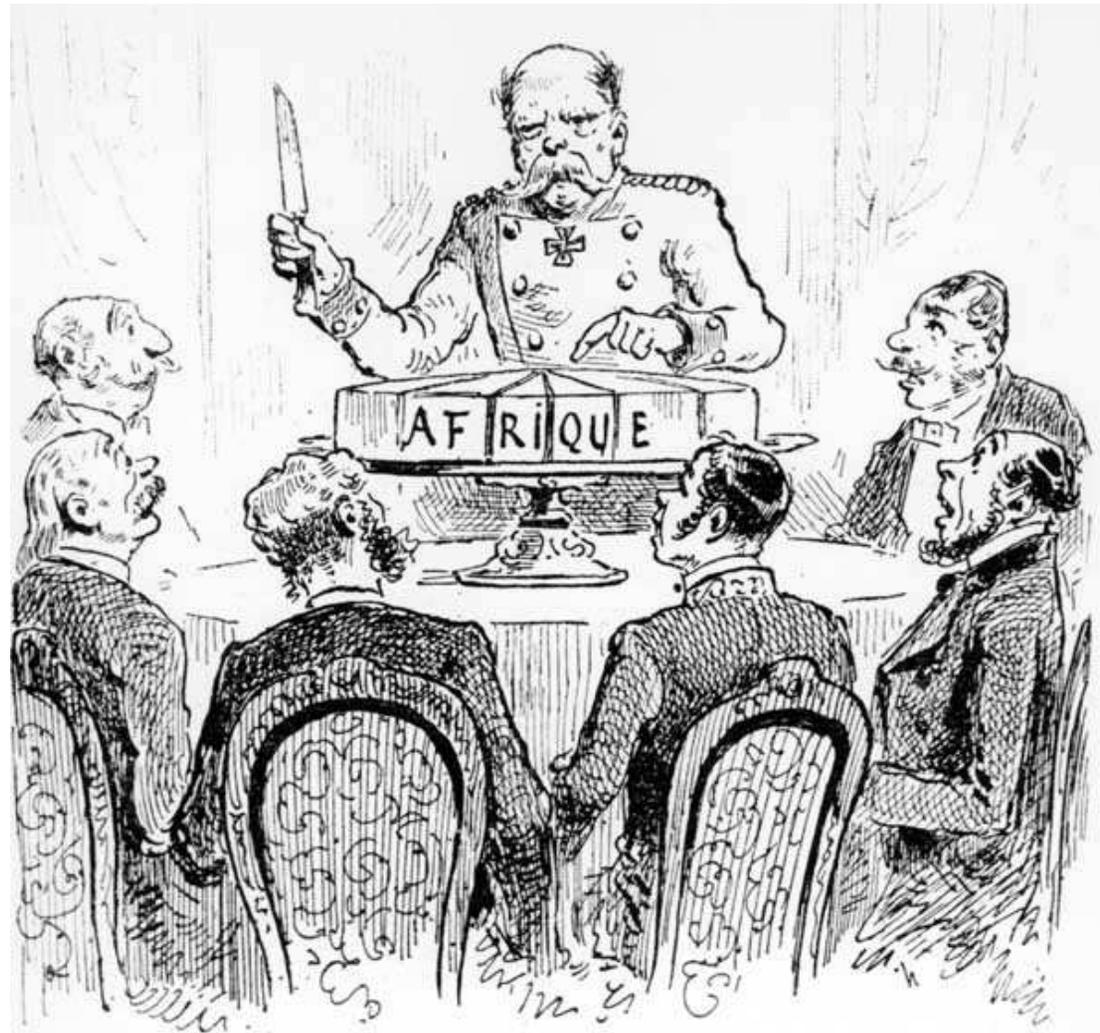
Bilan

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



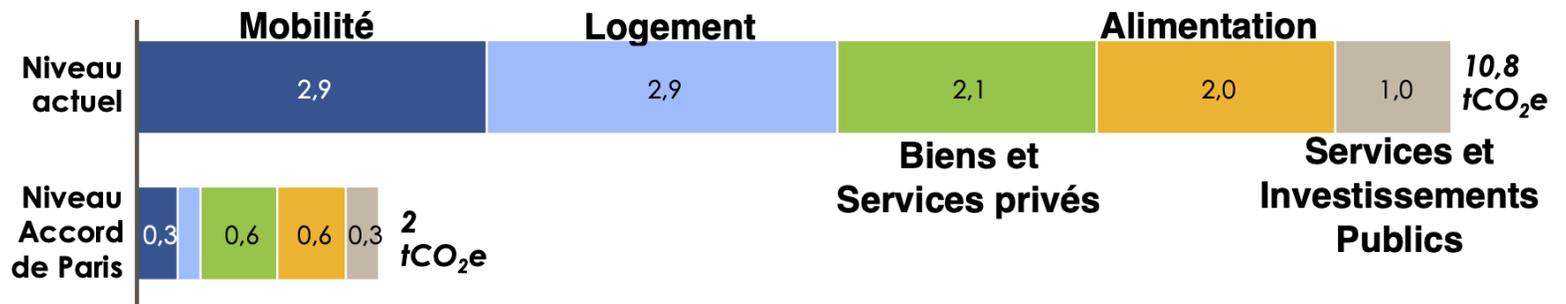
Conférence de Berlin, 1885 (Draner, L'illustration, 3 janvier 1885)



Où va-t-on ?

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Où va-t-on?**
- Emissions Monde
- Réduction France
- Bilan
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3

Empreinte carbone moyenne d'un Français
tCO₂



CGDD – Ménages & Environnement – [Les chiffres clés 2017](#)

Cité par “Carbone 4 - [“Faire sa part”](#)”

Rappel : Accord de Paris insuffisant pour 1.5°



Emissions Monde

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Où va-t-on?

Emissions Monde

Réduction France

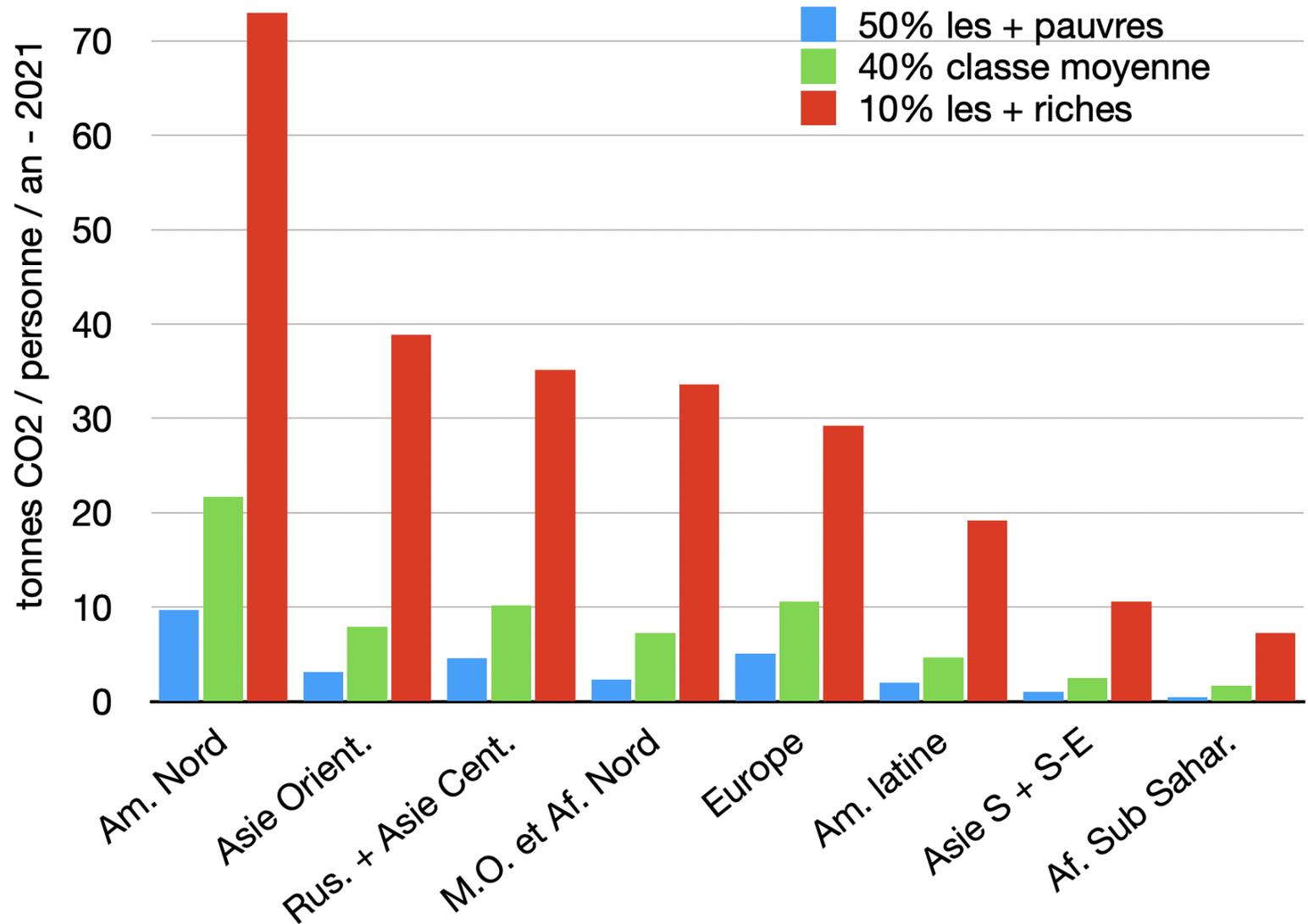
Bilan

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



WID : [World inequality report 2022](#)

Réduction France (STEPS)

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Où va-t-on?

Emissions Monde

Réduction France

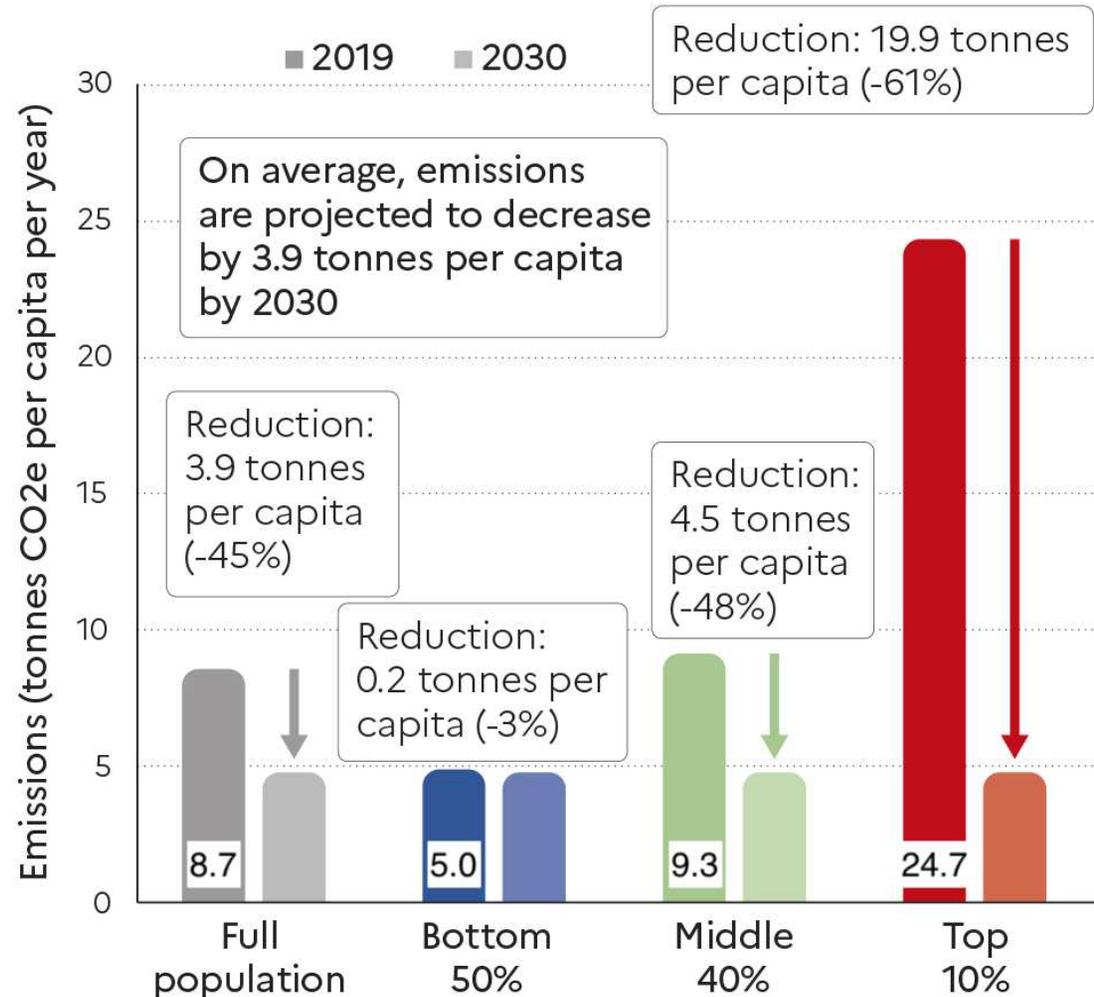
Bilan

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



WID : [World inequality report 2022](#) (Voir aussi : [M. Büchs et al., 2023, Nature Energy](#))



Bilan

[Qui suis-je?](#)

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

[Partages?](#)

[Où va-t-on?](#)

[Emissions Monde](#)

[Réduction France](#)

[Bilan](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)

- L'effort nécessaire est énorme.

Bilan

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Où va-t-on?

Emissions Monde

Réduction France

Bilan

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- L'effort nécessaire est énorme.
- Il doit porter sur ceux qui émettent le plus.
 - ◆ En France.
 - ◆ Dans le Monde.





Démocratie ?

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Solutions possibles

Conditions

Gers

Agriculture

Evolution

Objectif

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Le temps est compté.
- Nous ne contrôlons pas les rythmes naturels.
- Les changements à organiser sont considérables.
- Beaucoup sont difficiles à admettre.

Démocratie ?

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Solutions possibles

Conditions

Gers

Agriculture

Evolution

Objectif

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

- Le temps est compté.
- Nous ne contrôlons pas les rythmes naturels.
- Les changements à organiser sont considérables.
- Beaucoup sont difficiles à admettre.

Il n'est pas trop tard pour tout



Démocratie ?

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Solutions possibles

Conditions

Gers

Agriculture

Evolution

Objectif

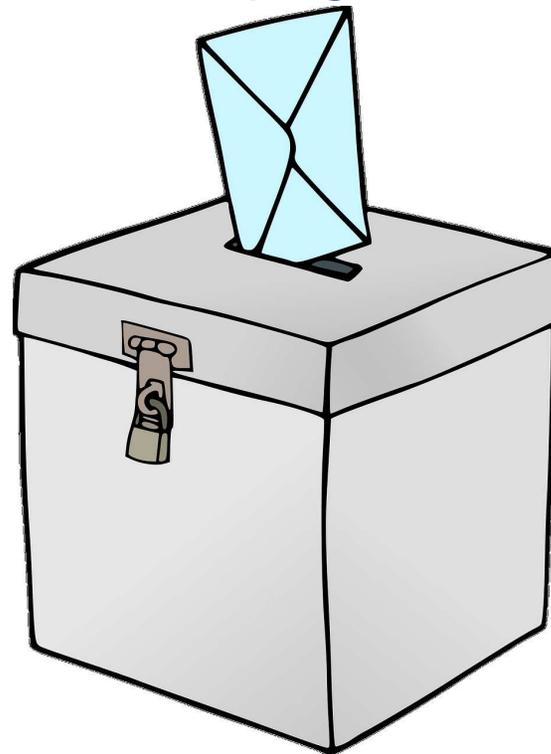
Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

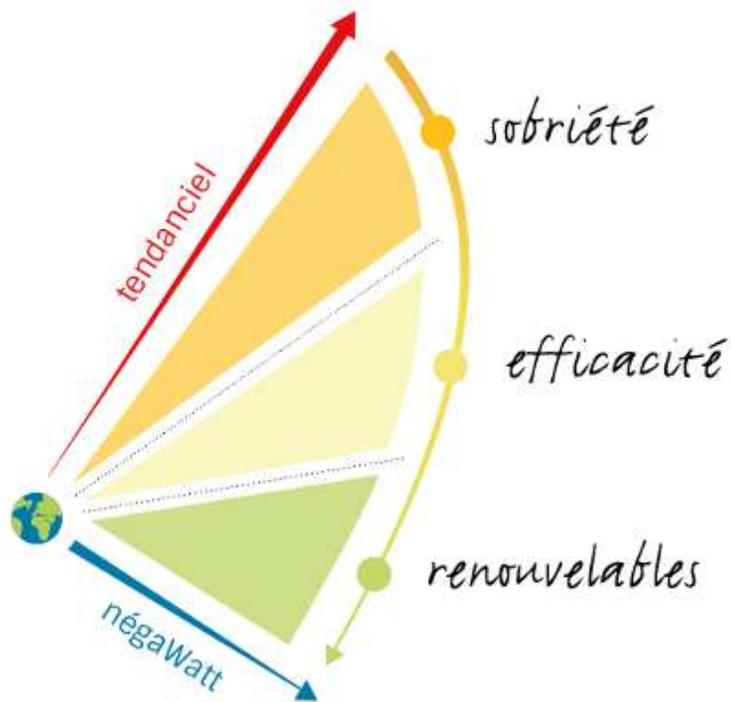
- Le temps est compté.
- Nous ne contrôlons pas les rythmes naturels.
- Les changements à organiser sont considérables.
- Beaucoup sont difficiles à admettre.

