

La double contrainte carbone

Le numérique dans la transition carbone

•



Parlons de sobriété Numérique...

The carbon transition think tank



Xavier VERNE

xavier.verne@sncf.fr

- Membre du **The Shift Project, Groupe Sobriété Numérique**
- Co-auteur rapport "Vers la sobriété Numérique ", 2018
- Co-auteur rapport "Déployer la sobriété Numérique", 2020

- Ingénieur Télécom Paris, 2003
- Directeur de projet à la SNCF, transformation digitale, design Thinking
- Agrégé de Mathématiques

THE SHIFT PROJECT
THE CARBON TRANSITION THINK TANK

*Association loi 1901 qui vise à
décarboner l'économie pour
préserver la stabilité du climat.
Méthode scientifique.*

[The Shift Project]

Le think tank d'une économie post-carbone



Association loi 1901 reconnue d'intérêt général et guidée par l'exigence de la rigueur scientifique, notre mission depuis 2010 est d'éclairer et influencer le débat sur la transition énergétique en Europe.

ÉCLAIRER D'ABORD...

- **Nous constituons des groupes de travail** autour des enjeux les plus délicats et les plus décisifs de la transition vers une économie post-carbone
- **Nous produisons des analyses robustes et chiffrées** sur les aspects clés de la transition
- **Nous élaborons des propositions innovantes**, avec le souci d'apporter des réponses à la bonne échelle

...INFLUENCER AUSSI

- **Nous menons des campagnes de lobbying** pour promouvoir les recommandations de nos groupes de travail auprès des décideurs politiques et économiques
- **Nous organisons des événements** qui favorisent les discussions entre parties prenantes
- **Nous bâtissons des partenariats** avec les organisations professionnelles, le monde universitaire et des acteurs internationaux

Plus de
70 événements depuis 2010

40 projets initiés en 10 ans



Un réseau de plusieurs centaines d'**experts** et de quelques milliers de **bénévoles** organisés

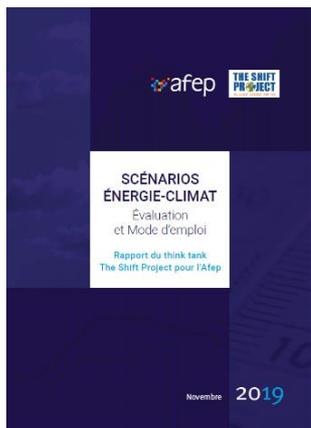
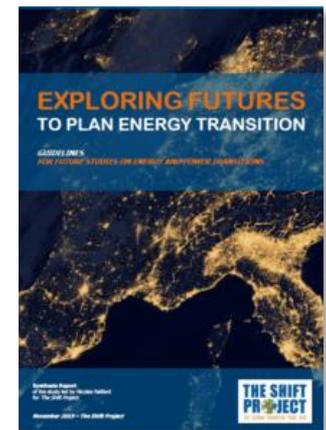
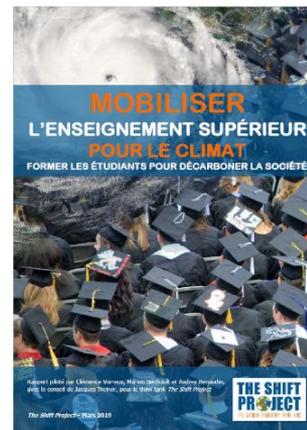
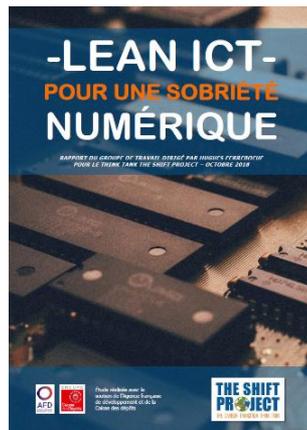
36 entreprises mécènes depuis 2010



[The Shift Project] Nos rapports



Depuis 2011, *The Shift Project* a mené plus de 40 projets, dont plusieurs succès majeurs...

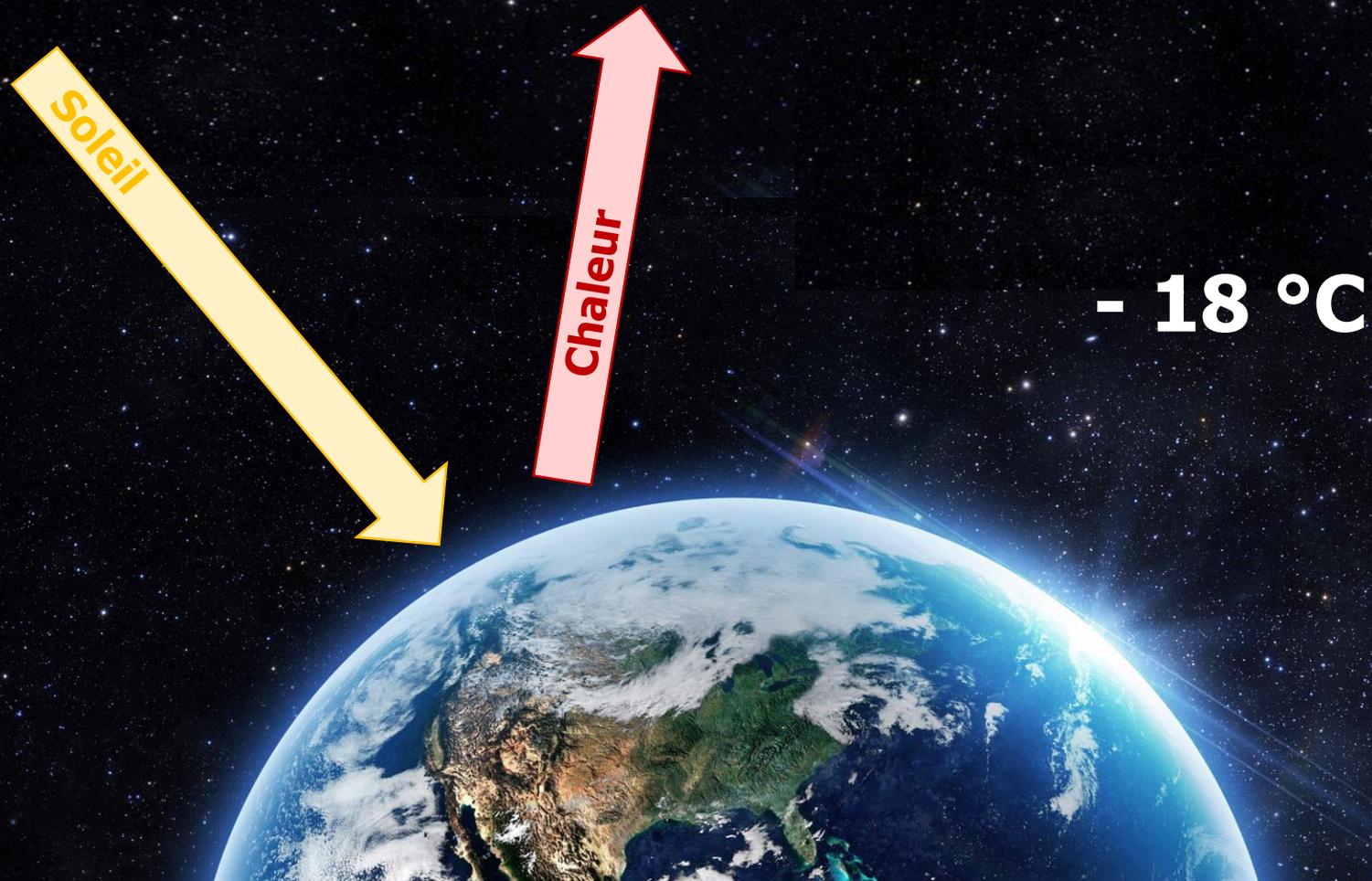


[La double contrainte carbone]

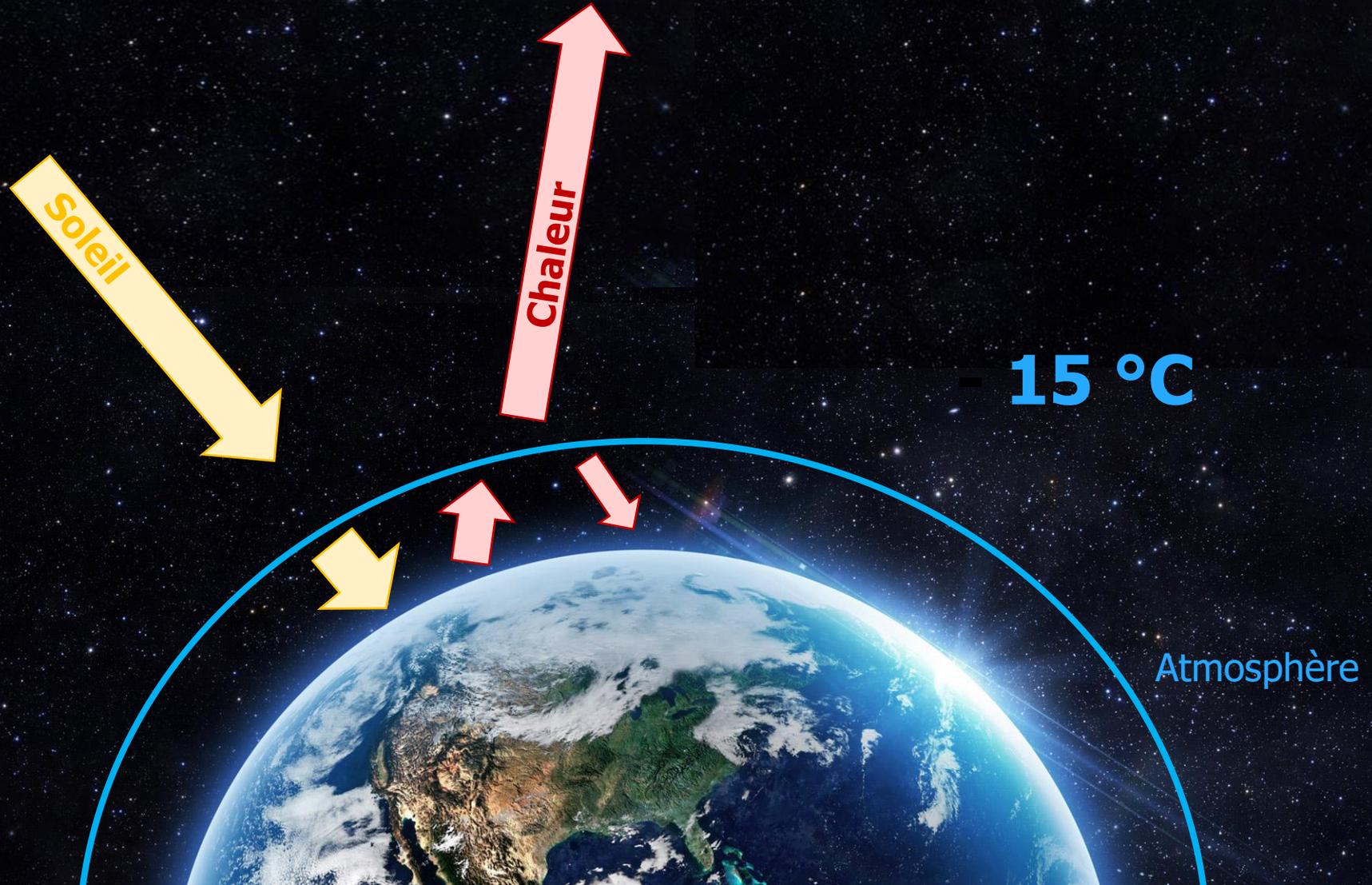
Des enjeux ma foi égoïstes



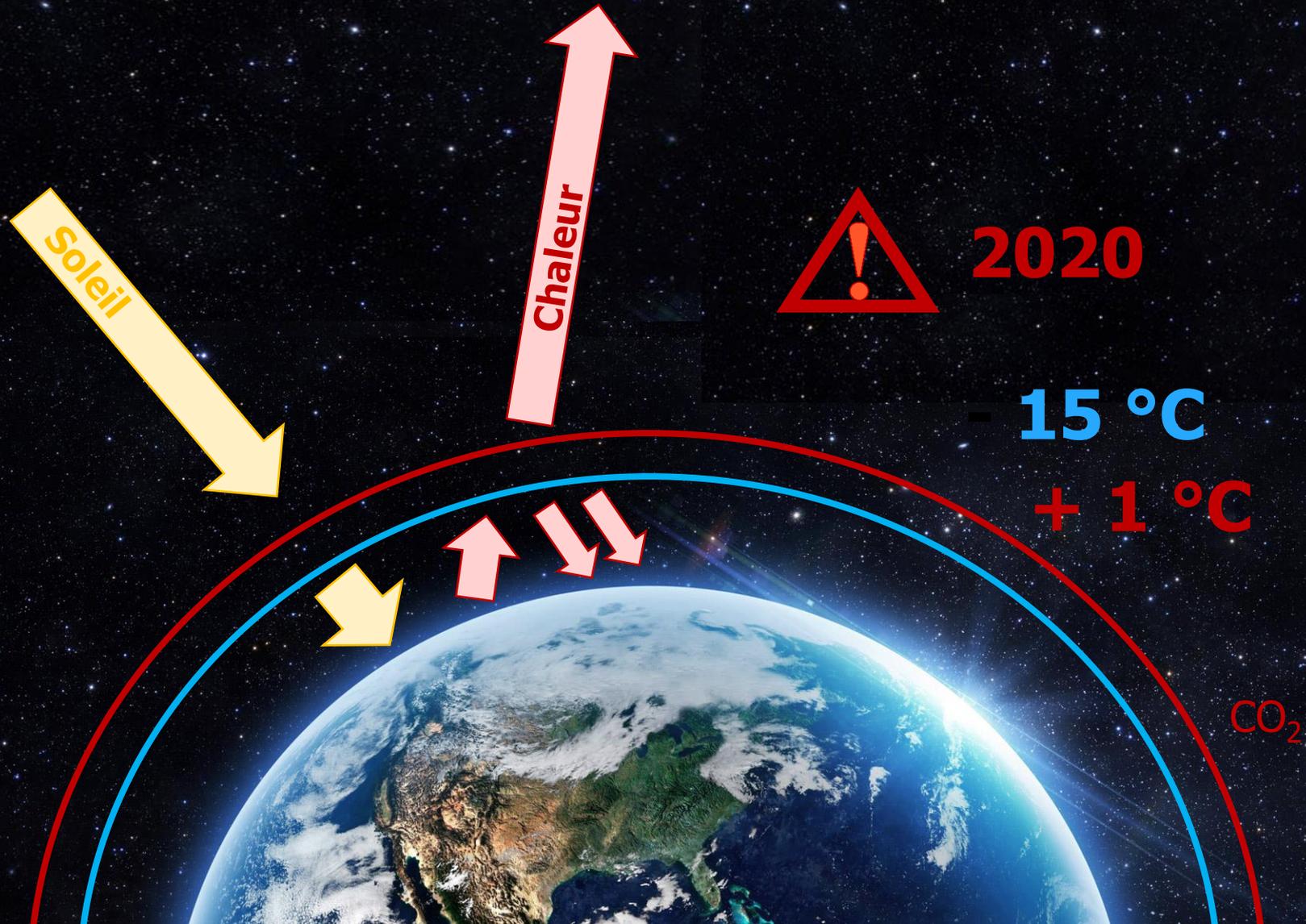
[La double contrainte carbone] Des enjeux ma foi égoïstes



