



PROJET ADAPT d'EDF

Une approche systémique au dérèglement
climatique

Par : Amélie Joly, chargé de mission, DPNT, EDF

Journées Acclimaterra 18 juin 2025



Météo ou Climat ?



CLIMAT ET MÉTÉO : DE QUOI PARLONS-NOUS ?

MÉTÉO : C'EST L'ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES ATMOSPHÉRIQUES POUR PRÉVOIR LE TEMPS.



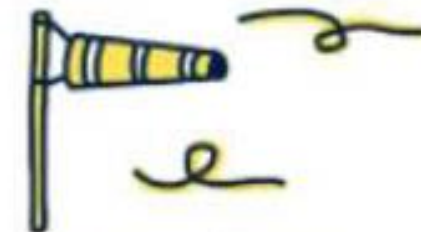
Température



Pression atmosphérique



Pluviométrie



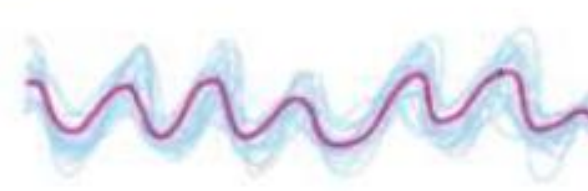
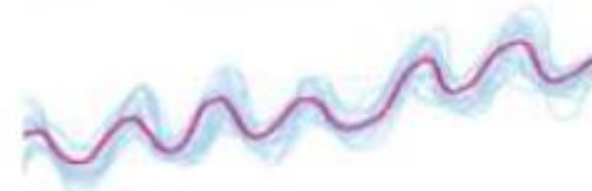
Vitesse du vent



C'EST LE **TEMPS QU'IL FAIT** À UN MOMENT ET UN ENDROIT DONNÉS, SUSCEPTIBLE DE CHANGER D'UNE HEURE OU D'UN JOUR À L'AUTRE.



CLIMAT : C'EST L'ÉTUDE DES STATISTIQUES DE VARIABLES ATMOSPHÉRIQUES SUR UNE LONGUE PÉRIODE DE TEMPS (30 ANS PAR CONVENTION).



C'EST LE **TEMPS AUQUEL ON PEUT S'ATTENDRE**, POUR UNE RÉGION DONNÉE.



Météo ou Climat ?



Météo et climat : c'est quoi 5°C ?



Reconstruction de la calotte
Eurasienne au dernier maximum
glaciaire il y a 20 000 ans



Le dérèglement climatique - Impacts actuels



L'EFFET DE SERRE

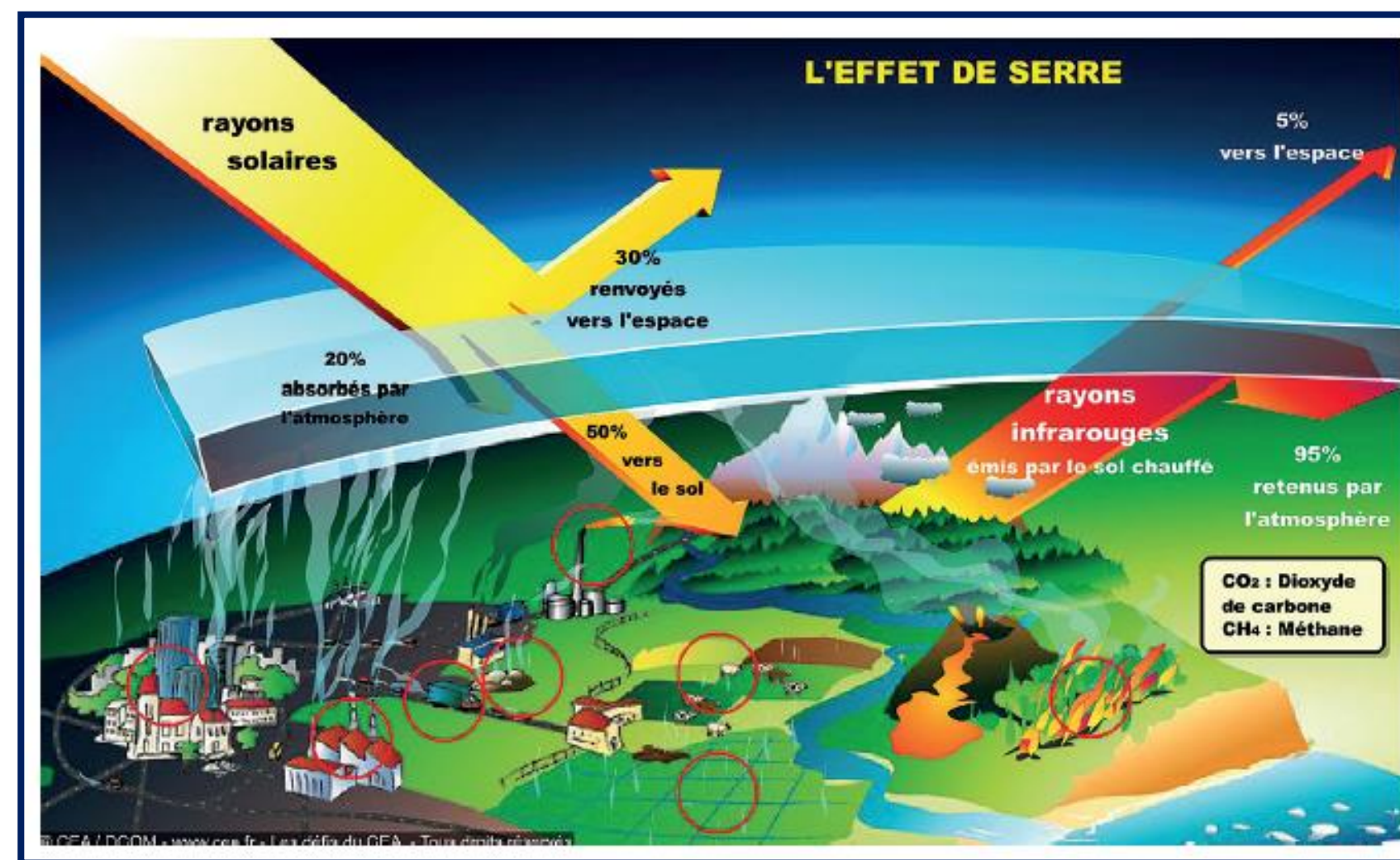
➤ Un phénomène naturel

qui assure des conditions de vie optimales sur Terre (T° moyenne de 15°C à la surface du globe)

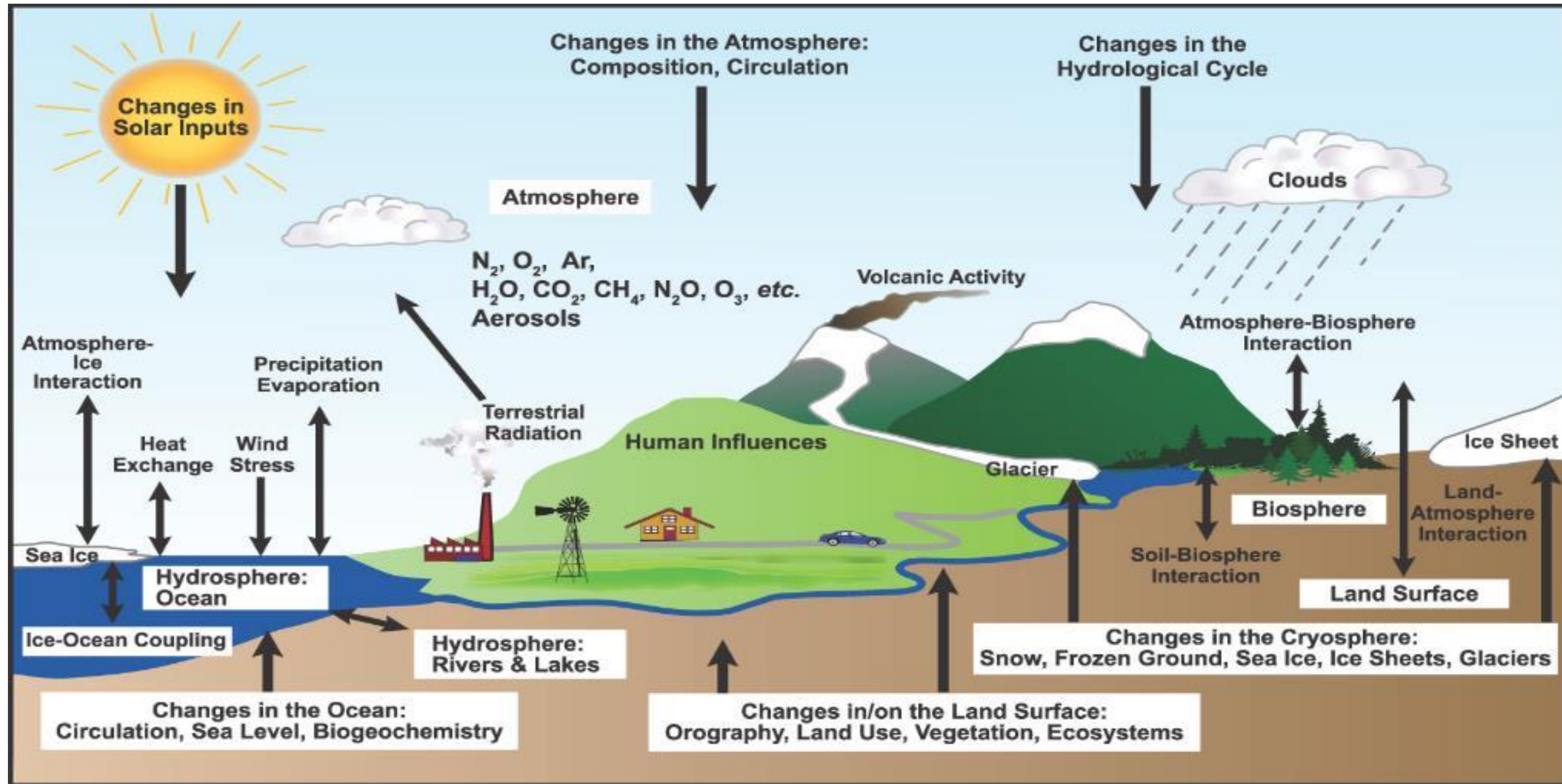
➤ Tout récemment renforcé par les activités humaines