Peut-on les accompagner sans violence ?



Il y a des solutions !

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Solutions possibles**
- Conditions
- Gers
- Agriculture
- Evolution
- Objectif
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3



Agriculture

Conditions

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Solutions possibles

Conditions

Gers

Agriculture

Evolution

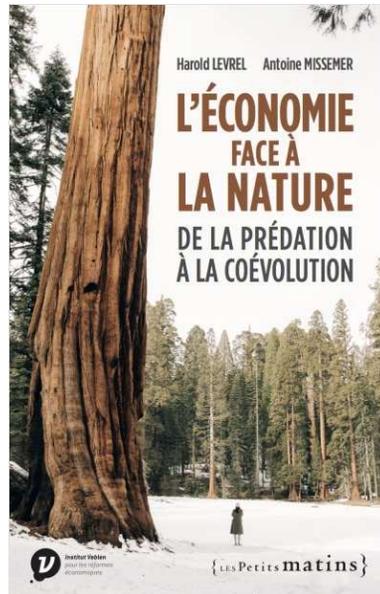
Objectif

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

■ Condition nécessaire absolue : La sobriété !



■ Conditions critiques :

- ◆ Collectif.
- ◆ Local.
- ◆ “Co-évoluer” avec le vivant.
- ◆ ...



Gers

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Solutions possibles

Conditions

Gers

Agriculture

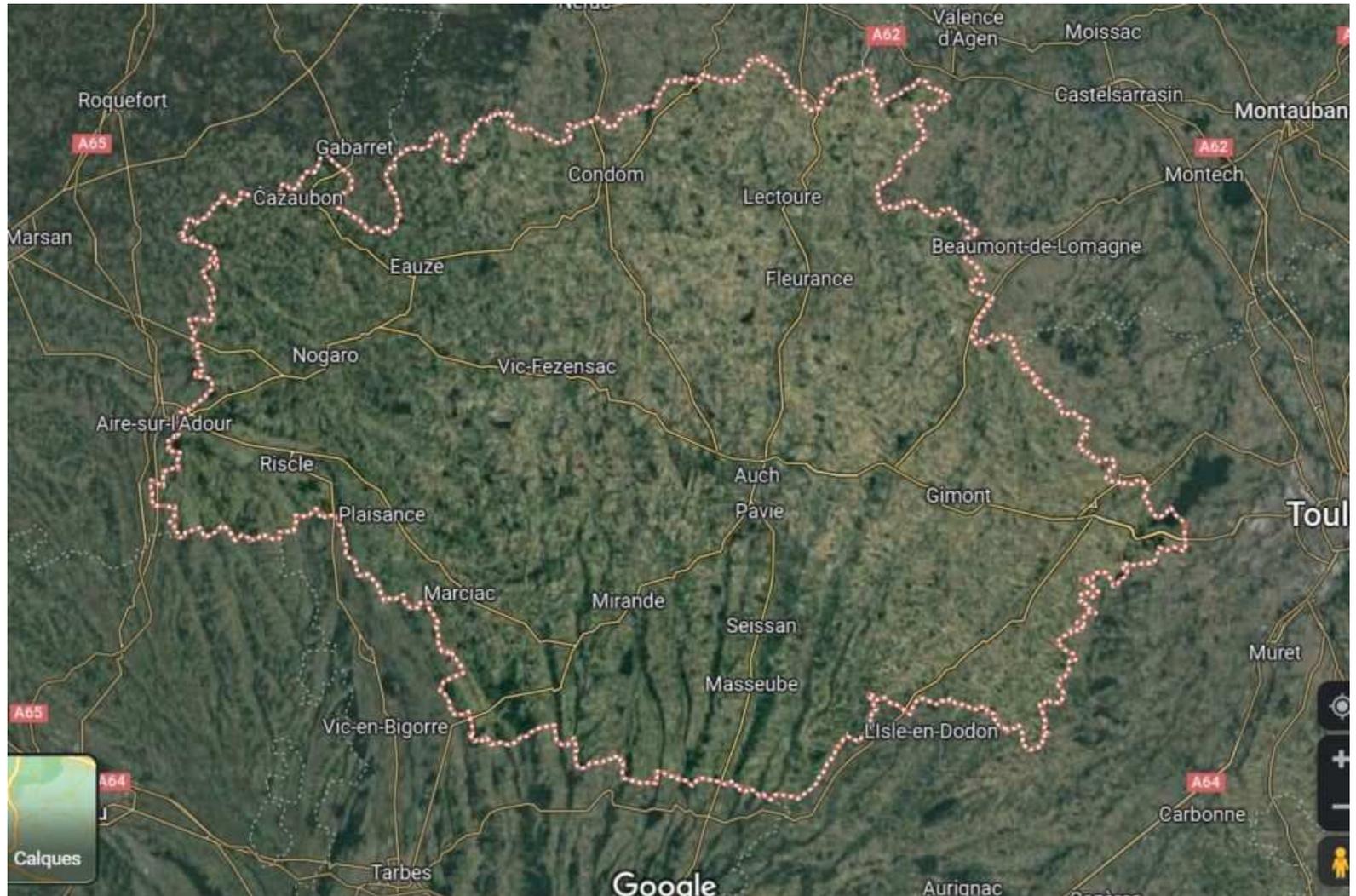
Evolution

Objectif

Suppléments - 1

Suppléments - 2

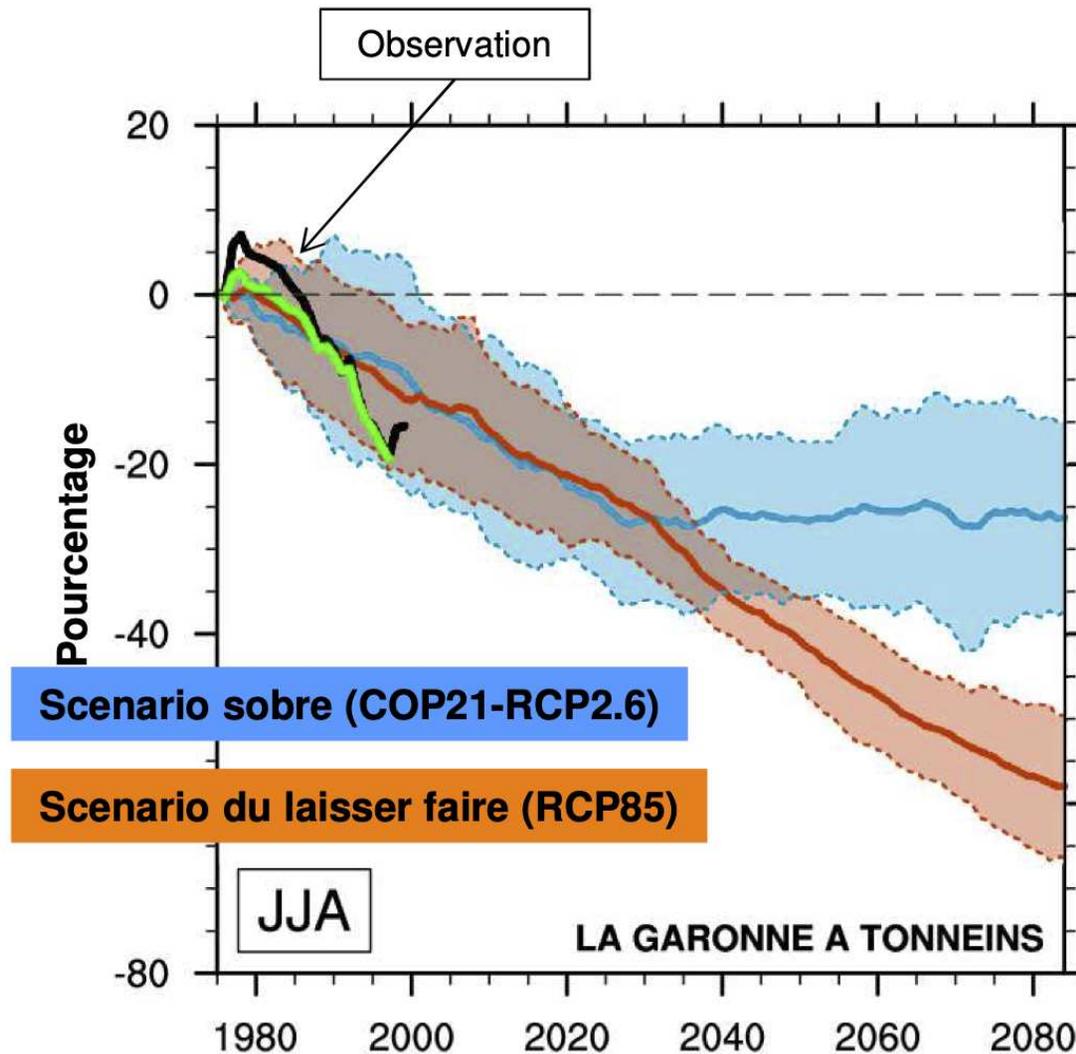
Suppléments - 3





Gers - Débit d'été d'été de la Garonne

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Solutions possibles
- Conditions
- Gers**
- Agriculture
- Evolution
- Objectif
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3



© C. Cassou Agence de l'eau Adour

Agriculture

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Solutions possibles

Conditions

Gers

Agriculture

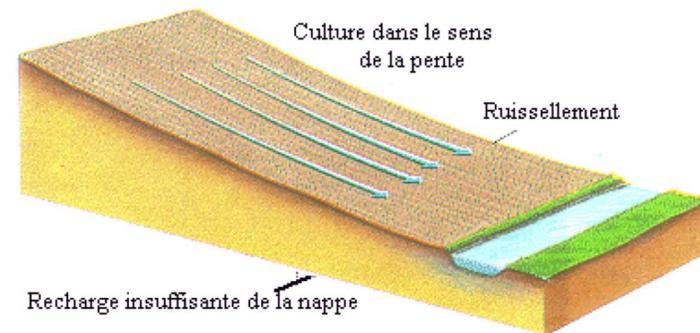
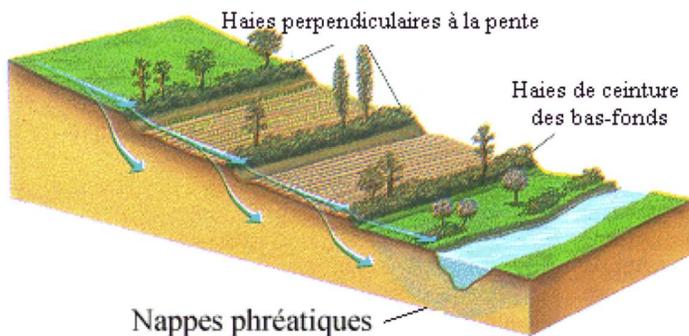
Evolution

Objectif

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

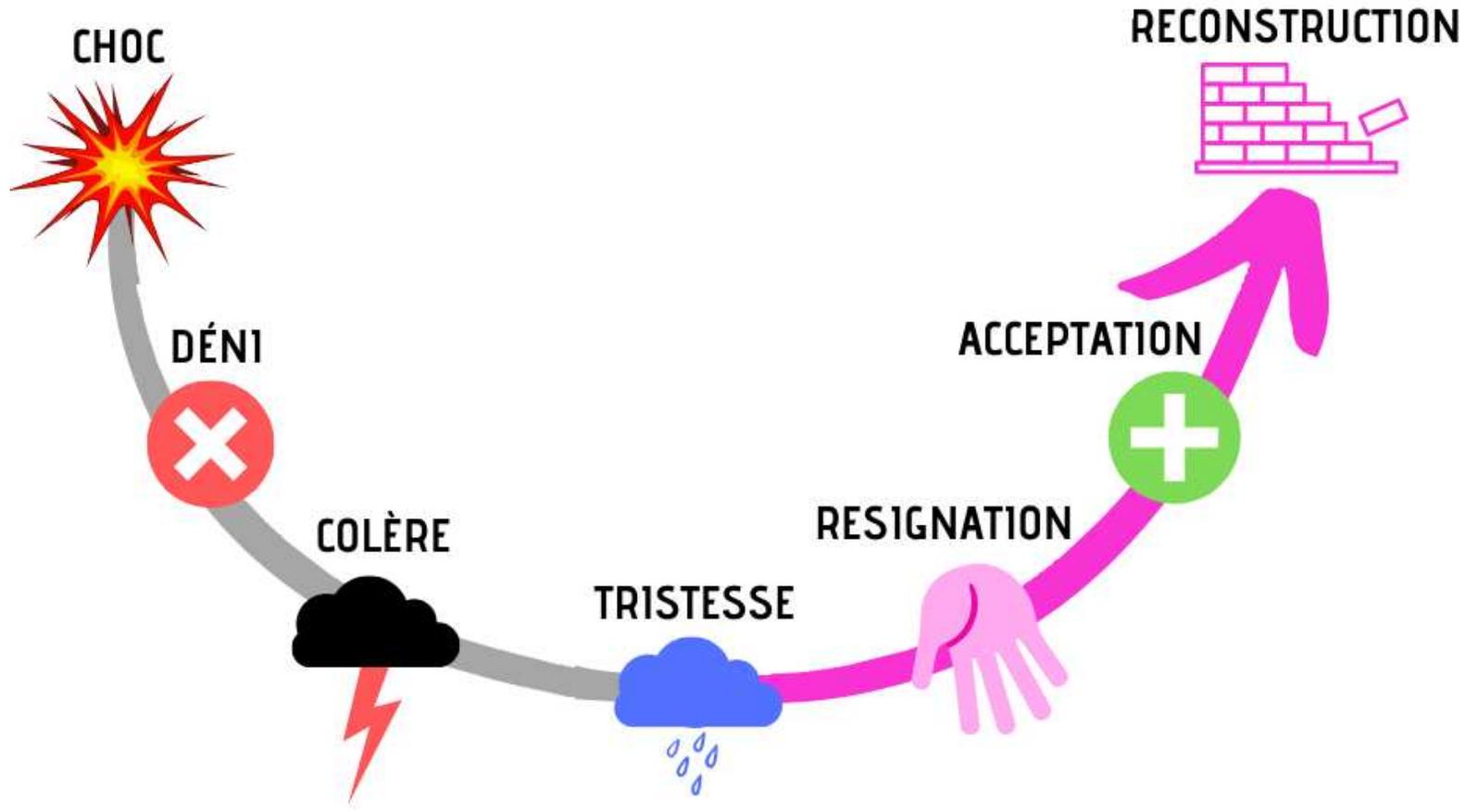


© ENSEEIHT via B. de Grissac



© Cours de comptes européenne

Evolution personnelle



© Carine Pianelli

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Solutions possibles
- Conditions
- Gers
- Agriculture
- Evolution
- Objectif
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3