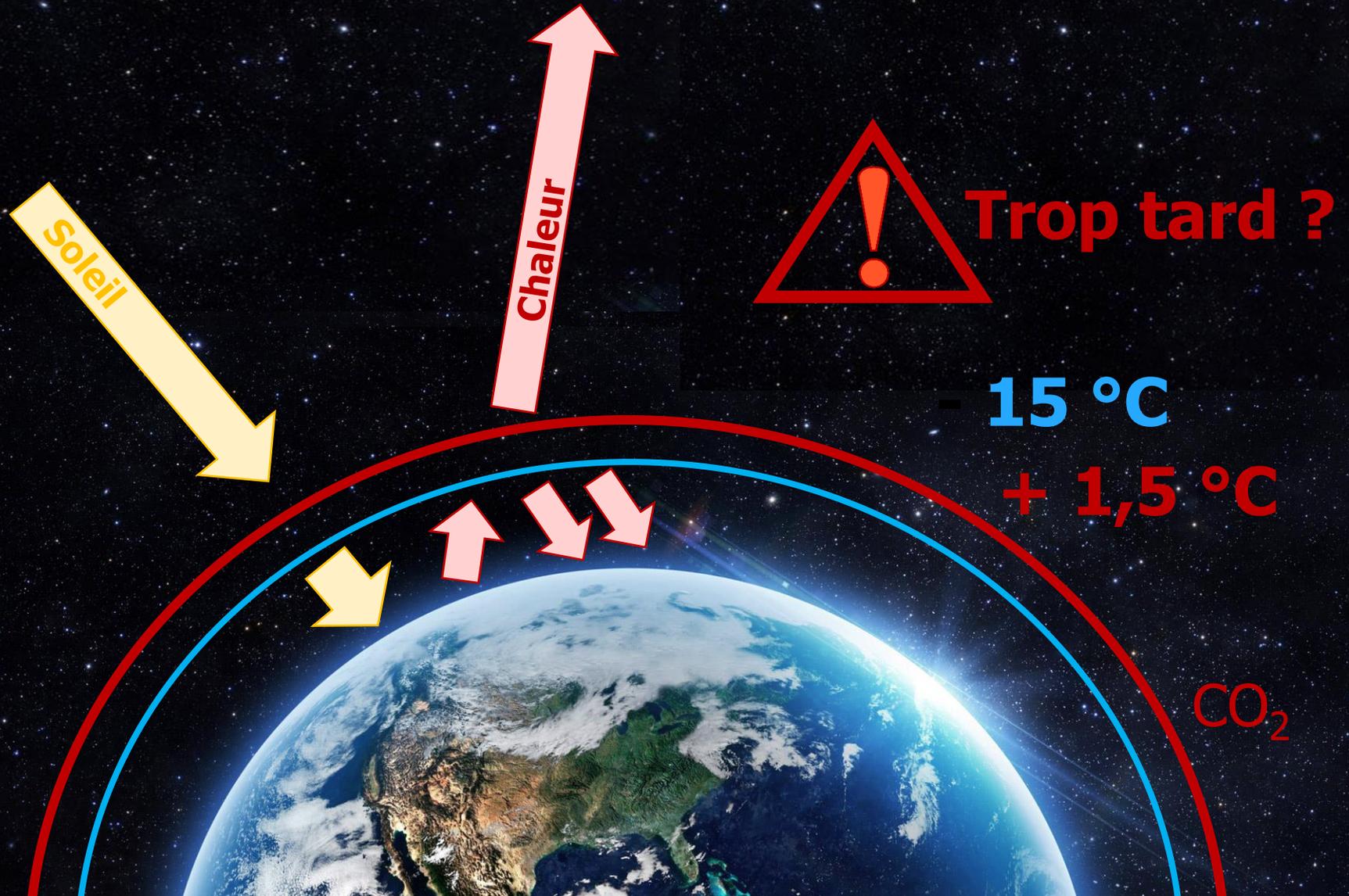
[La double contrainte carbone] Des enjeux ma foi égoïstes



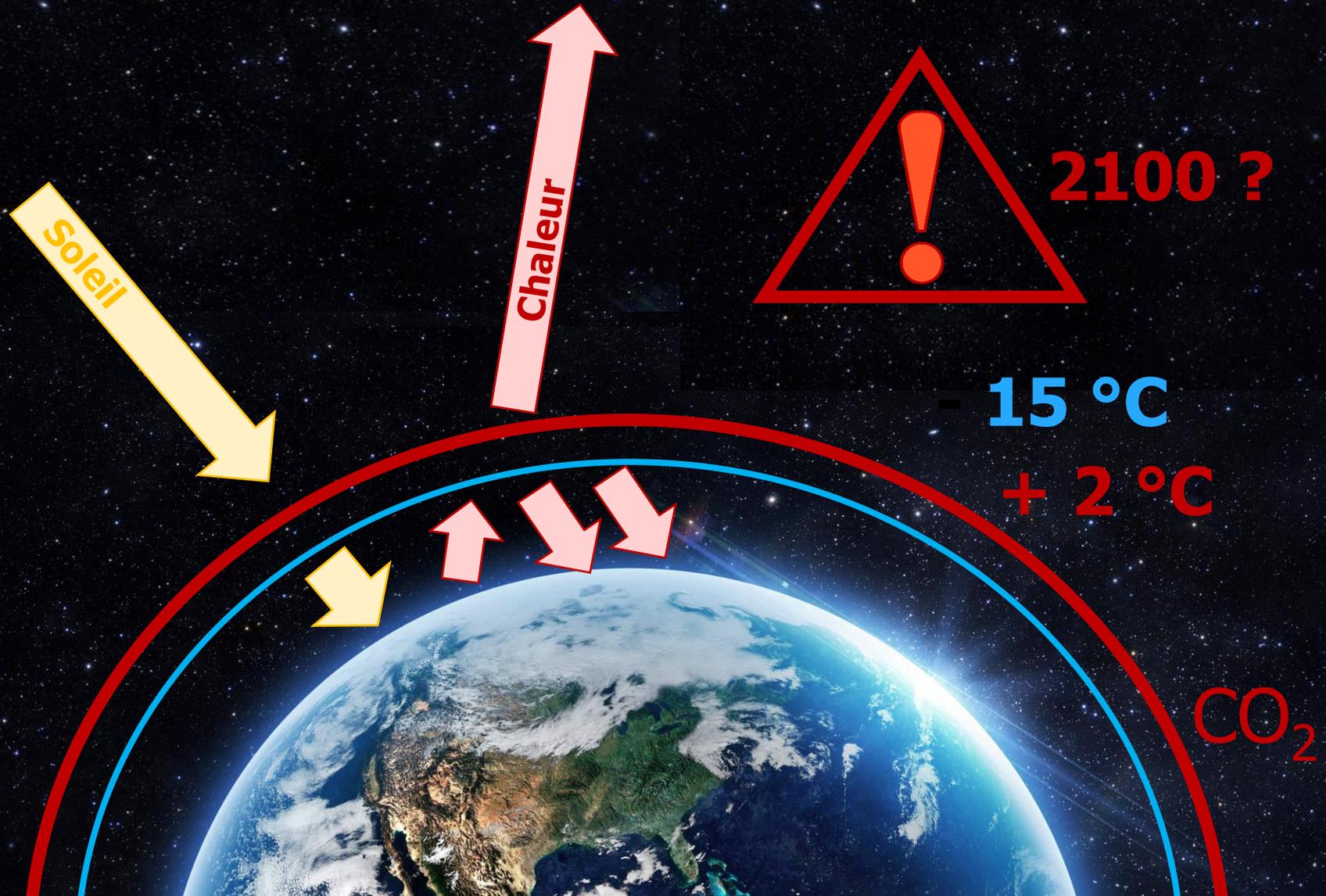
[La double contrainte carbone] Des enjeux ma foi égoïstes



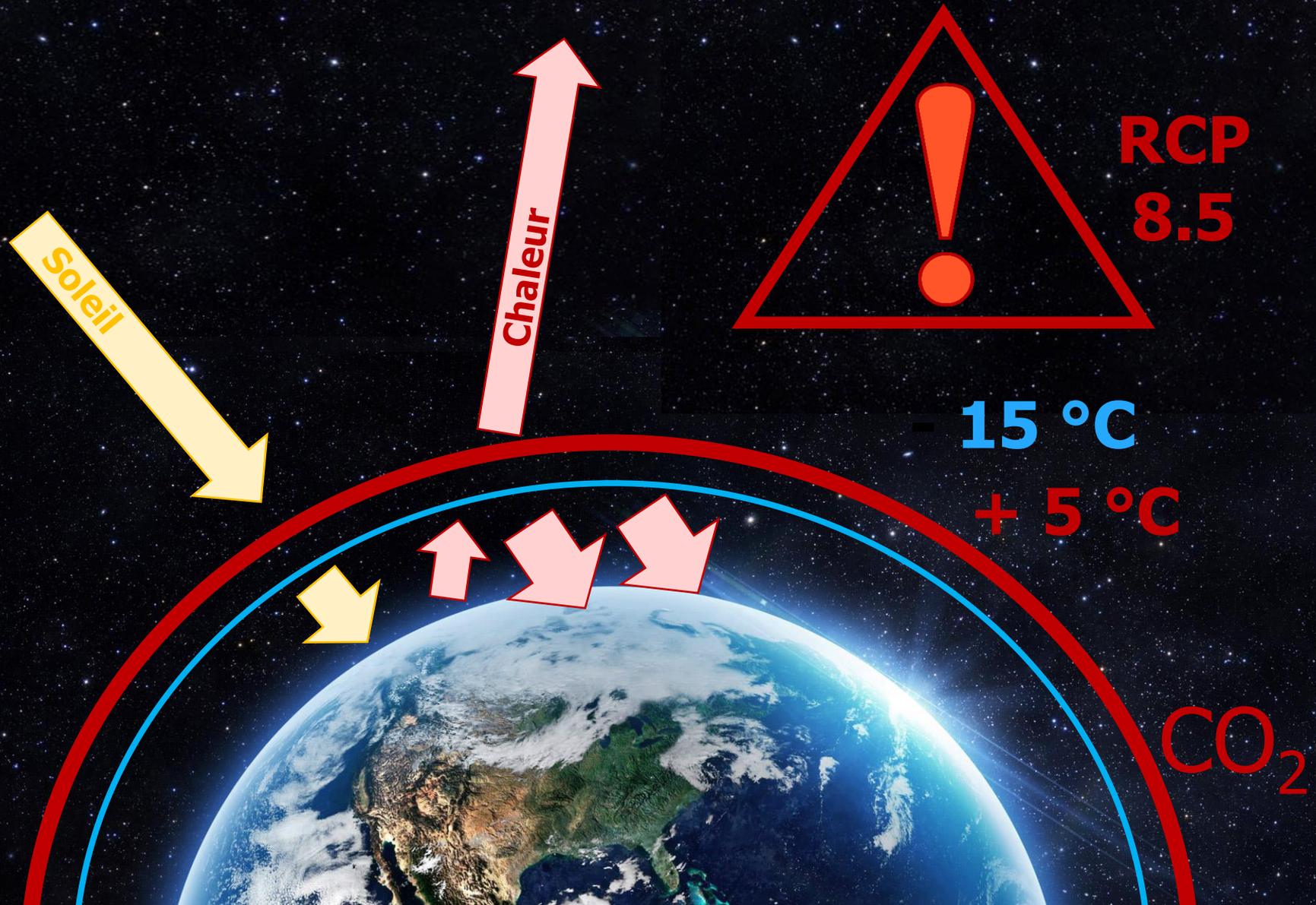
[La double contrainte carbone] Des enjeux ma foi égoïstes



[La double contrainte carbone] Des enjeux ma foi égoïstes

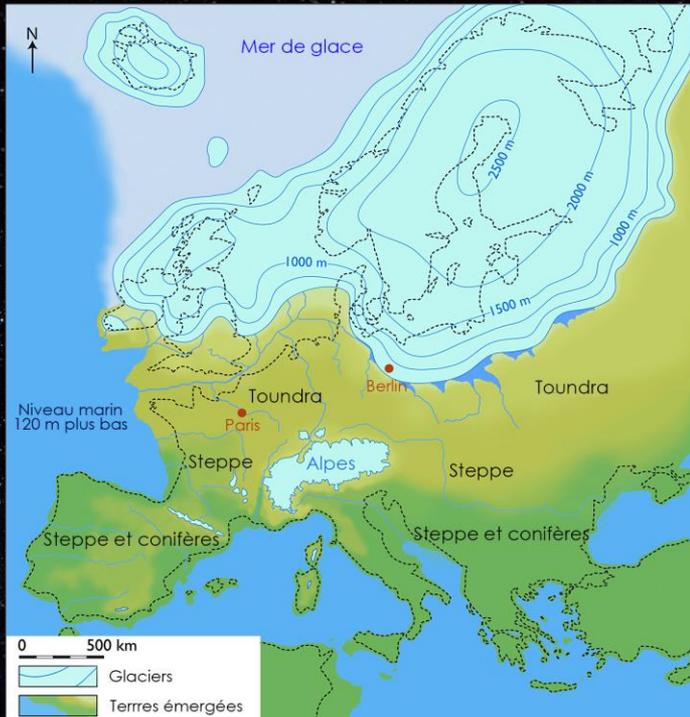


[La double contrainte carbone] Des enjeux ma foi égoïstes



[La double contrainte carbone] Des enjeux ma foi égoïstes

+ 5 °C, c'est beaucoup ?



L'Europe, il y a 20 000 ans

+ 5°C



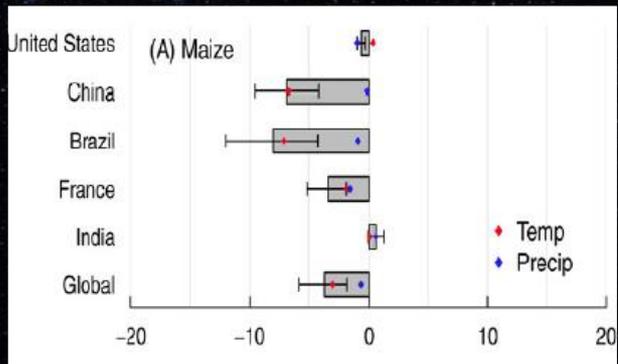
L'Europe, aujourd'hui

+ 5°C

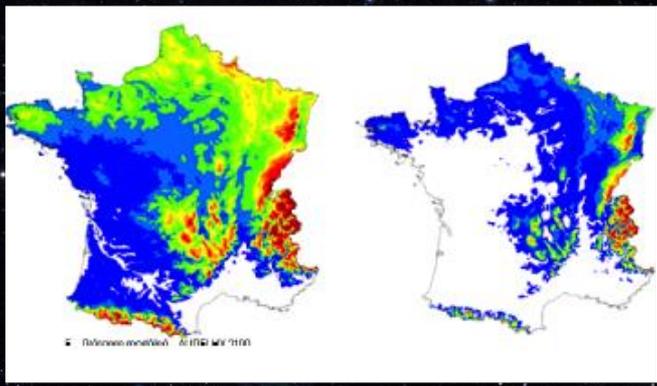


[La double contrainte carbone]

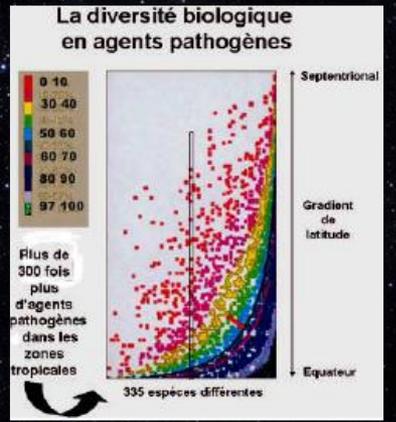
Des enjeux ma foi égoïstes



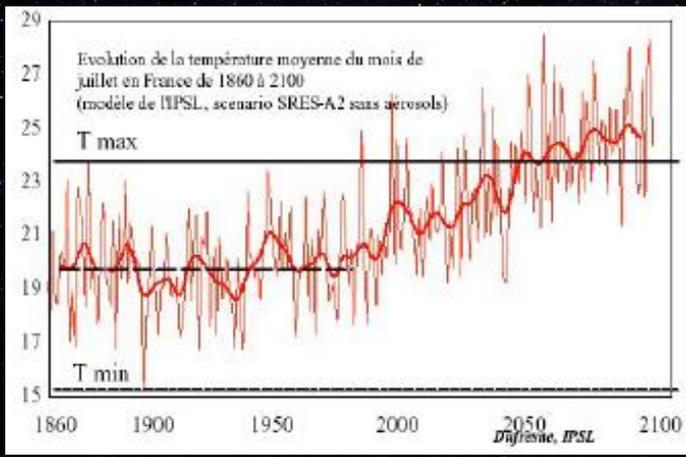
Baisse des rendements agricoles



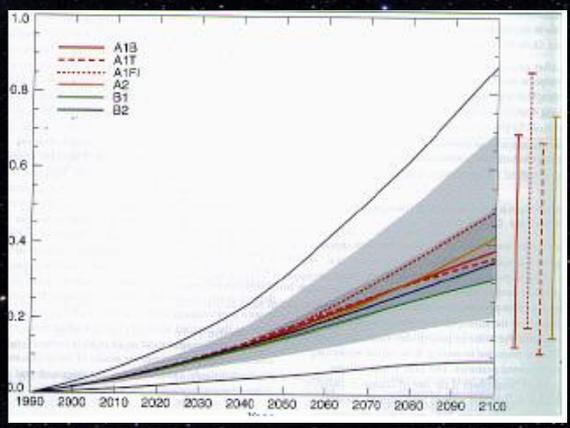
Atteinte aux écosystèmes



Multiplication des agents pathogènes



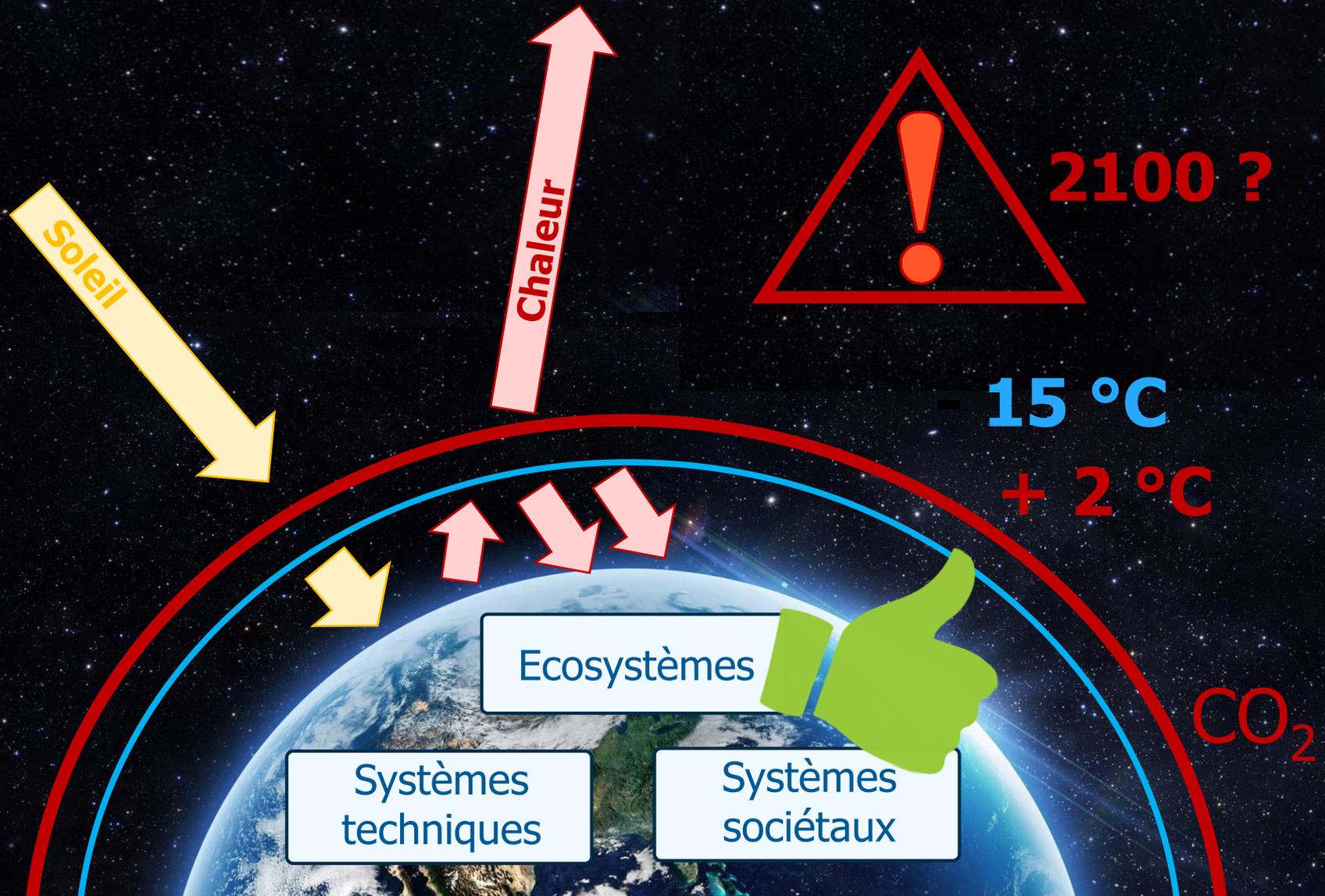
Vagues de chaleur



Augmentation du niveau des océans

...