➤ A une vitesse sans précédent au cours des derniers millénaires

➤ Pour atteindre des concentrations jamais atteintes depuis 3 Ma



DES CONSEQUENCES DEJA VISIBLES ET MULTIPLES



DES CONSEQUENCES DEJA VISIBLES ET MULTIPLES



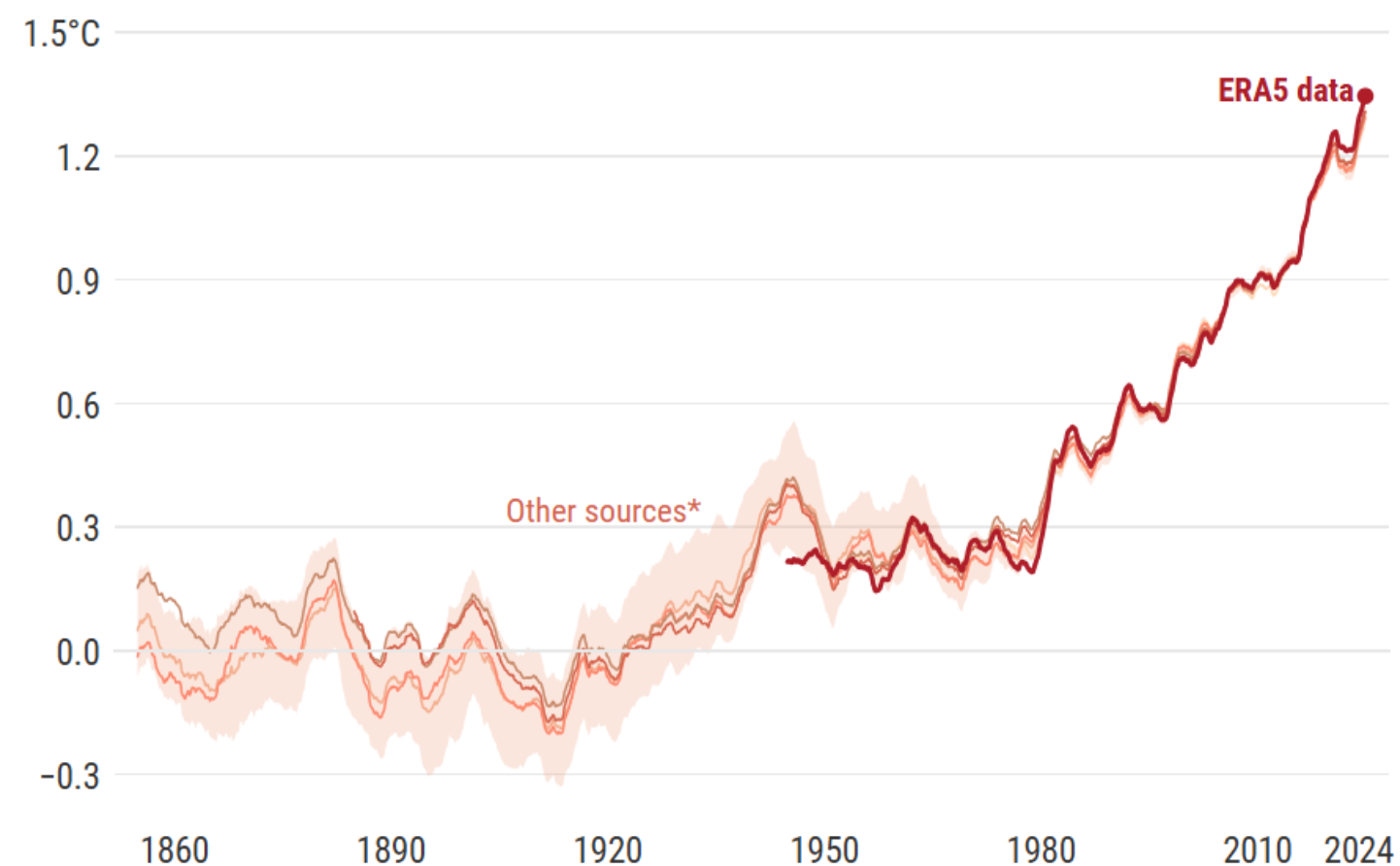
➤ A l'échelle mondiale

Température de l'air

Global surface temperature: increase above pre-industrial

Reference period: pre-industrial (1850–1900) • Credit: C3S/ECMWF

5-year average Annual average

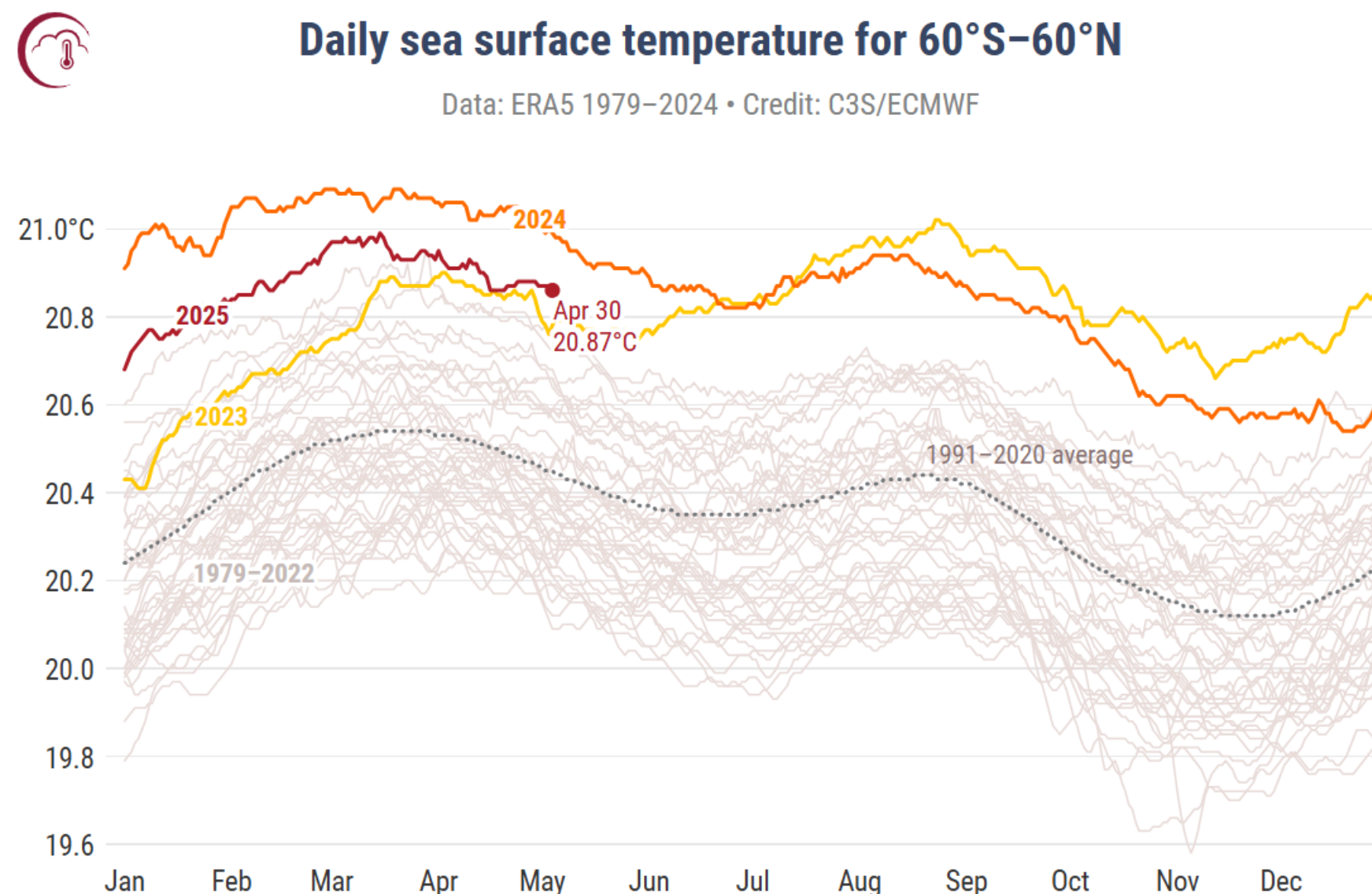


*Other sources comprise JRA-3Q, GISTEMPv4, NOAA GlobalTempv6, Berkeley Earth and the HadCRUT5 ensemble mean. Shading shows the range of the HadCRUT5 ensemble.

Température des océans

Daily sea surface temperature for 60°S–60°N

Data: ERA5 1979–2024 • Credit: C3S/ECMWF

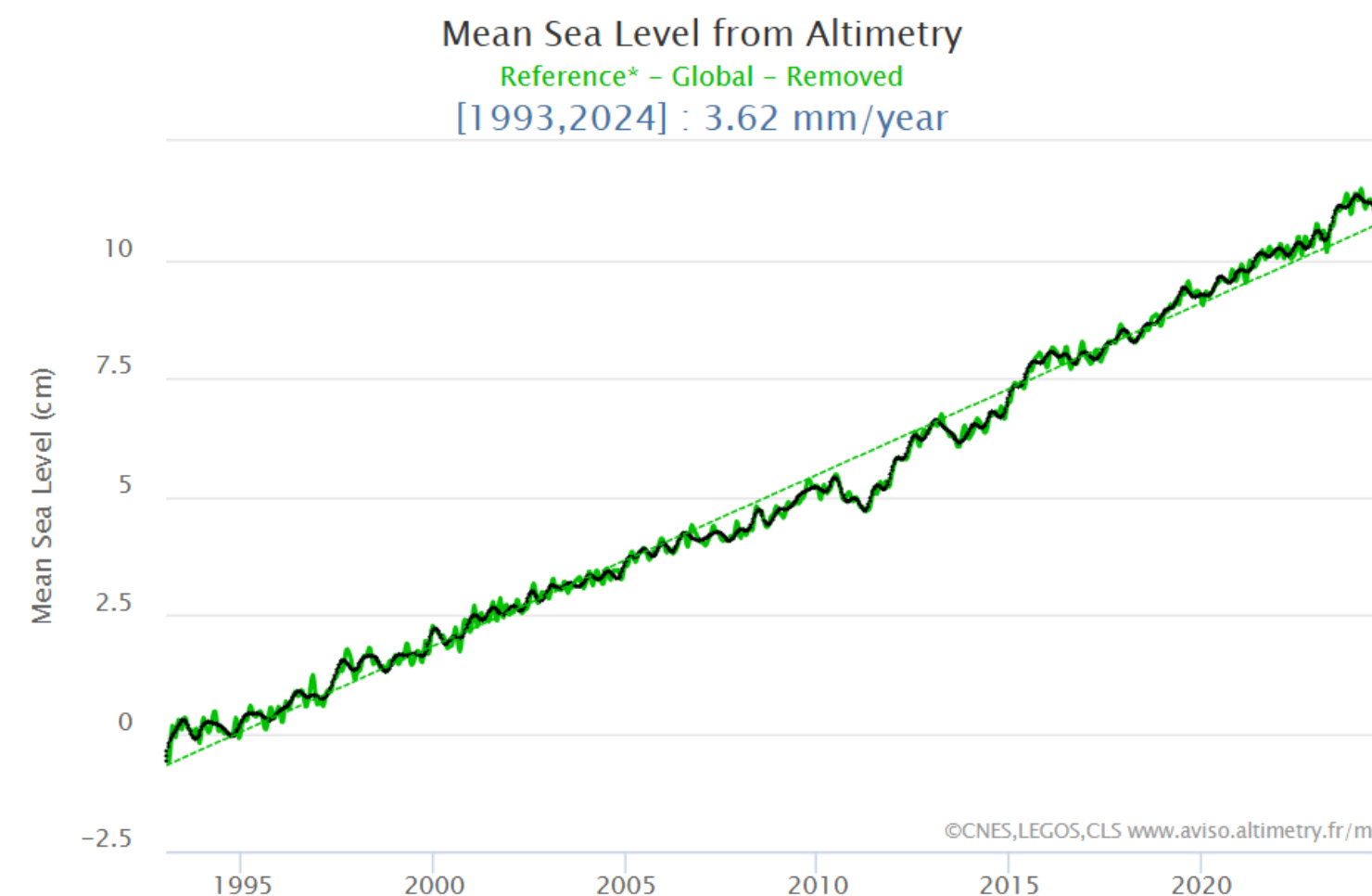
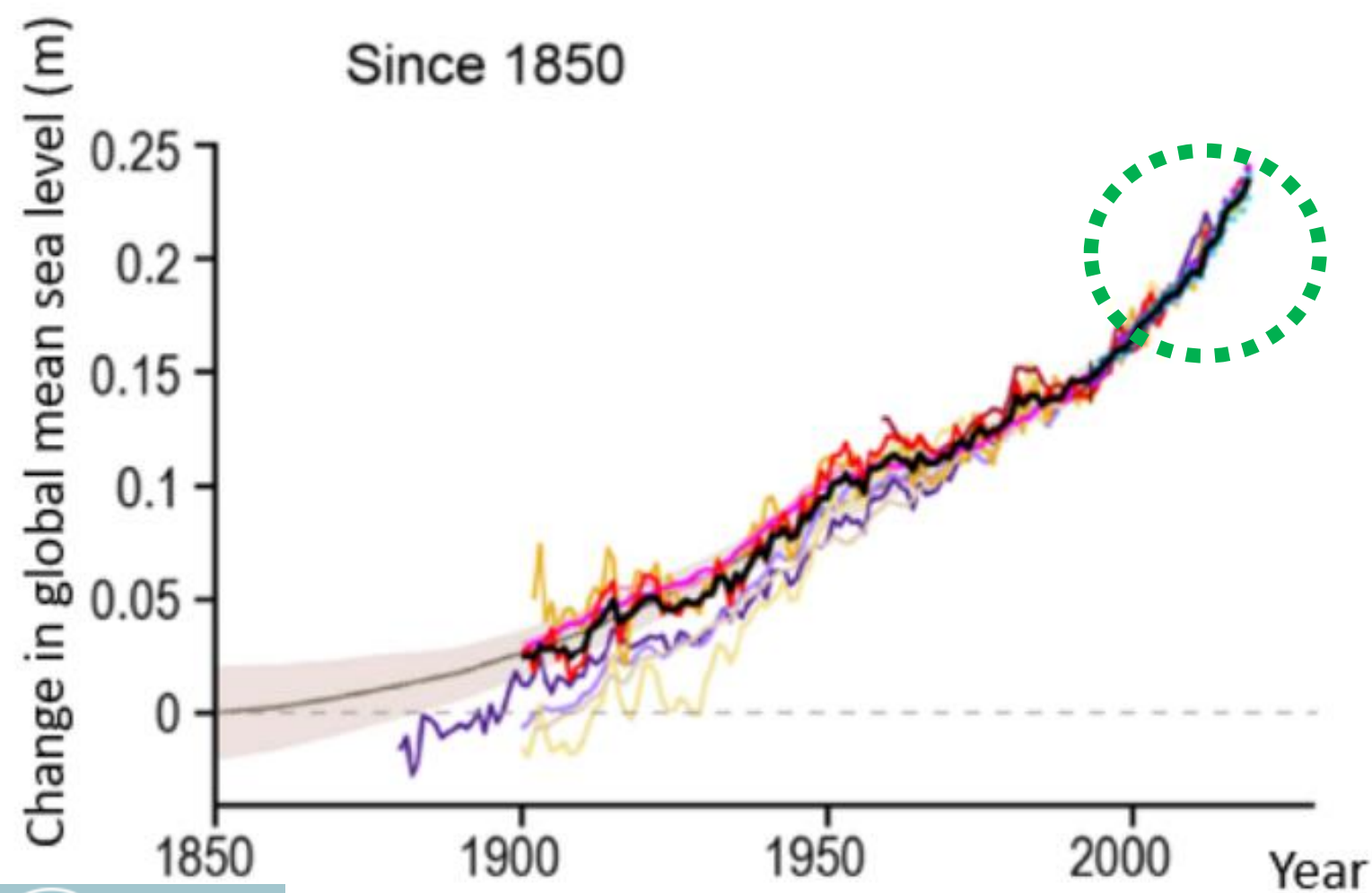


DES CONSEQUENCES DEJA VISIBLES ET MULTIPLES

➤ A l'échelle mondiale

Marégraphes et observations satellites permettent d'observer le niveau de la mer

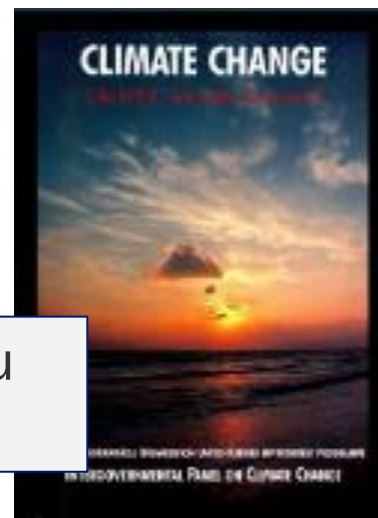
- + 20 cm à l'échelle du monde entre 1901 et 2018 dont 9.1 cm entre 1901-1971
- Observation d'une accélération sur les 50 dernières années
- Tendence de +3,62 mm/an entre 1993 et 2024