Objectif : Construire une nouvelle civilisation

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Solutions possibles

Conditions

Gers

Agriculture

Evolution

Objectif

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Suppléments

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Effet de serre

T Holocène

Blocage météo

Mesures CO2

Budget

Eau verte / eau bleue

Biodiversité

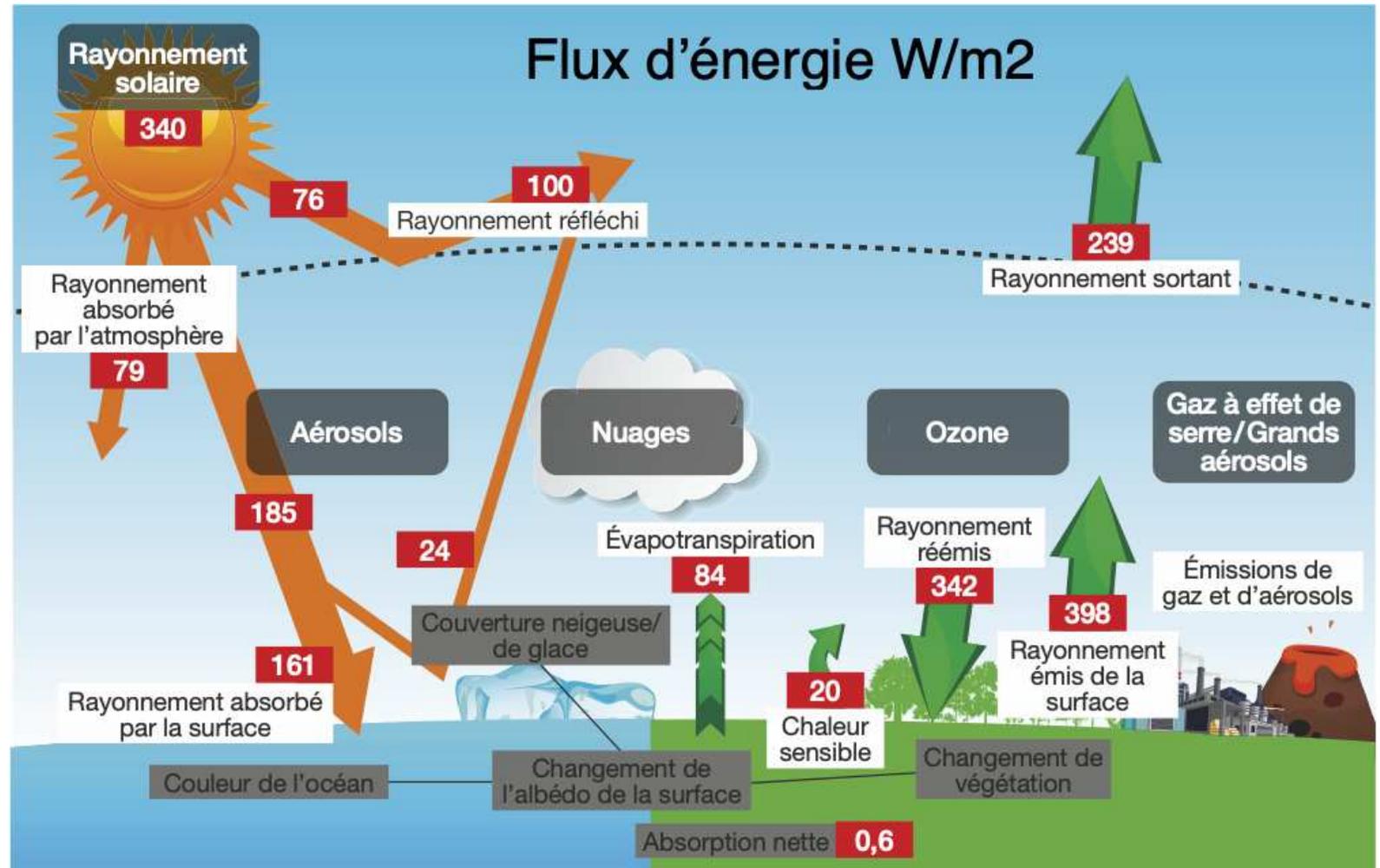
Déclin oiseaux

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Effet de serre



© Chiffres clés du climat

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Effet de serre

T Holocène

Blocage météo

Mesures CO₂

Budget

Eau verte / eau bleue

Biodiversité

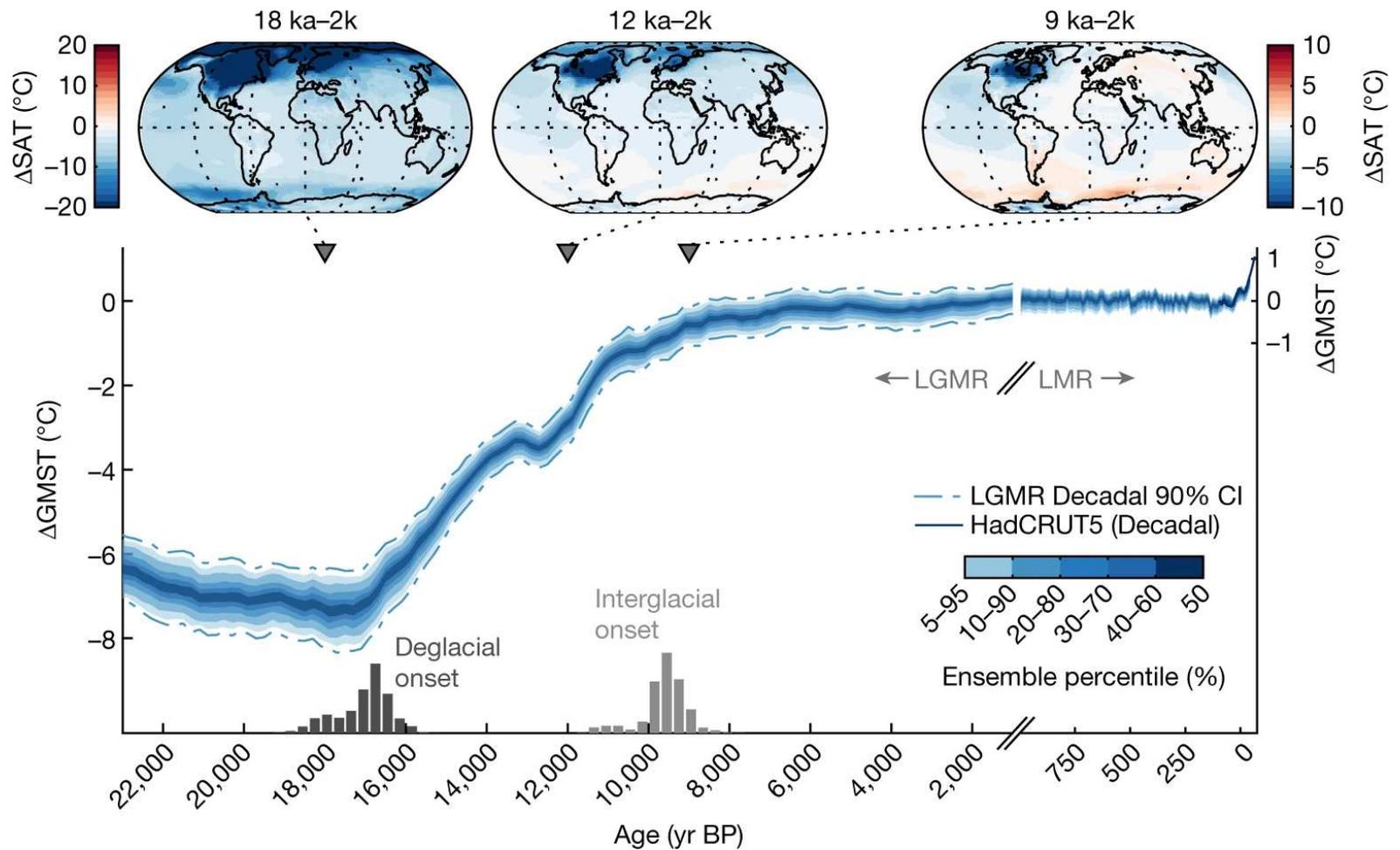
Déclin oiseaux

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Températures de l'Holocène

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Effet de serre
- T Holocène**
- Blocage météo
- Mesures CO2
- Budget
- Eau verte / eau bleue
- Biodiversité
- Déclin oiseaux
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3



Osman et al., (2021)



Température Holocène

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Effet de serre

T Holocène

Blocage météo

Mesures CO2

Budget

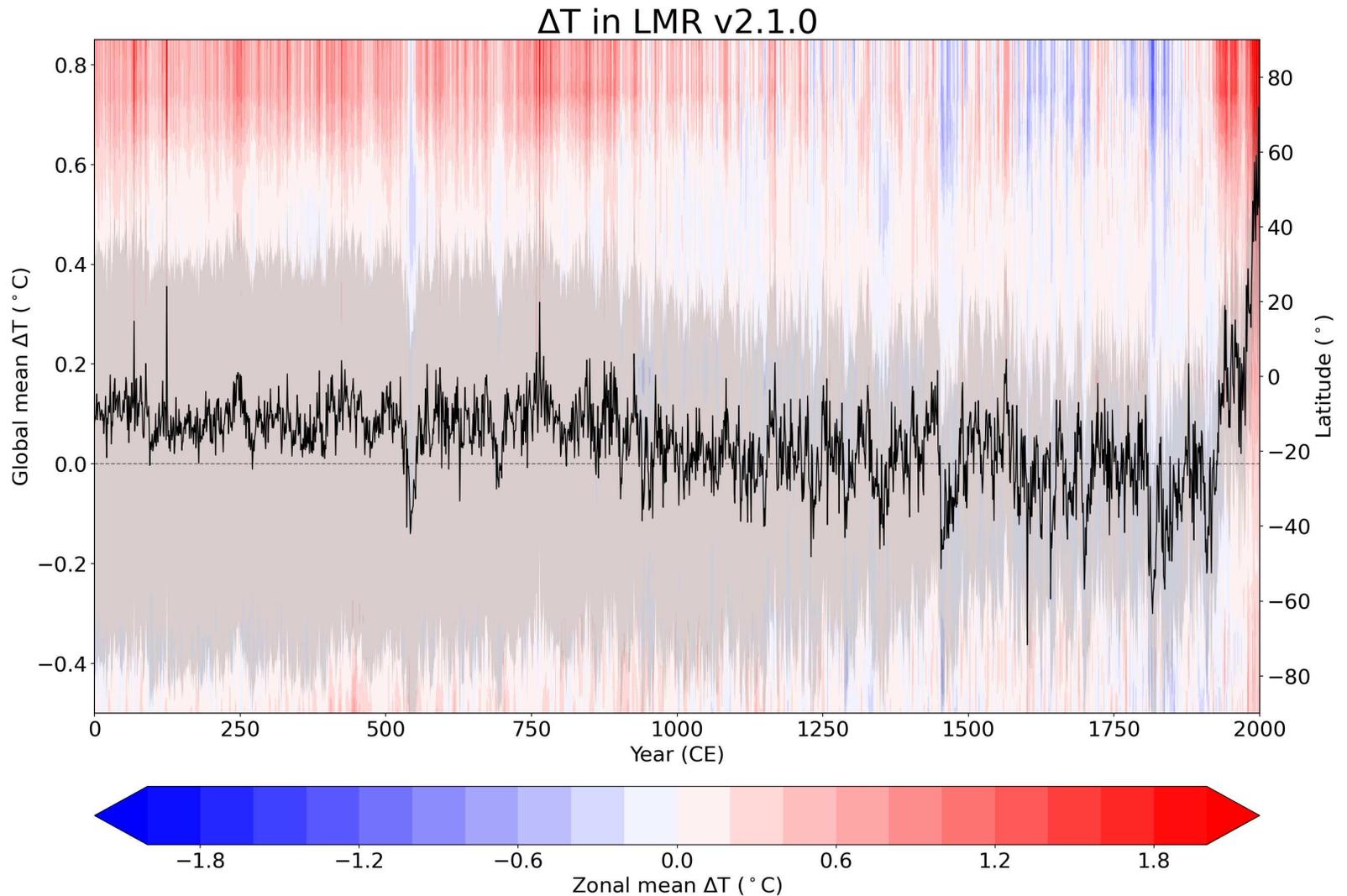
Eau verte / eau bleue

Biodiversité

Déclin oiseaux

Suppléments - 2

Suppléments - 3

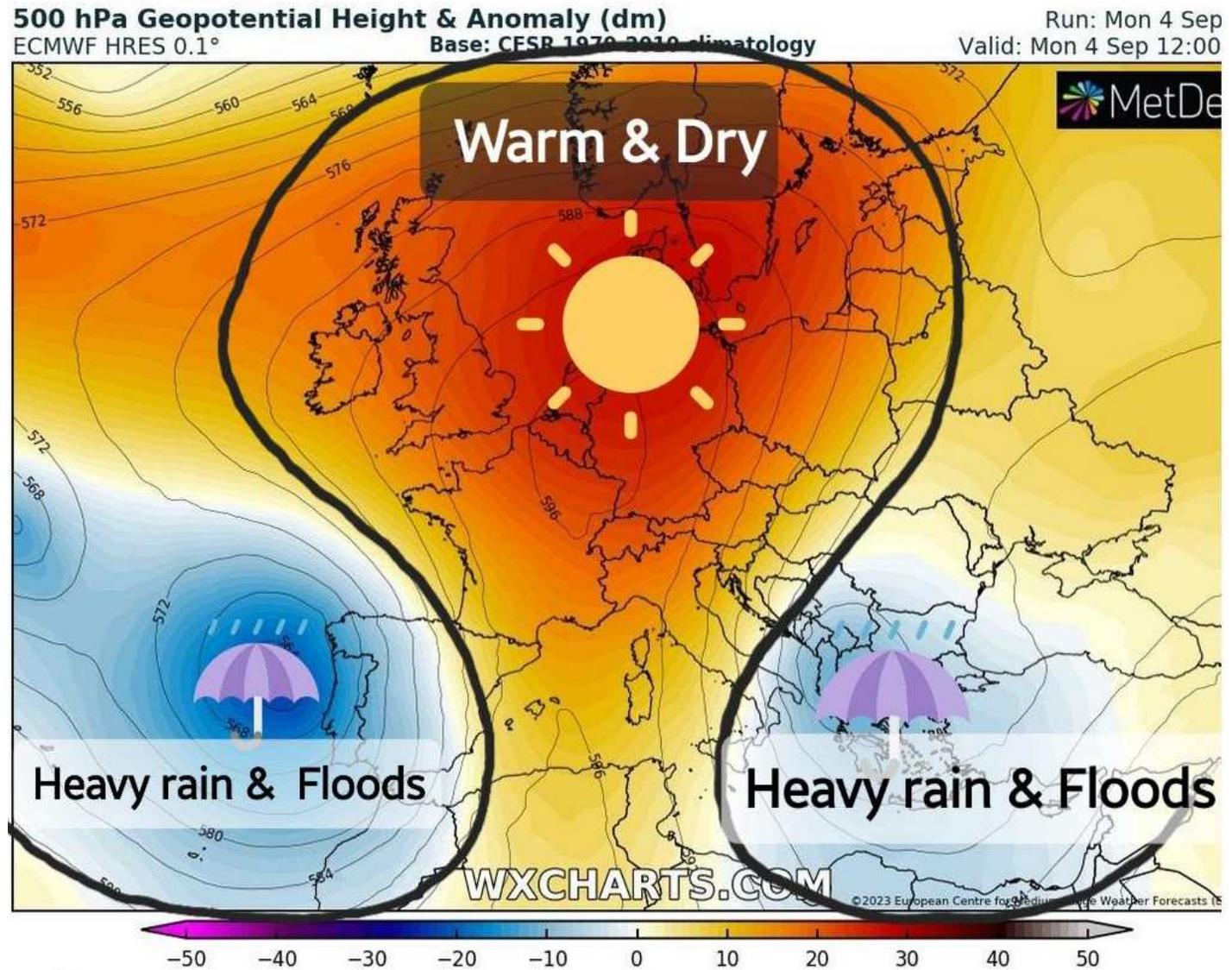


Tardif et al., 2019, *Climate of the Past*, 15, 1251 ([PaléoPresto](#))



Blocage météo

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Effet de serre
- T Holocène
- Blocage météo**
- Mesures CO2
- Budget
- Eau verte / eau bleue
- Biodiversité
- Déclin oiseaux
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3





Mesures effet du CO₂ sur l'effet de serre

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Effet de serre

T Holocène

Blocage météo

Mesures CO₂

Budget

Eau verte / eau bleue

Biodiversité

Déclin oiseaux

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Eunice Newton-Foote, 1856 :

Découverte de l'effet du CO₂ sur l'absorption de chaleur.

Déséquilibre : 460 TW (Trenberth & Cheng, 2022).

Hiroshima : 50 TJ.