[La double contrainte carbone] L'enjeu : sauver NOS systèmes



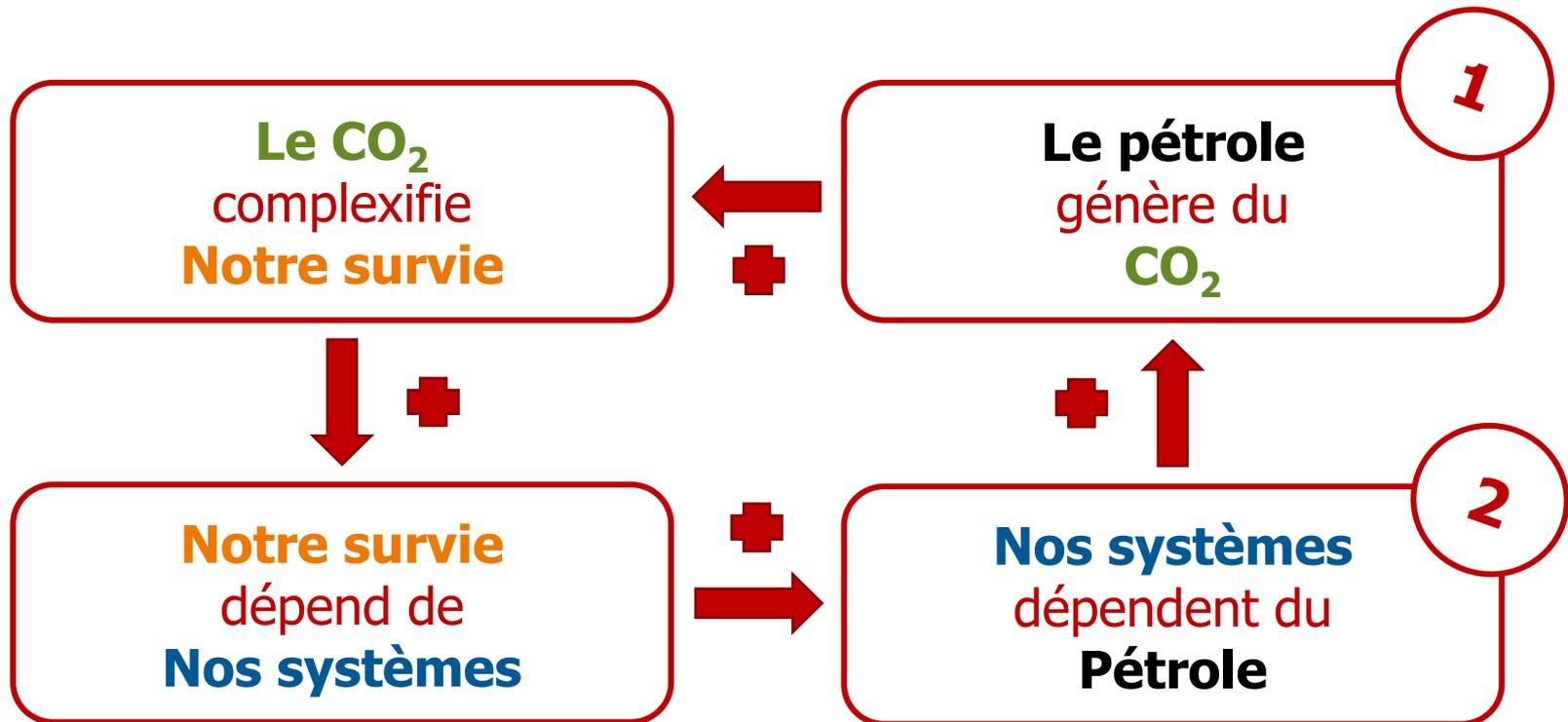
[La double contrainte carbone]
S'adapter, c'est avoir des kWh à disposition

Pas grave, on va s'adapter ?



[La double contrainte carbone] L'enjeu : sauver NOS systèmes

La double-erreur carbone

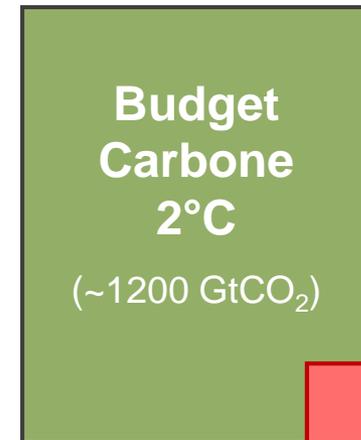
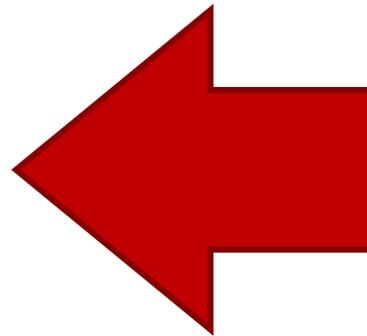


[La double contrainte carbone] Nos systèmes sont vulnérables

La double-contrainte carbone

1

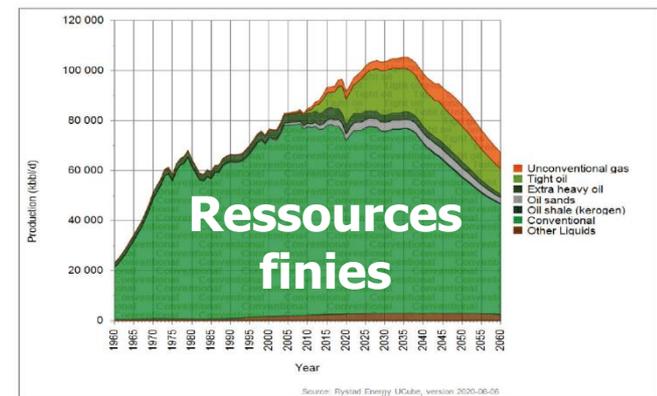
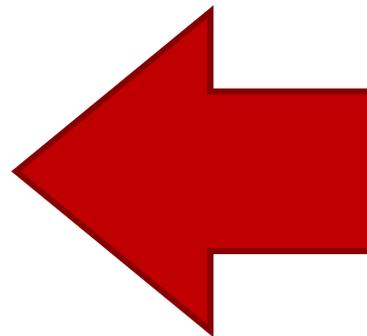
Le fossile
génère du
CO₂



World liquid fossil fuel production, 1960 – 2060,
by unconventional category

2

Nos systèmes
dépendent du
Pétrole

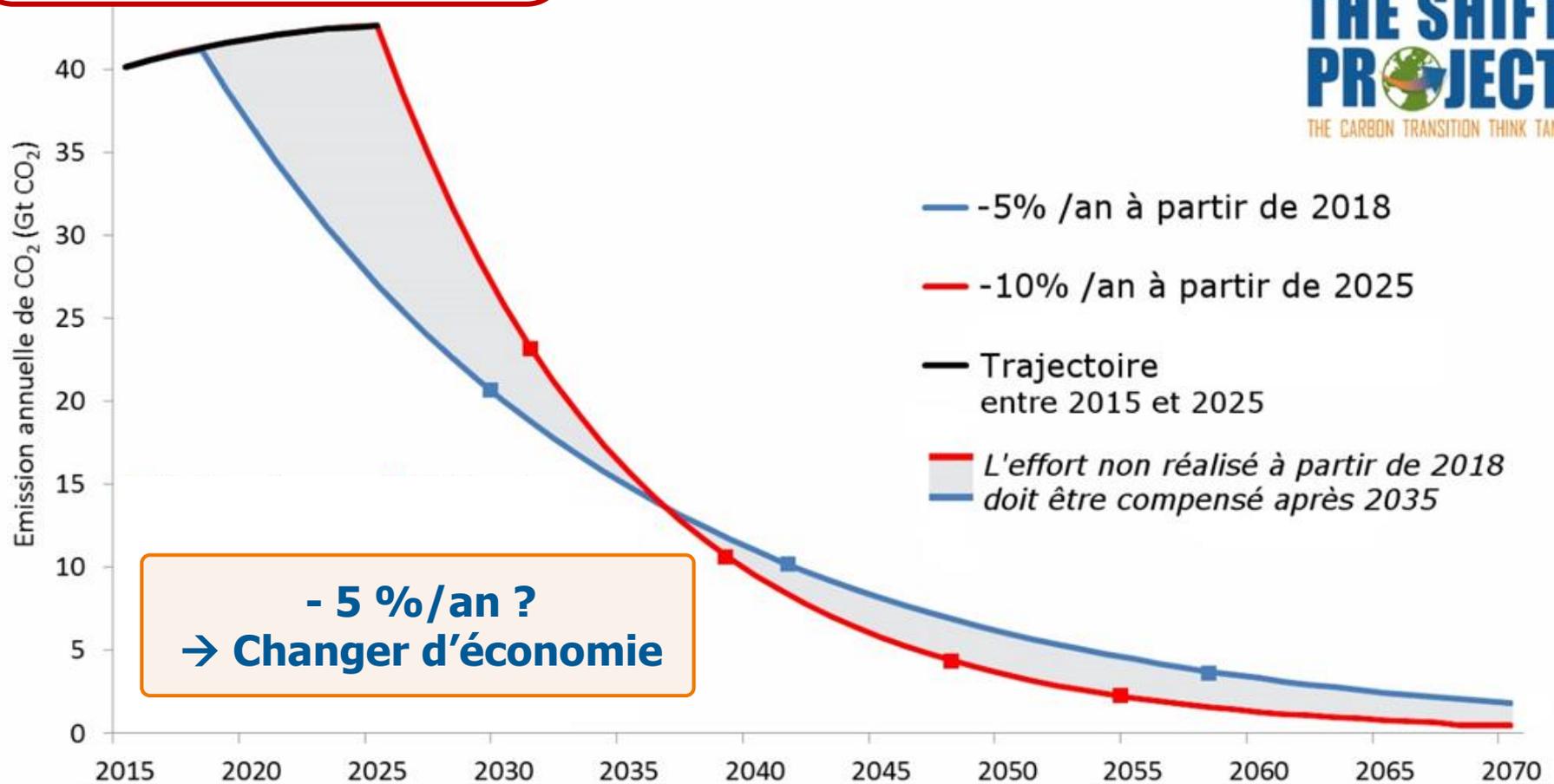


[La double contrainte carbone] Nos systèmes vont devoir changer

Le fossile
génère du
CO₂

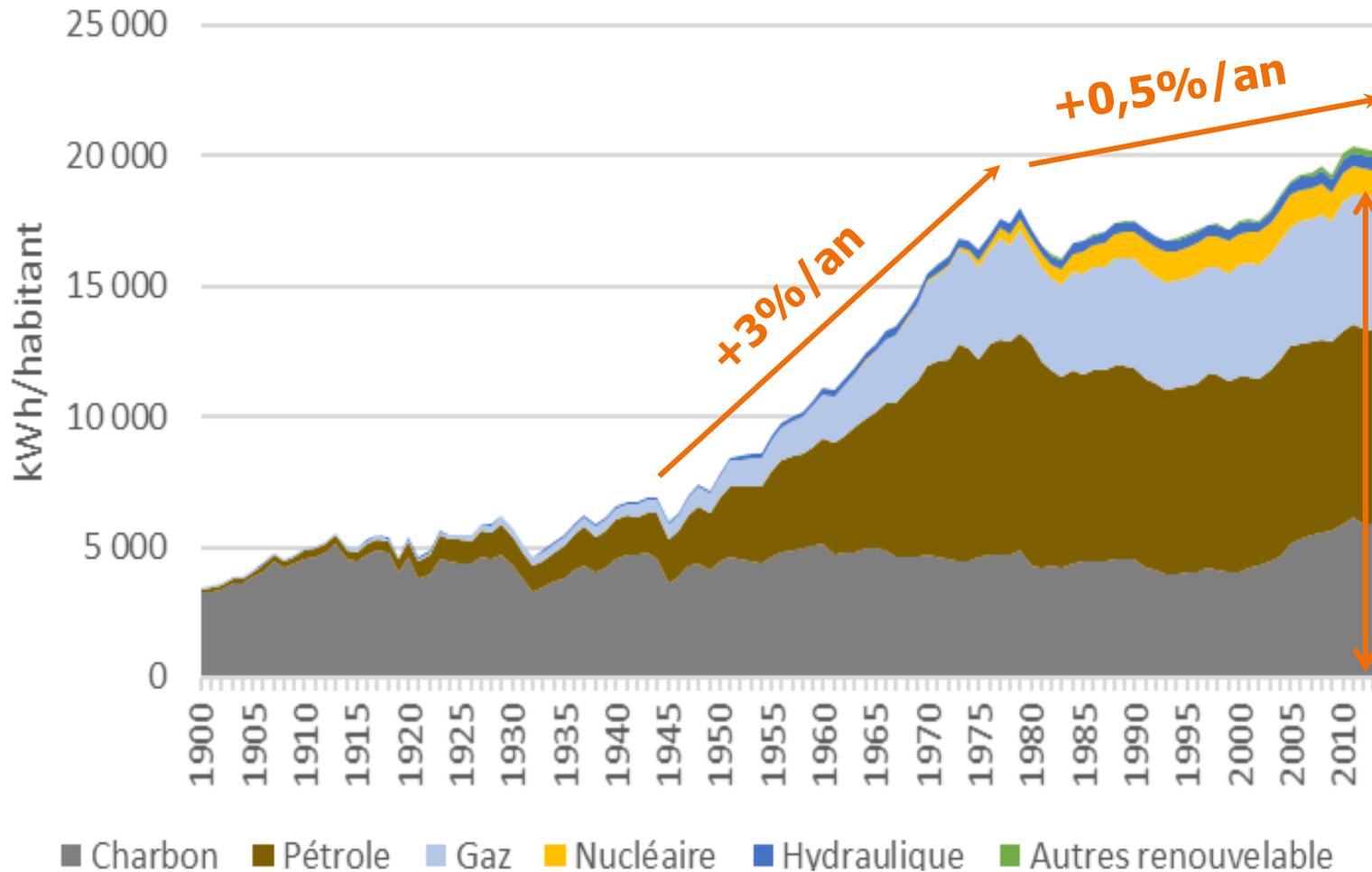
1

L'objectif 2°C



[La double contrainte carbone]