Le dérèglement climatique - Impacts futurs



Changement climatique : un sujet étudié à EDF depuis 35 ans



6^{ème} rapport du GIEC, 2022, 2023

1^{er} rapport du GIEC, 1990

1990

Lancement d'un projet R&D sur le changement climatique intégrant le suivi des travaux du GIEC

2003

Canicule

2007

Veille climatique accompagnant les VD

2019

Prise en compte d'aléas décennaux dans la démonstration de sûreté à partir de VD4-900

2021

Valérie Masson Delmotte et Christophe Cassou sont membres du conseil des parties prenantes EDF déploiement de CEMA par la DPNT

1997

1^{ère} études d'impacts du changement climatique sur les débits et températures d'eau des cours d'eau

2004

Plan « Grands Chauds » à l'intégration du changement climatique dans la démonstration de sûreté

2012

Approche « Noyau Dur »

2020

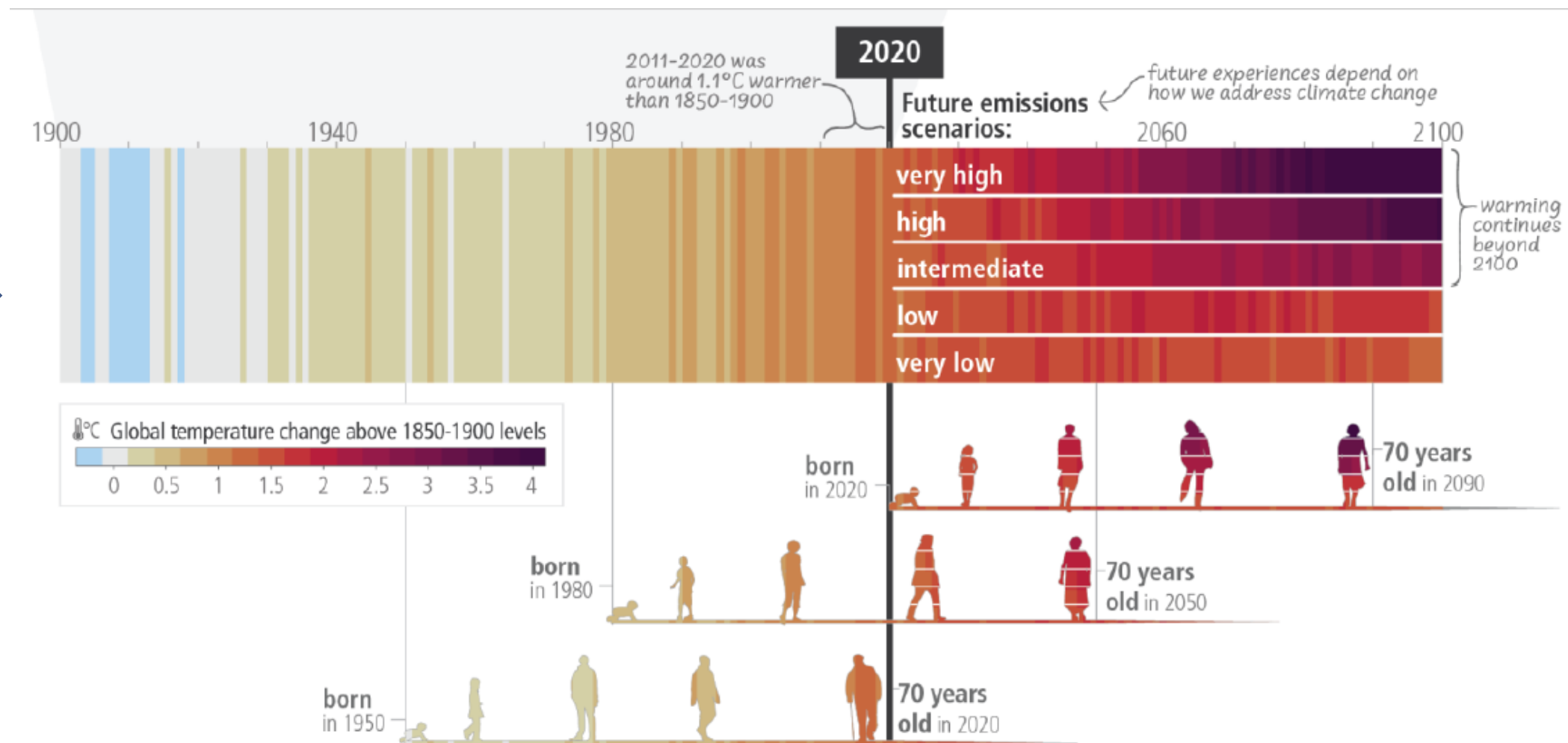
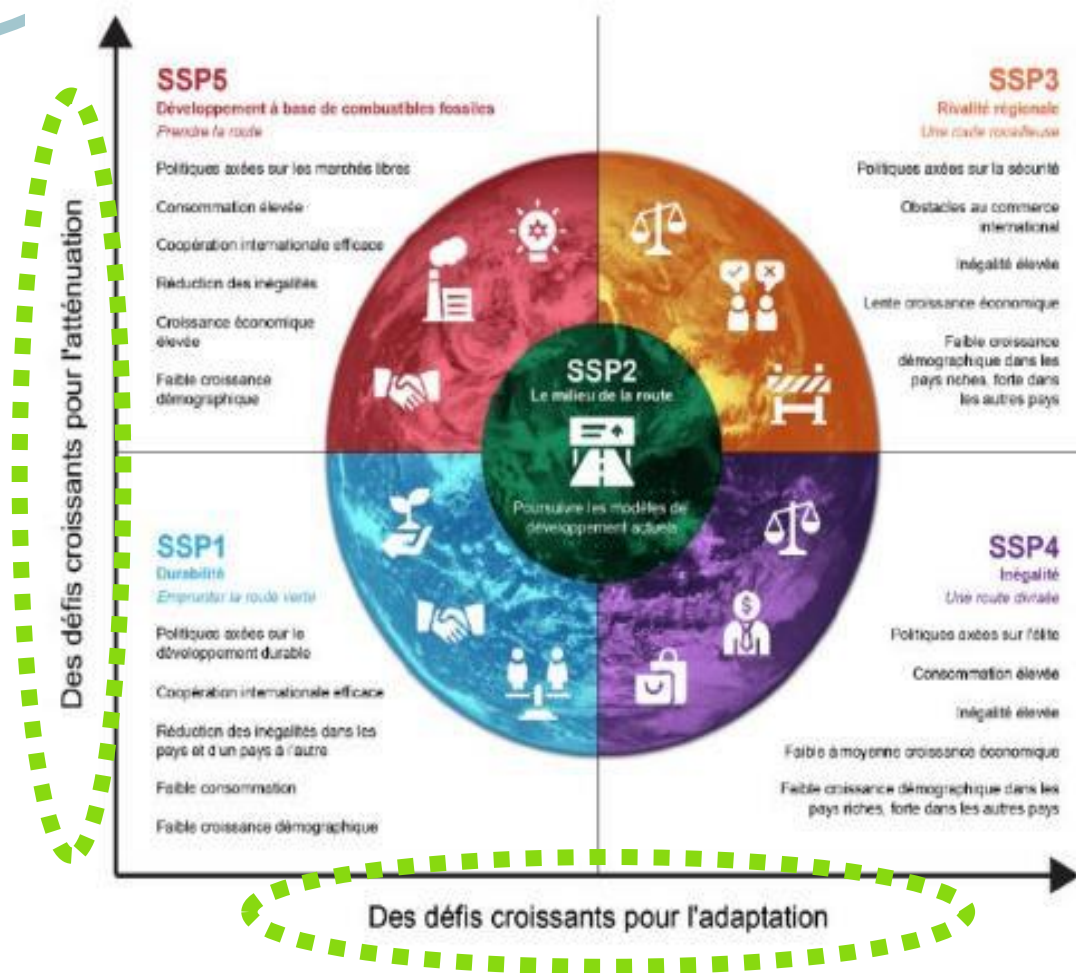
Démarche d'adaptation au changement climatique pour toutes les entités du Groupe EDF

2022

Sécheresse en France qui conduira au Plan eau gouvernemental en 2023
Travaux sur la durée de fonctionnement



LE GRAND DEFI : ANTICIPER LE MONDE DE DEMAIN



Nous sommes dans une dérive climatique, sans retour possible à la normale et non dans une crise climatique. Les futurs possibles sont totalement liés à notre volonté d'agir :

ATTENUATION et ADAPTATION

LA TRACC : TRAJECTOIRE DE REFERENCE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Cadre d'établissement : Plan national au changement climatique PNACC mis en consultation le 25/10/2024

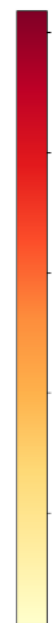
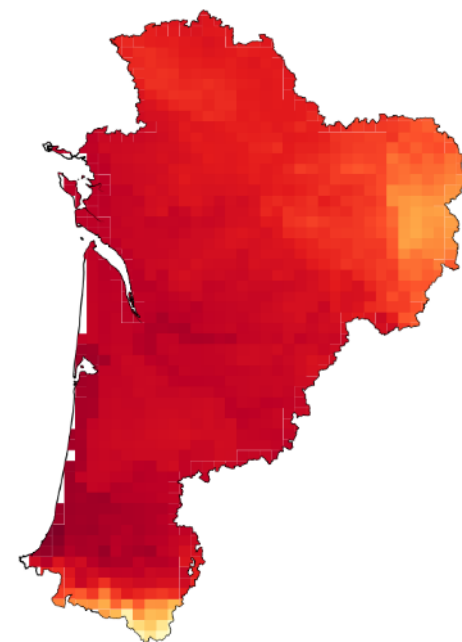
Objectif : Fixer une trajectoire commune de réchauffement, qui permettra de bâtir une stratégie d'adaptation

Déclinaison locale pour la Nouvelle Aquitaine : température d'air moyenne annuelle

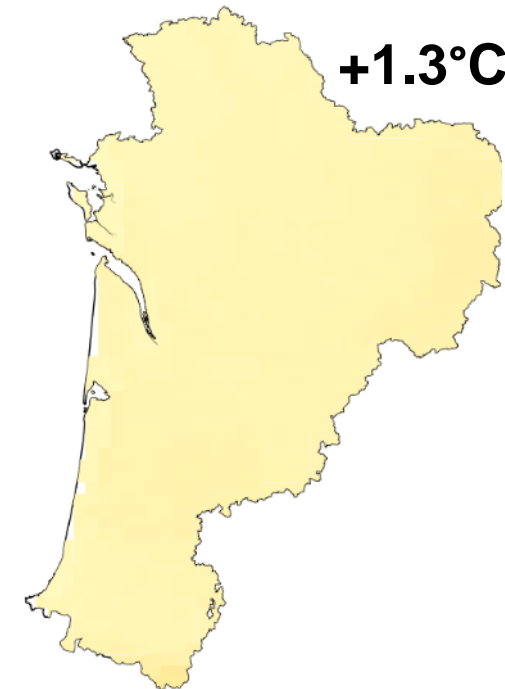
| | | | |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| Monde (pré-industriel) | + 1,5 °C | + 2,0 °C | + 3,0 °C |
| Fr-Hex (pré-industriel) | + 2,0 °C | + 2,7 °C | + 4,0 °C |
| Fr-Hex (ref 1976-2005) | + 1,4 °C | + 2,1 °C | + 3,4 °C |

Tableau 2. Lignes 1 : niveaux de réchauffement planétaire par rapport à la période pré-industrielle 1850-1900. Lignes 2 et 3 : niveaux de réchauffement correspondants sur la France hexagonale par rapport à la période pré-industrielle et 1976-2005.