Effet de serre

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Effet de serre

T Holocène

Blocage météo

Mesures CO2

Budget

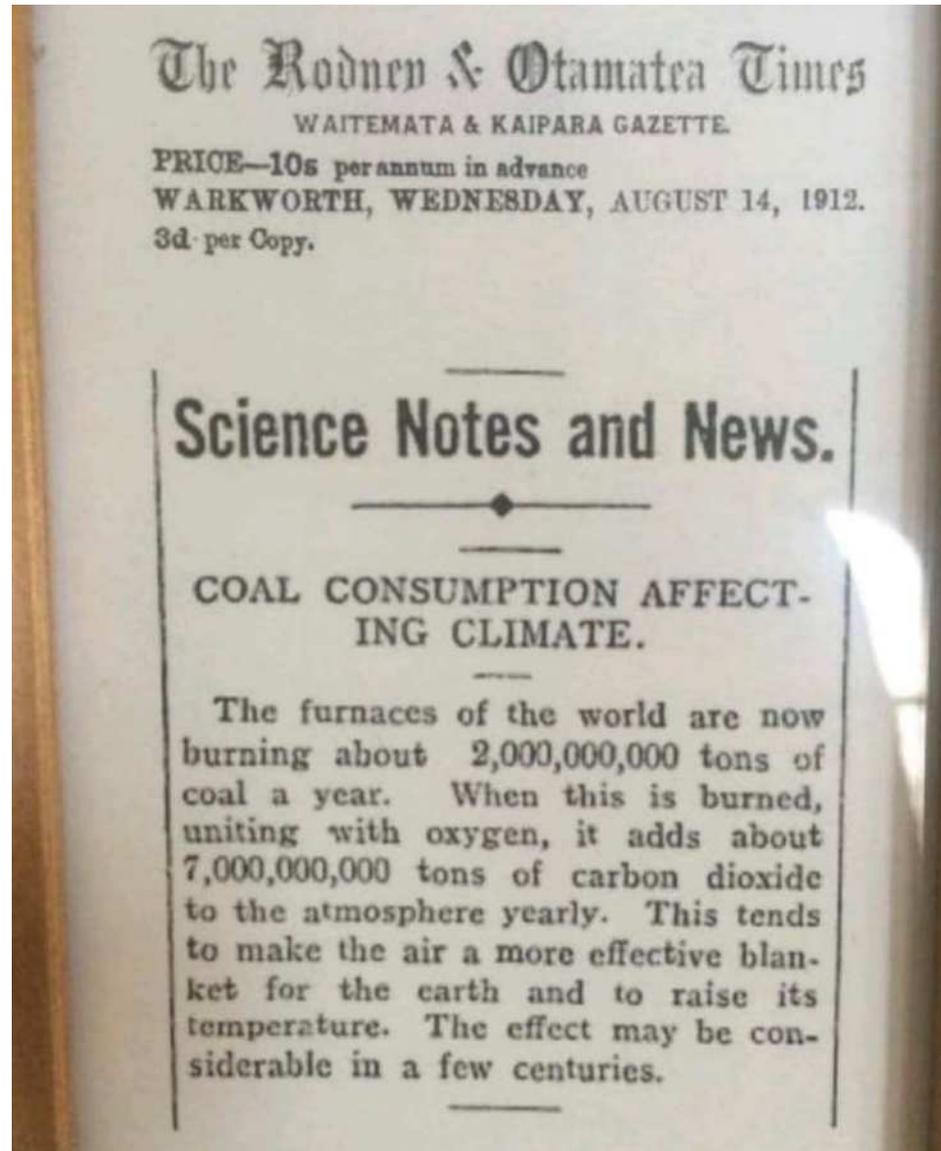
Eau verte / eau bleue

Biodiversité

Déclin oiseaux

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Budget d'émission

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Effet de serre

T Holocène

Blocage météo

Mesures CO2

Budget

Eau verte / eau bleue

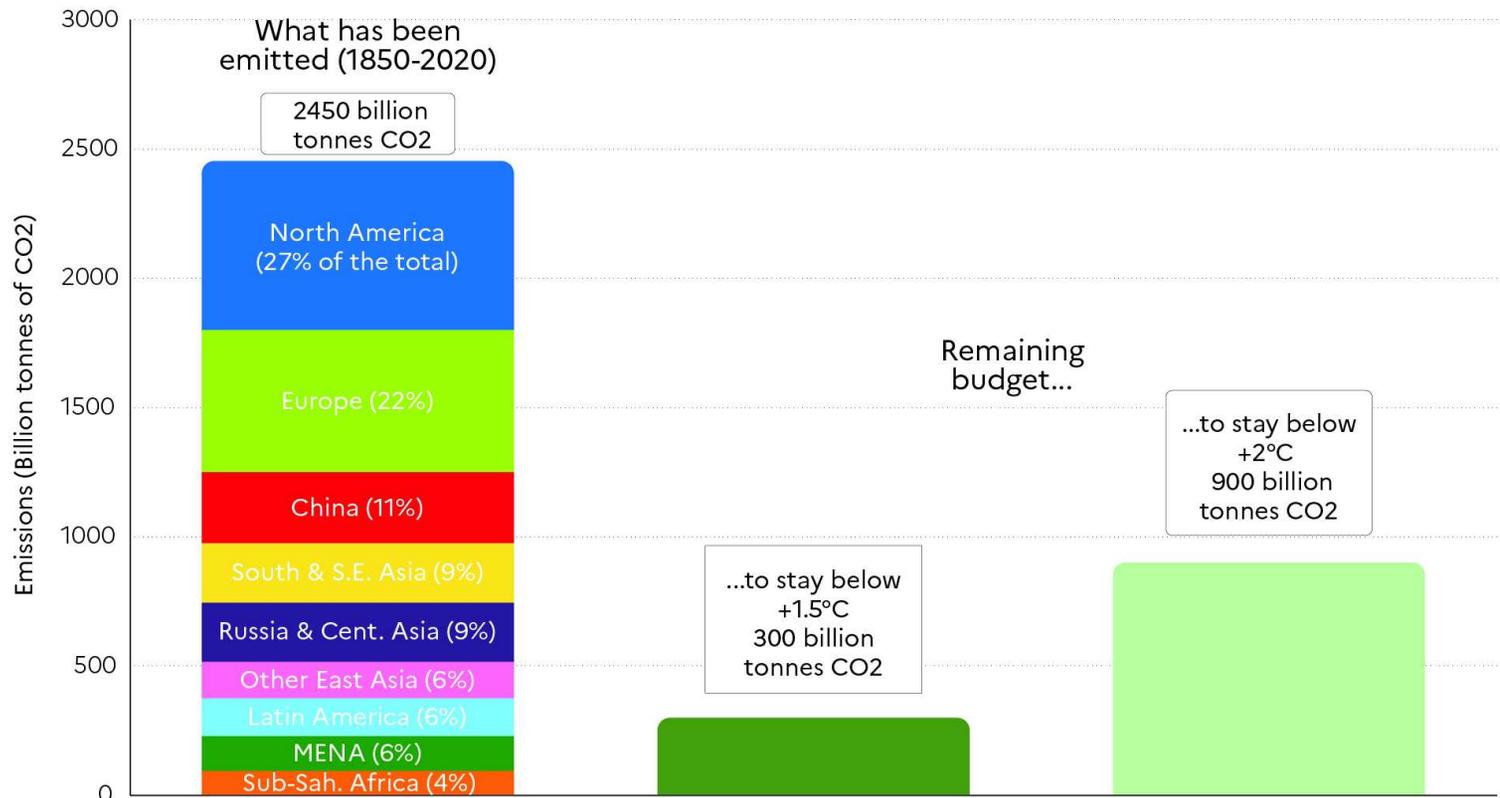
Biodiversité

Déclin oiseaux

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Figure 6.2 Historical emissions vs. remaining carbon budget

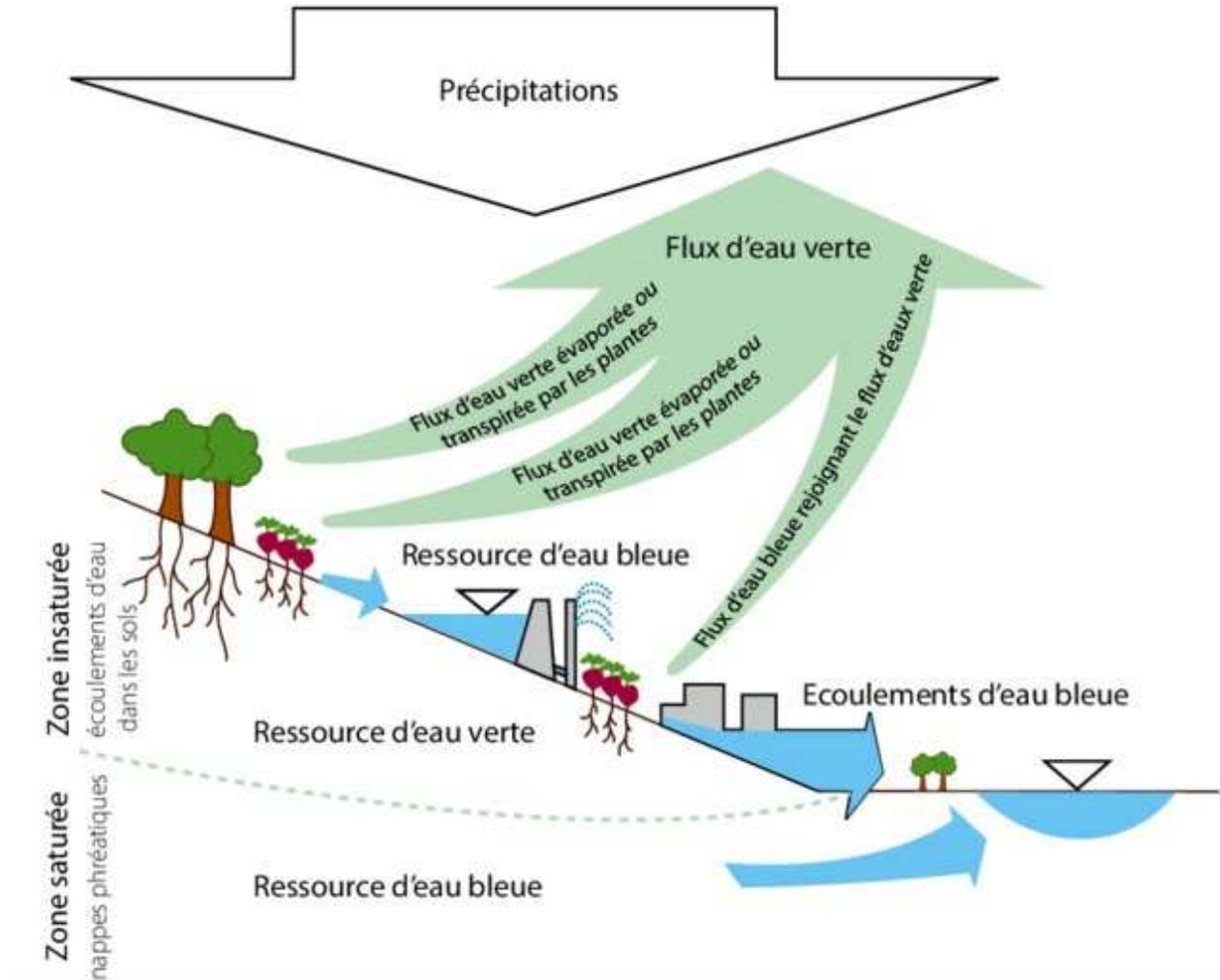


Interpretation: The graph shows historical emissions by region (left bar) and the remaining global carbon budget (center and right bars) to have 83% chances to stay under 1.5°C and 2°C, according to IPCC AR6 (2021). Regional emissions are net of carbon embedded in imports of goods and services from other regions. **Sources and series:** wir2022.wid.world/methodology and Chancel (2021). Historical data from the PRIMAP-hist dataset.

WID : World Inequality Report 2022

Eau verte / eau bleue

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Effet de serre
- T Holocène
- Blocage météo
- Mesures CO2
- Budget
- Eau verte / eau bleue**
- Biodiversité
- Déclin oiseaux
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3



© A. Hamdane

Biodiversité et Changement climatique



Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Effet de serre

T Holocène

Blocage météo

Mesures CO2

Budget

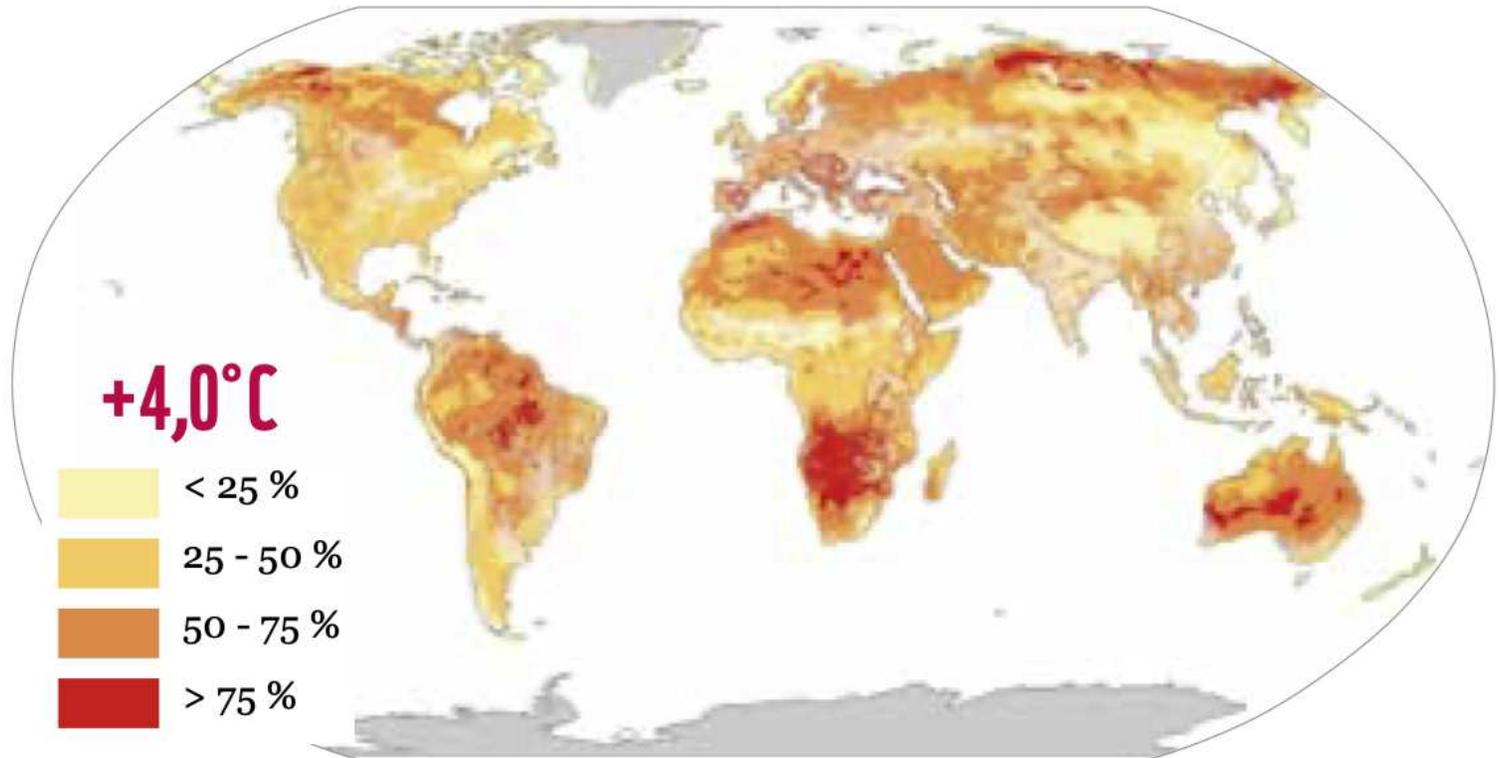
Eau verte / eau bleue

Biodiversité

Déclin oiseaux

Suppléments - 2

Suppléments - 3



Perte prévue de Biodiversité ([WWF 2022](#))

Biodiversité

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Effet de serre
- T Holocène
- Blocage météo
- Mesures CO2
- Budget
- Eau verte / eau bleue
- Biodiversité**
- Déclin oiseaux
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3

