



Semaine de rentrée
(1-8 septembre 2022)
Département Energie

par Jean-Pierre Bellot



Jean-Pierre BELLOT, Hervé COMBEAU, Mathieu JENNY, Jean-Sébastien KROLL-RABOTIN, Olivier MIRGAUX, Fabrice PATISSON, Emmanuel PLAUT, Vincent SCHICK

- **3 Parcours dans la formation FICM :**

- **Fluides** *M. Jenny*

- **Transition Energétique** *F. Patisson*

- **Procédés Environnement** *O. Mirgaux*

- *[1 atelier ARTEM : Environnement Développement Durable]*
- 1 parcours de master M2 : **Energie & Procédés**
- 5 Cours électifs
- Responsabilités de modules dans les formations FIGIM et FIIC, Masters

Site web du département **Energie** et syllabus des modules des **parcours Energie**

- Site web du département Energie (J.S. Kroll Rabotin)

<http://energie.mines-nancy.univ-lorraine.fr>



Accueil
Actualités
Équipe enseignante
Département Énergie
Options
Fluides
Transition énergétique
Procédés et Environnement
Cursus extérieurs S8
Semaines thématiques
Entreprises
Témoignages
Master Énergie
Atelier Artem

MINES nancy / DÉPARTEMENT ÉNERGIE

Élé
dépa

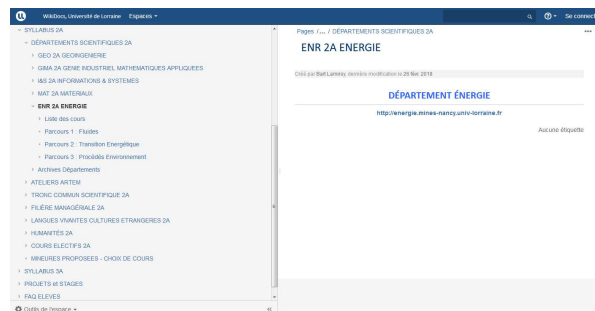


Visite de la centrale nucléaire de St Alban lors de la semaine « industrie » des options **Transition énergétique** et **Procédés et Environnement** en mars 2019

ACTUALITÉS

Retrouvez le détail des actualités du département sur la page dédiée...

- Syllabus :



**Programme de la rentrée
1-2, 5-8 septembre 2022
Département ÉNERGIE**

Version 20 juillet 2022



Jeudi 1/09		<p>13h30 Présentation du département (JPB) -Salle A007</p> <p>16h00 Rappel cursus S8 + visio témoignage A. Rossignol (EP)</p> <p>16h30 Pot d'accueil A004</p>
Vendredi 2/09	<p>8h30 – 11h45</p> <p>Séance S0 Phénomènes de Transport – Cours + 3 Gr. de TD (JPB ; JPB, FP, OM) Salle A007 + Salles P204-206-208</p>	<p>13h30-16h45</p> <p>Séance S1 Méthodes Numériques - Cours + 3 Gr. de TD (MJ ; MJ, FP, TV) Salle A007 + Salles P204-206-208</p>

Lundi 5/09	<p>8h00 Départ Bus ARTEM</p> <p><i>Domaine du Trupt</i> (EP ; MJ)</p> <p>2 Conférences EdF : JF. Camus + S. Lenoir (Hydro)</p>	<p>Présentation sur site du barrage EdF de Pierre Percée et d'aspects pratiques de l'Hydro (S. Lenoir ; S. Daubrée EdF)</p> <p>Retour au <i>Domaine du Trupt</i></p> <p>Jeux et/ou sport</p> <p>Nuit <i>Domaine du Trupt</i></p>
Mardi 6/09	<p>Route des Energies Renouvelables biomasse, solaire</p> <p>(Assoc. LER + Gîte LCD)</p>	<p>Route des Energies Ren. - Eolien (Assoc. LER + Gîte LCD)</p> <p>Retour Artem vers 18h</p>
Mercredi 7/09	<p>8h30- 11h45 Séance Mécanique des milieux continus . (JSKR). Salle A007</p>	<p>13h30-16h30</p> <p>Séance S0 Mécanique des Fluides (HC; HC,JSKR, MJ) - Cours + 3 Gr. de TD Salle A007 + Salles P204-P205-P207</p>
Jeudi 8/09	<p>8h30-11h45</p> <p>Séance Physique et ordres de grandeurs en énergie (EP) Salle A007</p>	<p>13h30-16h45</p> <p>Conférence : Nouvelles technologies pour l'énergie, ruptures et défis pour la R&D (E. Leblanc CEA Saclay) (FP)</p> <p>Salle A007</p>

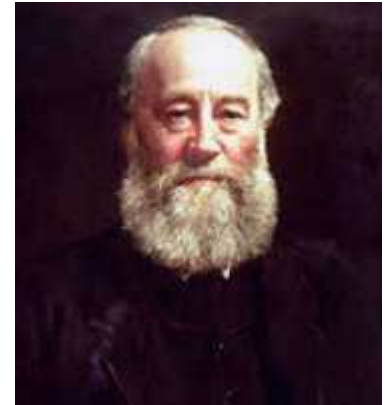
A noter aussi: Lundi 26 septembre et mardi 27 septembre soutenance de stages de fin d'étude

Sommaire

- Rappel Energie Primaire, Finale et Utile
- Bref panorama de l'Energie dans le monde et en France
- Tout à une fin, une révolution nécessaire
- Bilan des émissions des GES
- Les politiques internationales et trajectoires
- Des défis et des questions sérieuses
- Coursus 2A et 3A à l'école

Qu'est ce que l'énergie?

L'énergie est la grandeur qui permet de caractériser un **changement d'état** dans un système :



James Prescott Joule

Modification de la température (énergie thermique)

Modification de la composition chimique (énergie chimique)

Modification de la vitesse (énergie cinétique)

Modification de la distance entre deux corps qui s'attirent ou se repoussent (énergie potentielle)

Modification de la structure atomique (énergie nucléaire)

Filière énergétique

énergie primaire : énergie brute, c'est-à-dire à la source et non transformée (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, barrage hydraulique ou matière fissile, vent, soleil) ; ce critère sert à mesurer le taux d'indépendance énergétique national ;

énergie finale (ou disponible chez l'utilisateur) : énergie qui se présente sous une forme « raffinée » pour sa consommation finale (essence à la pompe, fioul ou gaz « entrée chaudière », électricité aux bornes de l'appareil...) ;

énergie utile : énergie dont dispose effectivement l'utilisateur après la dernière conversion par ses propres appareils.