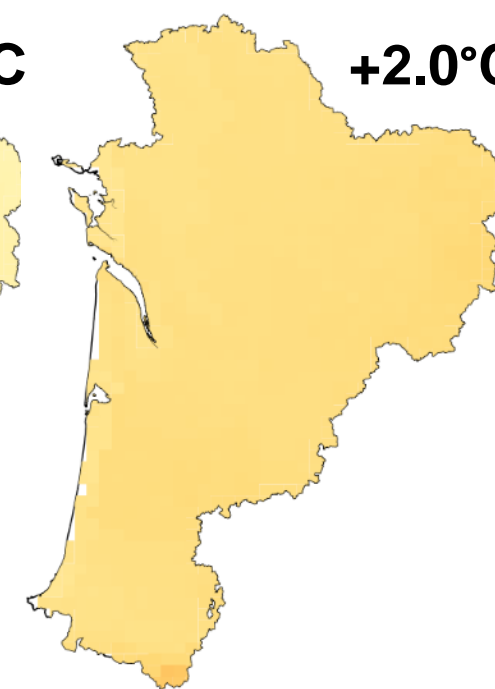
**Période de référence
CMIP5 : 1976-2005**



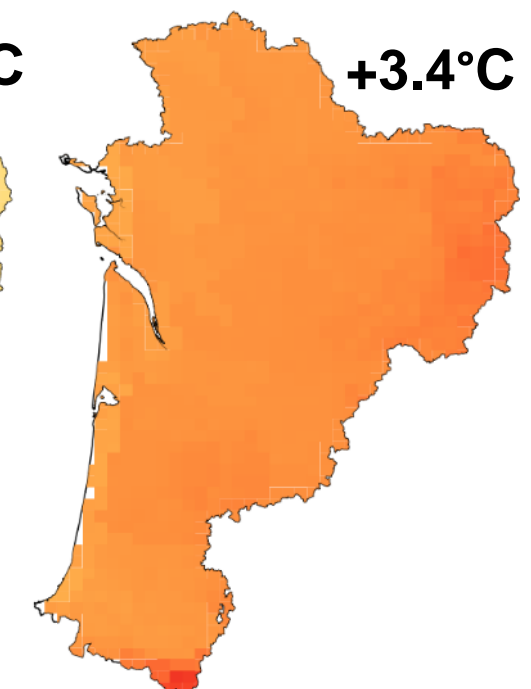
Court terme



Moyen terme



Long terme



SERVICE CLIMATIQUE EDF : TEMPERATURES MOYENNES ANNUELLES



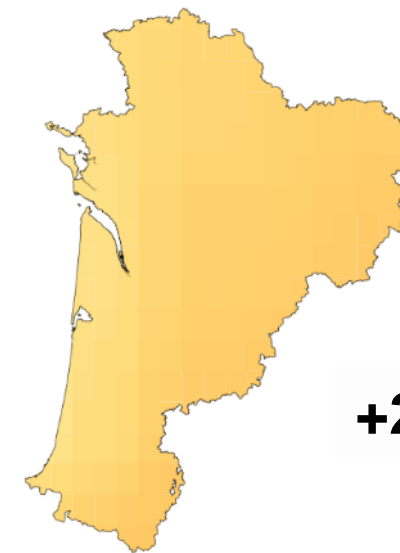
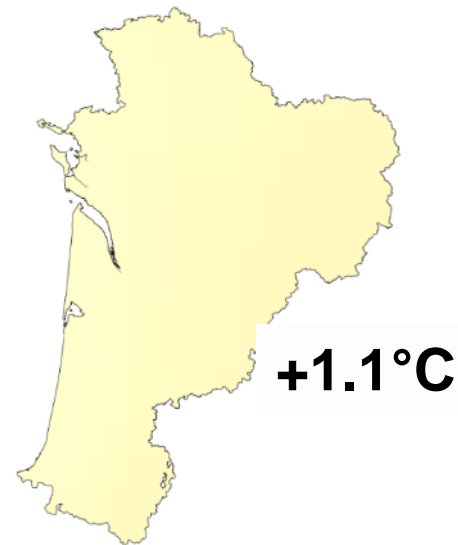
➤ Réchauffement à court et long-terme (CMIP6)
Températures d'air moyennes annuelles

Court terme
(2026-2045)

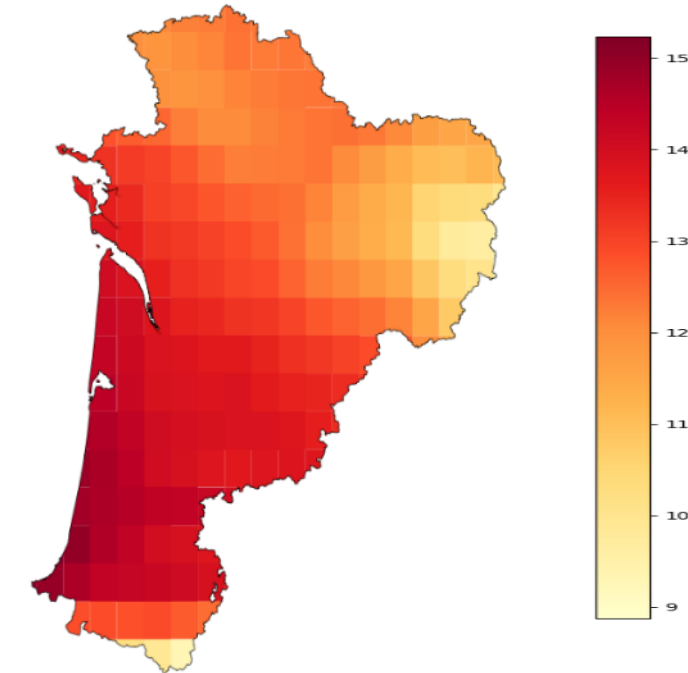
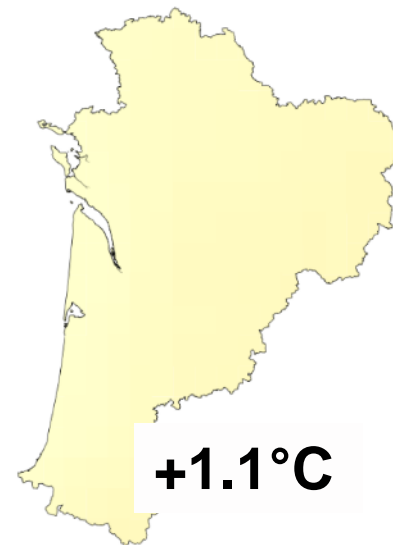
Moyen terme
(2041-2060)

Long terme
(2080-2099)

SSP2-4.5



SSP3-7.0



En 1995-2014, on constate déjà un réchauffement de +0,5°C par rapport à 1976-2005 en Nouvelle Aquitaine en moyenne annuelle

Rappel TRACC en Nouvelle Aquitaine en tenant compte du +0.5°C déjà observé entre les deux périodes de référence :
Court terme : **+ 0.8°C** en 2030 par rapport à 1995-2014

Moyen terme : **+ 1.5°C** en 2050 par rapport à 1995-2014

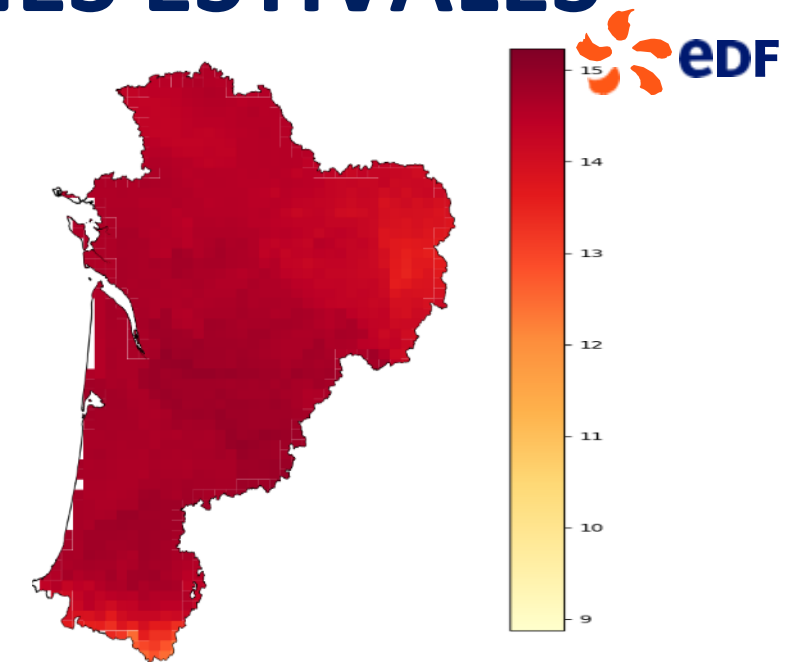
Long terme : **+ 2.9°C** en 2090 par rapport à 1995-2014

Période de référence 1995-2014

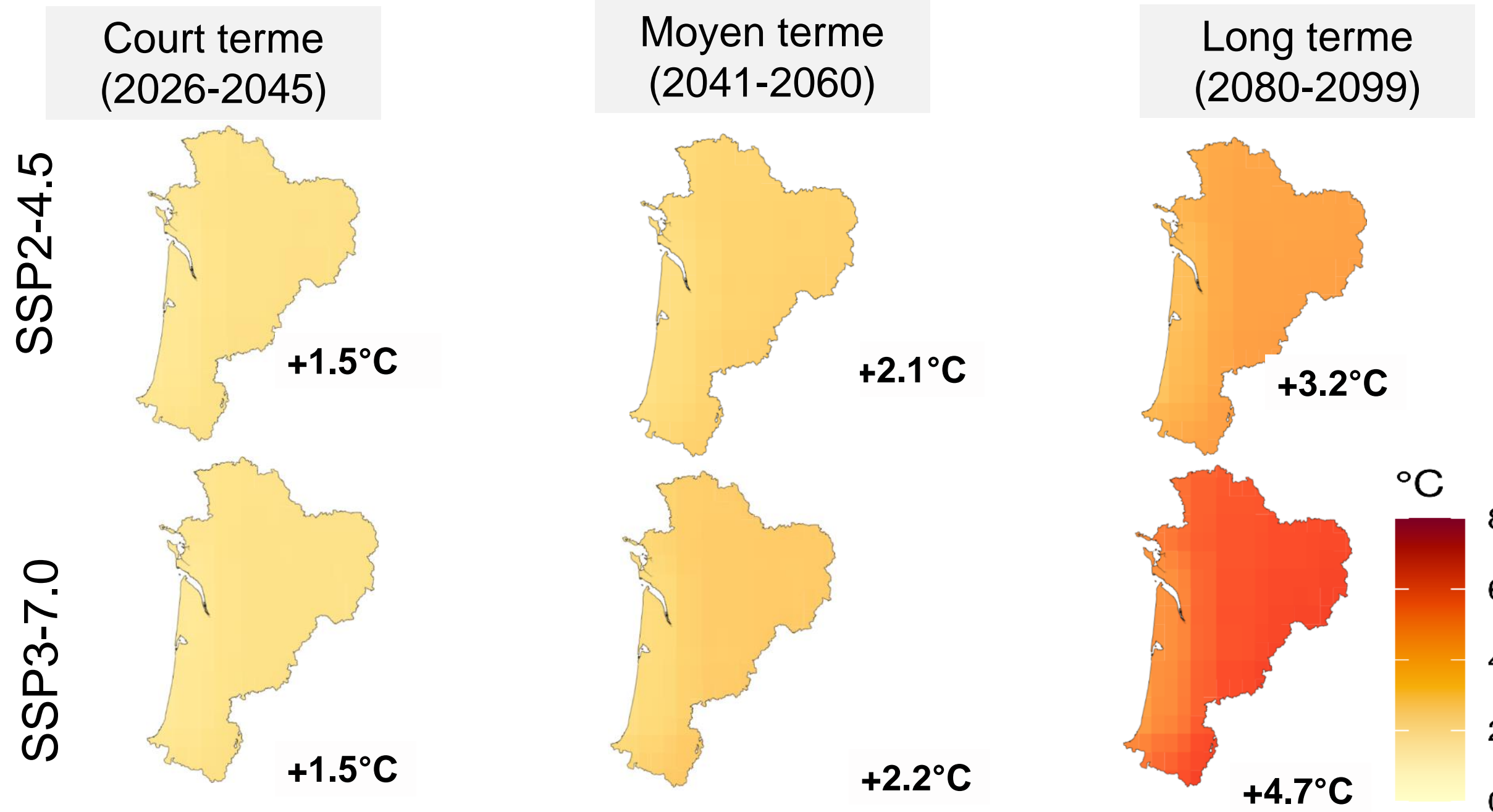


SERVICE CLIMATIQUE EDF : TEMPERATURES MOYENNES ESTIVALES

➤ Réchauffement à court et long-terme (CMIP6)
Températures d'air moyennes estivales



En 1995-2014, on constate déjà un réchauffement de $+0,5^{\circ}\text{C}$ par rapport à 1976-2005 en Nouvelle Aquitaine en moyenne estivale



Rappel TRACC en Nouvelle Aquitaine en tenant compte du $+0,5^{\circ}\text{C}$ déjà observé entre les deux périodes de référence :
Court terme : $+ 0,9^{\circ}\text{C}$ en 2030 par rapport à 1995-2014