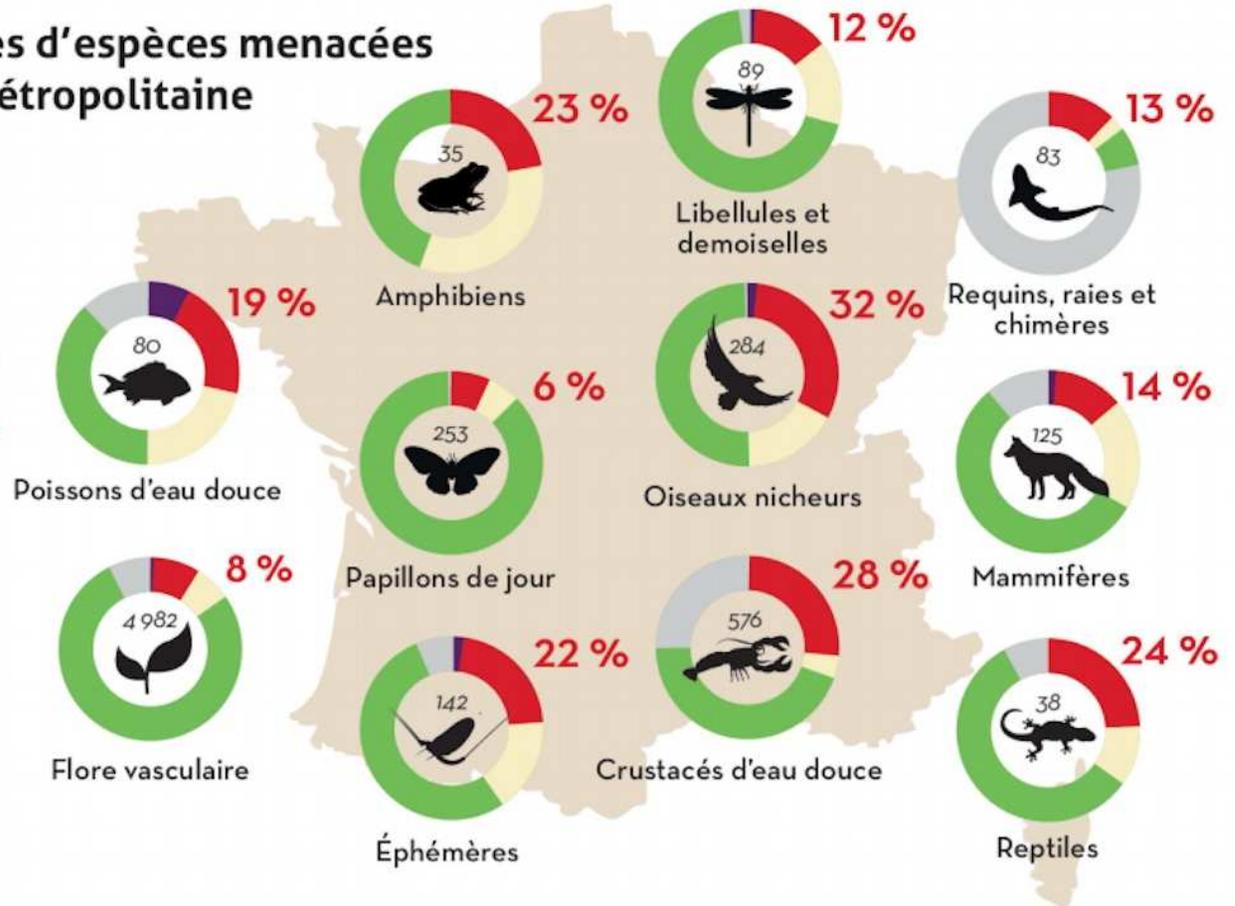
Pourcentages d'espèces menacées en France métropolitaine

Légende

Pourcentage d'espèces menacées

Nombre total d'espèces

- Disparue
- Menacée
- Quasi menacée
- Préoccupation mineure
- Données insuffisantes



Source : UICN Comité français, OFB & MNHN (2020). La Liste rouge des espèces menacées en France : 13 ans de résultats. Paris, France. Conception graphique : Natacha Bigan.

Reporterre



Déclin oiseaux

Qui suis-je?
Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Effet de serre

T Holocène

Blocage météo

Mesures CO2

Budget

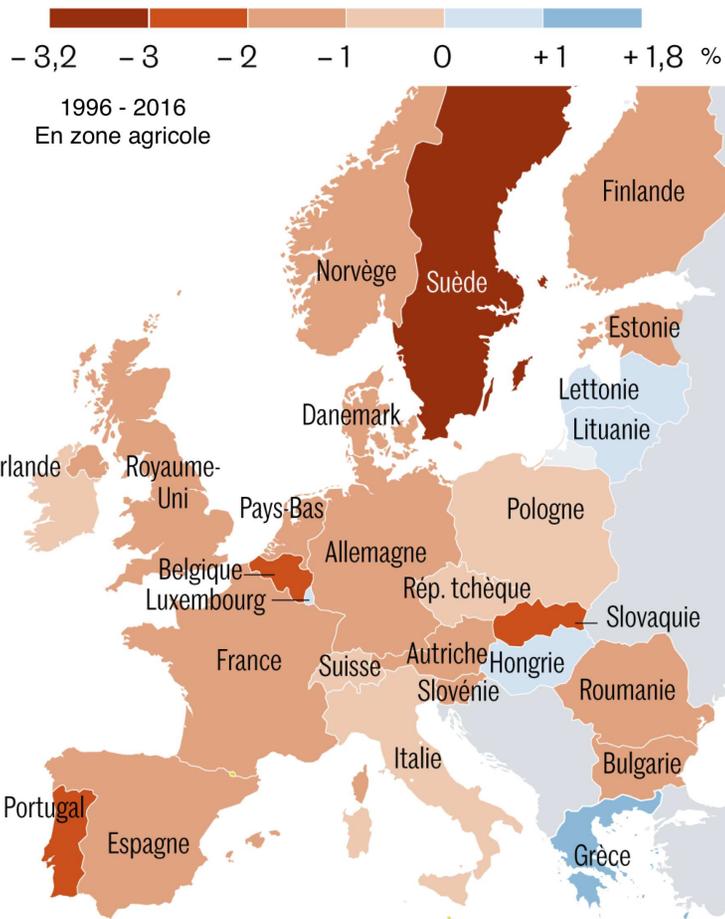
Eau verte / eau bleue

Biodiversité

Déclin oiseaux

Suppléments - 2

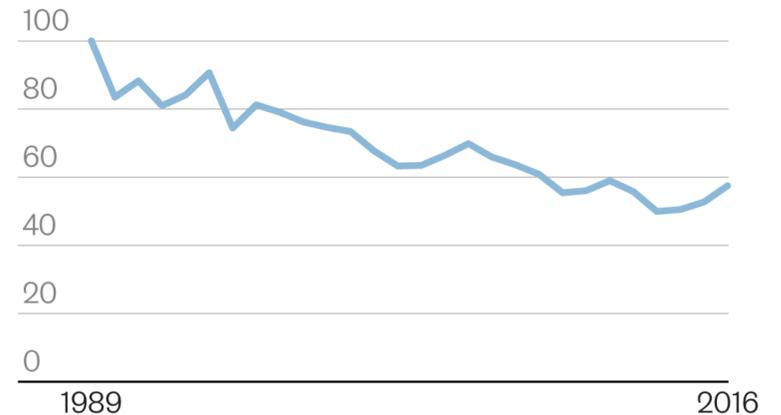
Suppléments - 3



© "Le Monde", d'après Rival et al., PNAS, mai 2023.

En France, entre 1989 et 2016

Indice 100 = 1989



Cause majeure du déclin :

⇒ intrants de synthèse

– 800 Mill. d'oiseaux en 40 ans.

– 60% pour les espèces des plaines agricoles.



Production Gap

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

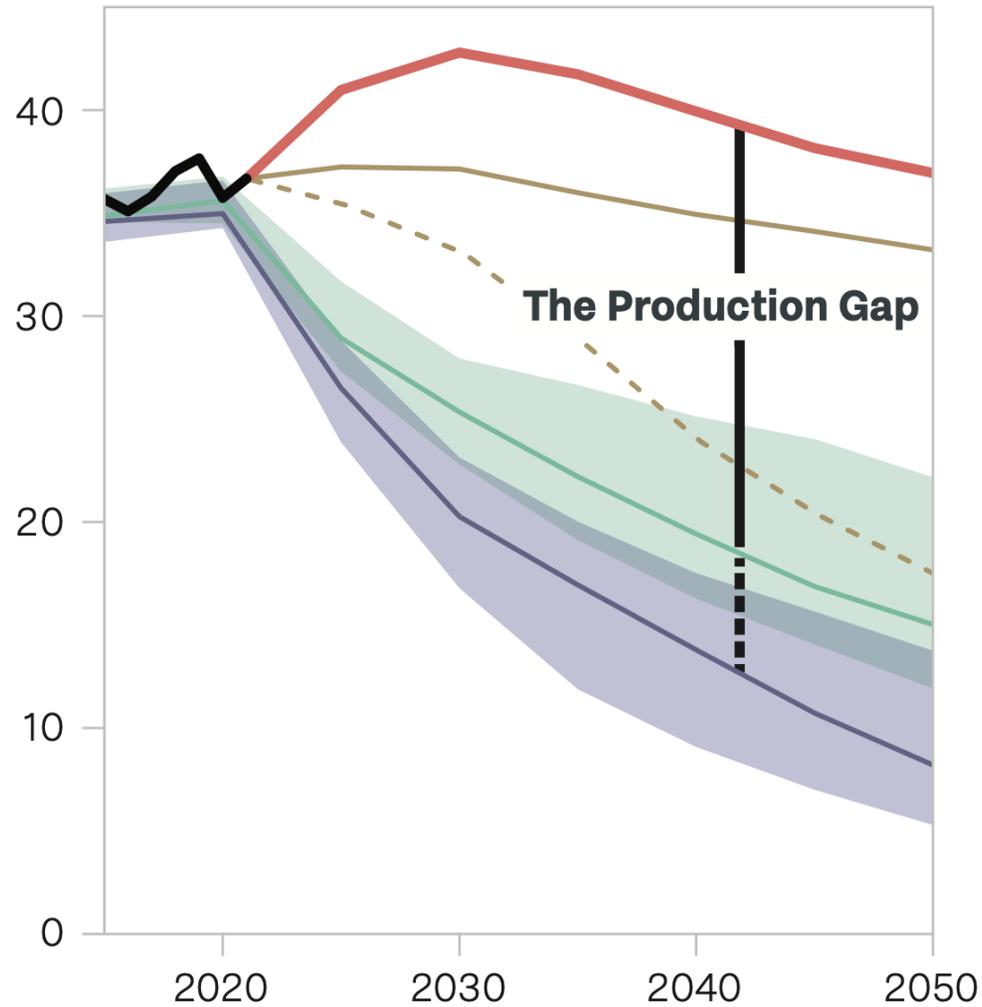
Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /
Réserves

Suppléments - 3

GtCO₂eq/yr



© ONU et autres



Equation de Kaya

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3

- Nombreuses variantes. Par exemple :

$$\text{CO}_2 = \text{CO}_2$$



Equation de Kaya

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3

- Nombreuses variantes. Par exemple :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{NRJ} \times NRJ$$

Equation de Kaya

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3

- Nombreuses variantes. Par exemple :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{NRJ} \times \frac{NRJ}{GDP} \times GDP$$

Equation de Kaya

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /
Réserves

Suppléments - 3

- Nombreuses variantes. Par exemple :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{NRJ} \times \frac{NRJ}{GDP} \times \frac{GDP}{POP} \times POP$$

- Avec :

Equation de Kaya

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /
Réserves

Suppléments - 3

- Nombreuses variantes. Par exemple :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{NRJ} \times \frac{NRJ}{GDP} \times \frac{GDP}{POP} \times POP$$

- Avec :

- ◆ $\frac{CO_2}{NRJ}$: Intensité carbone de l'énergie.

Equation de Kaya

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3

- Nombreuses variantes. Par exemple :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{NRJ} \times \frac{NRJ}{GDP} \times \frac{GDP}{POP} \times POP$$

- Avec :

- ◆ $\frac{CO_2}{NRJ}$: Intensité carbone de l'énergie.

- ◆ $\frac{NRJ}{GDP}$: Intensité énergétique de l'économie.

Equation de Kaya

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /
Réserves

Suppléments - 3

- Nombreuses variantes. Par exemple :

$$CO_2 = \frac{CO_2}{NRJ} \times \frac{NRJ}{GDP} \times \frac{GDP}{POP} \times POP$$

- Avec :

- ◆ $\frac{CO_2}{NRJ}$: Intensité carbone de l'énergie.

- ◆ $\frac{NRJ}{GDP}$: Intensité énergétique de l'économie.

- ◆ $\frac{GDP}{POP}$: "Richesse".

- Voir [Jancovici](#) pour une variante.



Nucléaire : “Hors sujet”...

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

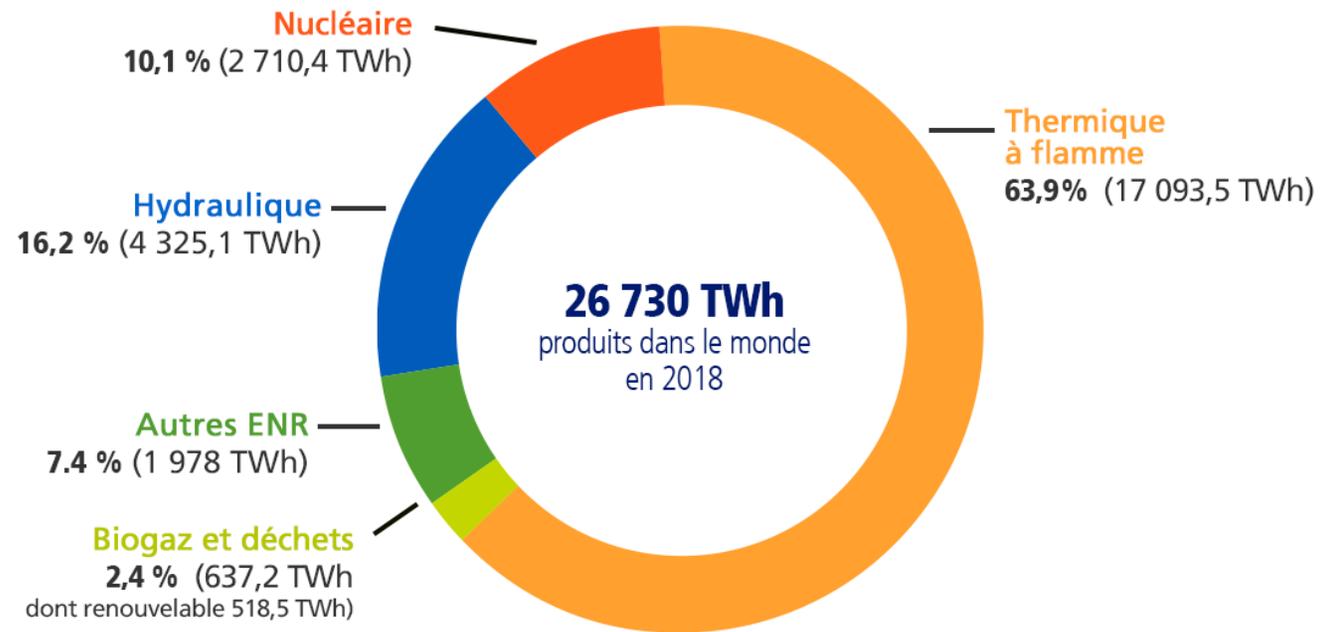
Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3



La production mondiale d'électricité en 2018

Source : International Energy Agency (IEA)

© EDF

© EDF

10 % de l'électricité !

Consommation énergie primaire totale : 160000 TWh.



