



*Agen, le 3 juillet 2019*

# Données locales et projections climatiques sur le Sud Ouest de la France

---

**Jean-Michel SOUBEYROUX**

*Météo-France - Direction de la Climatologie et des Services Climatiques*

# Un constat du changement climatique sans équivoque

« L'influence humaine sur le système climatique est claire. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) récentes d'origine anthropique sont les plus élevées de l'histoire.

Le changement climatique a déjà des impacts significatifs et étendus sur les systèmes naturels et humains. »  
source GIEC 2014

## OBSERVATIONS

[http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/index\\_fr.shtml](http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/index_fr.shtml)



**+0,85 °C**

**ENTRE 1880 ET 2012**  
c'est l'augmentation de la température moyenne mondiale (continents et océans).



**+19 cm**

**ENTRE 1901 ET 2010**  
c'est l'élévation du niveau moyen des mers.



**-0,1 unité**

**DEPUIS LE DÉBUT DE L'ÈRE INDUSTRIELLE**  
c'est la diminution du pH des eaux de surface. L'océan se réchauffe, s'acidifie et perd de l'oxygène.



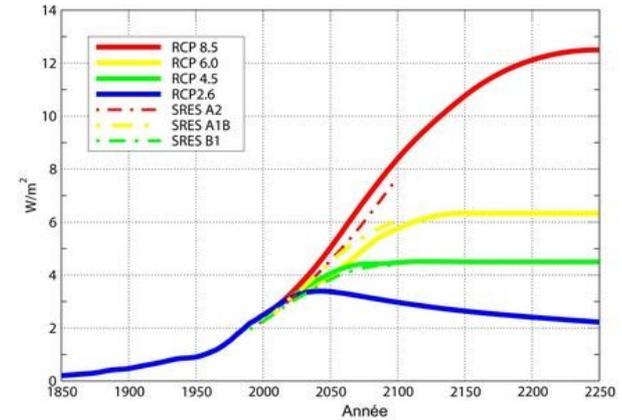
En **10 ans\***

**LES CONCENTRATIONS DE CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O**  
ont atteint des niveaux sans précédent depuis au moins 800 000 ans.  
\* Entre 2000 et 2010

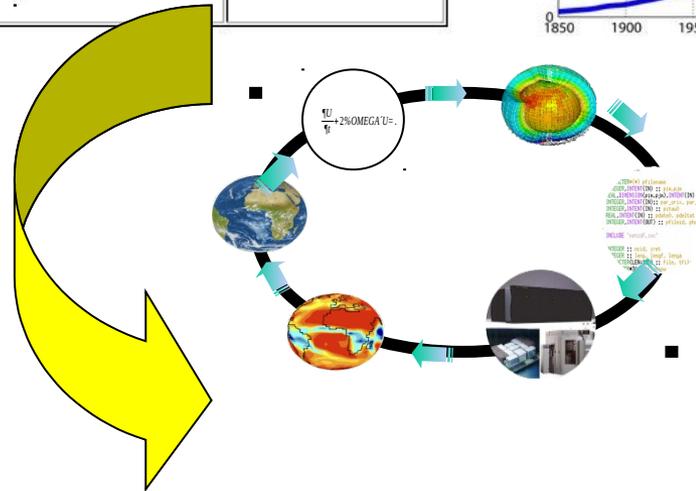
Un diagnostic réaffirmé et précisé dans le rapport spécial GIEC 1.5C de l'automne 2018