Moyen terme : $+ 1,8^{\circ}\text{C}$ en 2050 par rapport à 1995-2014

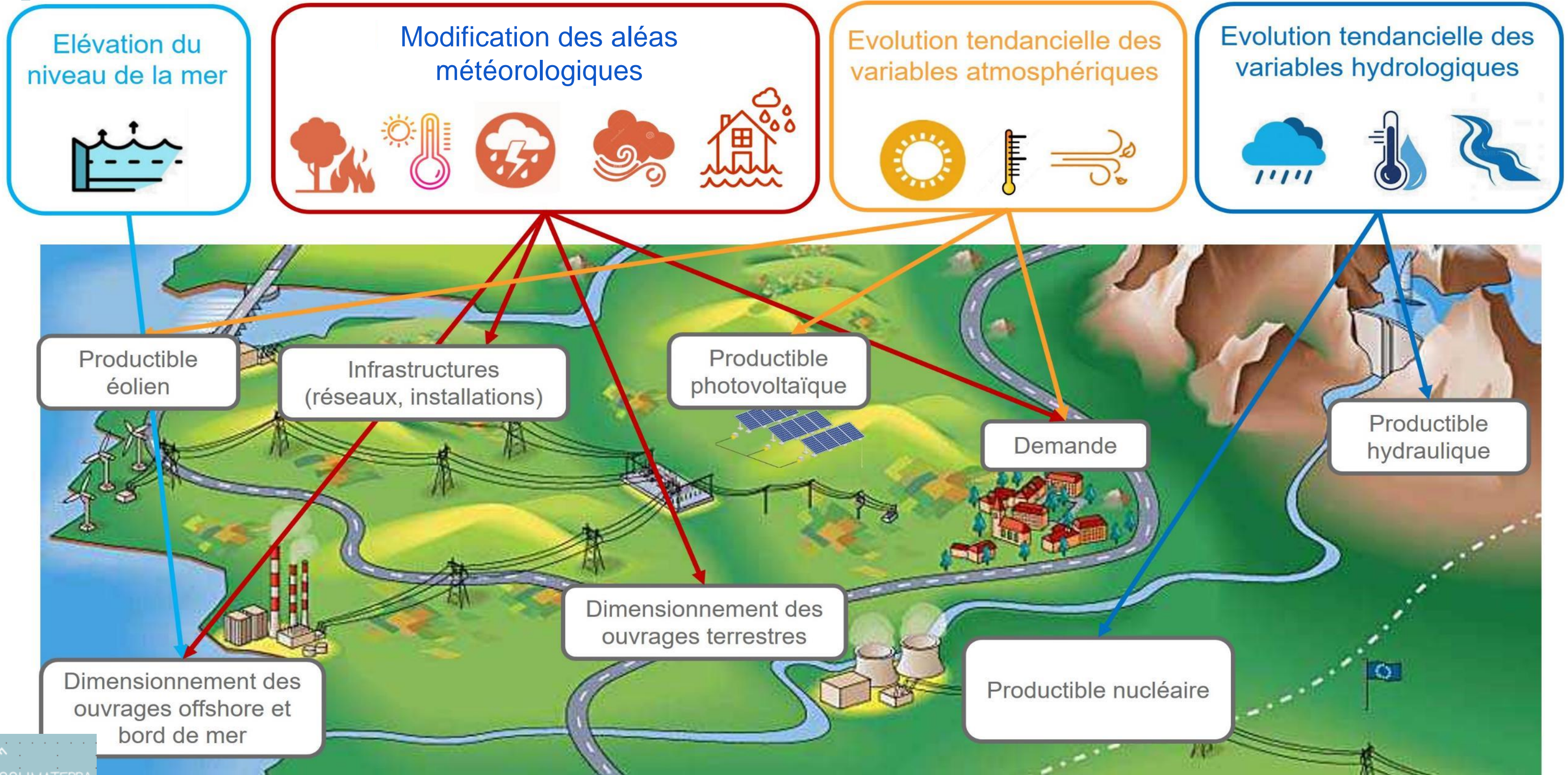
Long terme : $+ 3,4^{\circ}\text{C}$ en 2090 par rapport à 1995-2014

Période de référence 1995-2014

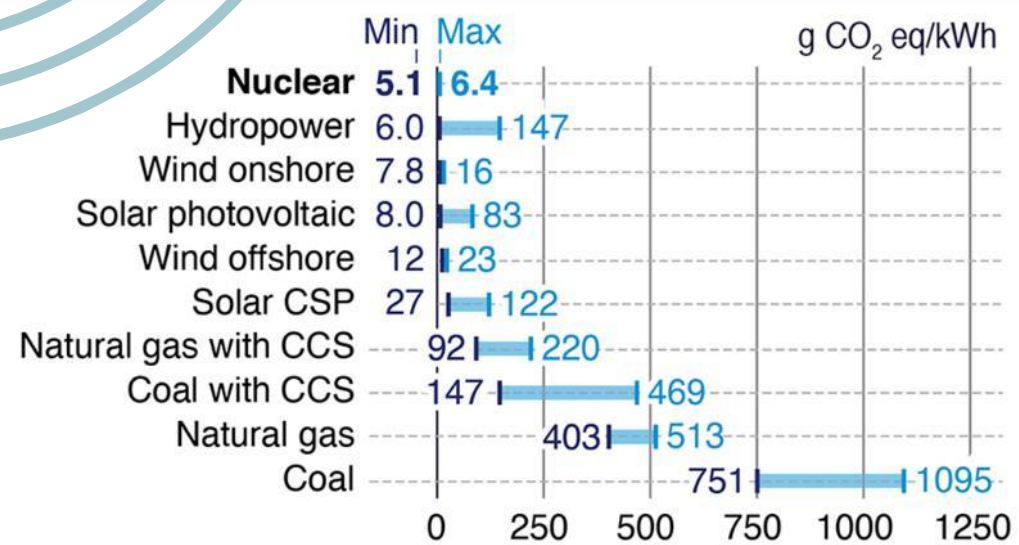
Et le nucléaire dans tout cela ?



LA PRODUCTION D'ELECTRICITE DEPEND DE LA METEO ET DU CLIMAT



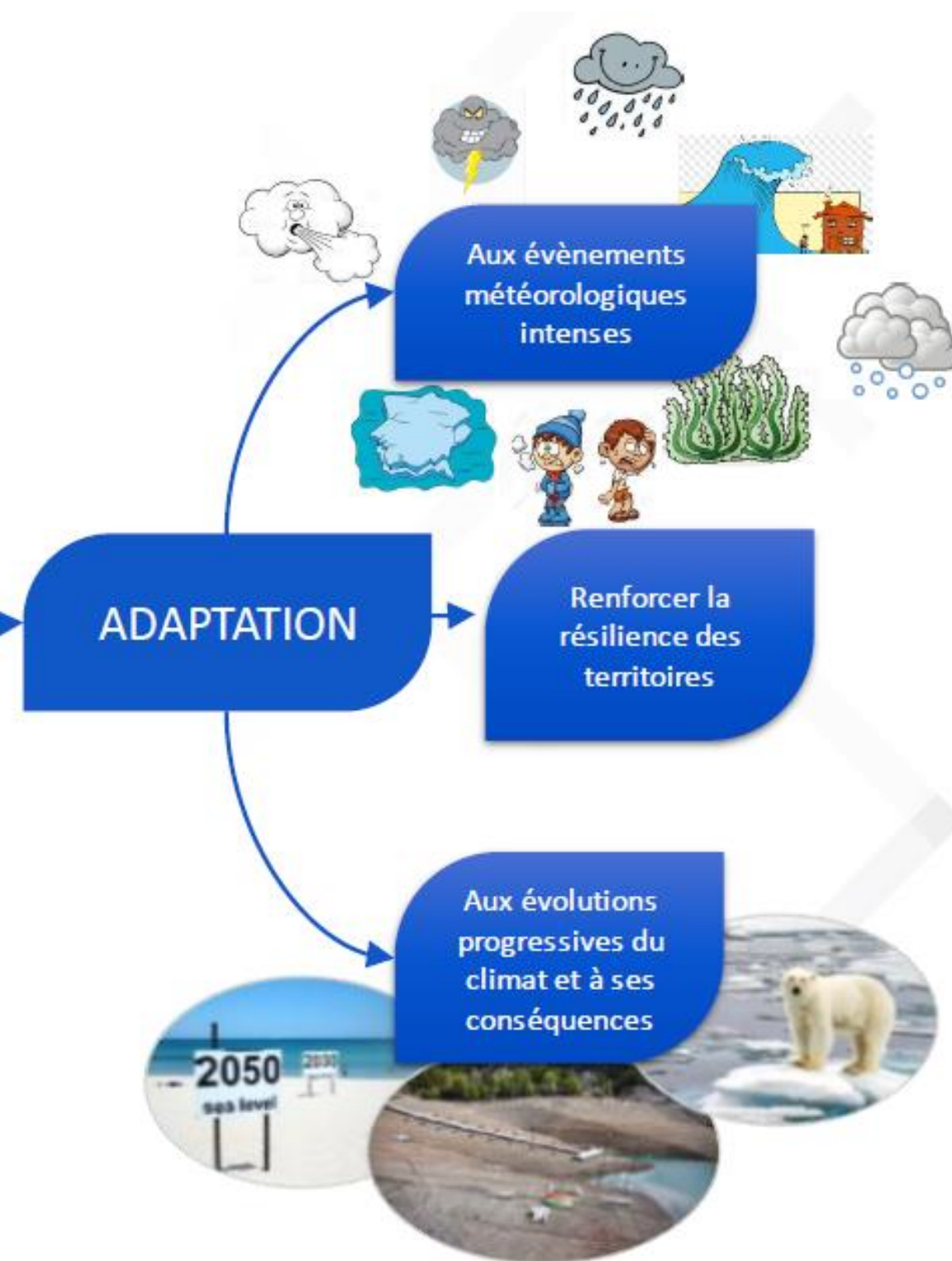
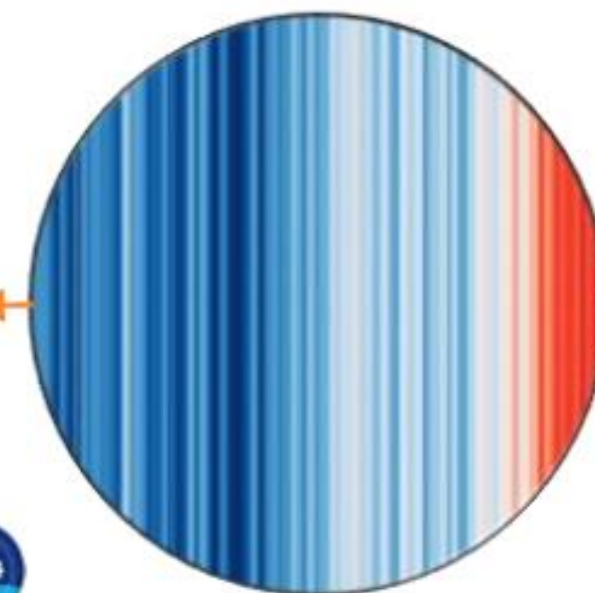
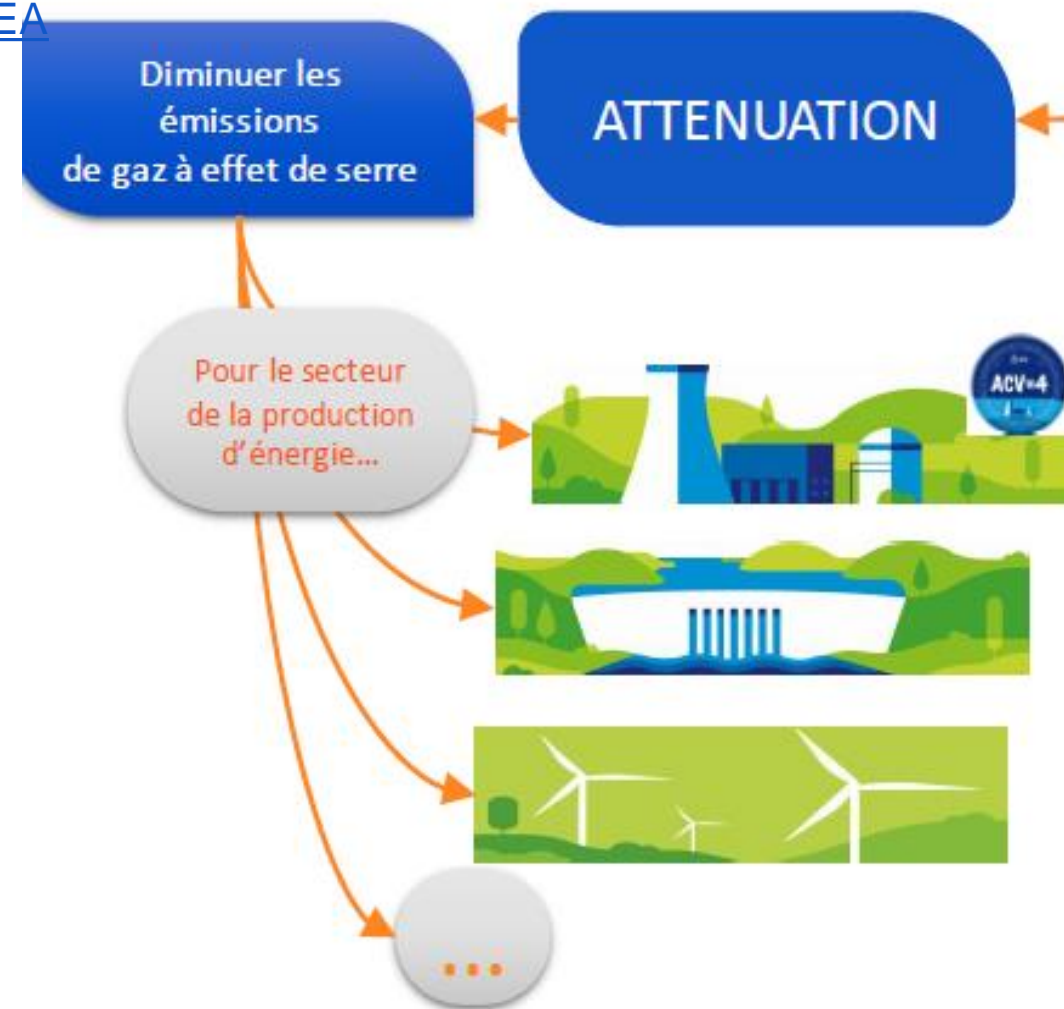
LE NUCLEAIRE FAIT PARTIE DES SOLUTIONS



Source: based on data from UNECE (2022). Note: CSP — concentrated solar power; CCS — carbon capture and storage.



Source : [Changements climatiques et énergie nucléaire 2022 | AIEA](#)



LE NUCLEAIRE, UNE ADAPTABILITE CONCRETE ET REALISTE

Effets du Changement Climatique

Augmentation de la température moyenne (air/eau)

Baisse de la ressource en eau

Augmentation du niveau marin

...