Habitabilité

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

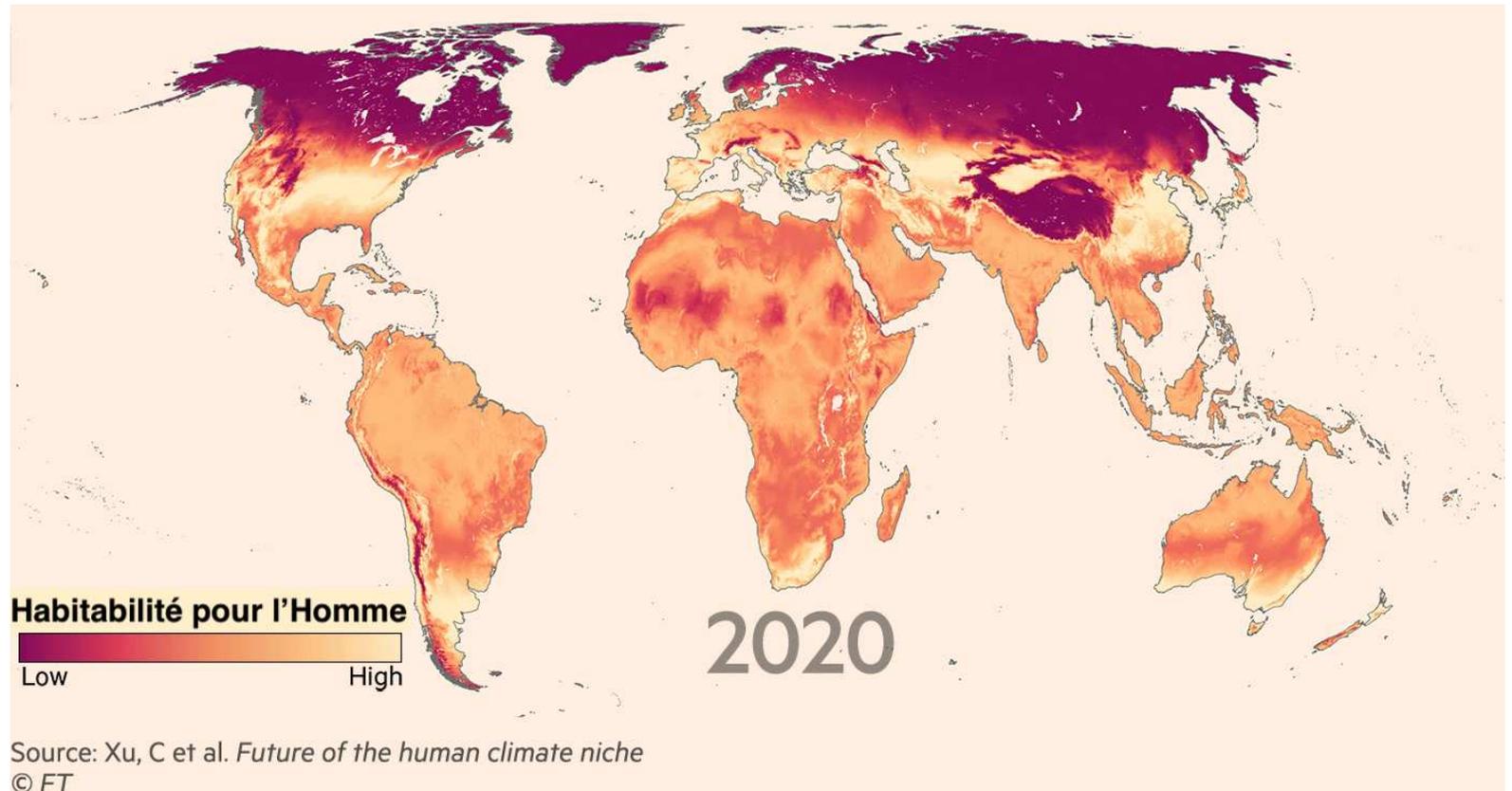
Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3



Financial Times - 8 novembre 2021

Source [Xu et al.](#)



Habitabilité

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

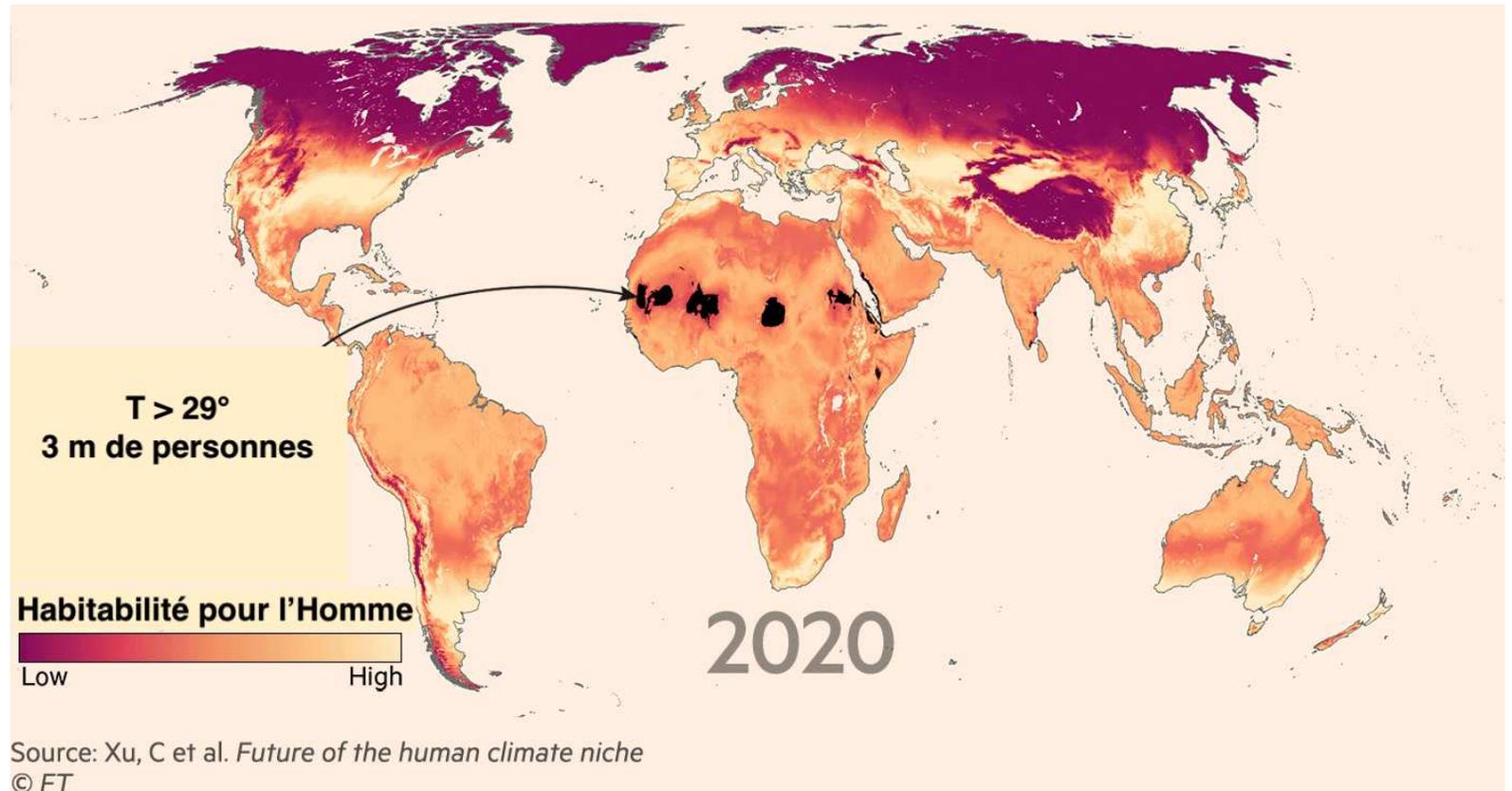
Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3



Financial Times - 8 novembre 2021

Source [Xu et al.](#)



Habitabilité

[Qui suis-je?](#)

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Production Gap](#)

[Equation de Kaya](#)

[Nucléaire](#)

[Habitabilité](#)

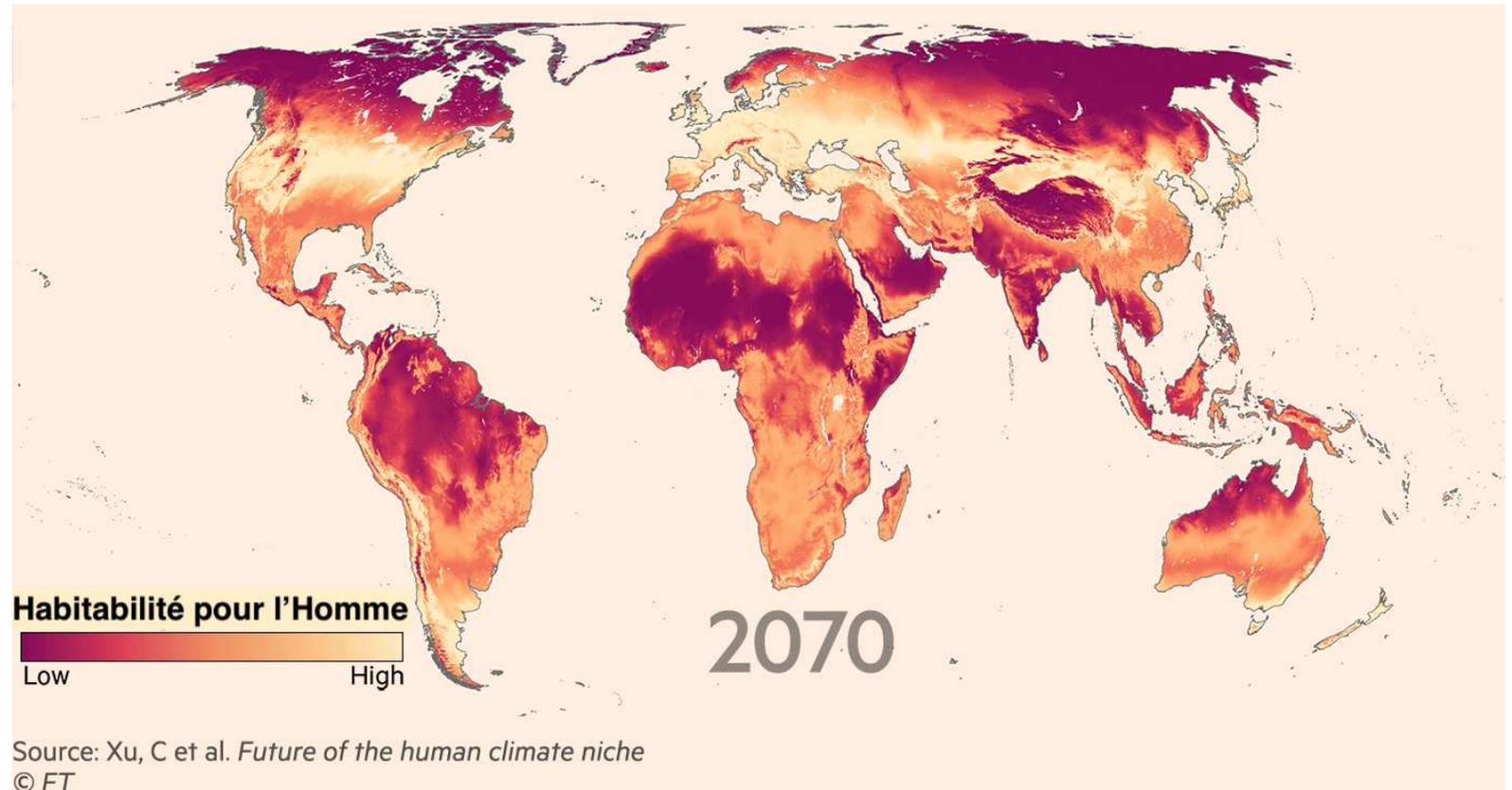
[Empreinte](#)

[Stockage du CO2](#)

[Ressources /](#)

[Réserves](#)

[Suppléments - 3](#)



Financial Times - 8 novembre 2021

Source [Xu et al.](#)



Habitabilité

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

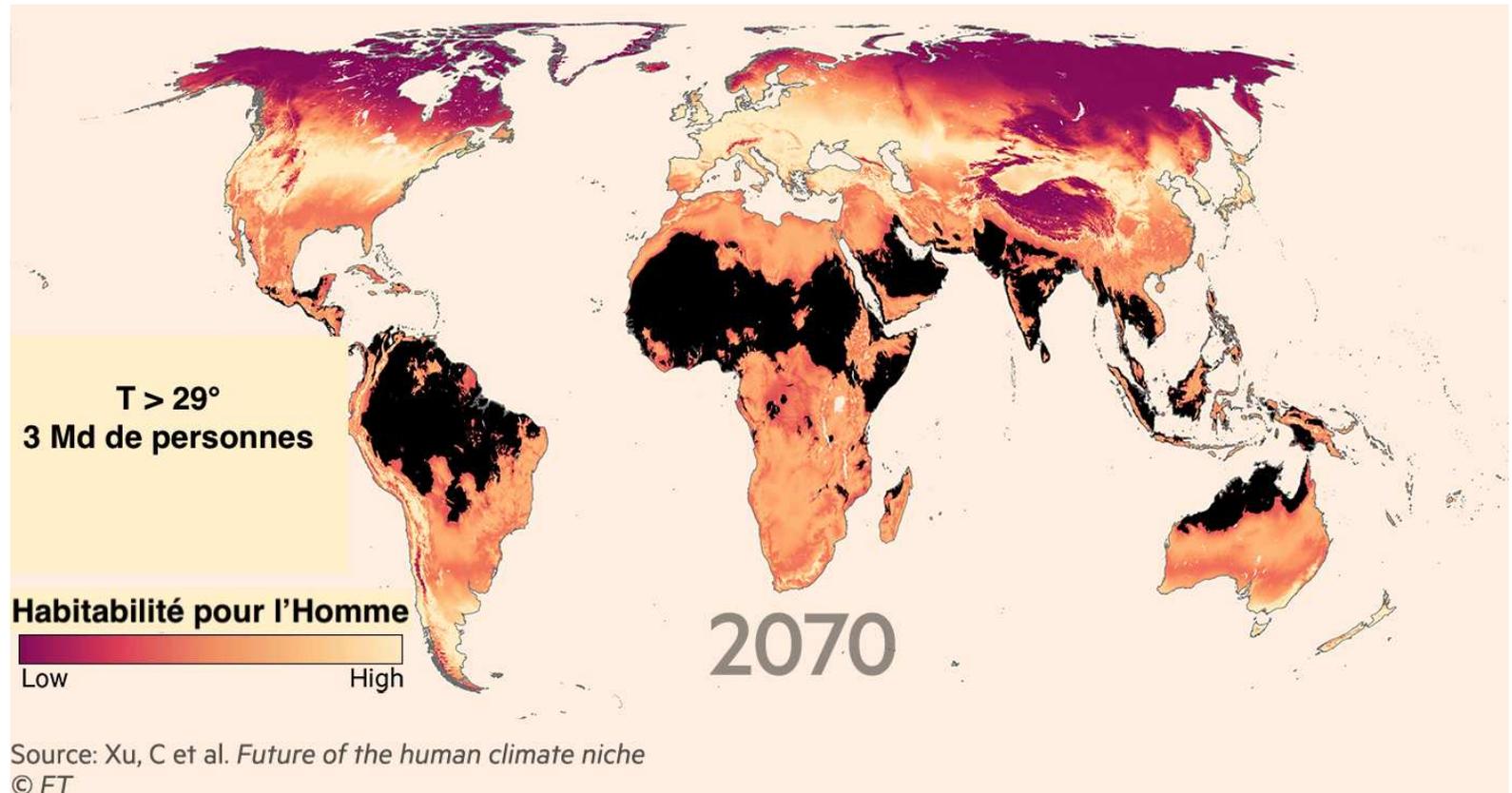
Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3



Financial Times - 8 novembre 2021

Source [Xu et al.](#)

Empreinte carbone de la viande

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Production Gap
- Equation de Kaya
- Nucléaire
- Habitabilité
- Empreinte**
- Stockage du CO2
- Ressources / Réserves
- Suppléments - 3