GN, Charbon

Vent

Hydraulique

Nucléaire

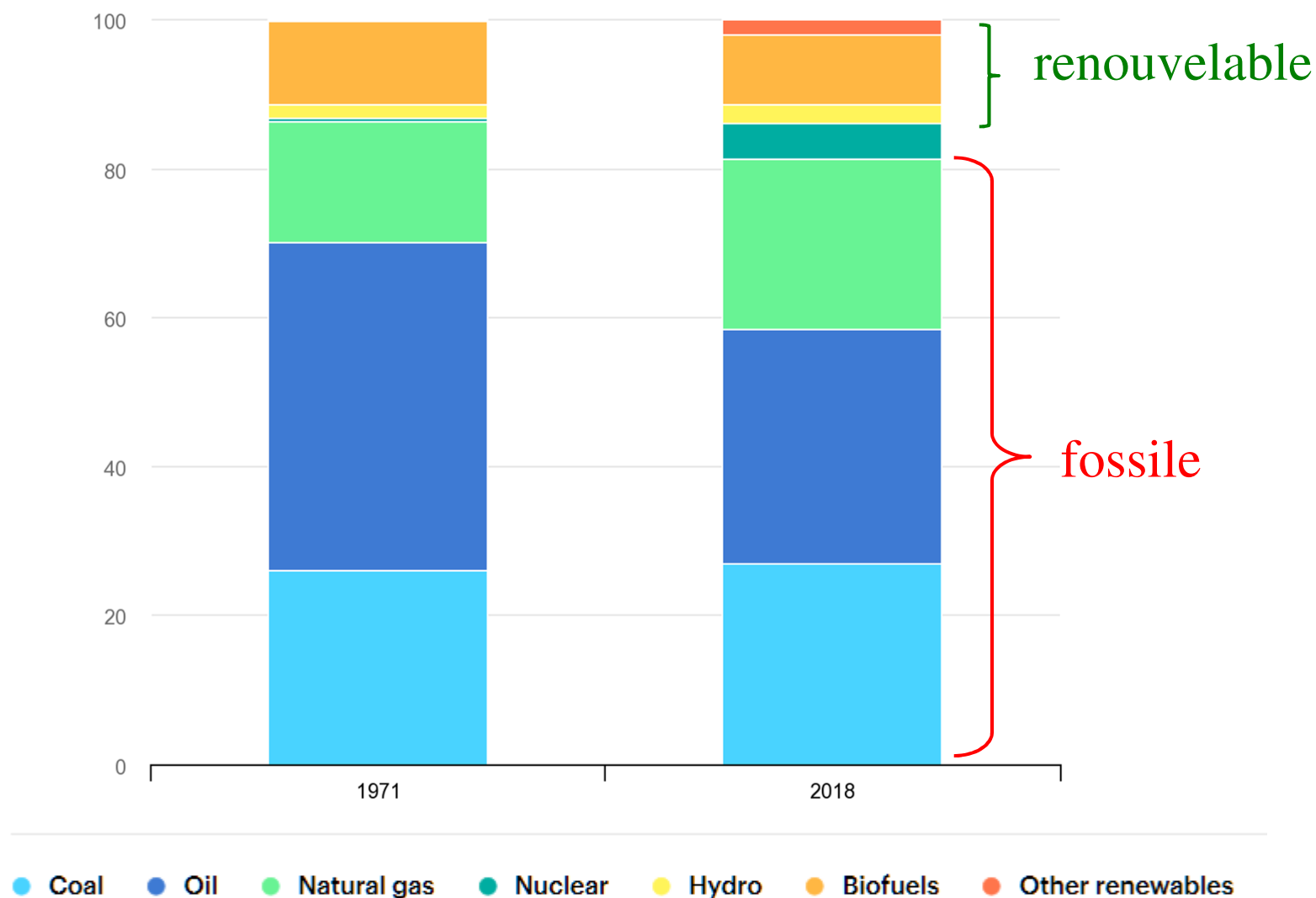


Electricité



Chaleur / rayt

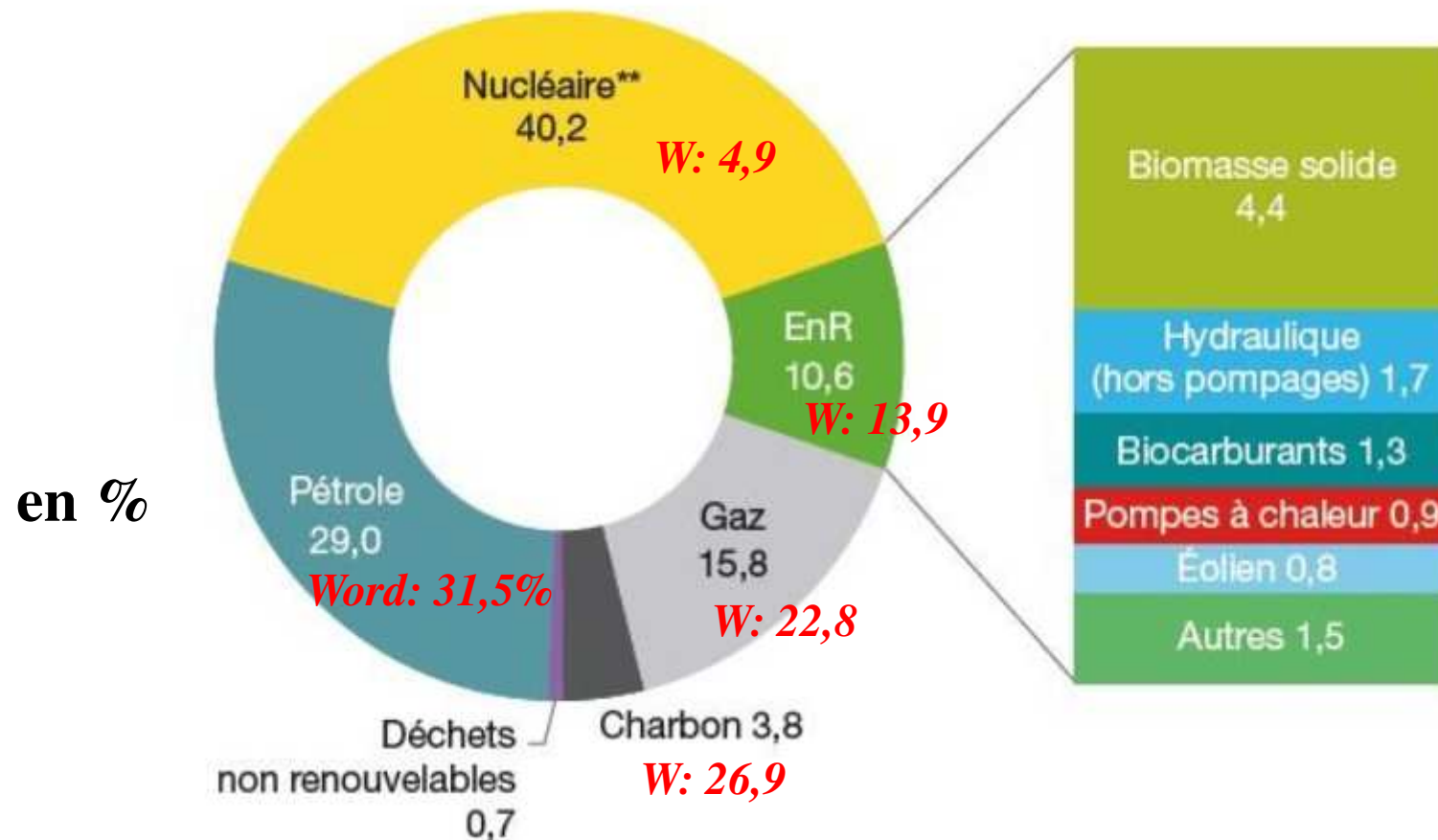
Production d'énergie primaire dans le monde



Source: IEA

Production totale : 14 Gtep en 2018
En France 0,25 Gtep en 2017

Consommation d'énergie primaire en France



Source : calculs SDES, d'après les données disponibles par énergie, **en 2018**

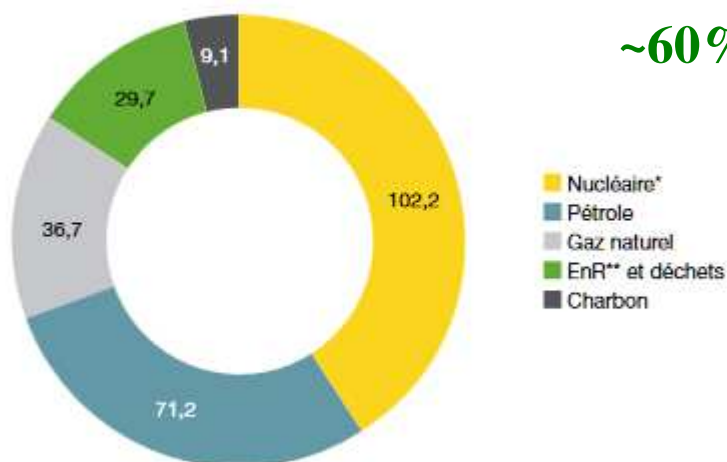
** Energie primaire liée à la matière fissile, seule 36% de cette énergie est transférée en électricité

La part