# Des scénarios marqueurs du GIEC aux projections climatiques globales

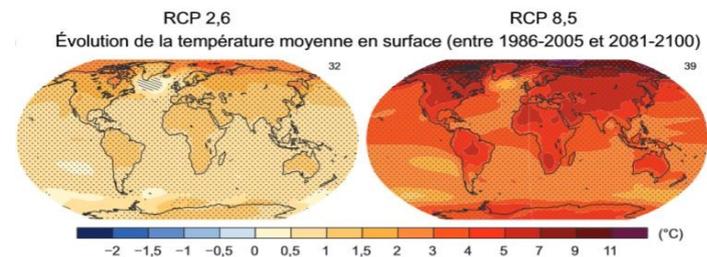
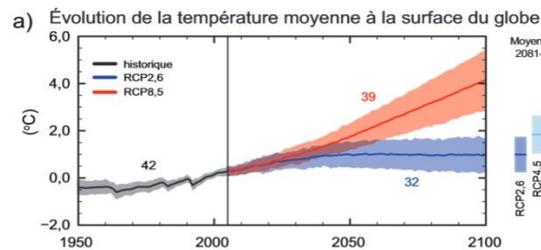
Nom	Forçage radiatif	Concentration (ppm)	Trajectoire
RCP8.5	>8,5W.m <sup>-2</sup> en 2100	>1370 eq-CO <sub>2</sub> en 2100	croissante
RCP6.0	~6W.m <sup>-2</sup> au niveau de stabilisation après 2100	~850 eq-CO <sub>2</sub> au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement
RCP4.5	~4,5W.m <sup>-2</sup> au niveau de stabilisation après 2100	~660 eq-CO <sub>2</sub> au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement
RCP2.6	Pic à ~3W.m <sup>-2</sup> avant 2100 puis déclin	Pic ~490 eq-CO <sub>2</sub> avant 2100 puis déclin	Pic puis déclin



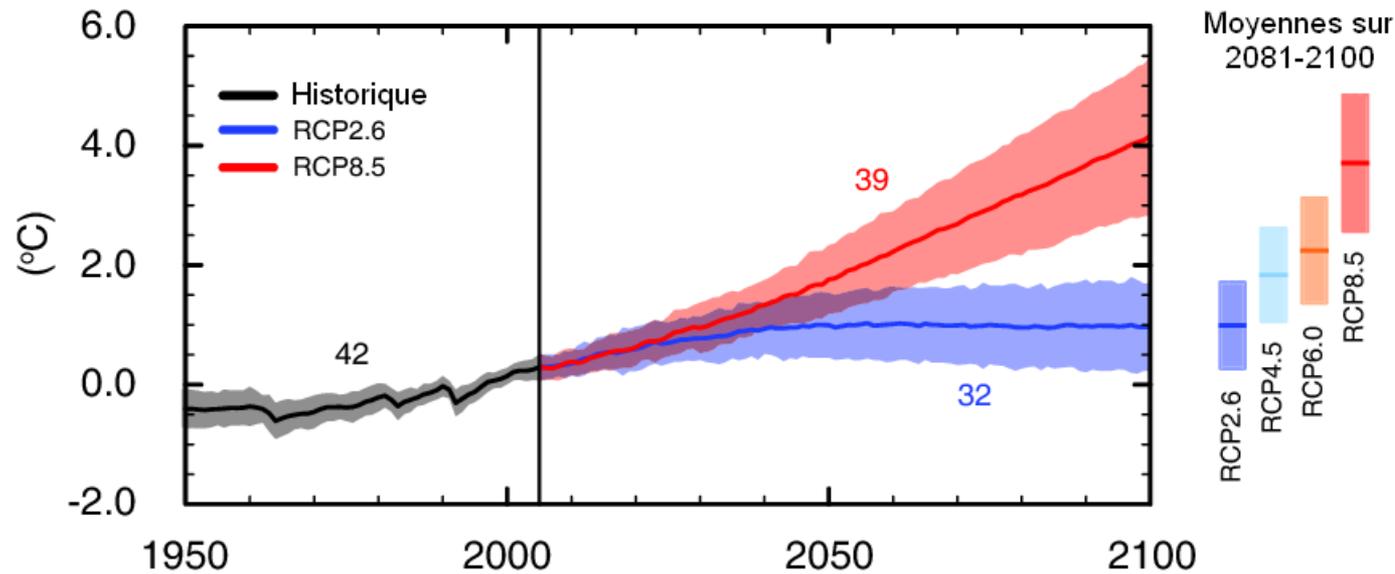
Source : ONEC



(GIEC, 2013)