Technologies Industrielles permettant l'adaptation

↑ du facteur de concentration dans les aéroréfrigérants

Réutilisation des eaux « usées »

Aéroréfrigérants économes en eau

Aéroréfrigérants de purge

Brumisation d'eau

Augmentation des capacités de refroidissement (échangeurs, groupes froids, ...)

Rehaussement de digues

...

Exemples de centrales de production d'électricité faisant face à des conditions climatiques sévères et/ou utilisant ces technologies



BARAKAH (EAU)
Chaleur (Tmax ~50°C + humidité), ...



PALO VERDE (USA, Arizona)
Canicule (Tmax ~ 50°C)
Sécheresse, ...



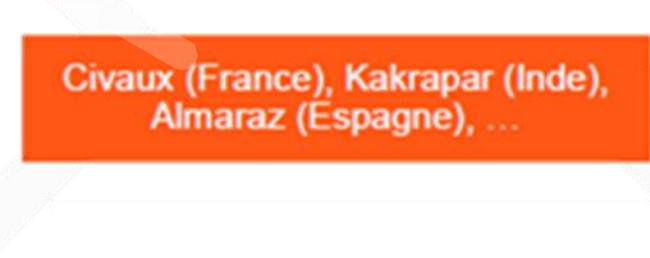
KENDALL (Afrique du Sud)
Sécheresse, chaleur, ...



NECKARWESTHEIM (Allemagne)
Effacement de panache



TAISHAN (Chine)
Température d'eau élevée, ...



Civaux (France), Kakrapar (Inde), Almaraz (Espagne), ...



Le plan d'adaptation EDF

Direction de la Production Nucléaire et Thermique



ADAPT : LA DEMARCHE D'ADAPTATION DE LA DPNT



Imaginer les futurs
pour décider dans l'incertain

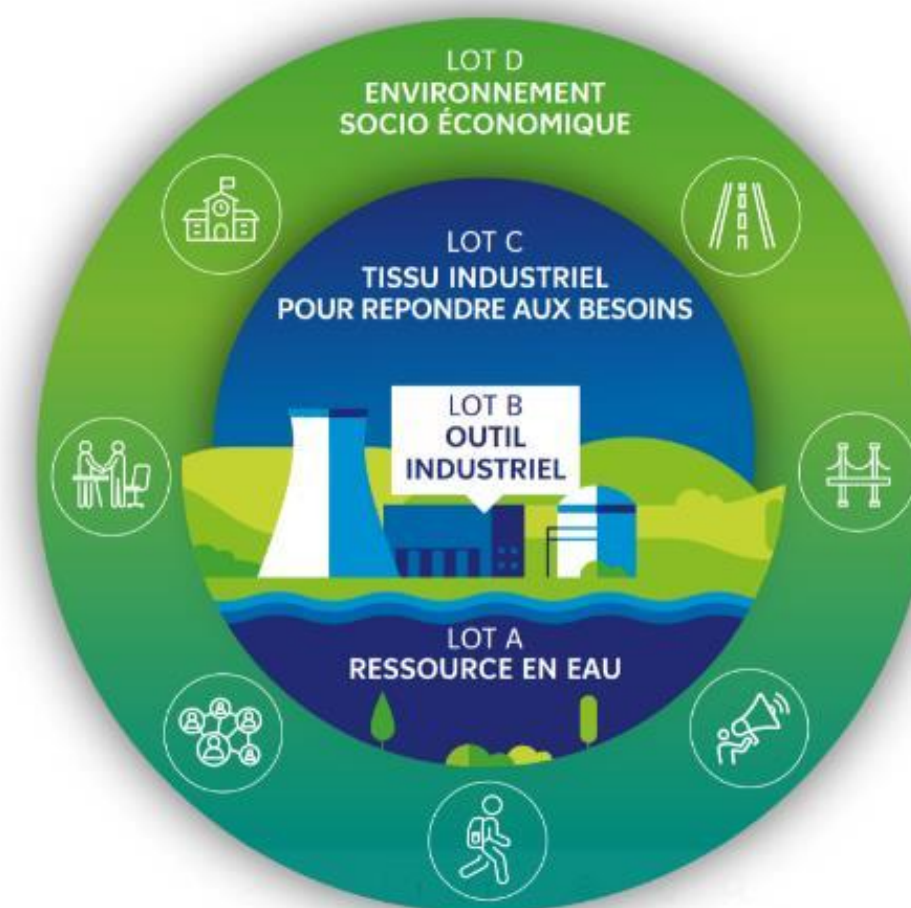


Objectif général : aller au-delà du travail d'ingénierie pour tenir compte du caractère évolutif et systémique du changement climatique

COMPRENDRE l'intensité du réchauffement, ses conséquences (montée des eaux, acidification des océans...), les points de bascules climatiques, les phénomènes extrêmes

EVALUER les impacts du changement climatique sur l'habitabilité des territoires : ressources en eau, outils industriels de production d'électricité, tissu industriel local, environnement socioéconomique...

MOBILISER & AGIR face au défi climatique, changer de paradigme et (re)penser le futur pour orienter l'action vers un futur souhaitable



DE LA SURETE A L'HABITABILITE DES TERRITOIRES



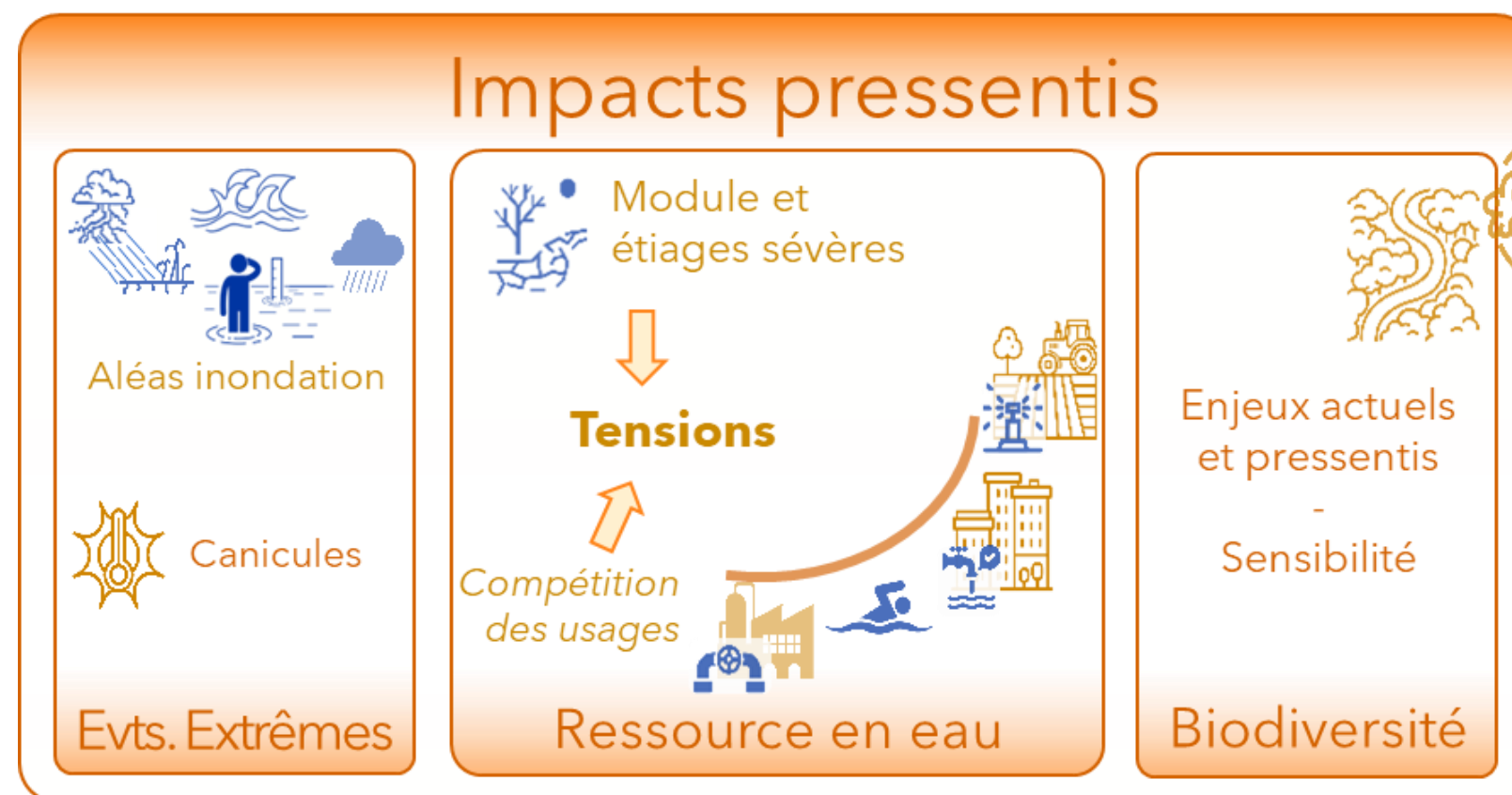
- Des **solutions systémiques** pour résoudre des **problèmes systémiques**
- L'adaptation se construit à la fois à partir de **solutions techniques** et de **solutions fondées sur la nature**
- L'adaptation des **territoires d'ancrage** d'EDF est essentielle pour la performance opérationnelle du Groupe



COMPRENDRE, UN PROGRAMME DE R&D AMBITIEUX



- Programme commun pour l'adaptation au changement climatique des centrales de production
 - **Nucléaire**
 - **Thermique**
 - **Hydraulique**
- Etudes des climats futurs sur chaque site de production
- Biodiversité
- Compensation carbone
- Allocation de la ressource en eau
- Prévisions mensuelles, saisonnières
- Sobriété en eau
- Réutilisation de l'eau



DES COMPETENCES INTERNES SUR LE CLIMAT



VEILLER

ANTICIPER

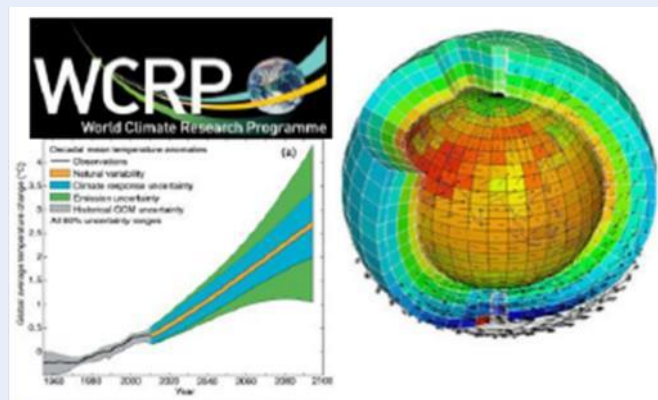
(RE)EVALUER

DEVELOPPER

AGIR / S'ADAPTER

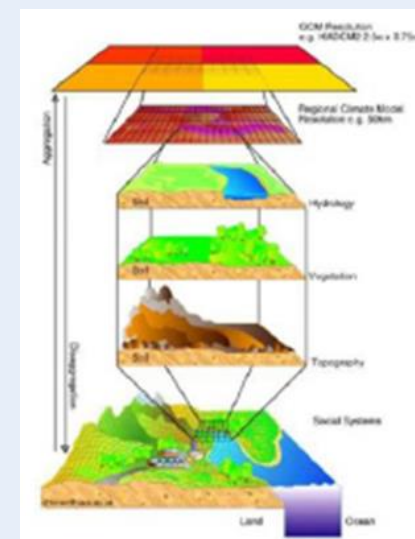
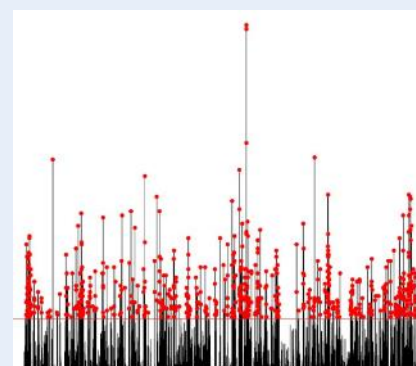
DONNÉES

- Données climatiques passées
- Observations
- Prévisions météorologiques (Météo-France / CEPMMT)
- Projections climatiques (CMIP5/6, Euro-CORDEX, ...)



OUTILS / MÉTHODES

- Référentiels
- Générateurs d'extrêmes
- Descente d'échelle
- Etudes d'impact



EXPERTISE

- Contributions académiques
- Adaptation aux infrastructures EDF
- Usage pertinent des données
- Partenariats académiques : CERFACS, Météo-France, IPSL, BRGM, INRAE...