du pétrole en France est proche de la valeur pour le monde, et le nucléaire *remplace* le charbon

Comparaison avec la consommation mondiale?

De l'énergie primaire à l'énergie finale en France

CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR TYPE D'ÉNERGIE EN FRANCE
TOTAL EN 2018 : 248,9 Mtep

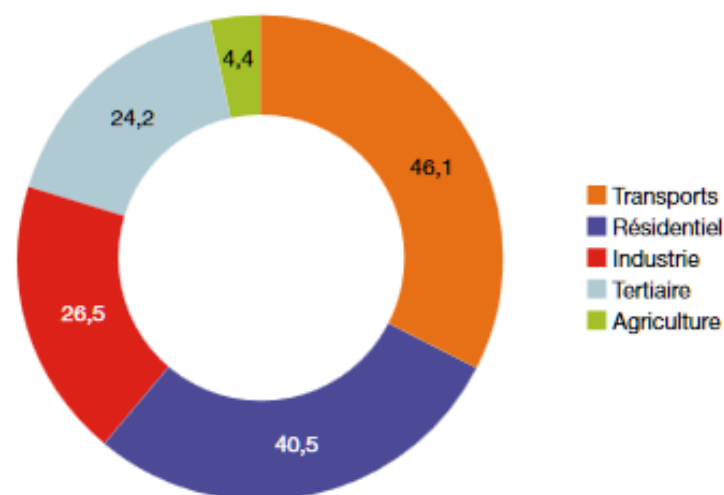


* Hors solde exportateur d'électricité.

** Energies renouvelables.

CONSOMMATION FINALE PAR SECTEUR EN FRANCE

TOTAL EN 2017 : 141,8 Mtep (données non corrigées des variations climatiques)



Et pour quel secteur?