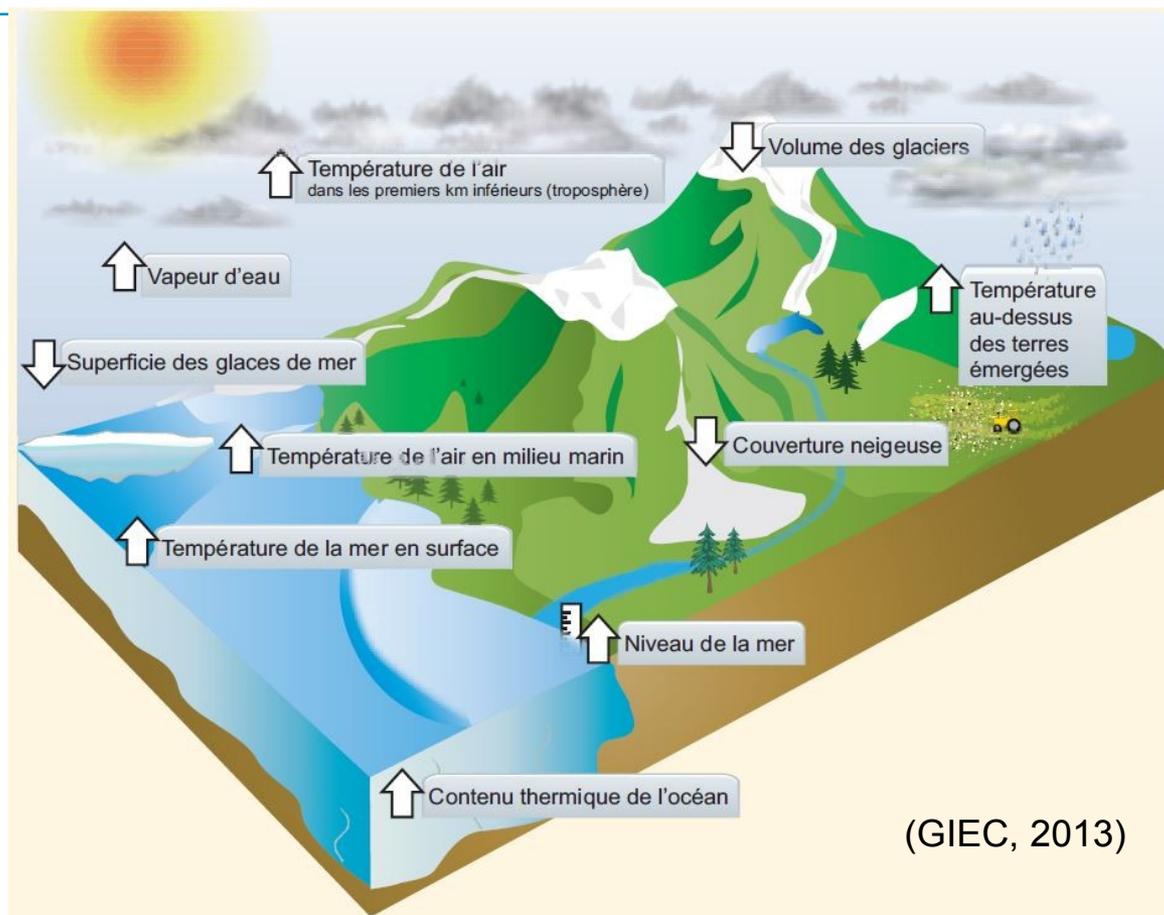
# A l'échelle planétaire, une hausse attendue des températures supérieure à +2°C



La hausse des températures se poursuivra jusqu'en milieu de siècle quel que soit le scénario : **l'adaptation est nécessaire**