© Emission pour 1 kg de nourriture



Stockage du CO₂

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

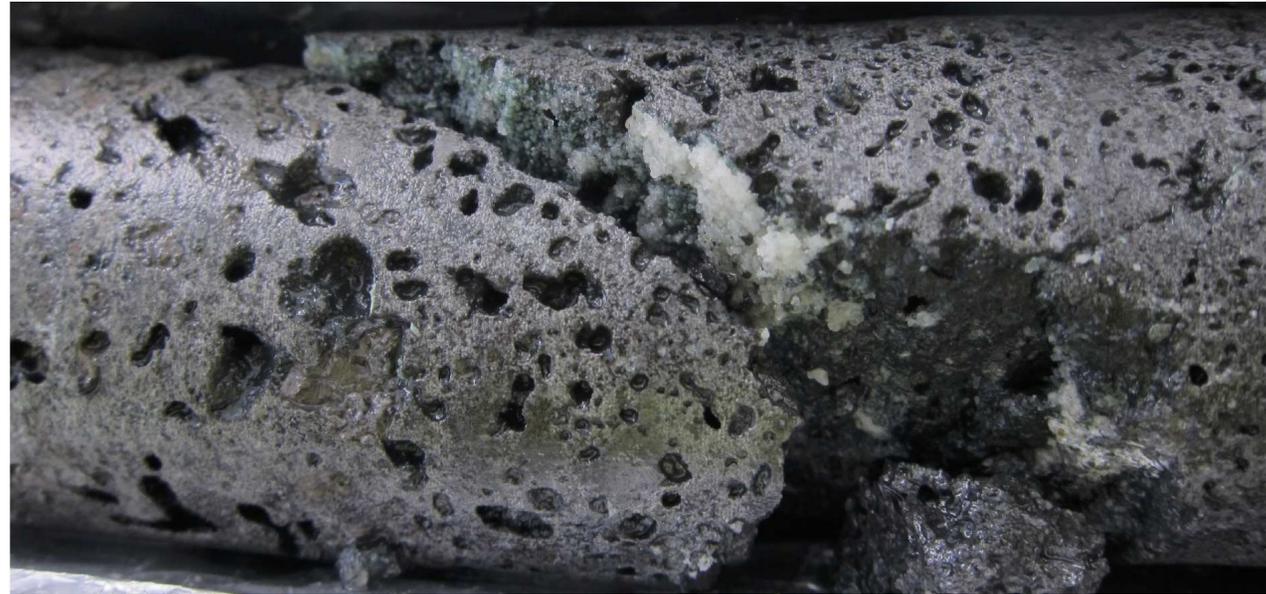
Empreinte

Stockage du CO₂

Ressources /

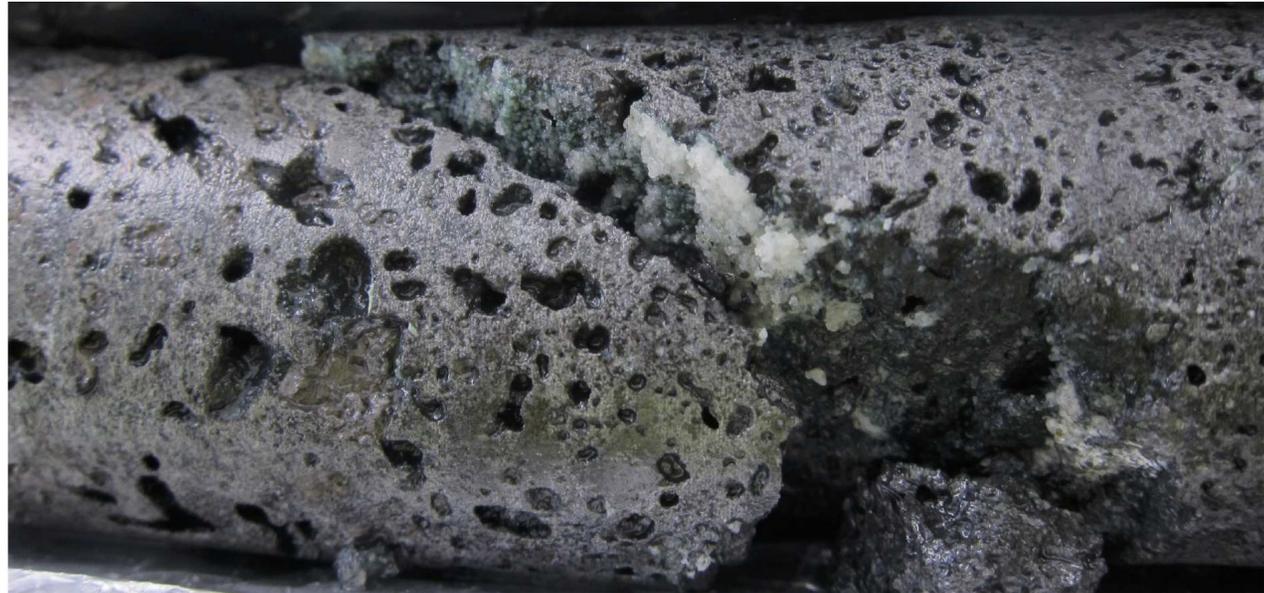
Réserves

Suppléments - 3



- Usine pilote “Carbfix” en Islande :
 - ◆ 4000 t de CO₂ par an

Stockage du CO₂



- Usine pilote “Carbfix” en Islande :
 - ◆ 4000 t de CO₂ par an
 - ◆ Soit : l'émission annuelle de ...900 voitures.

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO₂

Ressources /

Réserves

Suppléments - 3



Ressources / Réserves

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Production Gap

Equation de Kaya

Nucléaire

Habitabilité

Empreinte

Stockage du CO2

Ressources /
Réserves

Suppléments - 3

- Ressources : quantités que l'on pense exister et pouvoir être découvertes un jour.
- Réserve : Partie des ressources qui sont à la fois repérées et susceptibles d'être produites dans les conditions techniques et économiques du moment

⇒ Définitions "floues"...

- Accord de Paris. Il faut **laisser dans le sol les réserves** :
 - ◆ Pétrole : 60 %, Gaz : 50 %, Charbon : 90 %



Europe CRM

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Europe CRM

IEA

Energie / Revenus

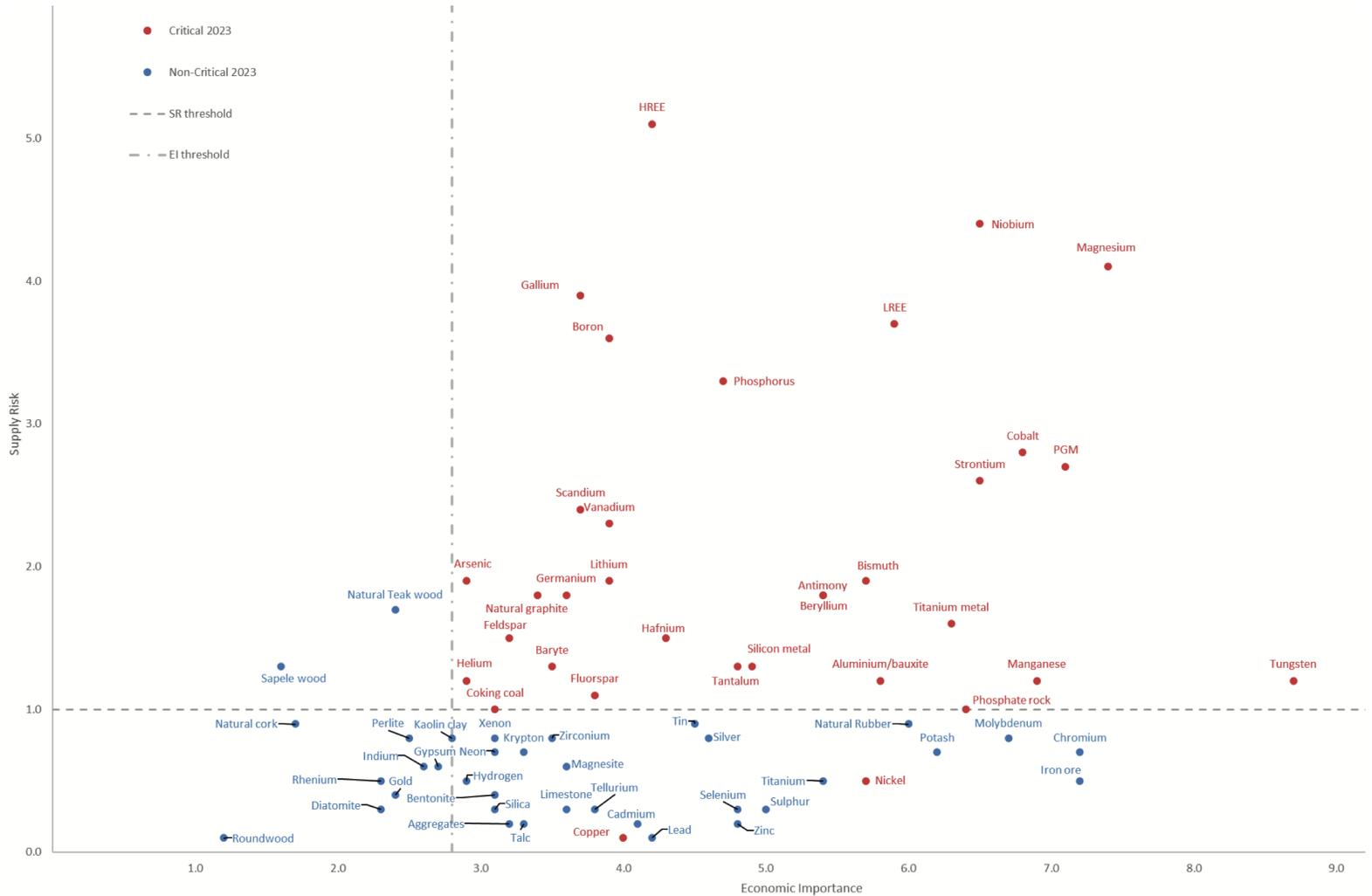
Voiture électrique

Production Lithium

Sites minier

Médecin / Molière

Pas de solutions

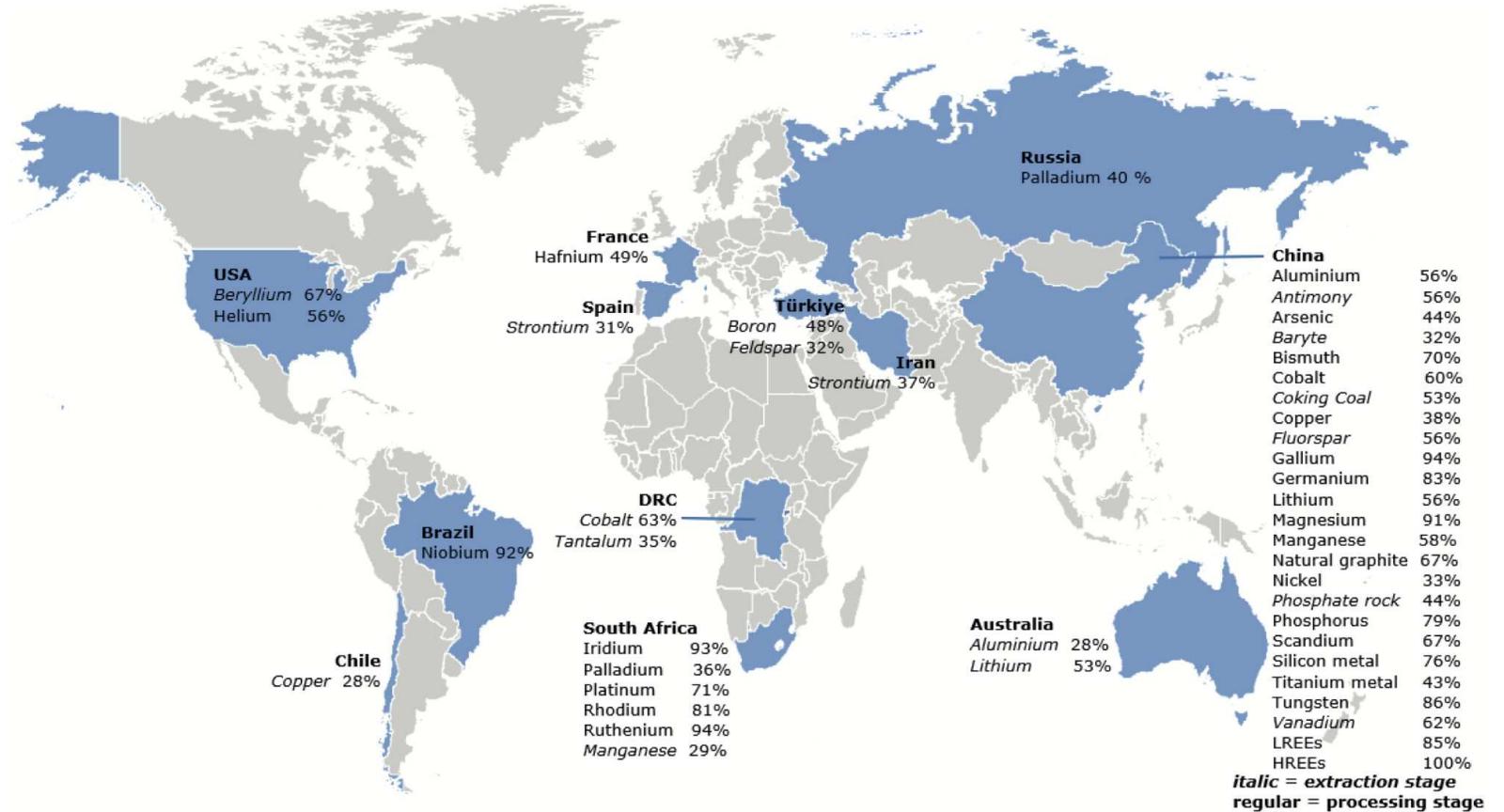


© Europe - Critical raw materials



Europe CRM

- Qui suis-je?
- Histoire du Gers
- Etat des lieux
- Energie
- Substitution
- Partages?
- Démocratie?
- Suppléments - 1
- Suppléments - 2
- Suppléments - 3
- Europe CRM**
- IEA
- Energie / Revenus
- Voiture électrique
- Production Lithium
- Sites minier
- Médecin / Molière
- Pas de solutions



© Europe - Critical raw materials



Qui suis-je?

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)

[Europe CRM](#)

IEA

[Energie / Revenus](#)

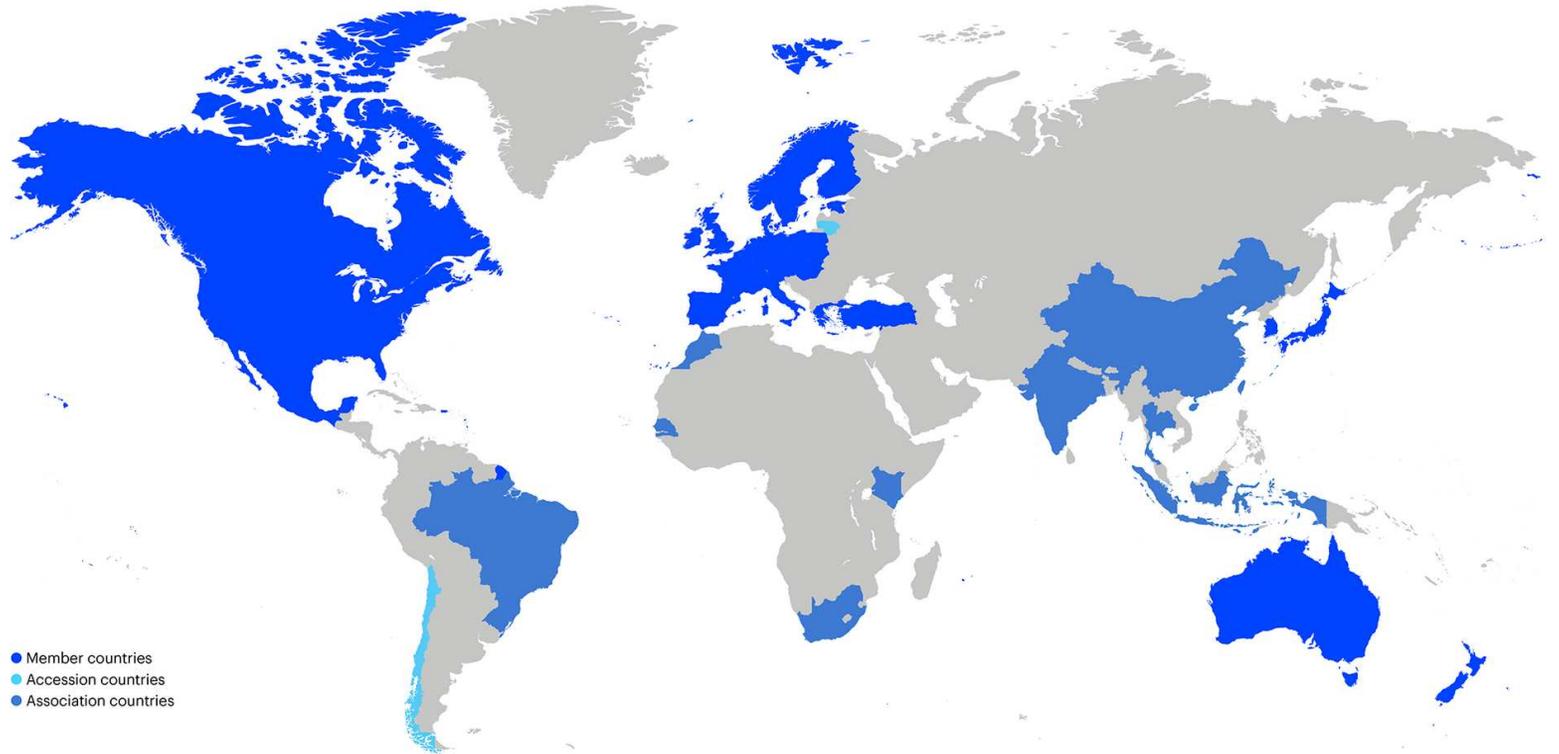
[Voiture électrique](#)

[Production Lithium](#)

[Sites minier](#)

[Médecin / Molière](#)

[Pas de solutions](#)