1/3 Transports

1/3 Résidentiel

1/3 Industrie + tertiaire

Evolution de l'énergie primaire dans le monde



Plus nombreux et une consommation moy. par habitant qui croît

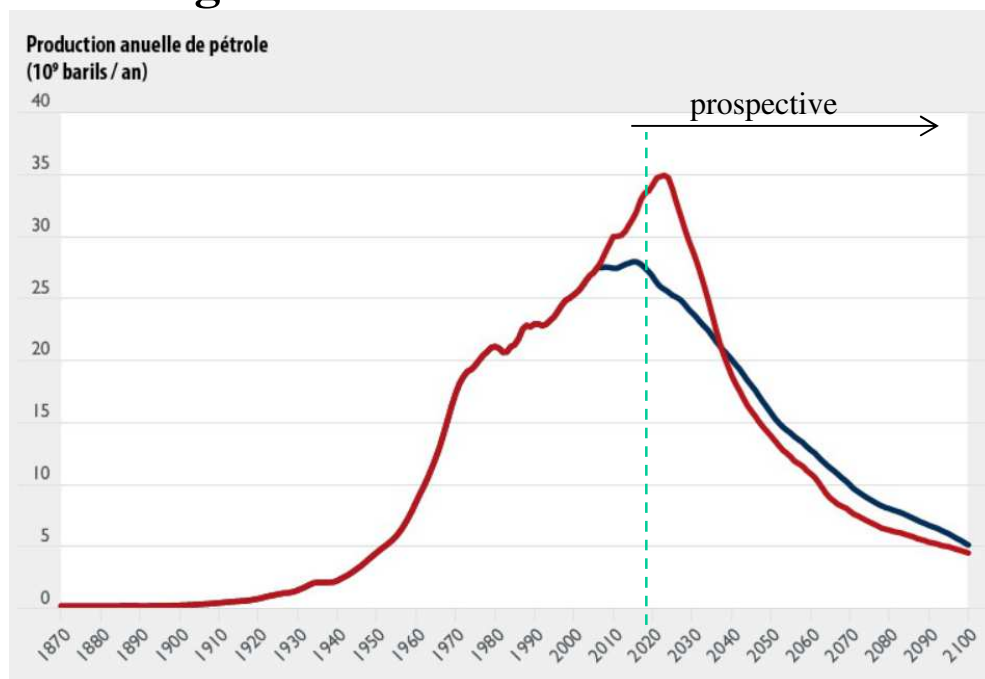
Mais tout à une fin ...



Dessin Chappatte

Mais tout à une fin; deux écueils

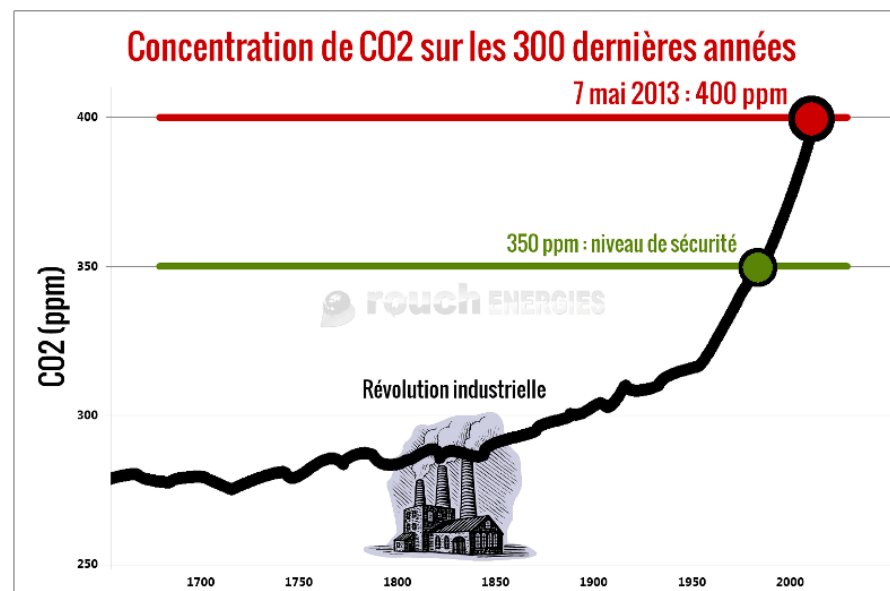
Les ressources épuisables en énergie fossile, conduisant à un coût élevé de l'énergie



Jean-Marc Jancovici, IFP, 2014

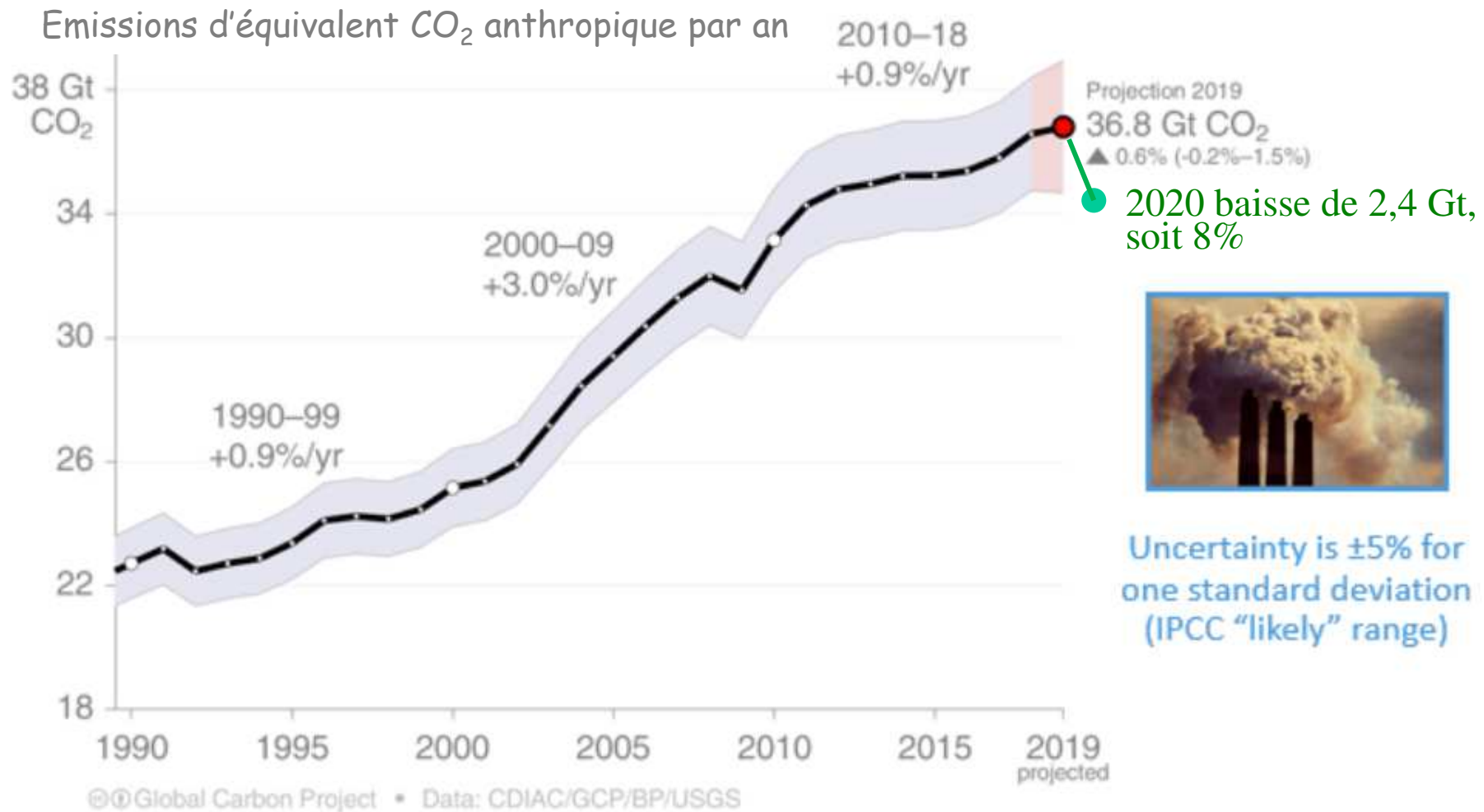
Courbes rouge et bleue dépendent du scénario d'investissement consenti pour extraire (pétrole conventionnel et non-conventionnel)