Les kWh aujourd'hui sont fossiles, et l'énergie n'est pas qu'une facture EDF



85%



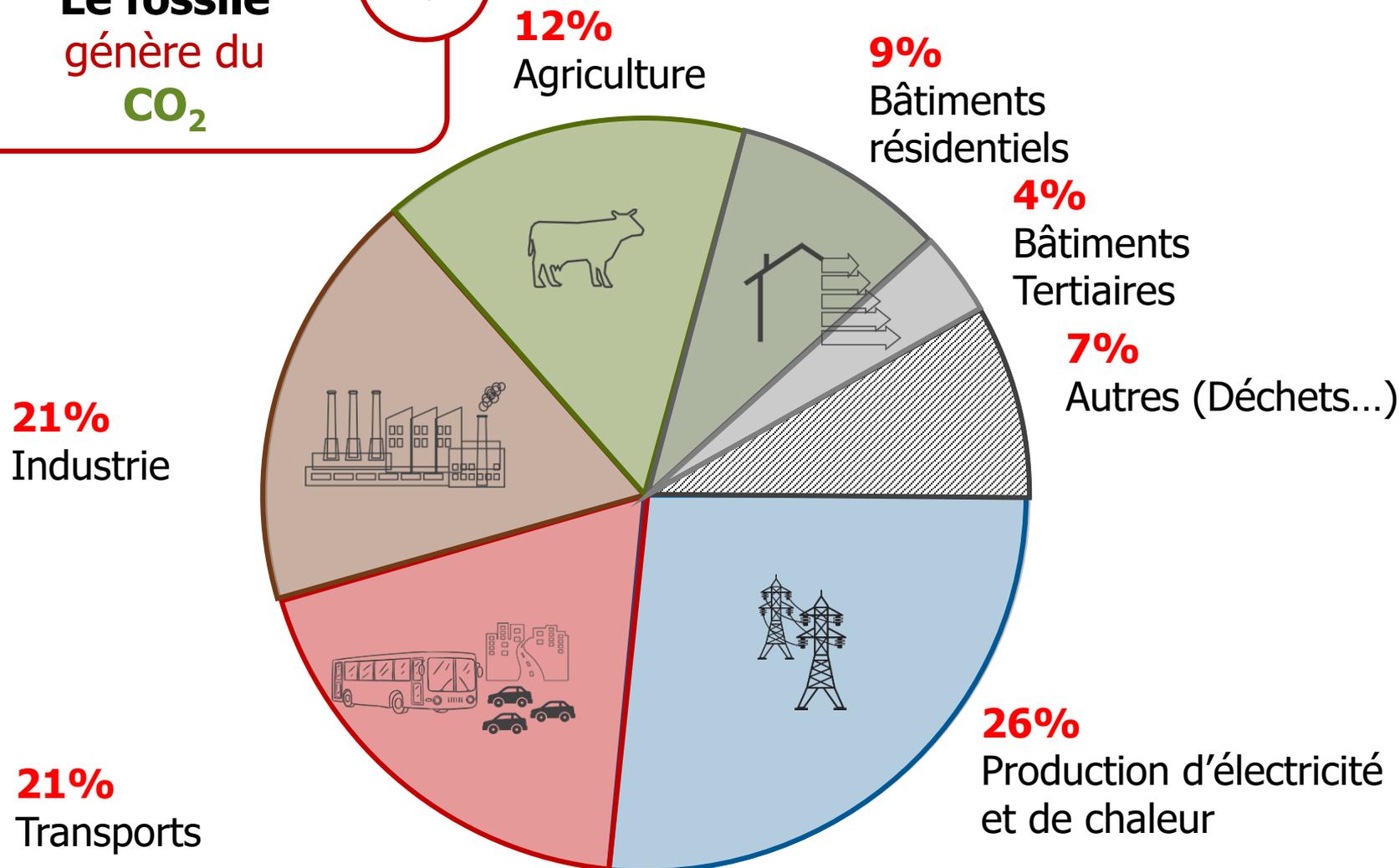
[La double contrainte carbone]

Dépendance européenne aux GES



Le fossile
génère du
CO₂

1

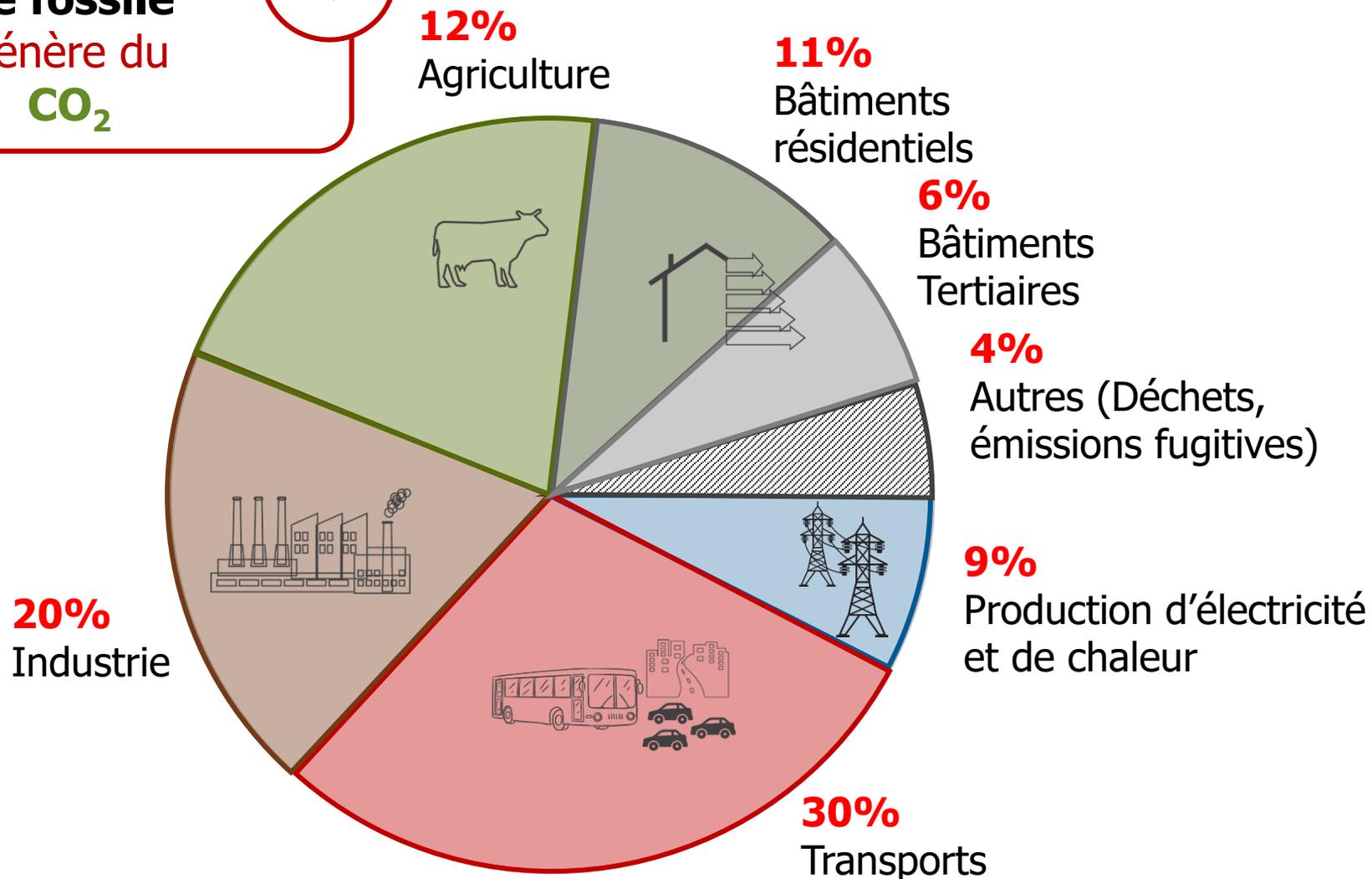


[La double contrainte carbone] Dépendance française aux GES



Le fossile
génère du
CO₂

1



[La double contrainte carbone] Nos systèmes sont vulnérables

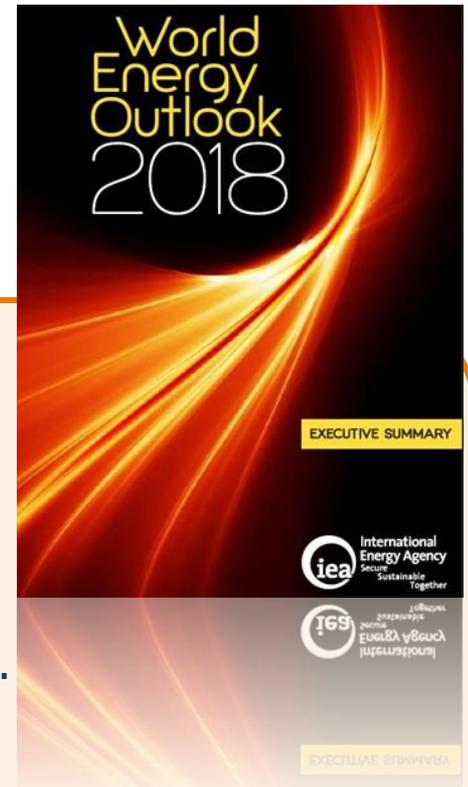
2

**Nos systèmes
dépendent du
Pétrole**

« **Le risque de resserrement de l'offre est particulièrement prégnant pour le pétrole.** »

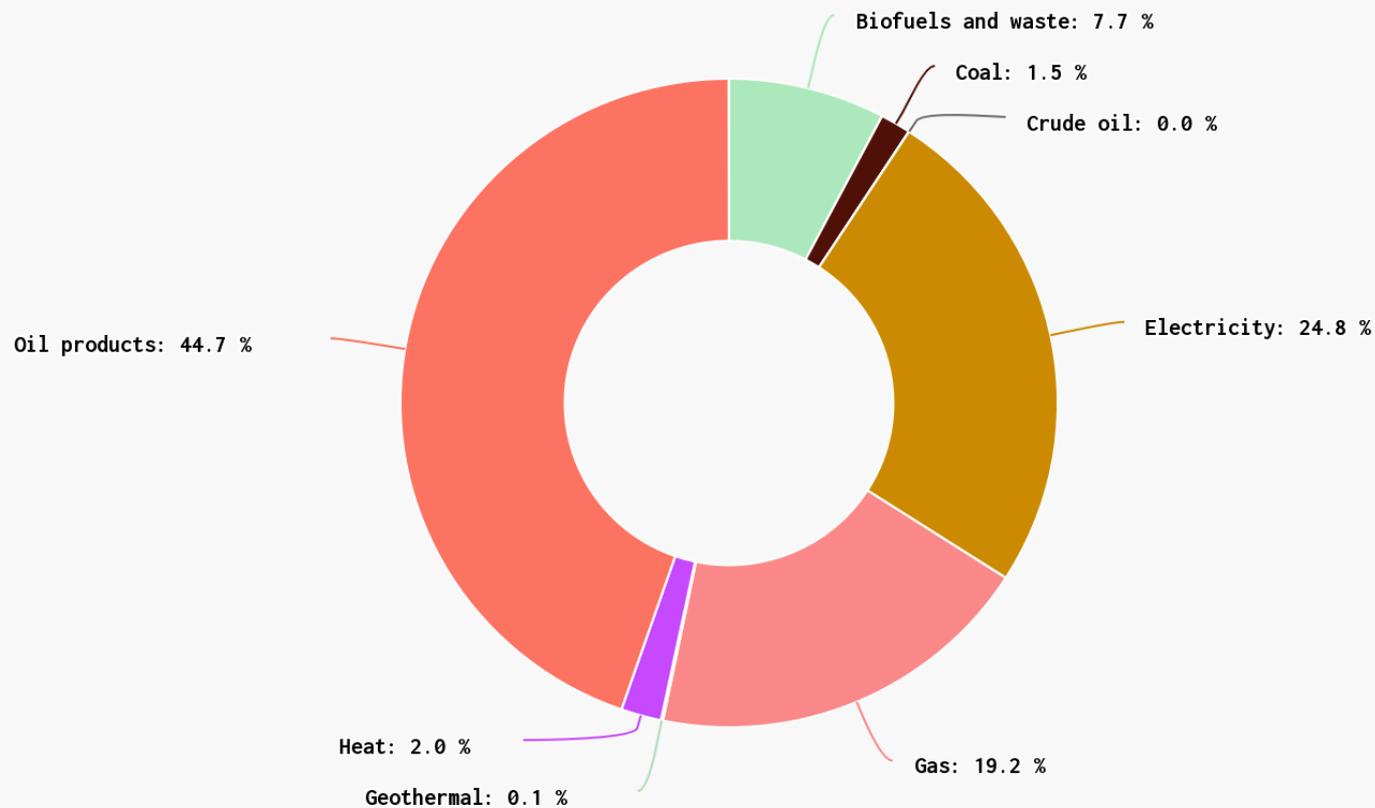
« (...) Le nombre moyen de nouveaux projets de production de pétrole conventionnel ne représente que la moitié du volume nécessaire pour équilibrer le marché (...).

Il est peu probable que le pétrole de schiste prenne le relais à lui seul. »



Oui mais la France ?

Final Energy by source, France, 2015



The Shift Project

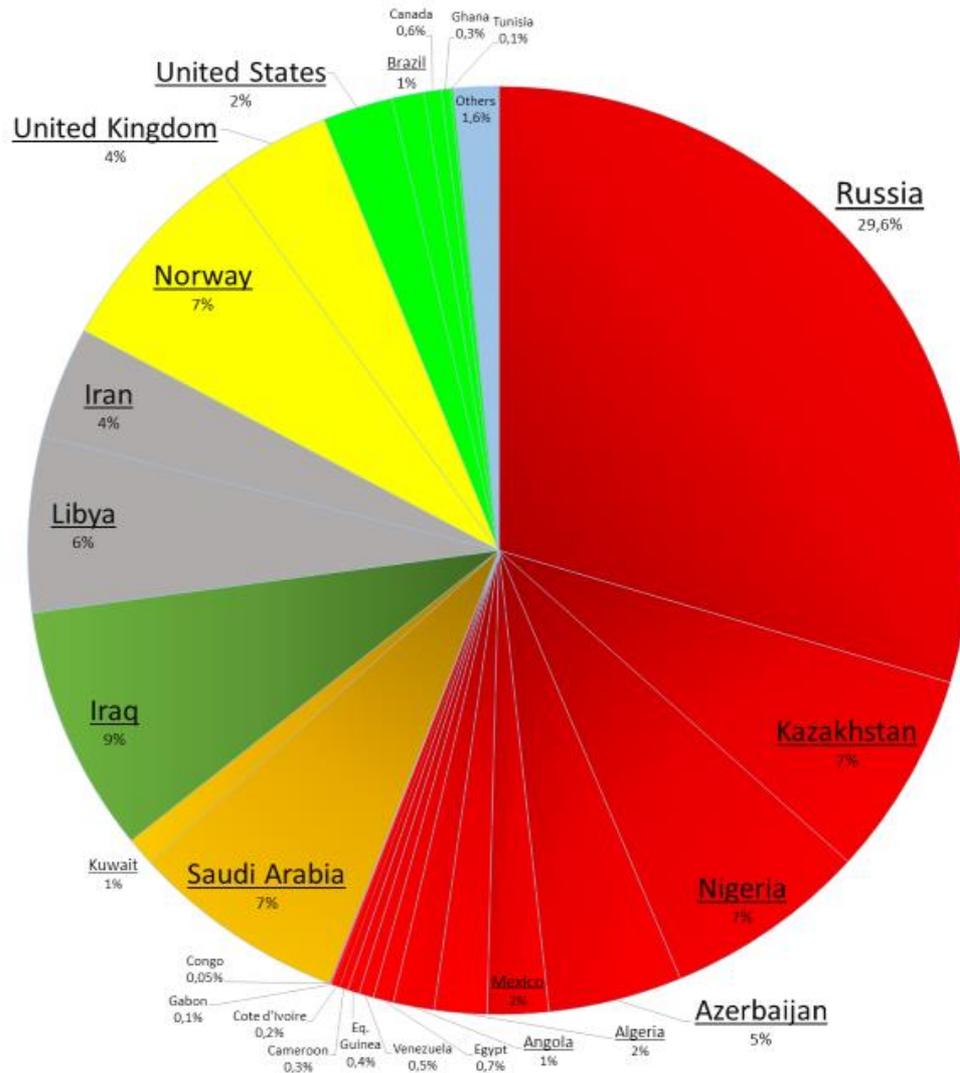
Source : Shift Project <https://www.theshiftdataportal.org> , données IEA, World Bank

Quelques mots sur le PTEF



[La double contrainte carbone] Nos systèmes sont vulnérables

European Union oil supply shares by country, 2018
(EUROSTAT, 2020)



RYSTAD's production forecast 2019 – 2030
& production life cycle appraisal
(may 2020)

DECLINES – MILD to STEEP

-15%

Russia	-10,9%	Mexico	-5,6%
Kazakhstan	-6,6%	Algeria	-12,3%
Nigeria	-24,3%	Angola	-32,6%
Azerbaijan	-28,6%		

Mostly mature production (> 50% of total output in 2019)

STEADY PRODUCTION LEVEL

+1%

mostly relying on fields under development
& early producing fields

Largely mature production (> 45% of total)

SOUND PRODUCTION INCREASE

Iraq +18%

mostly relying on early producing fields

Low mature production share (17% of total)

LOW PRODUCTION INCREASE – UNCERTAIN

+7%

within long term capacity decline

Mostly mature production (> 50% of total)

Troublesome "above ground" conditions

MEDIUM PRODUCTION INCREASE – UNCERTAIN

+14%

exclusively relying on yet to be developed discoveries

Norway +12,6%, UK +17,2%

Overwhelmingly mature production (> 75% of total)

STRONG PRODUCTION INCREASE – UNCERTAIN

+36%

US + 28,3%, Canada +19,3%, Brazil +43,5%

exclusively relying on yet to be developed discoveries

Fairly high mature production share (> 30 % of total)