SERVICE CLIMATIQUE D'EDF – DEPUIS 2014

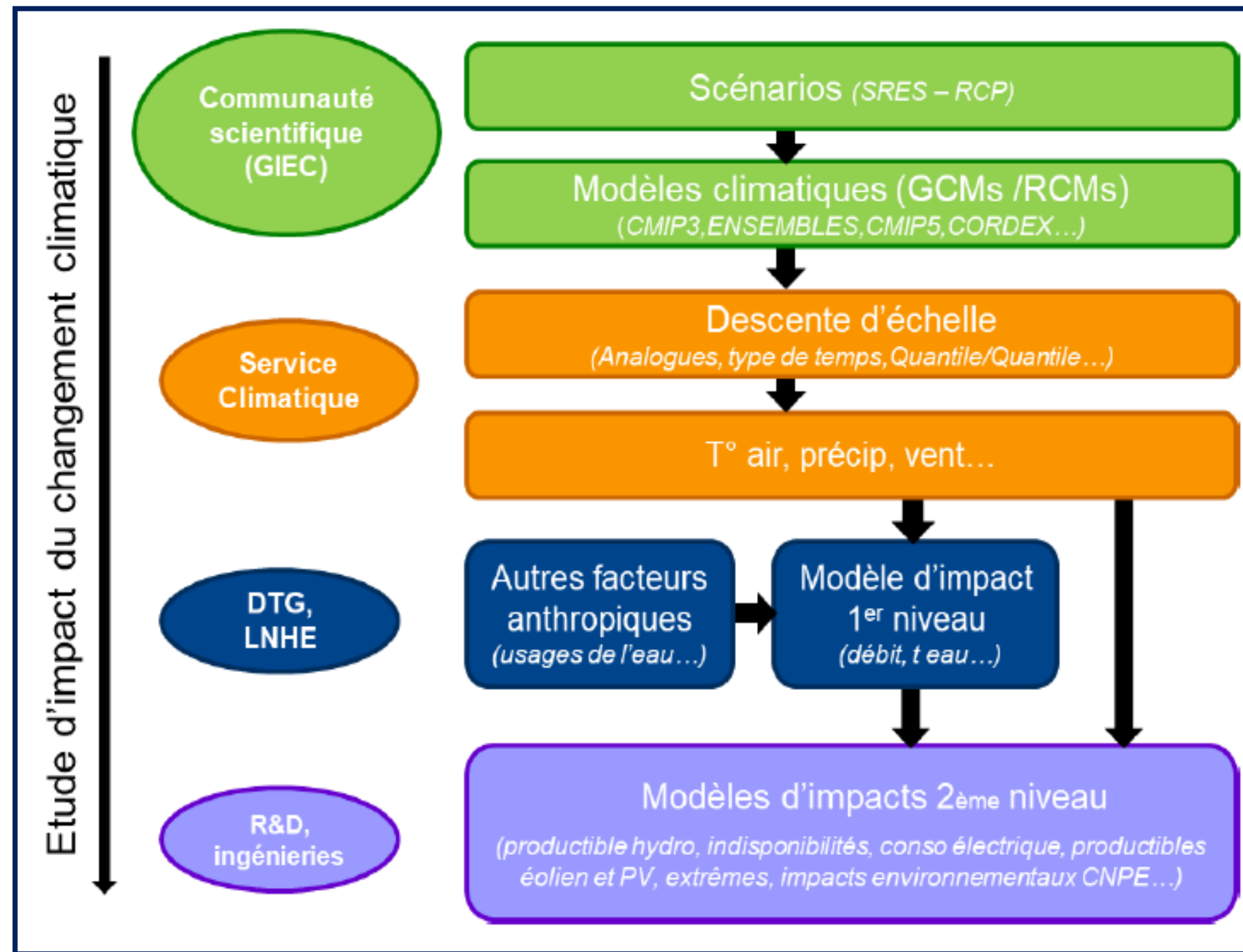
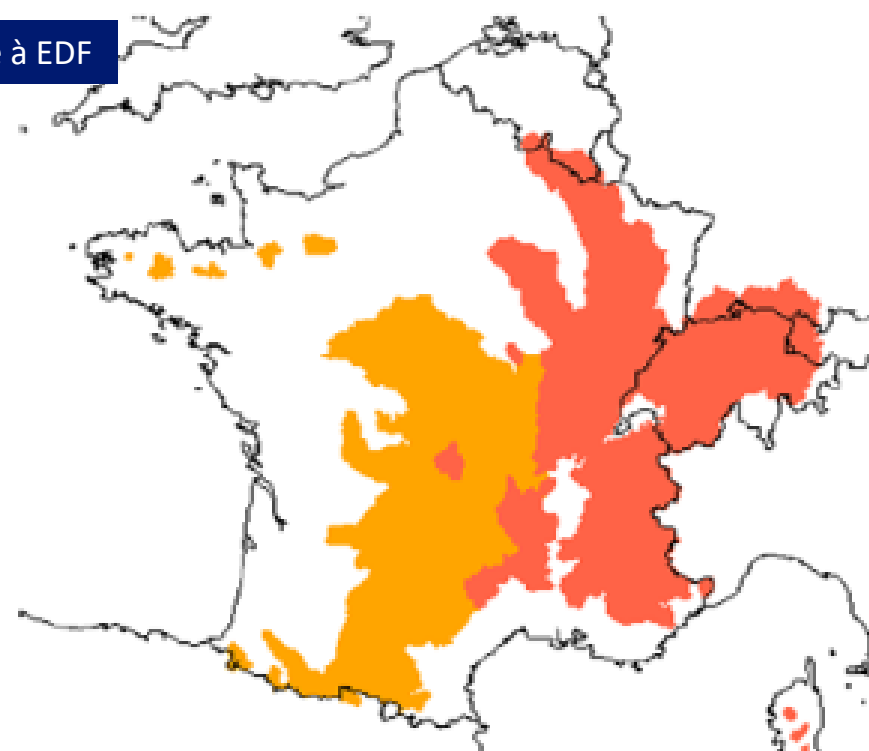
L'ÉVALUATION DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE A EDF



Les centrales nucléaires en France

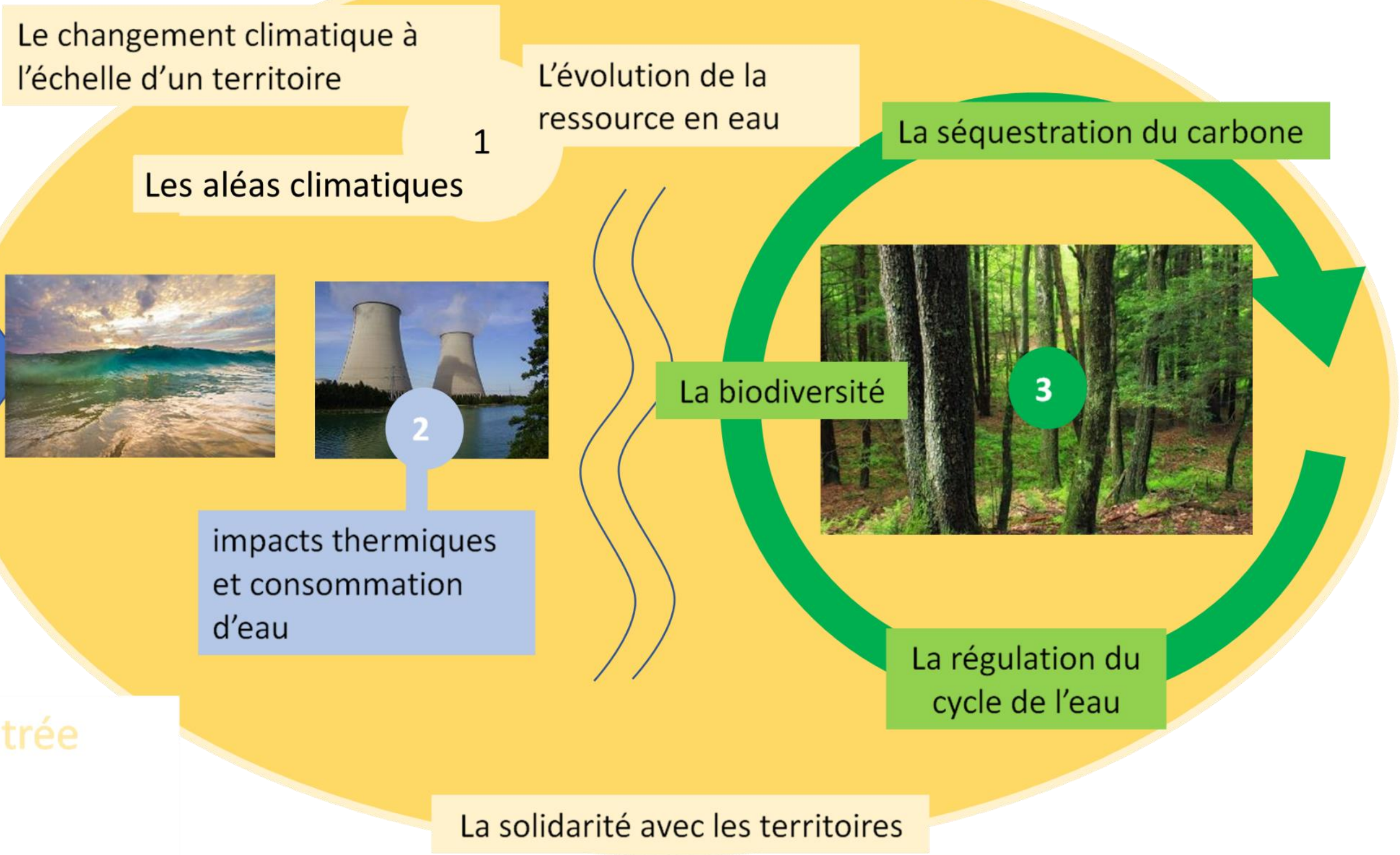


La modélisation hydrologique à EDF



LA RESILIENCE ENVIRONNEMENTALE

Comprendre
Evaluer
Mobiliser
Agir

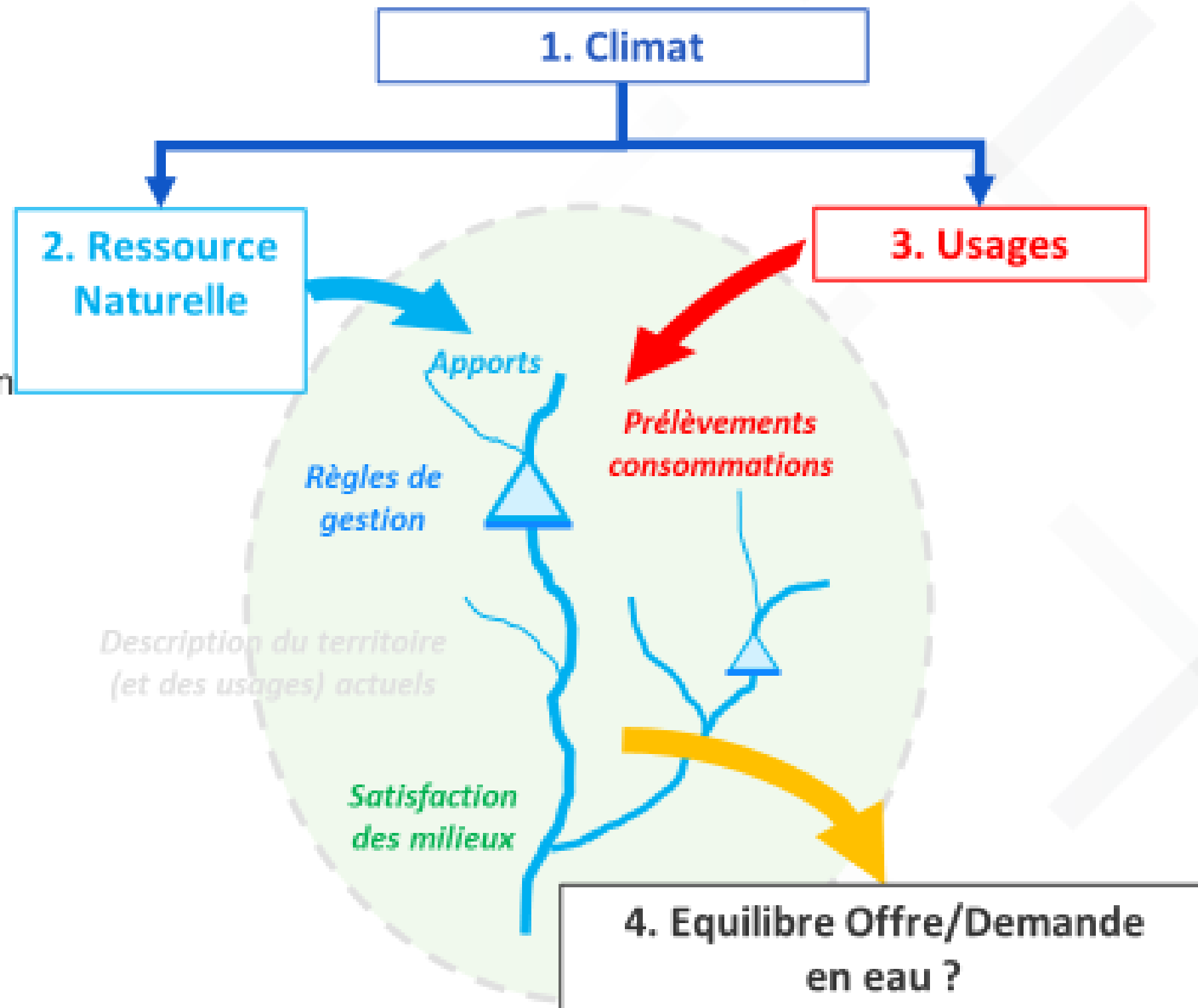


- 1 : Les données d'entrée
- 2 : Les installations
- 3 : les écosystèmes



EVALUER LA RESSOURCE EN EAU, DEMARCHE DES JUMEAUX NUMERIQUES DE BASSINS VERSANTS

- **Objectifs :** mettre en place une maquette numérique des processus naturels ou anthropiques qui composent le cycle de l'eau à l'échelle du bassin versant de la Loire, (démarche 'Jumeau numérique de bassin versant').
- Cette maquette doit proposer une représentation en **climat futur :**
 - de la disponibilité de la ressource naturelle
 - de la pression des usages
 - des équilibres entre offre et demande en eau
 - de la performance des dispositifs de gestion
- La démarche de modalisation s'inspire en grand partie de travaux antérieurs sur la ressource en eau
 - Imagine2030, R²D², ...