Les impacts sur l'environnement, dont le dérèglement climatique lié aux GES



- Dérèglement climatique insupportable
- 6^{ème} extinction de la biodiversité

Les émissions de GES



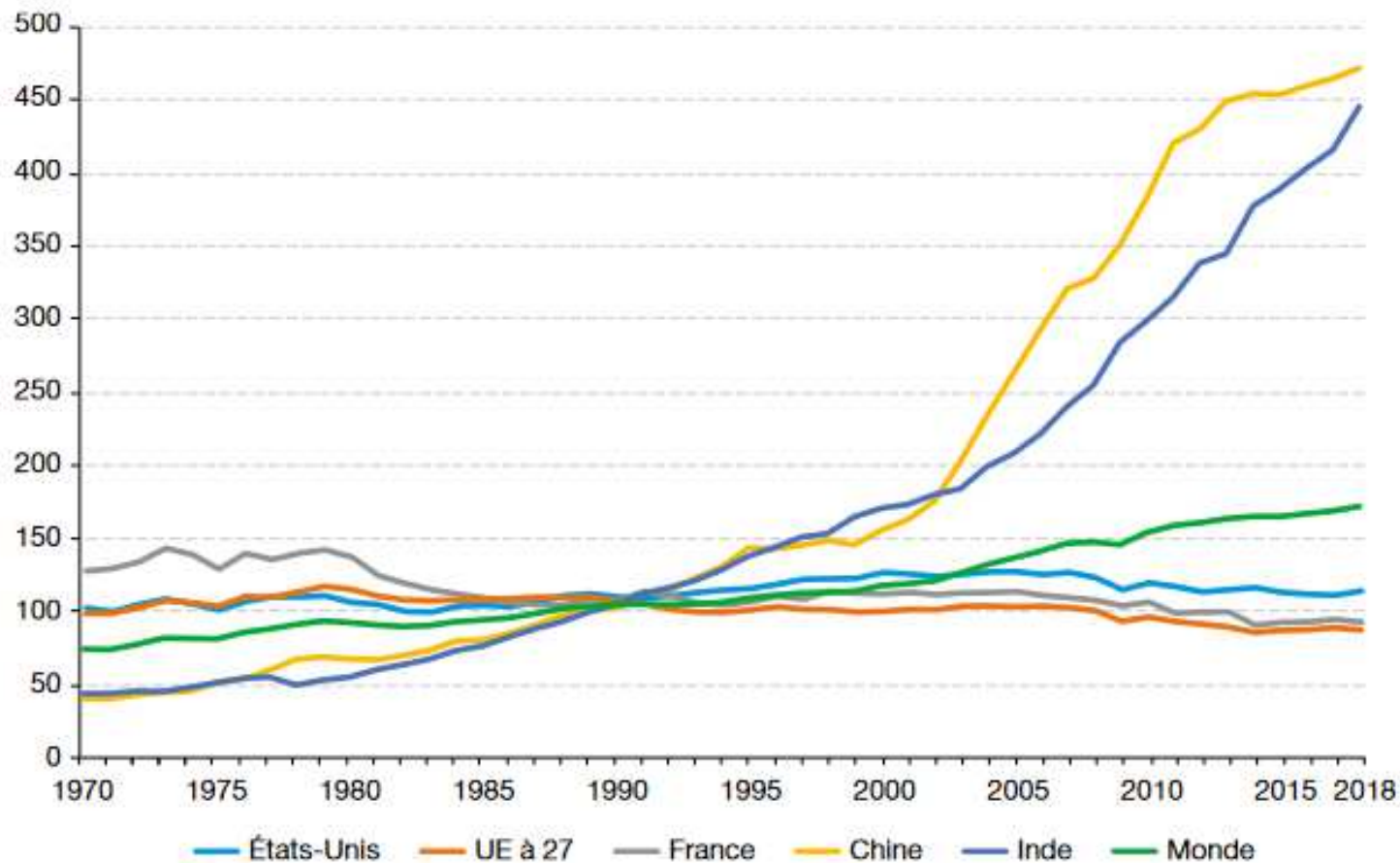
*Gaz à Effet de Serre
GhG Greenhouse Gas

Puits carbone naturel: ~10 Gt CO_2 eq/an

Et comparaison entre les états

ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ DANS LE MONDE ENTRE 1970 ET 2018