[Rendre nos systèmes résilients] Le PTEF – Plan de transformation

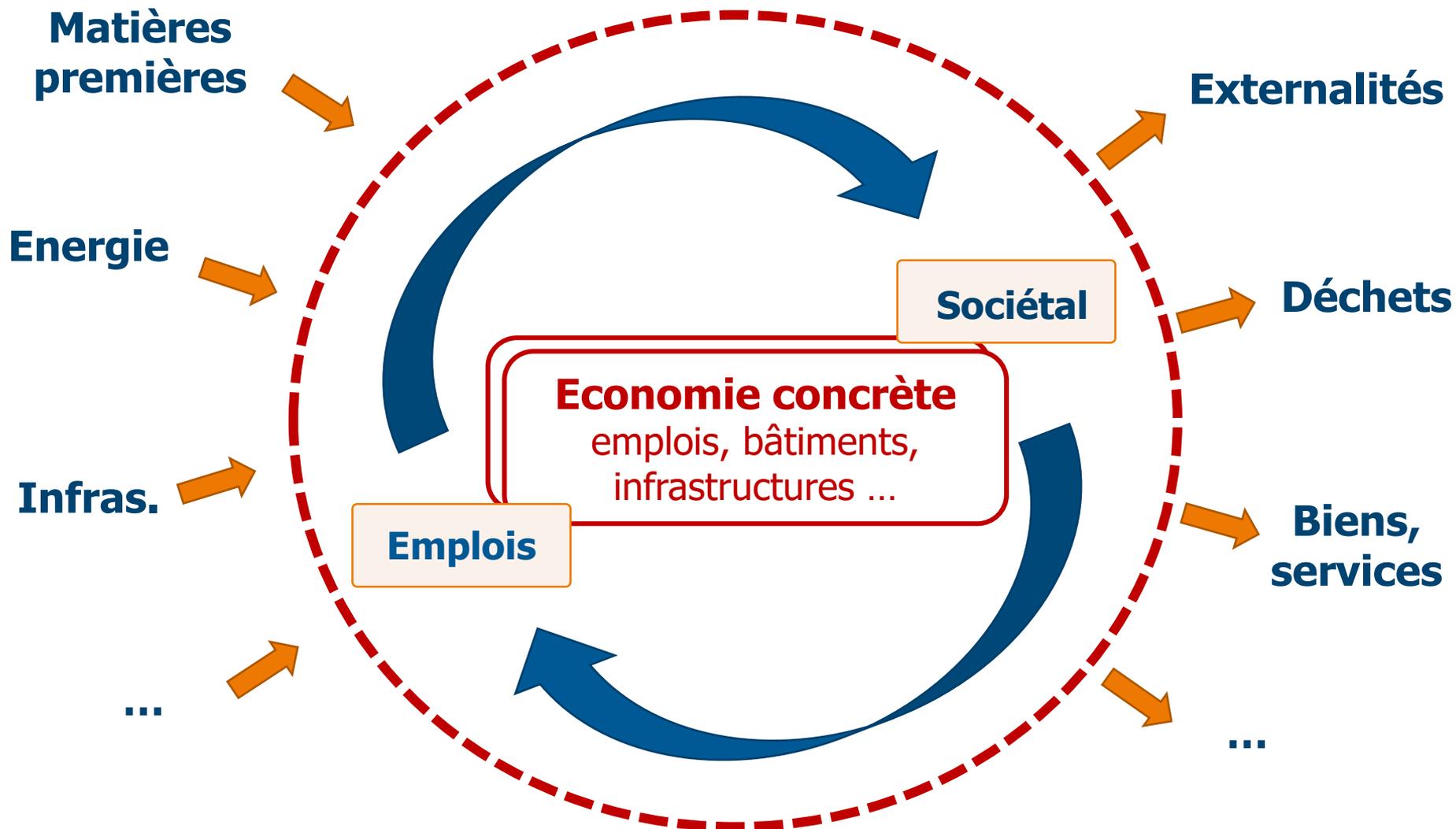
Projet initié en mars 2020, en réponse au constat des effet de la crise sanitaire :



<https://theshiftproject.org/crises-climat%e2%80%89plan-de-transformation-de-leconomie-francaise/>

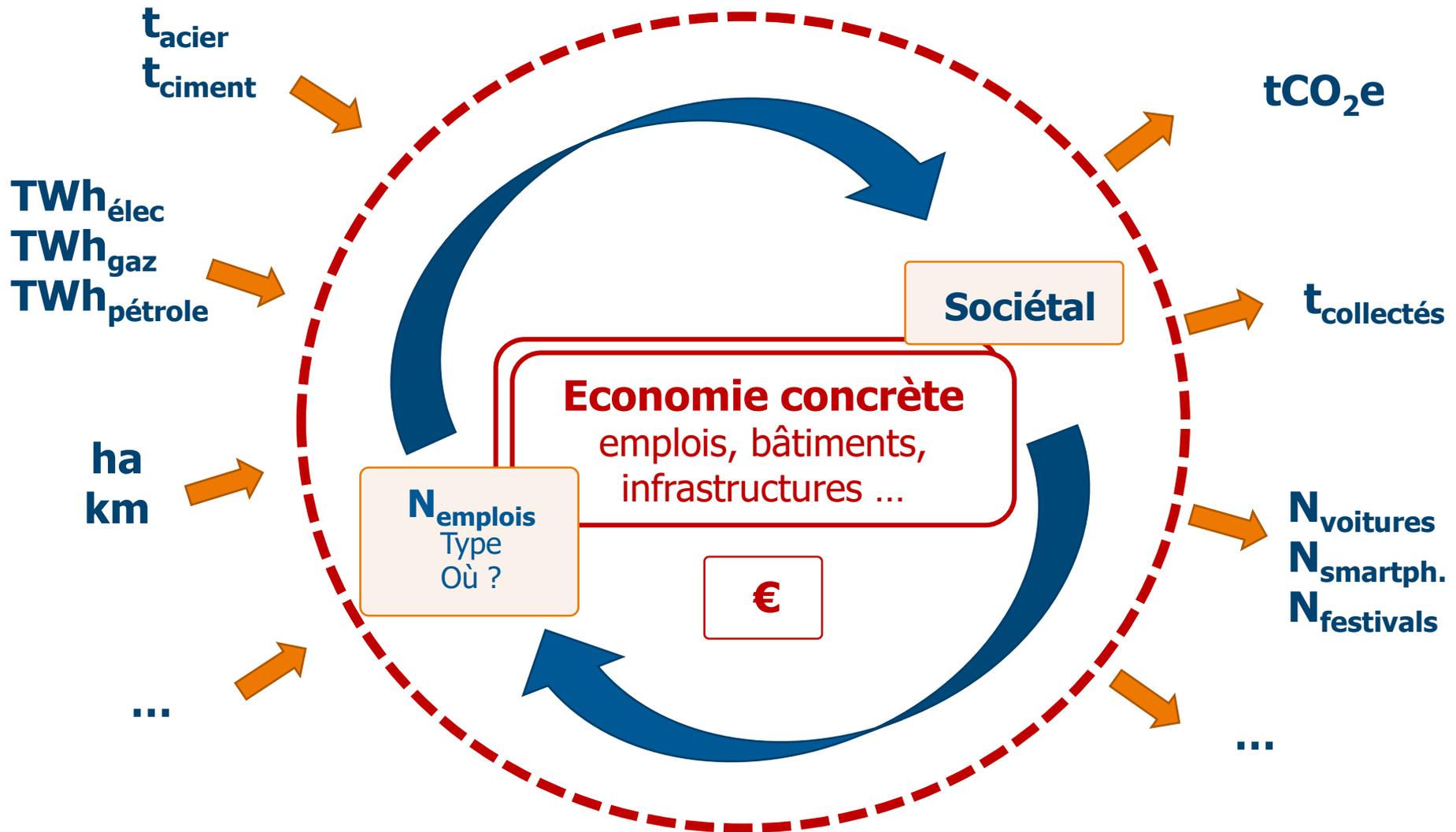
[Rendre nos systèmes résilients]

Le système de l'économie française

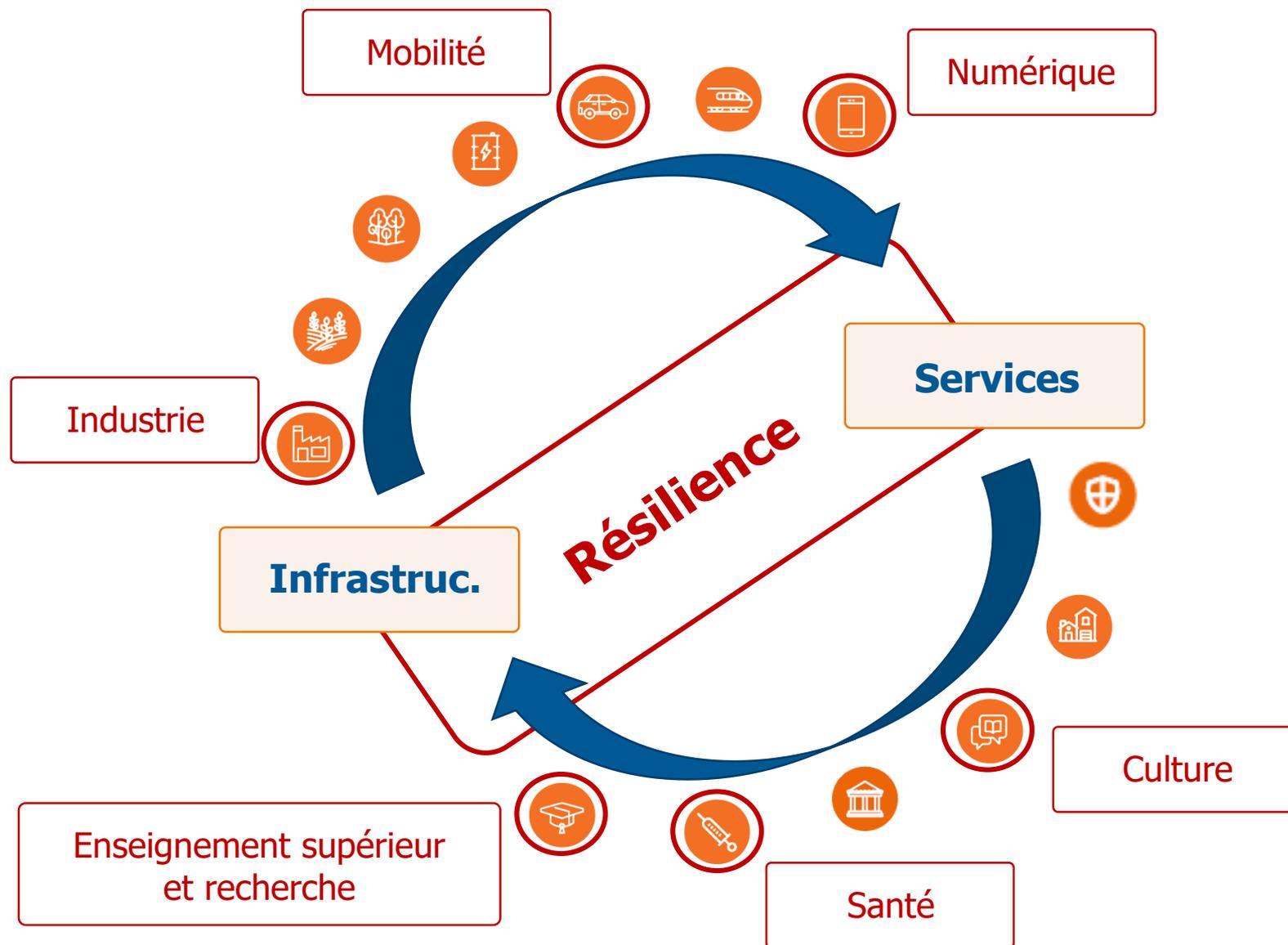


[Rendre nos systèmes résilients]

Une perspective physique et sociale

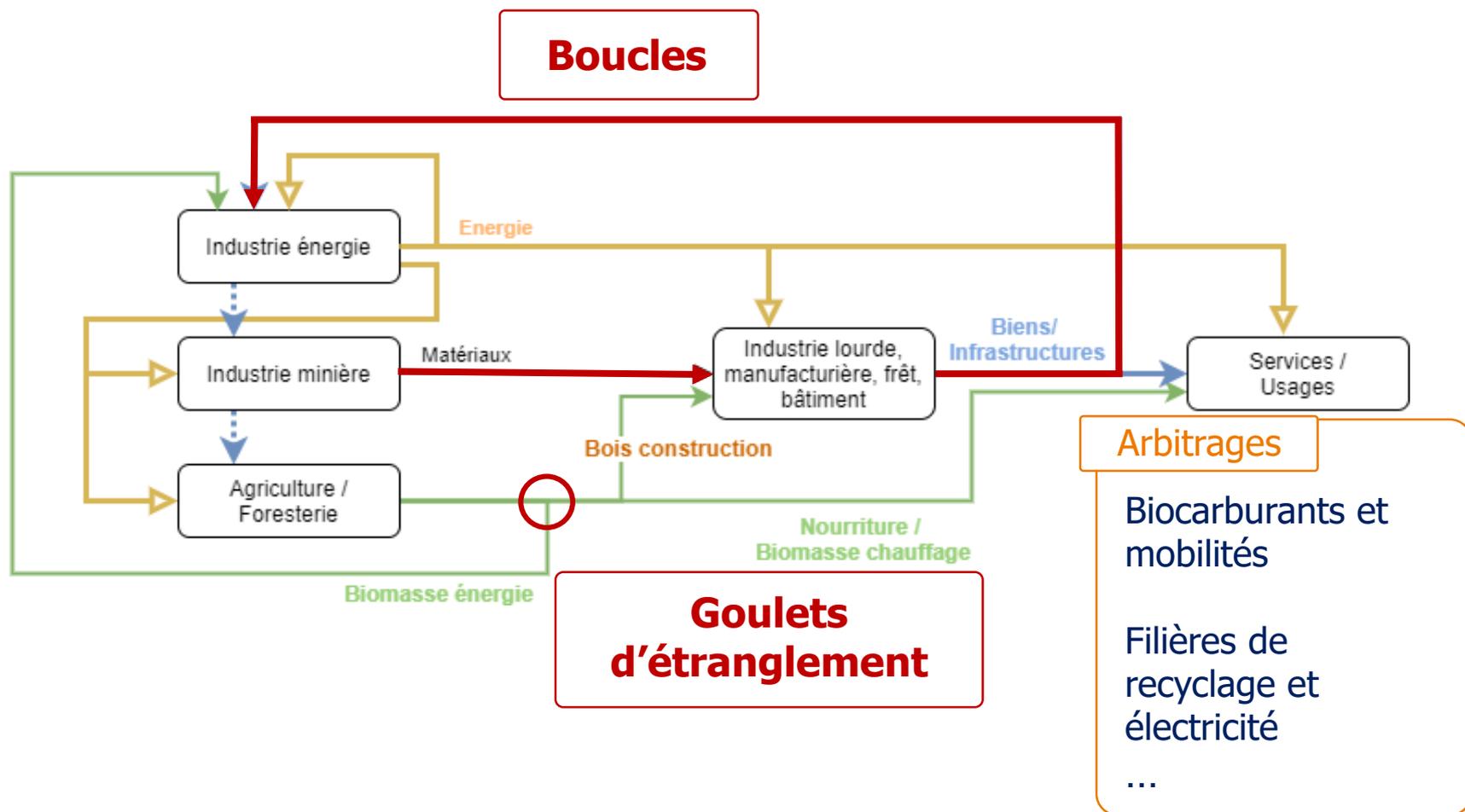


[Rendre nos systèmes résilients] 15 secteurs



[Rendre nos systèmes résilients] Identifier les arbitrages inévitables

Le « rebouclage » : exercice indispensable



Une occasion unique pour la société de comprendre qu'elle est sous contrainte

Liberté(s) ?

Effondrement ?

Souveraineté ?

Résilience

Progrès ?

Récit ?

(Dé)croissance ?

Nucléaire ?

...

Le numérique



Où est le numérique dans cette Histoire ?



Le fossile
génère du
CO₂

1

12%
Agriculture

9%
Bâtiments
résidentiels

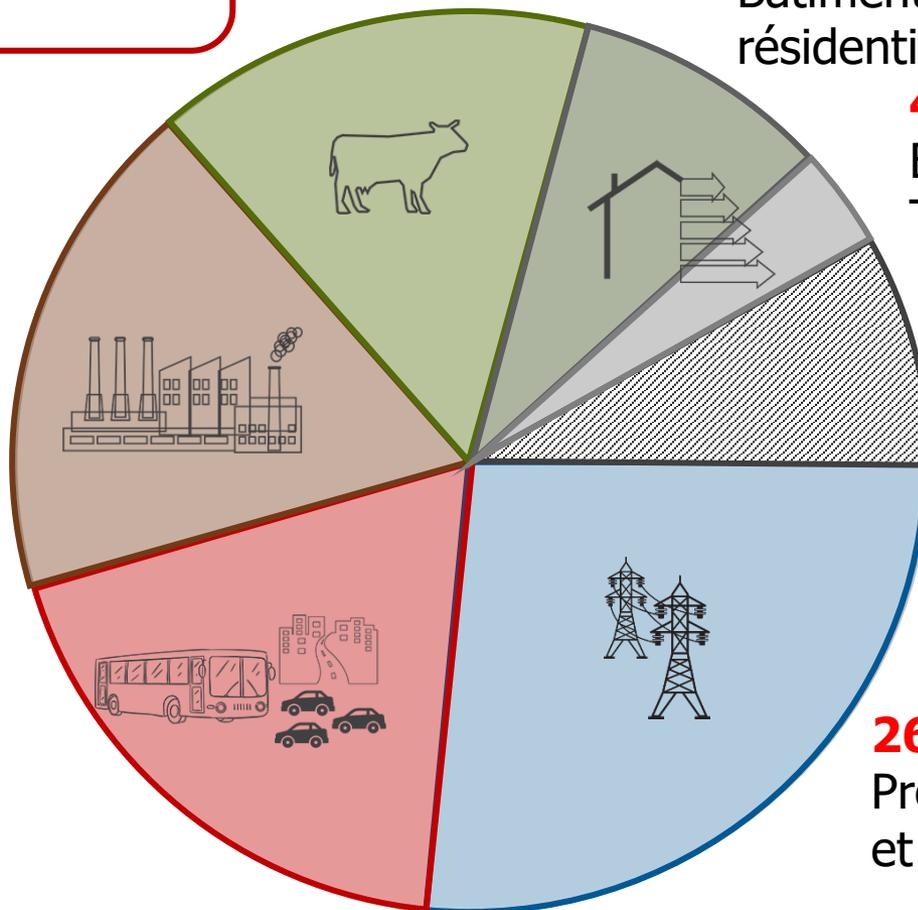
4%
Bâtiments
Tertiaires

7%
Autres (Déchets...)