A la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, l'augmentation de la température à la surface du globe pourra atteindre 4°C par rapport à 1850-1900 pour un scénario RCP8.5. Seul un scénario de type RCP2.6 pourrait permettre de rester sous le seuil de +2°C : **l'atténuation est indispensable**

# Des évolutions qui affectent de nombreux écosystèmes

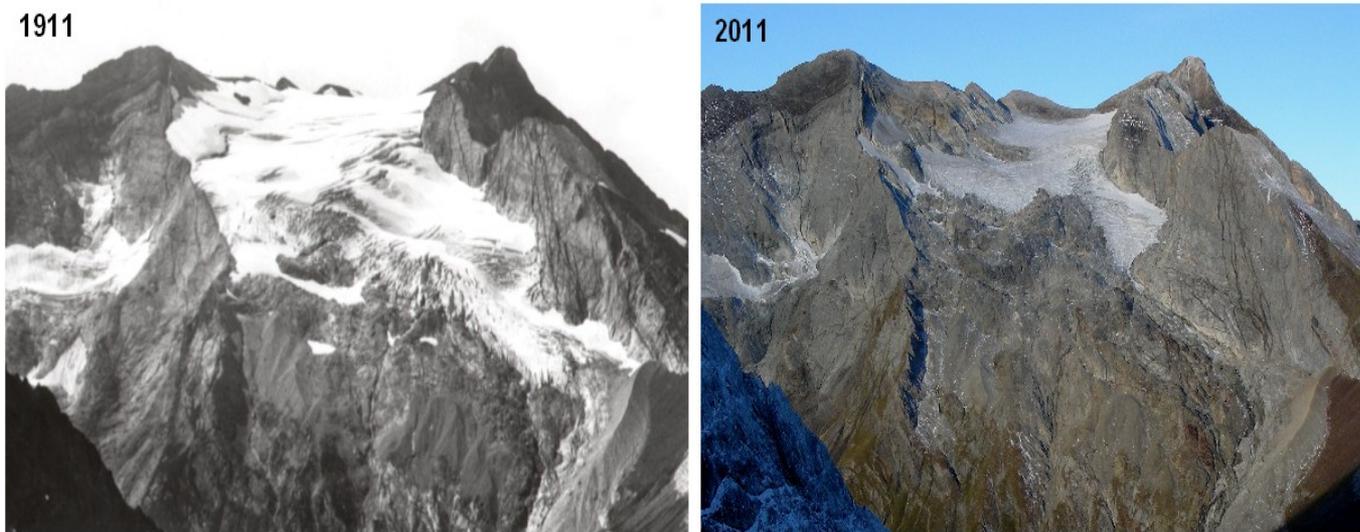


Fonte des calottes et des glaciers

Augmentation du niveau des océans

Intensification du cycle de l'eau et des événements extrêmes

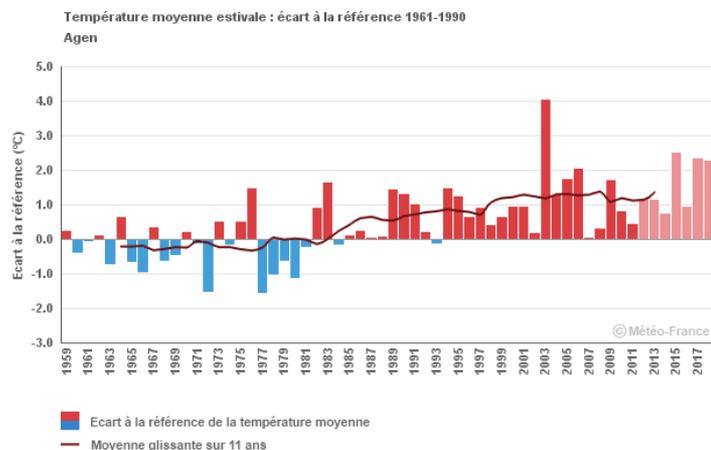
## Que nous apprennent les observations ?