Indice base 100 en 1990



Source : EDGAR, 2019

Indice base 100 en 1990

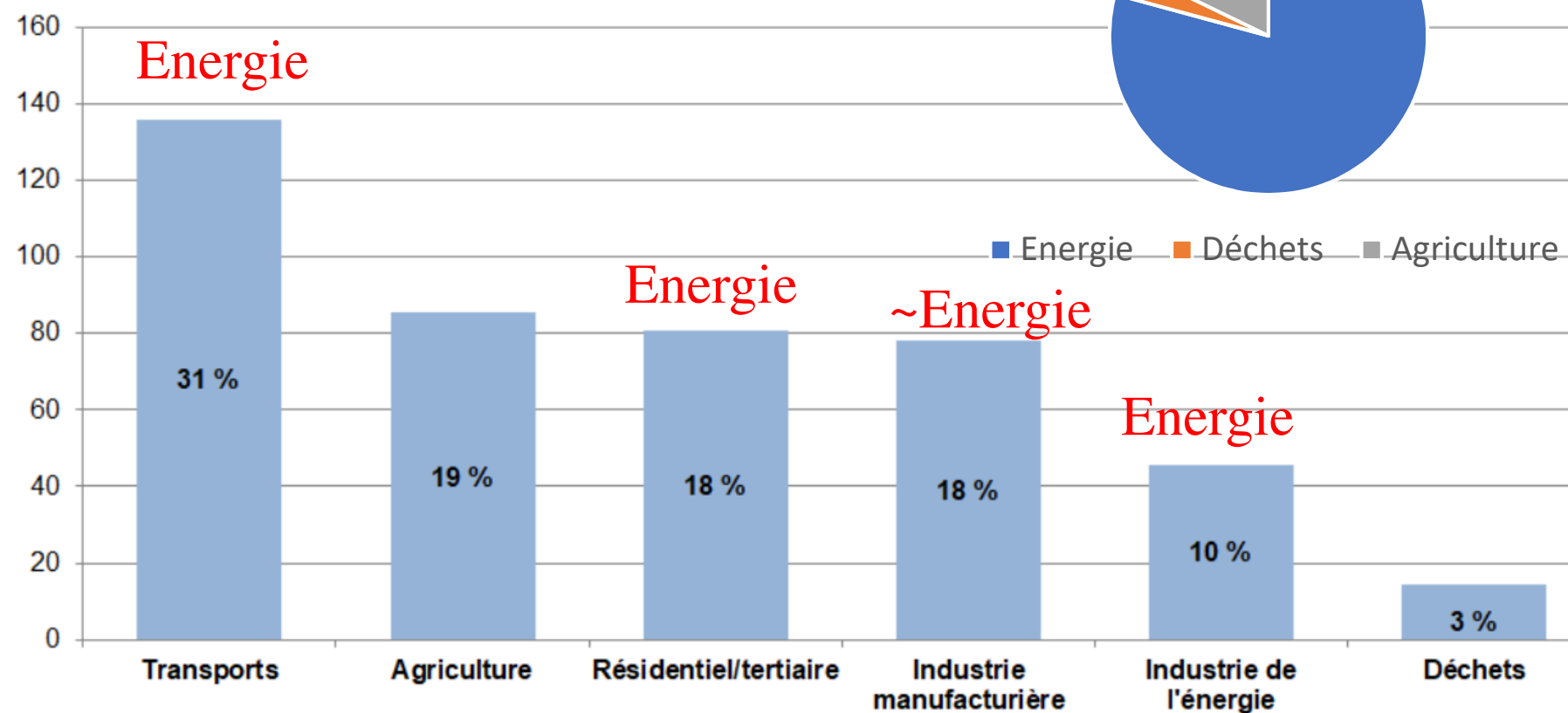
UE: -19% France: -15%

Engagement (2008) de l'UE était -20% en 2020

Origine des émissions de GES?

Origine Emissions CO₂_{eq}

En millions de tonnes de CO₂_{eq} émis/an sur le sol français en 2019



6 t CO₂_{eq}/an/ha

<https://www.notre-environnement.gouv.fr>
Oubli dans cette comptabilité??

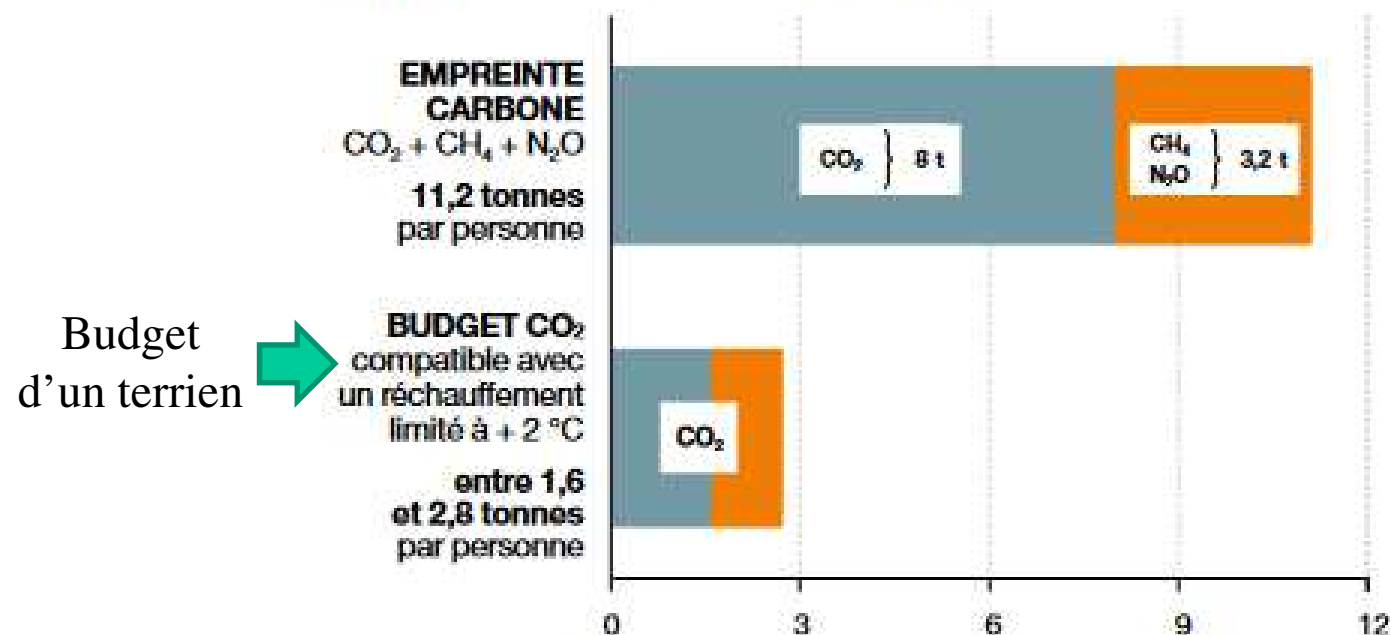
Origine des émissions de GES?