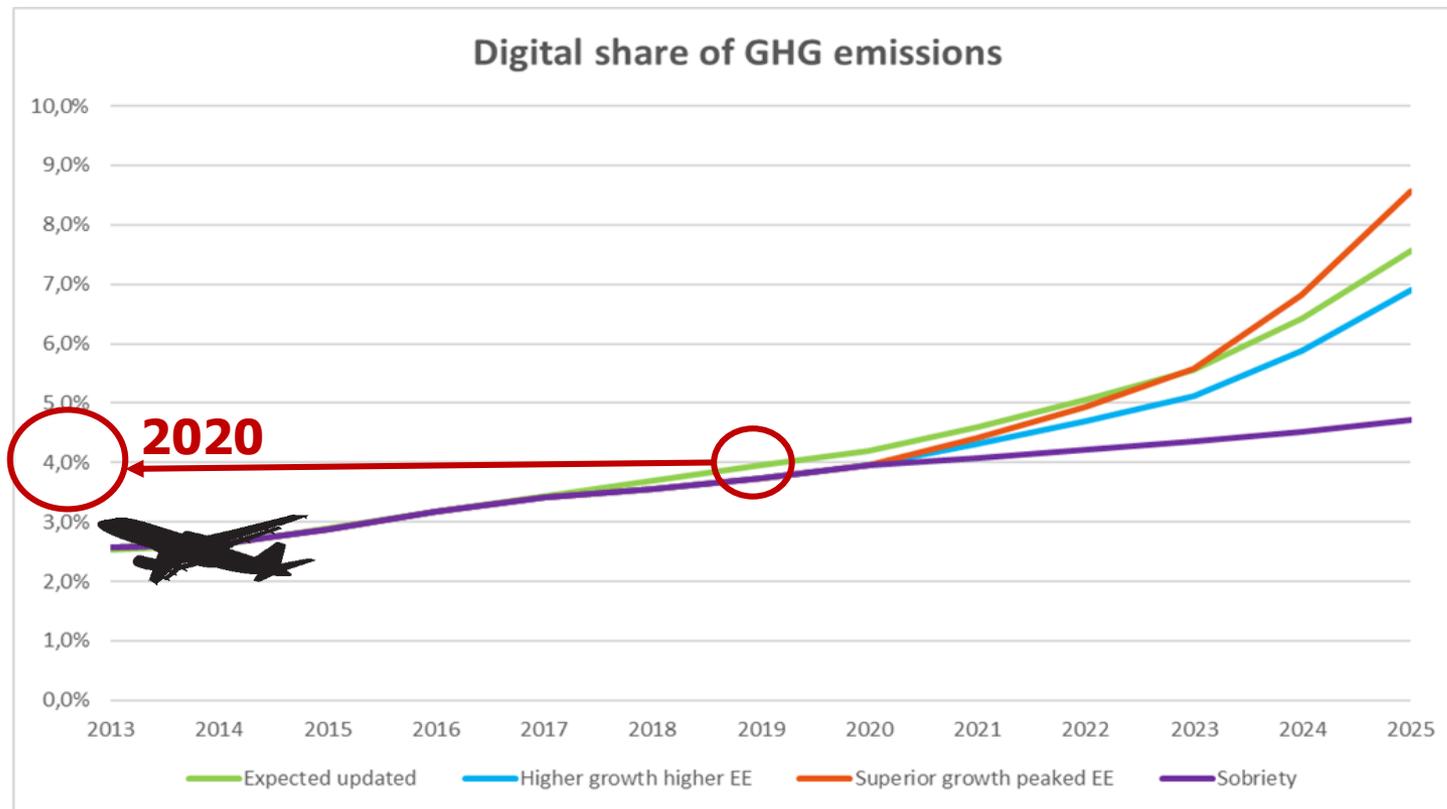
21%
Industrie

21%
Transports

26%
Production d'électricité
et de chaleur



Le numérique ou digital : opportunité ou contrainte pour la transition énergétique ?



*Lean ICT Report (2018)
Fig. 3 p. 18
The Shift Project*

Toujours plus de vidéos dans les tuyaux...

26% CAGR
2017-2022

Exabytes
per Month

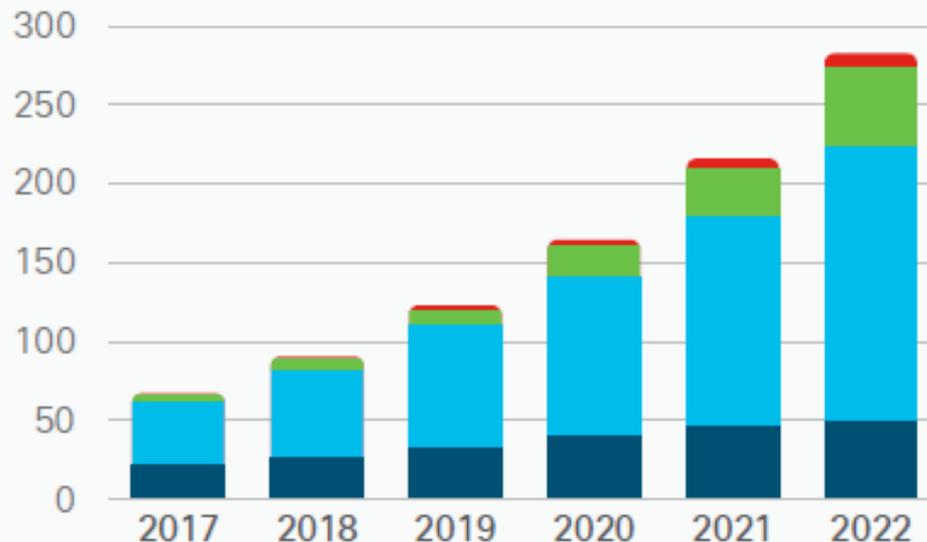


- Gaming (1%, 4%)
- File Sharing (7%, 2%)
- Web/Data (17%, 12%)
- IP VOD/ Managed IP Video (20%, 11%)
- Internet Video (55%, 71%)

80% de la croissance = vidéo

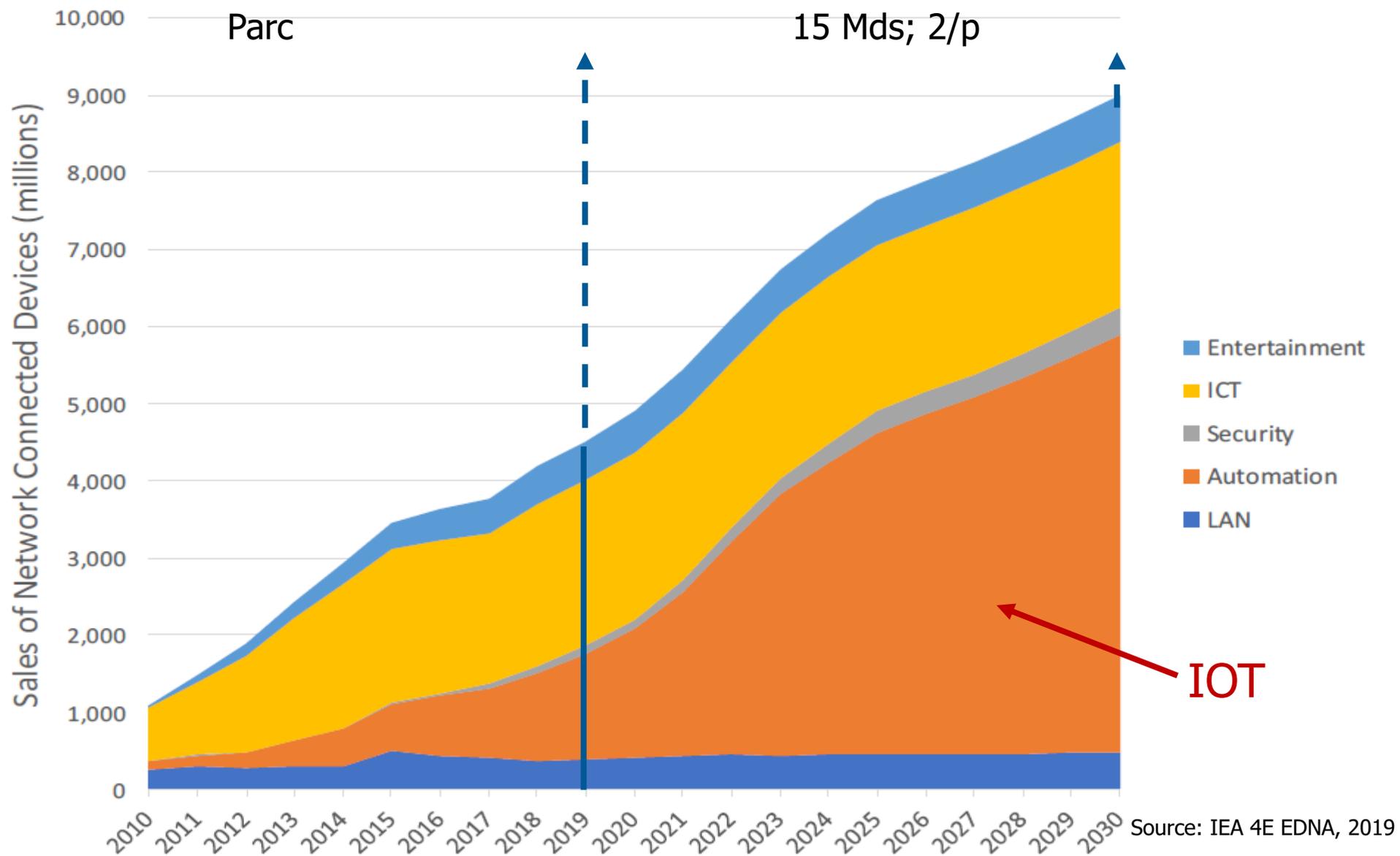
33% CAGR
2017-2022

Exabytes
per Month



- Video Surveillance (2%, 3%)
- Live Internet Video (5%, 17%)
- Long-Form Internet VoD (61%, 62%)
- Short-Form Internet VoD (32%, 18%)

20 milliards d'équipements produits depuis 2010 70 milliards d'ici 2030 (?)



Source: IEA 4E EDNA, 2019

Effet rebond – Théorie



Avant
100€/mois
18°C

« Nouvelle
chaudière ! Plus
efficace »



Après
100€/mois = 20°C
OR
50 €/mois = 18°C

Qu'est-ce que vous faites ?

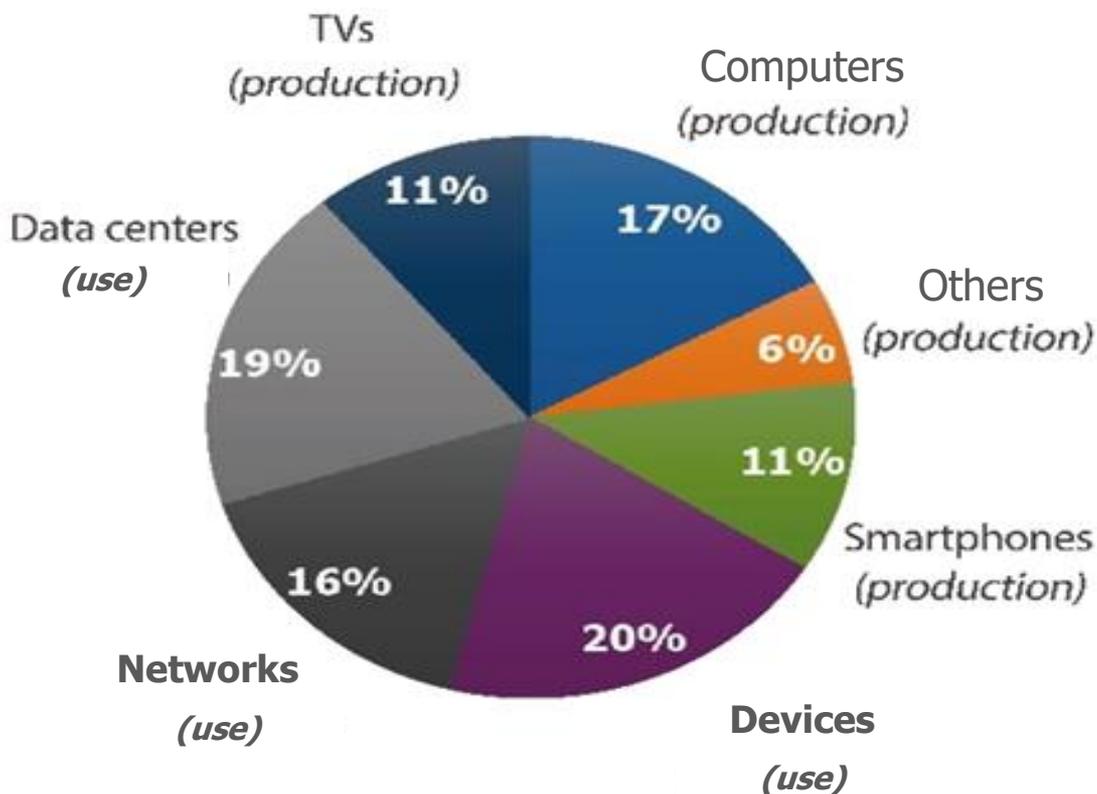
L'effet rebond



- 2 écrans, l'un de 7,6 pouces et un autre de 6,2 pouces
- Résolution > full HD
- 12 Go de RAM
- 256 Go stockage
- 5 capteurs photos répartis dans 3 lentilles
- Capteurs : accéléromètre, gyroscope, baromètre, empreintes, géomagnétique, capteur à effet Hall, proximité, lumière.
- Compatible 2G, 3G, 4G, 5G, bluetooth, NFC
- **2 batteries de capacité 4500mAh, non amovibles**

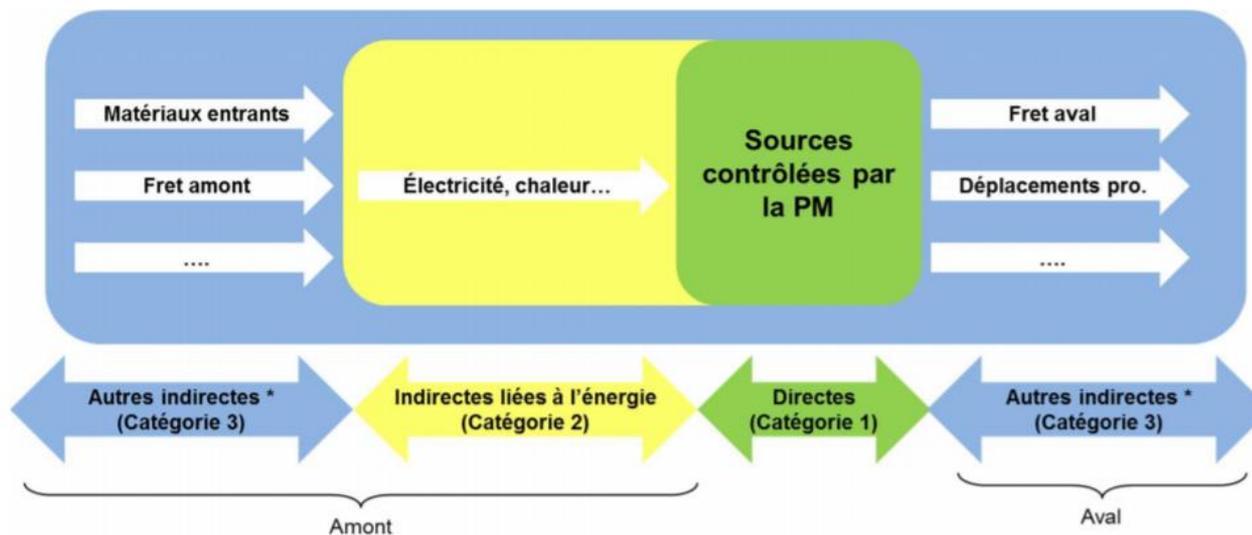
Netflix : **impose le standard de tournage 4K** pour être diffusé sur la plate-forme (revenus premium)

Comprendre l'énergie grise



La tragédie du numérique : les émissions indirectes ou « scope 3 »

Figure 2 : Schéma des différentes sources d'émissions liées aux activités d'une organisation