About IEA



Energie / Revenus

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Europe CRM

IEA

Energie / Revenus

Voiture électrique

Production Lithium

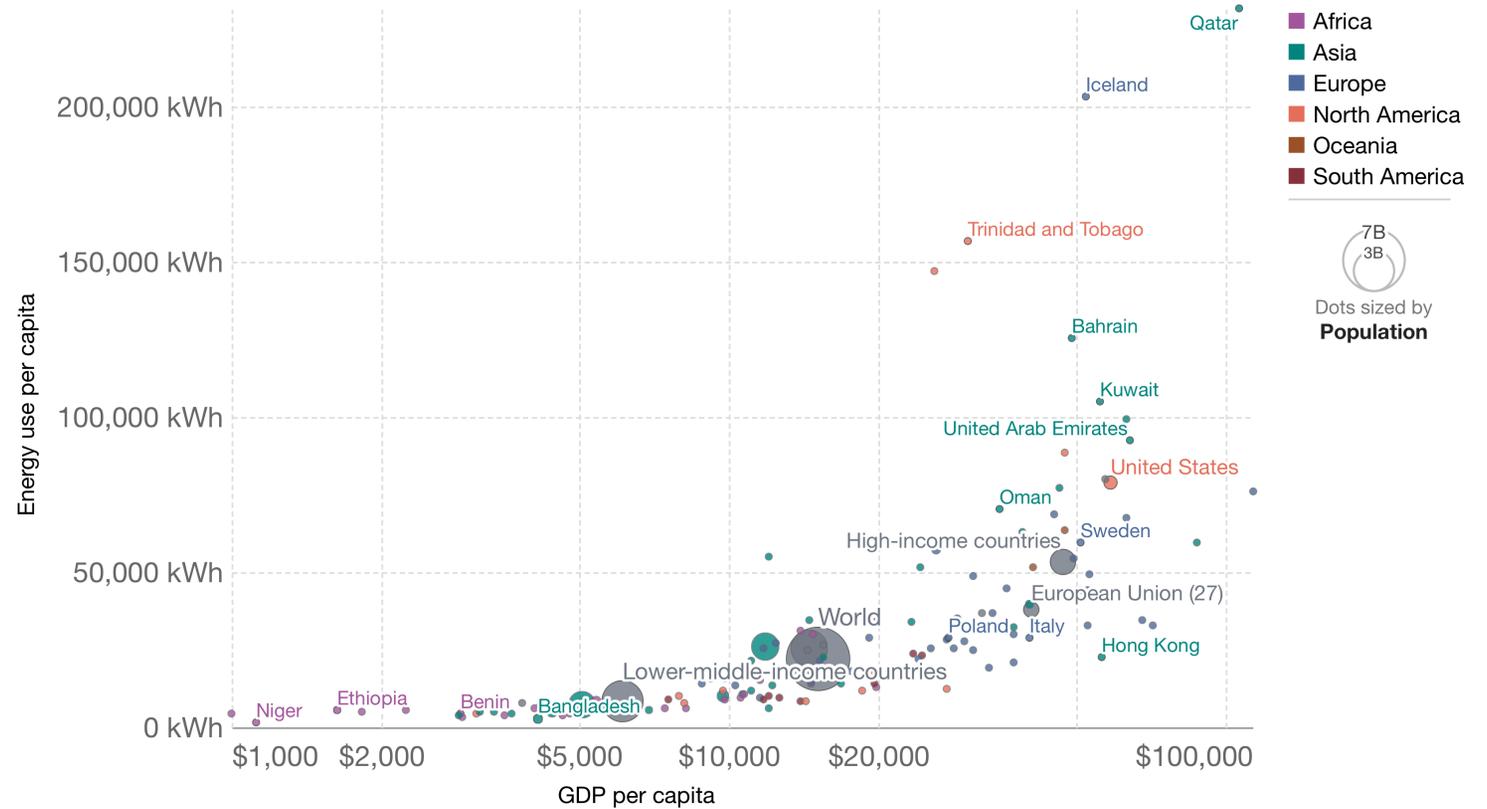
Sites minier

Médecin / Molière

Pas de solutions

GDP per capita vs. energy use, 2015

Annual energy use per capita, measured in kilowatt-hours per person vs. gross domestic product (GDP) per capita, measured as constant international-\$.
Our World in Data



Source: Data compiled from multiple sources by World Bank

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Our world in data

Voiture électrique

Qui suis-je?
Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Europe CRM

IEA

Energie / Revenus

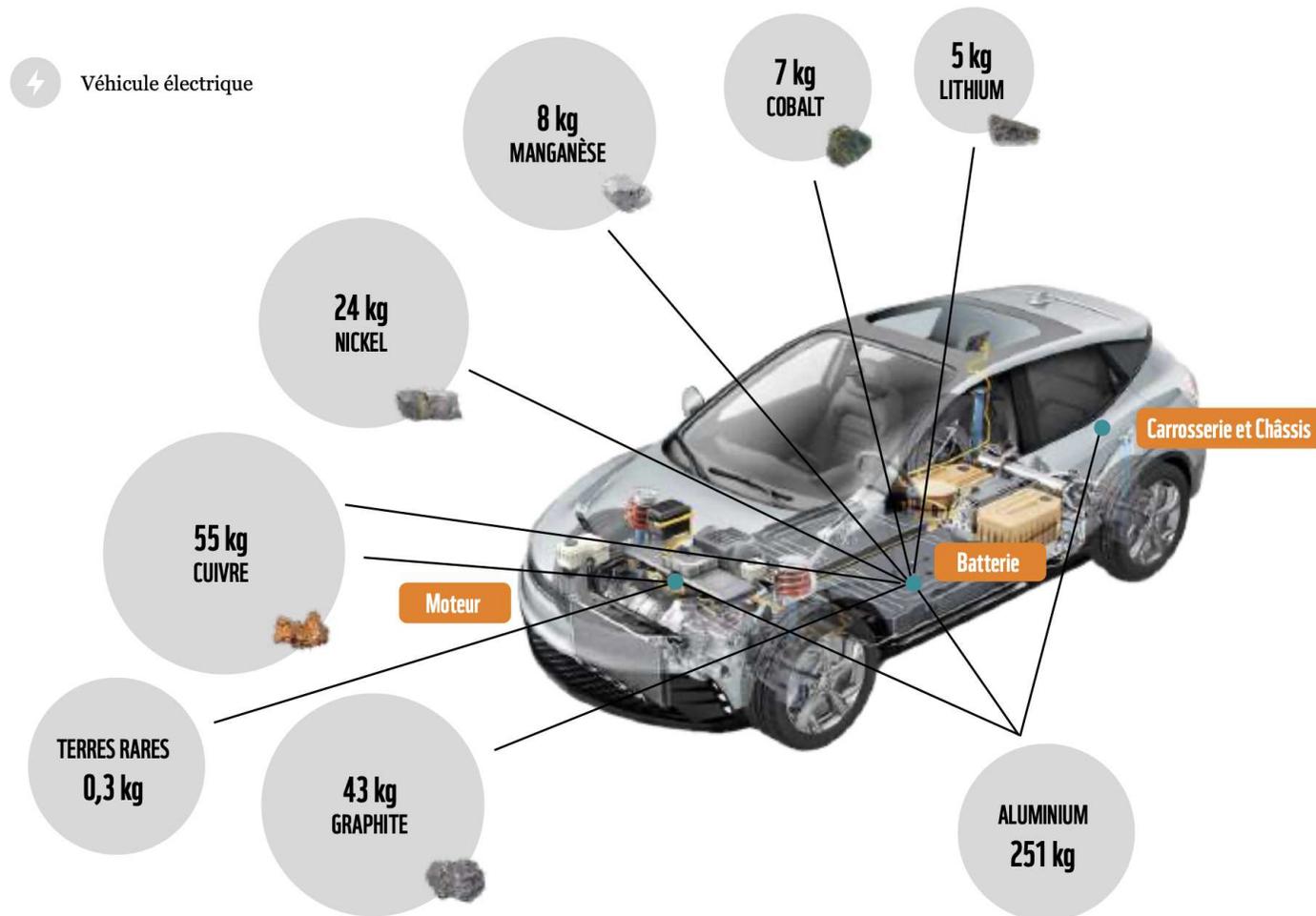
Voiture électrique

Production Lithium

Sites minier

Médecin / Molière

Pas de solutions



© WWF - Métaux critiques



Production Lithium

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Europe CRM

IEA

Energie / Revenus

Voiture électrique

Production Lithium

Sites minier

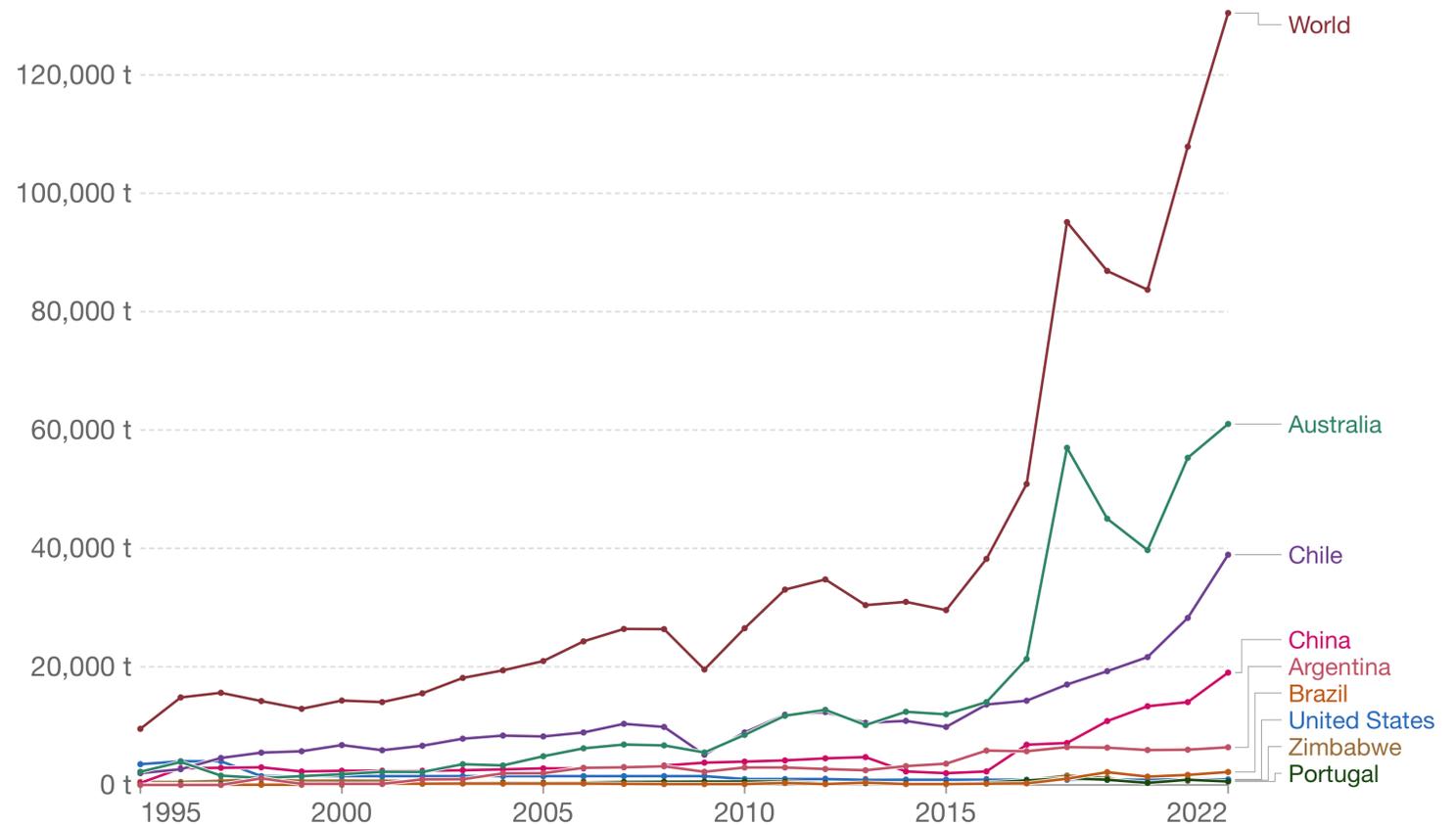
Médecin / Molière

Pas de solutions

Lithium production, 1995 to 2022

Lithium production is measured in tonnes.

Our World in Data



Source: Energy Institute Statistical Review of World Energy (2023)

OurWorldInData.org/fossil-fuels • CC BY

our world in data



Production

Qui suis-je?

[Histoire du Gers](#)

[Etat des lieux](#)

[Energie](#)

[Substitution](#)

[Partages?](#)

[Démocratie?](#)

[Suppléments - 1](#)

[Suppléments - 2](#)

[Suppléments - 3](#)

[Europe CRM](#)

[IEA](#)

[Energie / Revenus](#)

[Voiture électrique](#)

[Production Lithium](#)

[Sites minier](#)

[Médecin / Molière](#)

[Pas de solutions](#)



Yale school of environment

Sites minier dans le Monde

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Europe CRM

IEA

Energie / Revenus

Voiture électrique

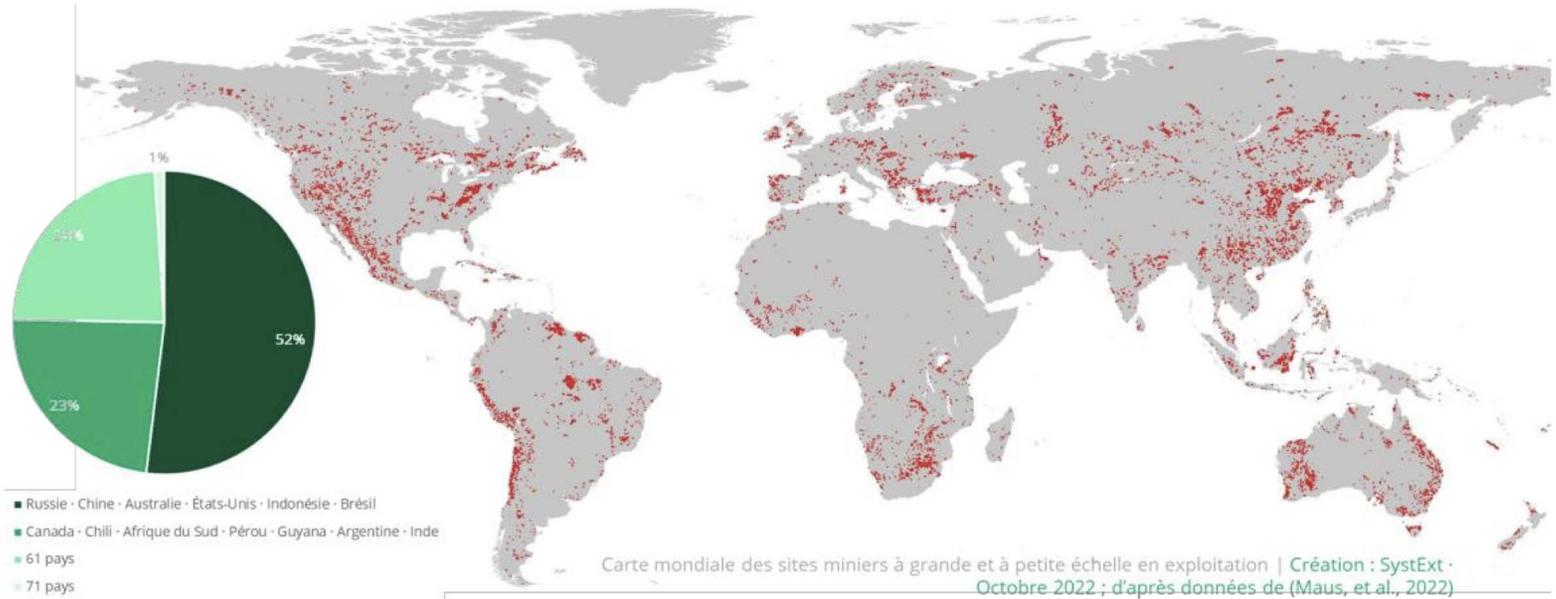
Production Lithium

Sites minier

Médecin / Molière

Pas de solutions

- Carte mondiale des sites miniers à grande et à petite échelle en exploitation | Création : SystExt - Octobre 2022 ; d'après données de (Maus, et al., 2022)



© SystExt



Pas de Solutions / Pas de Problèmes ?

Qui suis-je?

Histoire du Gers

Etat des lieux

Energie

Substitution

Partages?

Démocratie?

Suppléments - 1

Suppléments - 2

Suppléments - 3

Europe CRM

IEA

Energie / Revenus

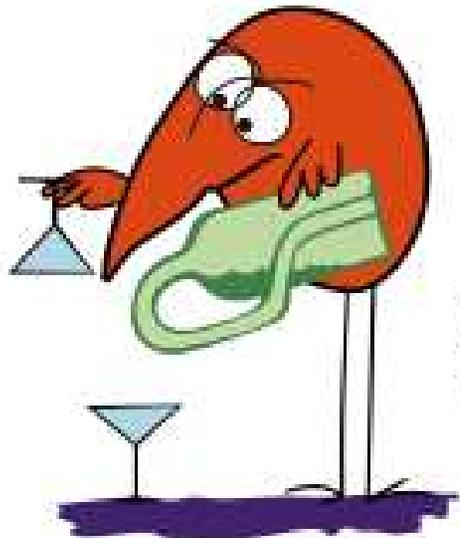
Voiture électrique

Production Lithium

Sites minier

Médecin / Molière

Pas de solutions



Les devises Shadoks

S'IL N'Y A PAS
DE SOLUTION
C'EST QU'IL N'Y A PAS
DE PROBLÈME.



© Jacques Rouxel - Les Shadoks