$6 \text{ t CO}_{2\text{eq}}/\text{an}/\text{ha}$ + CO_2 des biens de consommation importés

+ $5 \text{ t CO}_{2\text{eq}}/\text{an}/\text{ha}$ (près de 50% de l'empreinte!)

Graphique 1 : empreinte carbone des Français en 2018

En t CO_2 éq, par an et par habitant, pour l'empreinte carbone
et en t CO_2 , par an et par habitant, pour le budget CO_2



Champ : France métropolitaine + Drom (périmètre Kyoto).

Sources : GIEC ; Citepa ; AIE ; FAO ; Douanes ; Eurostat ; Insee.

Traitements : SDES, 2019

Les travaux du GIEC*

Le GIEC prépare et publie tous les 7-8 ans des rapports complets et de synthèse sur:

- **Climate Change**
- **Mitigation of Climate Change**
- **Impacts, Adaptation and Vulnerability**

+ Special reports on ocean, land ...

**Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (né en 1988)*

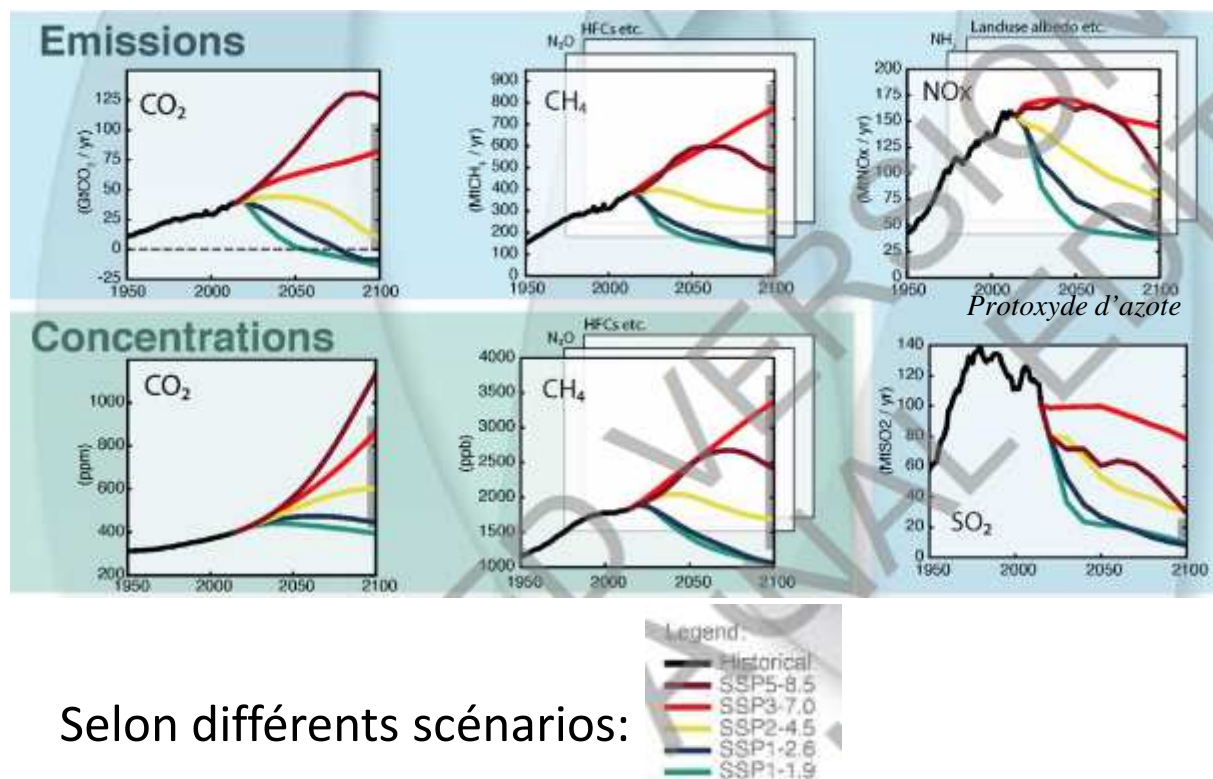
dépend du PNUE (Programme des Nations Unis pour l'Environnement)

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change

Les travaux du GIEC

AR6*: rapport sur le *changement du climat* (depuis août 2021) ; tente d'établir une relation entre émission GES et réchauffement global ainsi que dérèglement climatique

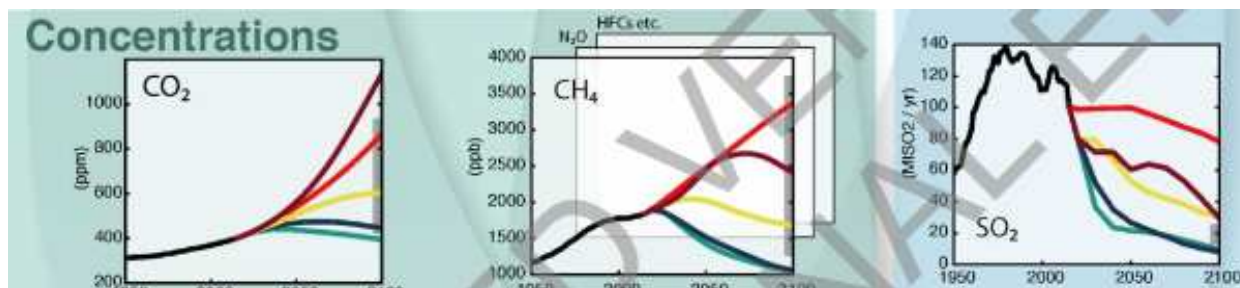
Assez bien
maîtrisé, malgré
nombreuses
interaction atm –
océan et atm-sols



Selon différents scénarios:

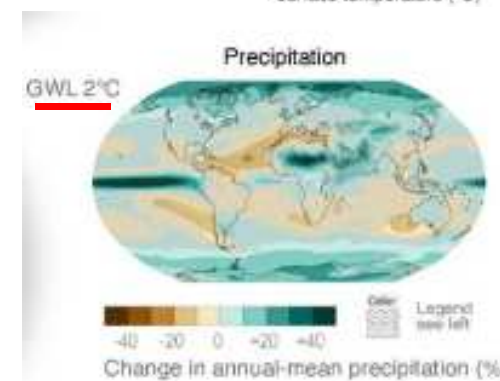
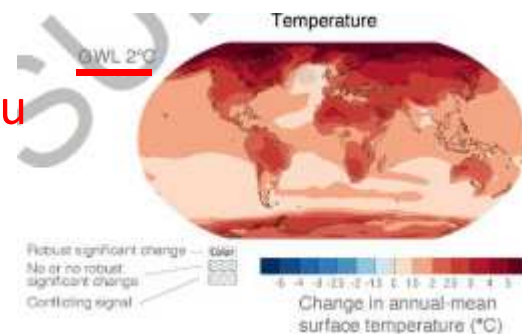
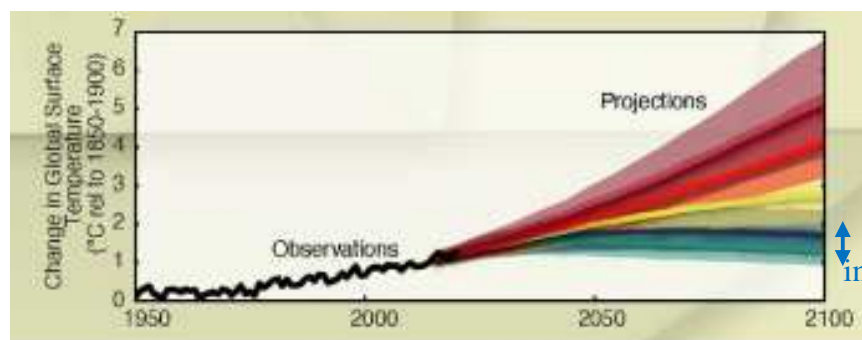
* Sixth Assessment Report (livré en 2022): <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>

Les travaux du GIEC



Mais les prévisions sur le réchauffement global beaucoup moins précises

Et sur les réponses du climat



* Sixth Assessment Report (livré en 2022): <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>

Les travaux du GIEC

Des pronostiques catastrophiques pour notre environnement *(6^{ème} rapport)*

Dérèglement de climat trop rapide pour une adaptation:

- Des espèces animales
- De la flore
- Impact majeur sur l'agriculture
- Ressources en eau pour les activités de l'homme
- Réduction des surfaces émergées



Migration climatique

La boîte à outils

La gouvernance mondiale de biens communs

- **Grandes instances internationales: OPEP -> IEA*, GIEC**

- **Concertation politique internationale (COP**)**



- **Atténuation:** Réduction des émissions pour rester en dessous de 1,5°C: transition énergétique, taxe carbone, sobriété...

❖ Solutions techniques à trouver et à mettre en œuvre
(science et ingénierie)

- **Adaptation** (fonds verts)

Renforcer la résilience et réduire les vulnérabilités au changement clim.

* *International Energy Agency*

** *Conference Of Parties*



Sous l'égide de l'ONU,



se réunissent chaque année, et concluent des traités (signature puis ratification)

1992 Sommet de la terre de Rio: prise de conscience et COP tous les ans

1995 COP1 de Berlin

1997 COP3 – Protocole de Kyoto: imposer des efforts sur les émissions

2009 COP15 – Echec de Copenhague

2015 COP21 Traité de Paris. 185 pays signataires. Approche Bottom-Up avec INDC*. Engagements mais toujours non contraignants

**Intended National Determined Contribution*

Des signes encourageants

- **Politique:** forte sensibilisation des populations, parties écologiques, convention citoyenne pour le climat (France)
- **Technologique:** Energies renouvelables matures, et d'un coût compétitif
- **Financier:** les banques et les fonds sont plus frileux à financer le secteur pétrolier (fond souverain Norvégien ne soutient plus les énergies fossiles)
- Grands groupes pétroliers prennent des engagements:
 - *Total:* zéro carbone en 2030 -> TotalEnergies
Patrick Pouyanné; invest. 8B\$/an renouvelables
 - *Engie:* zéro fossile à court terme (rupture avec l'histoire gazière du groupe –GDF-, Isabelle Kocher évincée)

De la prise de conscience aux décisions

■ Green Deal européen (juillet 2021):

Objectifs contraignants:

2030: réduction portée à 55% des émissions de CO₂

2050: neutralité carbone

Moyens:

Véhicules neufs zéro émission en 2035

Efficacité énergétique (-40% d'énergie primaire)

40% d'énergie renouvelable

Capacité des puits de carbone 270 à 310 Mt ...



INDC

COP26 à Glasgow

■ Plan Pluriannuel de l'Energie en France –PPE

2019-2028 (adoptée en 2020, revue en 2023):

Véhicules neufs zéro émission en 2040

Efficacité énergétique des bâtiments

Doublement capacité d'énergie renouvelable ...



INDC

3 Options :

Fluides

Transition

Procédés et
Environnement

☐ Fluides

Les fluides au service de l'énergie – Les énergies « fluides »

☐ Transition Energétique

Des connaissances et des outils pour piloter la transition

☐ Procédés Environnement

Un lien fort entre l'énergie, les procédés et l'environnement

3 Options :	Fluides	Transitions	Procédés et Environnement
-------------	---------	-------------	---------------------------

Le premier semestre de 2A (S7) est un tronc commun aux trois options, **le choix de l'Option s'effectue au début du S7.**

Semestre 7		
S7.1	S7.2	S7.3
Phénomène de Transport	Mécanique des Fluides I	Méthodes numériques
Couches limites et Rayonnement	Mécanique des Fluides II	Projet 2A

Choix de l'Option

Questions diverses

- Un(e) délégué(e) de promotion 2A-ENER et un(e) suppléant(e)
- Choix des parcours Artem, Industrie, Recherche
Entrepreneuriat