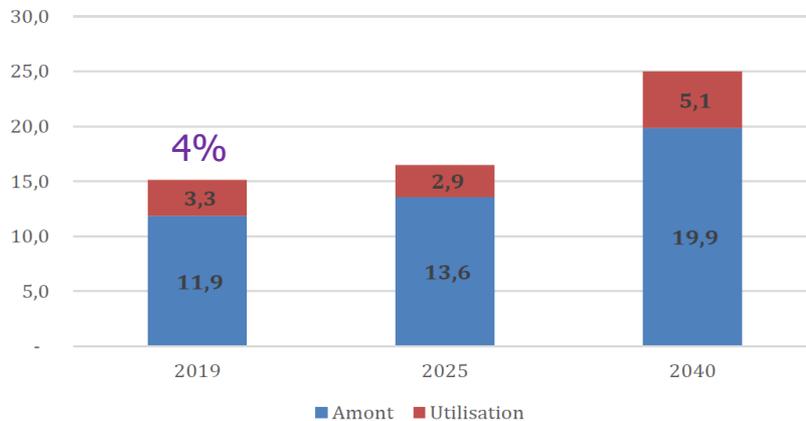
* Postes d'émissions non concernés par l'obligation réglementaire

... puis en aval



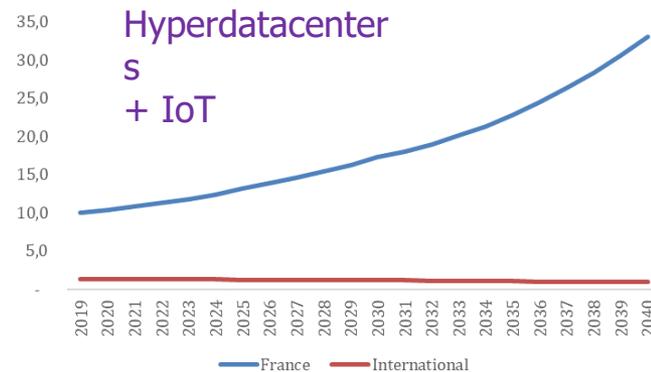
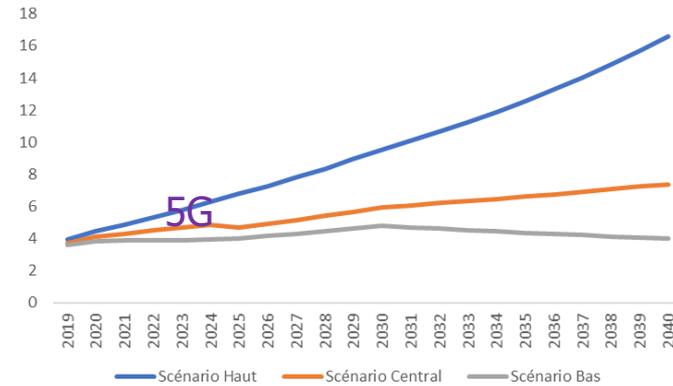
Le cas de la France

Emission de GES du au Numérique



Graphique 35. Emissions de GES du numérique en scénario central, en millions de tCO2eq, en phase Amont et Utilisation

CO2: Un poids prépondérant des terminaux
kWh: Une croissance non anticipée par la PPE
80% des données échangées: sites US

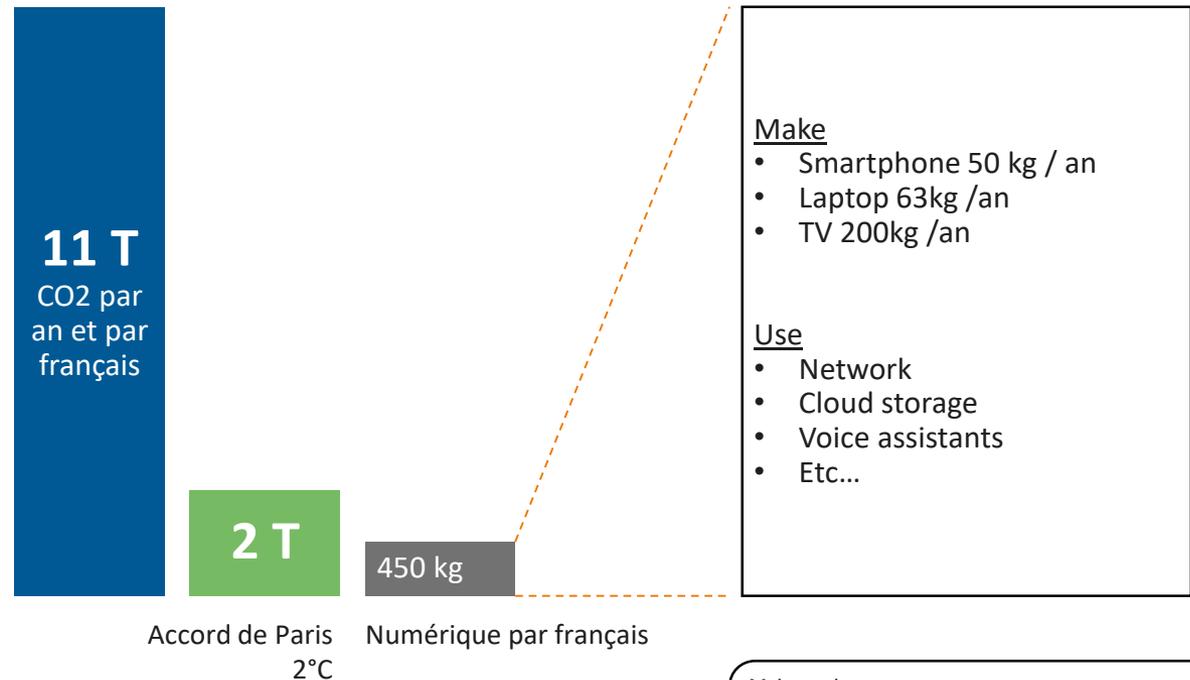


Que fait-on ?



Ni naïf Ni coupable => CO-RESPONSABLE

Un citoyen français chaque année



- Mais aussi :
- Energie primaire : 3 100 kWh d'énergie primaire ;
 - Eau : 9 700 litres d'eau douce ;
 - Ressources : 14 grammes équivalent antimoine.

Sources :

<https://www.greenit.fr/2020/06/23/quels-sont-les-impacts-environnementaux-du-numerique-en-france/>

<https://negaoctet.org/>

<https://theshiftproject.org/>

Des actions individuelles sont possibles...

• Matériel

- Nombre d'appareils connectés/avec écran par foyer, et quel besoin pour les enfants ? Durée pendant laquelle vous les garder (housse ? Prise anti-foudre ?)
- Achetez des choses multifonctions plutôt que des appareils spécifiques
- Attention au numérique caché dans les appareils : le four ou le frigo ont-ils vraiment besoin d'être connectés ?
- Prenez des fournisseurs responsables (Seb, Fairphone, Telecoop)

• Réseau

- Accès au réseau : Filaire > Wifi > 4G, Eteindre la BOX
- Eteindre votre BOX la nuit

• Usages

- Ecouter de la musique sur Youtube ?
- Résolution des vidéos
- Temps passé devant l'écran ?



Où sont les gisements d'économie de CO2 ?



CHEZ MOI
25%(*)

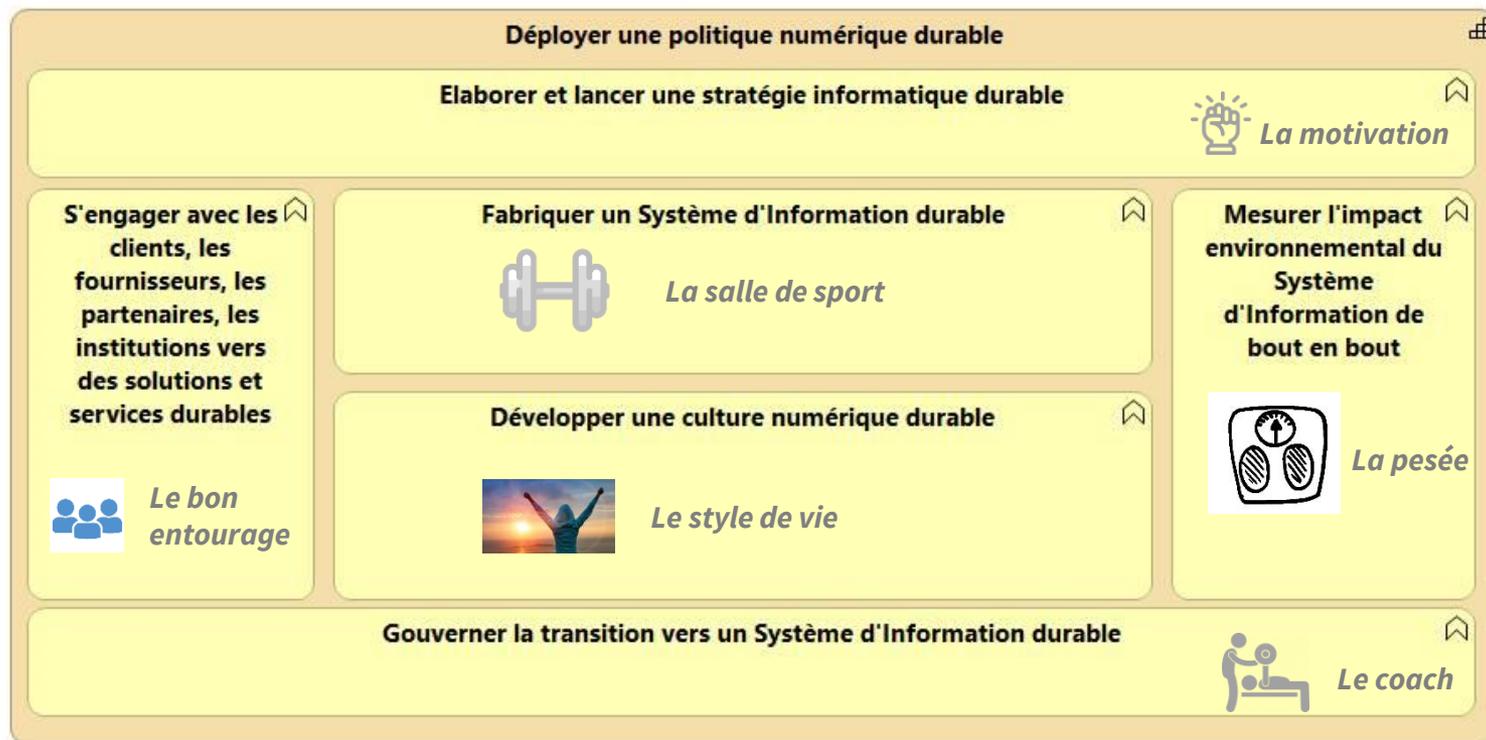


AU SEIN DE
MON
ENTREPRISE,
ASSOCIATION,
INSTITUTION
75%

(*) Source : Carbone 4

La 5G traverse toute la chaîne de valeur, du producteur d'antennes au consommateur de services numériques

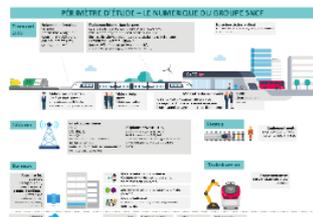
Pour les entreprises... Une cure de remise en forme numérique s'impose



« If you cannot measure, you cannot control your system »

3. Mesurer l'impact environnemental du numérique

#1

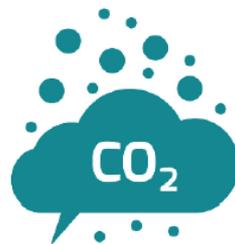


Réaliser un inventaire exhaustif



- Appréhender la problématique organisationnelle
- Travailler en partenariat avec les partenaires / fournisseurs
- ... mais savoir s'arrêter !

#2



Calculer les facteurs d'émission amont et d'utilisation



- Définir une méthodologie de calcul unique
- Accepter les approximations > **quid des Telecom ?**
- Penser amélioration continue

#3



Identifier les masses sur lesquelles agir

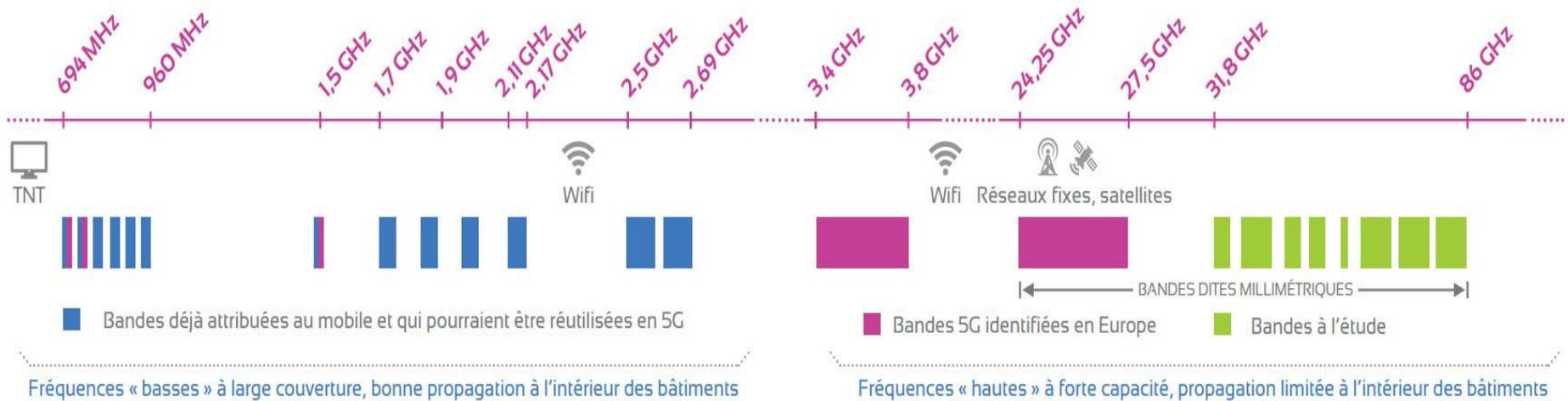


- Faire des préconisations ayant du sens pour les Métiers (et les clients)

La 5G



5G - De quelles fréquences parle-t-on ?



Les tuyaux... On va les remplir, mais avec quoi ?

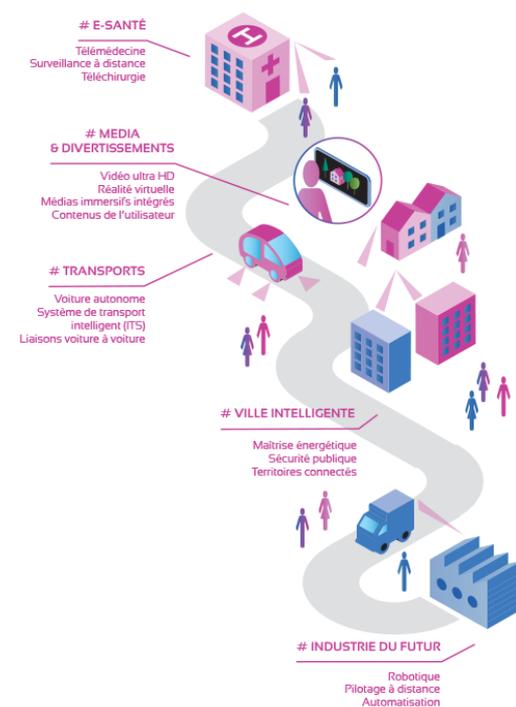


« La 5G n'est pas le simple prolongement de la 2G, 3G et 4G. Elle ne tiendra toutes ses promesses que si les entreprises et les acteurs industriels et d'infrastructures s'en saisissent et inventent des usages innovants. »

<https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/la-5g/les-travaux-de-larcep-pour-preparer-larrivee-de-la-5g.html>



Secteurs	Services	Rôle de la 5G sur le déploiement			Remarques
		Indispensable	Accélérateur	Faible	
Industrie du Futur	Pilotage des lignes de production sans fil et en temps réel				réseaux privés ?
	Commande en ligne vers B2C / rapprochement avec le consommateur				
	Maintenance et monitoring équipements après vente				LPWAN
Santé	Télésurveillance d'une hospitalisation à domicile / téléconsultation				4G
	Téléchirurgie (intervention chirurgicale à distance)				fibre optique; la problématique de latence est complexe
Transports	Voitures connectées (internet pour les passagers, maintenance prédictive voire à distance, etc.)				4G
	Voitures autonomes				2028 ? Couverture ?
	Liaisons voiture à voiture (See-through, V2E)				4G et wifi
	Système de Transport Intelligent de personnes				4G
	Plateformes logistiques connectées et robotisées				Solutions hybrides
Ville intelligente	Maîtrise énergétique (consommation électrique et d'eau)				LPWAN
	Sécurité publique (vidéosurveillance)				4G, fibre optique
	Territoires connectés (poubelles connectées)				LPWAN
Media et divertissements	Réalité Virtuelle (films, jeux vidéos, visite d'appartement, etc.)				wifi
	Réalité Augmentée (jeux, industrie,...)				wifi
	Vidéo HD ou ultra HD en mobilité				
	Cloud gaming en mobilité				



Téléchirurgie...Attention aux annonces médiatiques

De l'image d'Epinal....