Exemple des ripisylves pour limiter l'échauffement des rivières

Golfech : test sur les affluents secondaires de la Garonne pour limiter l'échauffement thermique

Enjeux biodiversité : création de zones refuge locales pour gain de biodiversité & stabilisation des berges



PROGRAMME DE RECHERCHE THERMIE-HYDROBIOLOGIE



OBJECTIFS

- 1) Caractériser quantitativement les réponses de la biodiversité aquatique à une modification de la température de l'eau
- 2) Evaluer la contribution respective du changement global et des rejets thermiques des CNPE dans les évolutions biotiques observées dans les grands fleuves français
- 3) Fournir de nouveaux éléments scientifiques qui permettront, en tant que de besoin, d'alimenter de manière objective les réflexions en cas de situation climatique exceptionnelle



Loire



Rhône



Seine



Meuse



Garonne



PROGRAMME DE RECHERCHE THERMIE-HYDROBIOLOGIE

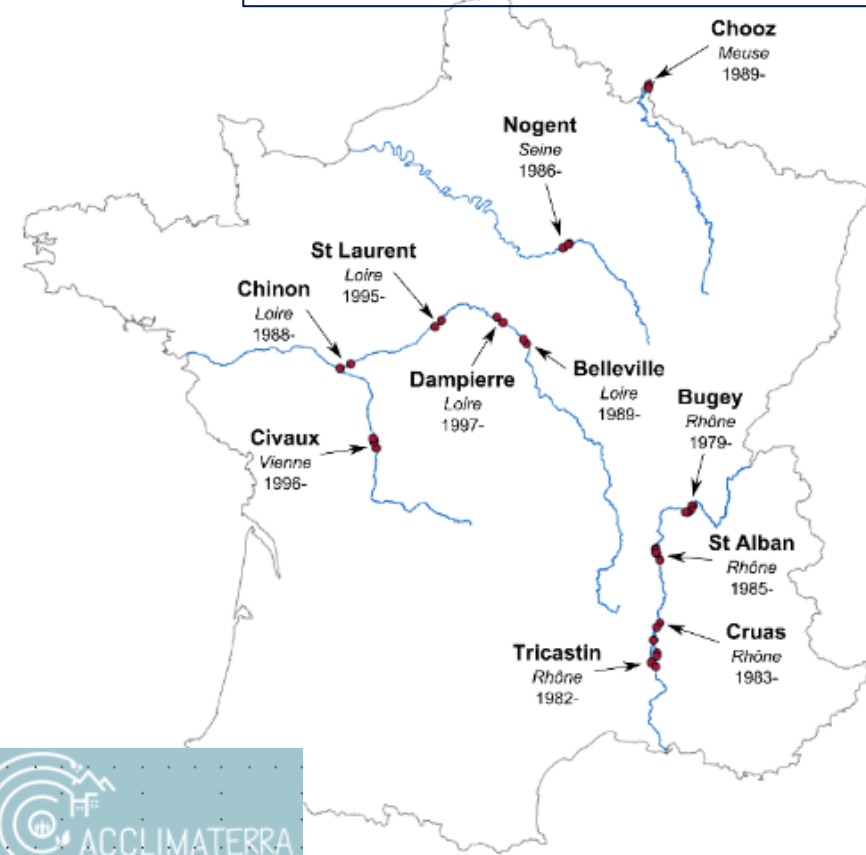


Exemple d'une des 11 actions du programme Thermie-Hydrobiologie 2016-2020

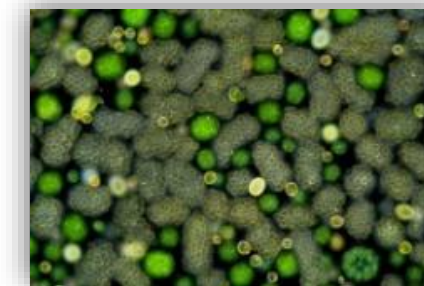
Comment ont évolué les écosystèmes aquatiques des grands fleuves français au cours des quatre dernières décennies ?

Les changements globaux sont les déterminants principaux des évolutions biologiques constatées

Statistiquement pas de différence entre les tendances à l'amont et à l'aval des CNPE
pour les communautés du phytoplancton, d'invertébrés benthiques et de poissons



→ Réponses écologiques à l'effet thermique ajouté des centrales sont généralement ténues et localisées sur quelques km en aval des rejets



Références

- Larroude *et al.* (2013) *Glob. Change Biol.*
- Floury *et al.* (2013) *Glob. Change Biol.*
- Maire *et al.* (2019) *Freshwater Biology*



AGIR : PRESERVER LA RESSOURC EN EAU



Démarche quantitative

Diagnostiquer : mieux connaître notre empreinte eau

Réduire nos prélèvements et consommations

Développer des technologies en rupture

Démarche qualitative

Co-recycler l'eau et certaines substances chimiques

Optimiser les rejets radioactifs - Recycler, entreposer

Améliorer la surveillance pour réduire les incertitudes



CANICULE VAGUE DE CHALEUR : CONDITIONS DE TRAVAIL DES PERSONNELS EDF ET PRESTATAIRES



Santé

Axes de travail identifiés :

Rafrachissement

Hydratation

EPI

Sensibilisation / information

Traitement des populations itinérantes



60. アッシュグレー

Coopération Human Adaptation Institut et DPNT

Expérimentation de vestes réfrigérées japonaises sur le parc nucléaire français (via entremise Cyclife Japon)

Adaptation des bâtiments industriels et tertiaires sur site



Local serveur informatique (Civaux)



Local CVC bassin aéro SEC (Civaux)

Thermie des bâtiments : amélioration confort d'été (travaux en cours avec la R&D)



LA RESILIENCE DES TERRITOIRES



Travailler sur l'ensemble de l'écosystème territorial



Travailler sur l'adaptation des territoires d'ancrage et leur habitabilité

Le travail s'inscrit dans une posture historique d'EDF dans la consolidation de la connaissance scientifique

Faire bénéficier les territoires d'outils de dimension industrielle pour le développement de la connaissance sur les conditions climatiques futures locales et de leurs implications.

Travailler sur l'adaptation au changement climatique est l'occasion de penser la relation au territoire

Renforcer une vision long terme de la relation au territoire

Le travail vise donc à poser

Un diagnostic local sur les enjeux du dérèglement climatique et la capacité à agir



AGIR A PARTIR DES ALTER EGO

- Aujourd'hui certains territoires connaissent déjà des **conditions semblables à celles que nous connaîtrons en 2050.**
- Favoriser l'**appréhension** des effets systémiques du changement climatique.
- Favorisons le **partage entre acteurs** lors des phases d'élaboration de solutions d'adaptation.

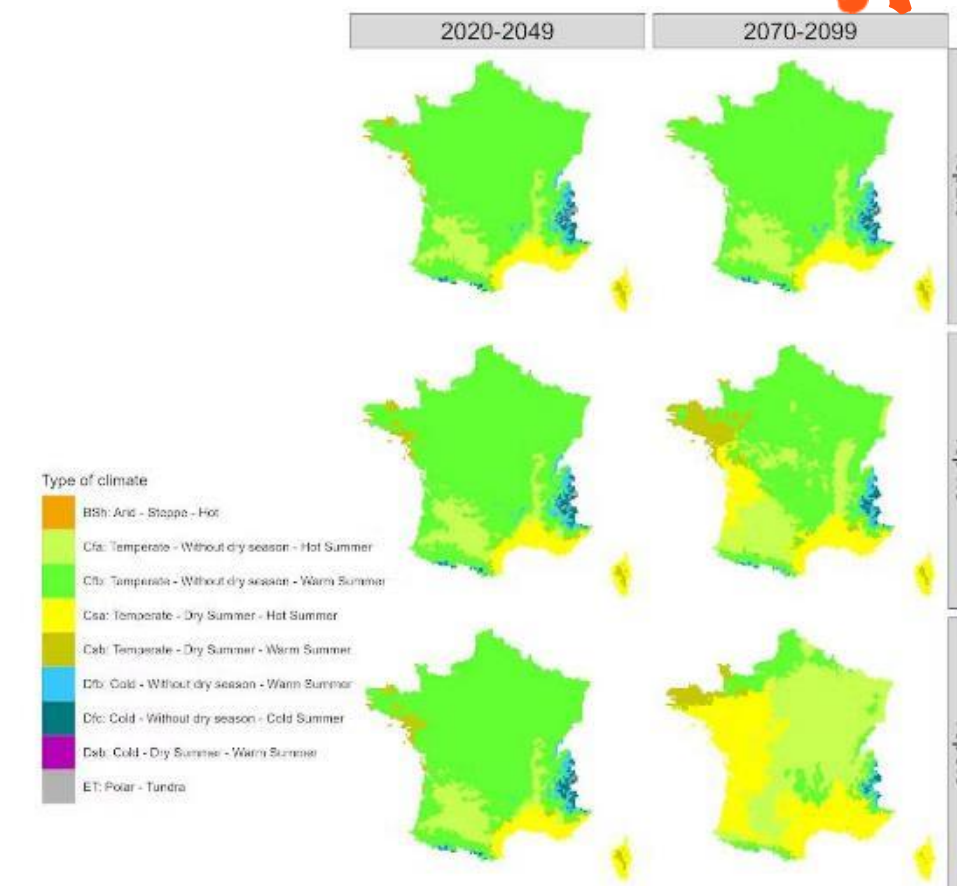
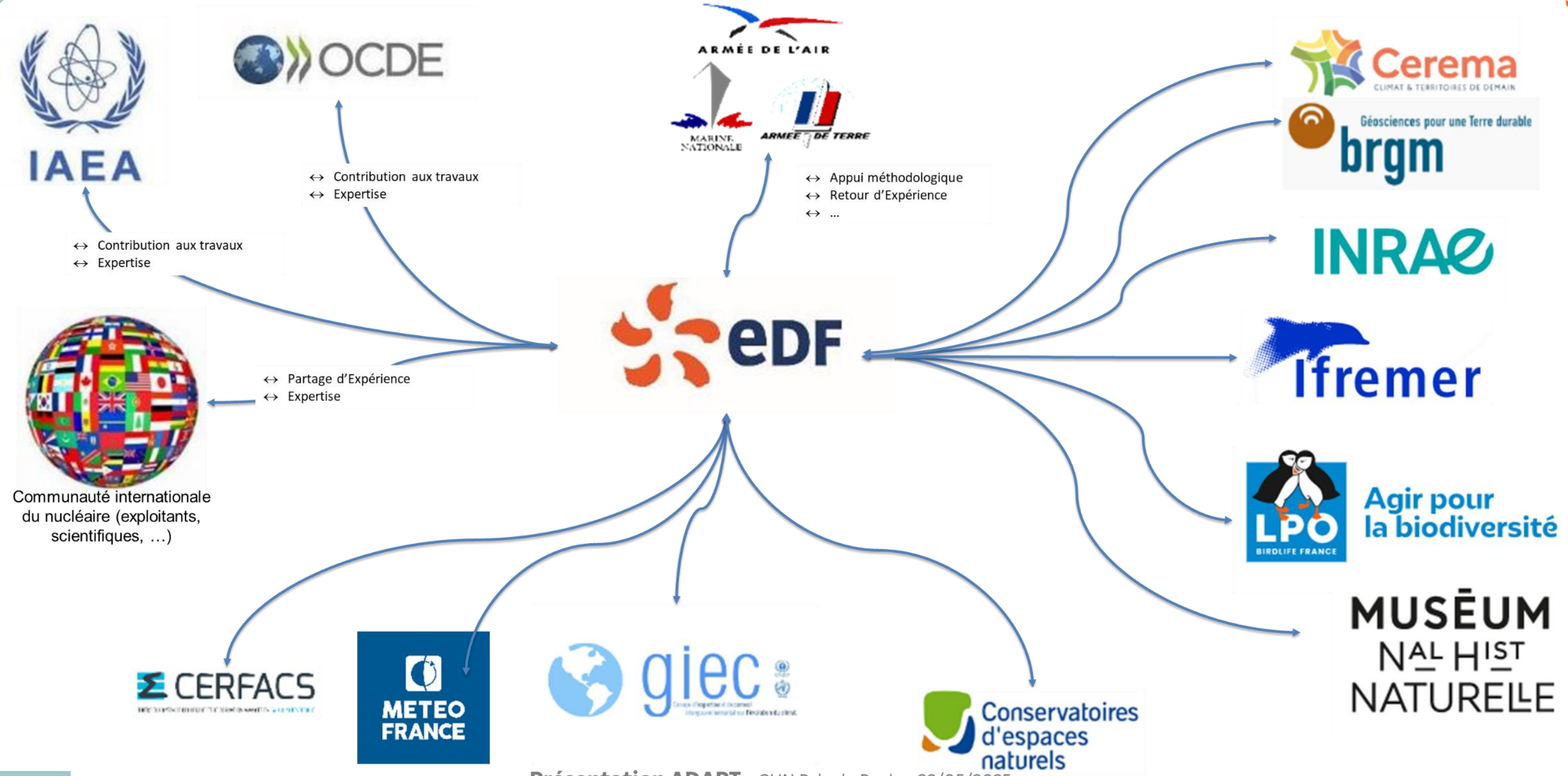


Illustration de villes alter ego 2050 - Source : CNRS

L'ADAPTATION EST POSSIBLE DANS UNE DEMARCHE DE COOPERATION



Présentation ADAPT - CLIN Paluel - Penly - 22/05/2025



Merci de votre attention



Merci à tous·tes !

17, 18 et 19 juin
2025



www.acclimaterra.fr

Suivez-nous sur :



Évènement possible grâce au soutien financier de :