...Aux problématiques du réel

#Redondance

#Latence

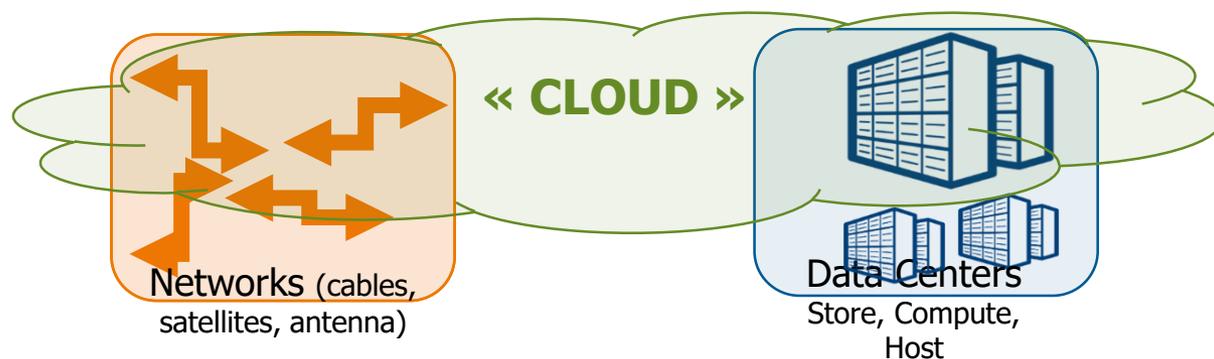
#Quel besoin en mobilité ?

360 Millions de consultations des médecins par an...Versus 9 Millions d'actes chirurgicaux... **Pourquoi ne pas d'abord généraliser les téléconsultations ?**

La 5G impacte les différentes composantes du système numérique français et mondial



Devices & users



5G : accélération du renouvellement des terminaux de tout le monde

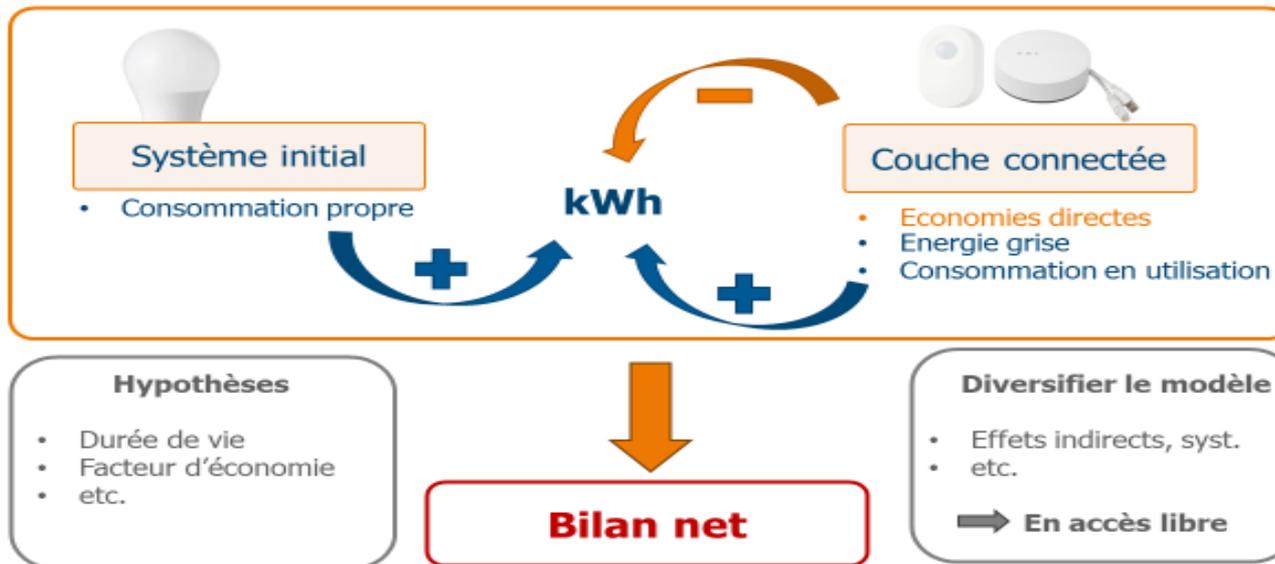
- 5G : déploiement d'un nouveau parc d'antennes, a peu près partout dans le monde.
- De plus en plus capillaires avec les fréquences élevées

- Fournir des contenus toujours plus beau pour augmenter son audience sur les devices 5G (youtubers, annonceurs pubs, industrie du FILM, etc...)
- Motoriser les nouveaux usages

Plus de 5G = plus de tout !

La pertinence énergétique Le modèle STERM

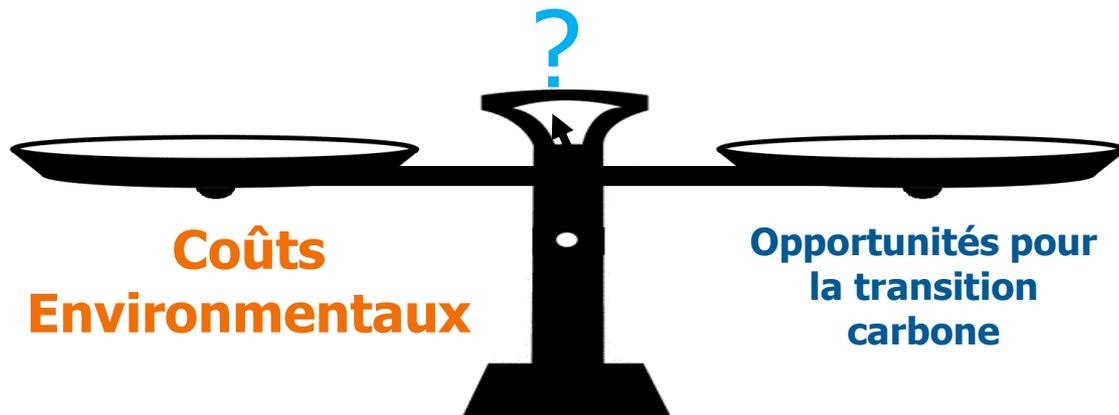
Smart Technologies Energy Relevance Model



La 5G permet d'accélérer le déploiement de solutions connectées MAIS:

- l'impact environnemental potentiel doit être évalué via un bilan prévisionnel
- la concrétisation du potentiel dépendra des usages effectifs, donc de la gouvernance mise en place autour de la solution connectée

La 5G oui ou non : ce n'est pas la bonne



A quoi ca sert dans la vraie vie ?

On ne sait pas vraiment



Quel est le coût environnemental ?

Personne ne l'a publié



Par rapport à l'impact quelle est la meilleure stratégie de déploiement ?

On ne sait pas l'impact donc on déploie partout, tout de suite



Opérateurs on attend vos chiffres !

Position Xavier VERNE
et pas forcément de
The shift Project

LE JOURNAL DU DIMANCHE 25

Actualité Économie & Business

INTERVIEW

TECHNOLOGIE
Le patron du premier opérateur national s'inquiète des causes du retard du déploiement de la 5G en France

JEUNES Orange fera don de 10 000 cartes SIM avant la fin du mois de janvier à la Fage, la principale fédération d'étudiants



Stéphane Richard, PDG d'Orange

Face aux critiques et aux alertes lancées par différentes associations écologistes, Stéphane Richard, 59 ans, HEC-ENA, ancien inspecteur des finances, aux commandes de l'ex-France Télécom (devenu Orange en 2013) depuis dix ans, et actuel président de la GSMA, l'alliance mondiale qui rassemble les plus grands opérateurs de mobile, défend au contraire les effets positifs de l'installation de la 5G, cinquième génération des standards pour la téléphonie mobile, sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le 19 décembre 2020, le Haut Conseil pour le climat a lancé une mise en garde sur les effets néfastes de cette nouvelle technologie pour l'environnement. Une alerte fondée sur des accusations que rejette le PDG d'Orange.

« La 5G est un progrès pour l'environnement »

Stéphane Richard dans ses bureaux, jeudi, à Paris. ENCEPHALISSE

La France accuse un net retard dans le déploiement de la 5G face à d'autres États européens.

Y fois moins d'énergie par octet, oui mais ...

...Hypothèse de croissance du trafic de 45%

La polarisation de la question...

Position Xavier VERNE
et pas forcément de
The shift Project



Le **déterminisme technologique** est un courant de pensée par lequel « on suppose que le changement technique est un facteur indépendant de la société »

Les coûts environnementaux énergétiques sont **aujourd'hui** pour un hypothétique **futur** plus désirable....

La question de la 5G EST un débat démocratique !

Le rôle des Ingénieurs et « sachants »



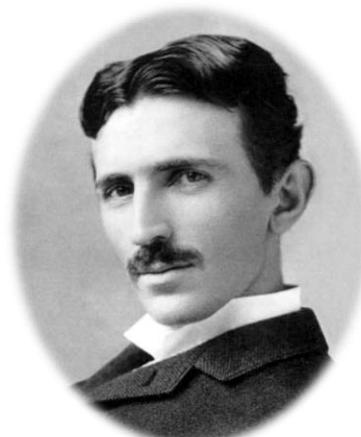
L'innovation, la solution...?

Un appel à innover.

« ~~Le faire parce que nous pouvons le faire~~ »



« Le faire parce que ça nous est utile »



Le sens de l'innovation vient des défis dans lesquels elle s'inscrit.

L'innovation, la solution...?

L'innovation n'est pas une fin, c'est un moyen.

**L'innovation est comprise aujourd'hui
comme :**

- Une solution **technologique**
- Si possible **high-tech**
- Qui répond à une **envie**



**Au regard des enjeux, l'innovation
devrait être :**

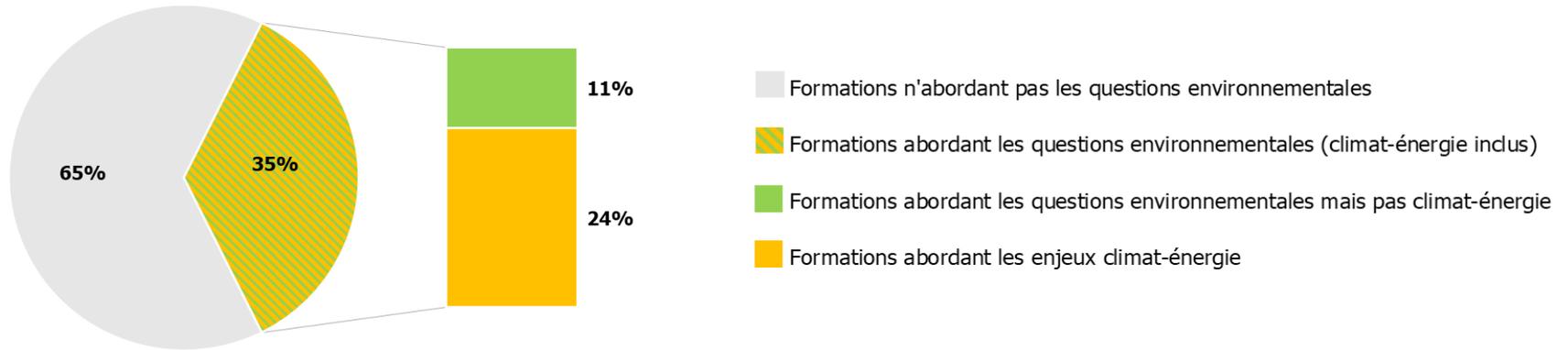
- Une solution fiable et **résiliente**
- Robuste et **sobre** en énergie et matière
- Qui répond à un **besoin** identifié



Où est le progrès ?



De plus en plus souhaitent « changer le logiciel »



Demande des étudiants, des jeunes, qui veulent de l'action, et un projet concret



Manifeste étudiant pour un réveil écologique



Des établissements du supérieur qui bougent... mais pas tous : besoin d'aider les universités



L'innovation, la solution...?

L'innovation n'est pas une fin, c'est un moyen.

L'innovation est comprise aujourd'hui comme :

- Une solution **technologique**
- Si possible **high-tech**
- Qui répond à une **envie**



Au regard des enjeux, l'innovation devrait être :

- Une solution fiable et **résiliente**
- Robuste et **sobre** en énergie et matière
- Qui répond à un **besoin** identifié



Où est le progrès ?



« Faire des trucs qui marchent »... Mais pas que ?

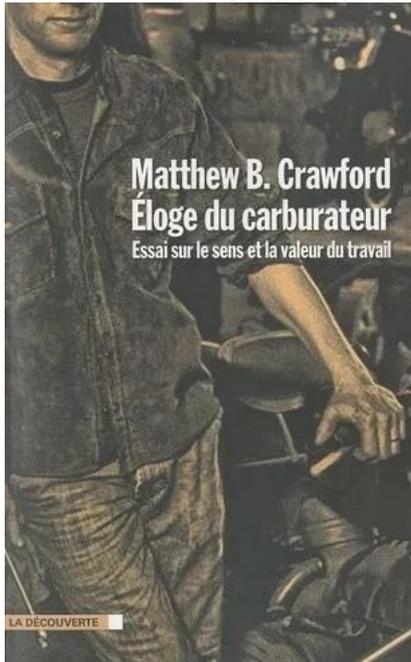
Position Xavier VERNE
et pas forcément de
The shift Project

- FAIRE « Les ingénieurs » sont frustrés dans les entreprises d'être uniquement sur le « comment » et pas sur le « pourquoi »
EX : LA 5G
- FAIRE SAVOIR « Les ingénieurs » parlent trop peu dans les médias, dans un moment où l'on questionne notre monde
EX : LES DÉBATS TÉLÉVISÉS
- On est un des maillons qui fait parler les gens qui pensent : les comités de direction, les direction marketing, et à l'autre bout les gens qui fabriquent les objets. Maillon utile pour rétablir un dialogue
EX : OBJECTIVER LES DISCOURS SUR LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
- On a des méthodes de travail qui peuvent complètement changer les choses : AGILITE. Le collectif, l'amélioration continue, le lean, l'optimisation sous contraintes...

Quelques lectures...

Position Xavier VERNE
et pas forcément de
The shift Project

Difficulté

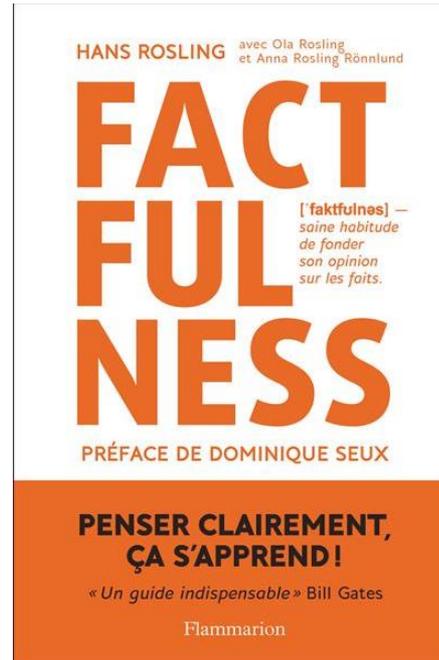


Pourquoi les métiers de l'artisanat sont hautement intellectuels et satisfaisants (et non délocalisables et résilients pour un monde qui peut s'effriter)

<https://livre.fnac.com/a2801520/Matthew-B-Crawford-Eloge-du-carburateur>

Diffusable

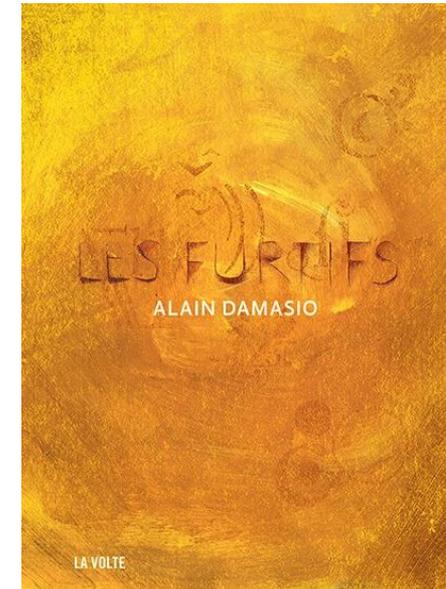
**



Quels sont les biais qui nous empêchent de penser correctement ?

<https://livre.fnac.com/a12909727/Hans-Rosling-Factfulness#omnsearchpos=10>

*



La société de la « trace »
L'aliénation volontaire
Une belle histoire d'amour
Une fiction qui mord sur la SF

<https://livre.fnac.com/a13199662/Alain-Damasio-Les-furtifs> | DIFFUSION LIMITÉE 65

Alors, 5G ou 5R ?

Merci pour votre attention

**Climat – Energie – Numérique
L'ingénieur de demain ?**



ClimatSup INSA : cas d'étude d'une initiative ambitieuse

GROUPE
INSA

**THE SHIFT
PROJECT**
THE CARBON TRANSITION THINK TANK

GROUPE
INSA

13 écoles partenaires

Formations en 5 ans

17 000 étudiants

1500 enseignants-chercheurs

Des référents dans chaque école

Des étudiants engagés

Une équipe projet de 4

Un réseau d'experts

Un œil extérieur

Garant de l'ambition

**THE SHIFT
PROJECT**
THE CARBON TRANSITION THINK TANK



Objectifs :

- Dresser un **état des lieux** des offres de formations actuelles
- Construire un **projet pédagogique** sur les 5 ans de formation intégrant les **enjeux « énergie-climat »** de manière structurante
- Engager les premières évolutions **dès 2021**

Principes / Méthode :

- **Rigueur scientifique**
- **Interdisciplinarité**
- **Co-construction** avec les parties prenantes
- **Transparence des travaux**