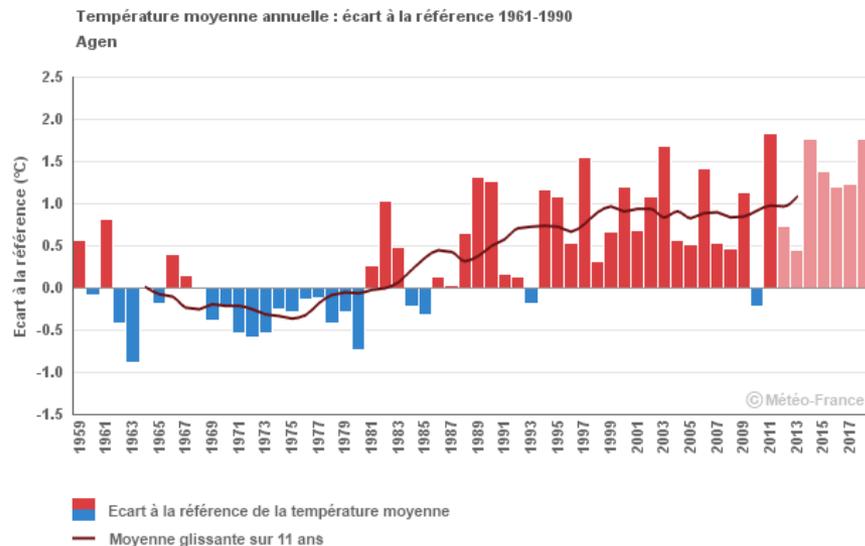
*Depuis 1850, le glacier d'Ossoue (Vignemale) a perdu 1 km et ne fait plus que 1 500 mètres de long. De plus, sa superficie est passée d'environ 110 hectares à 46 hectares aujourd'hui.*  
(Source : Association MORAINÉ, 2011)

# Une hausse des températures marquée depuis les années 50

Analyse basée sur les longues séries locales homogénéisées, ici Agen depuis 1959



Moyenne estivale

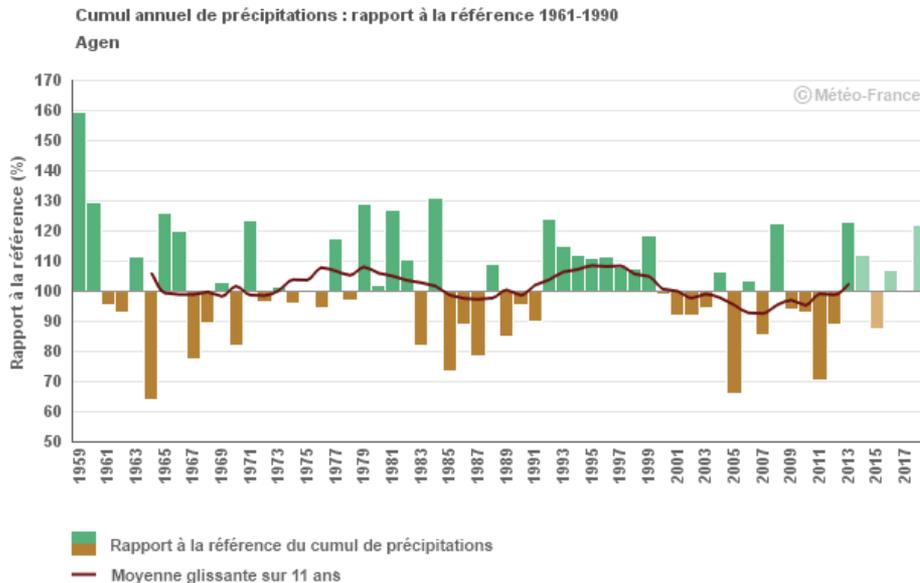
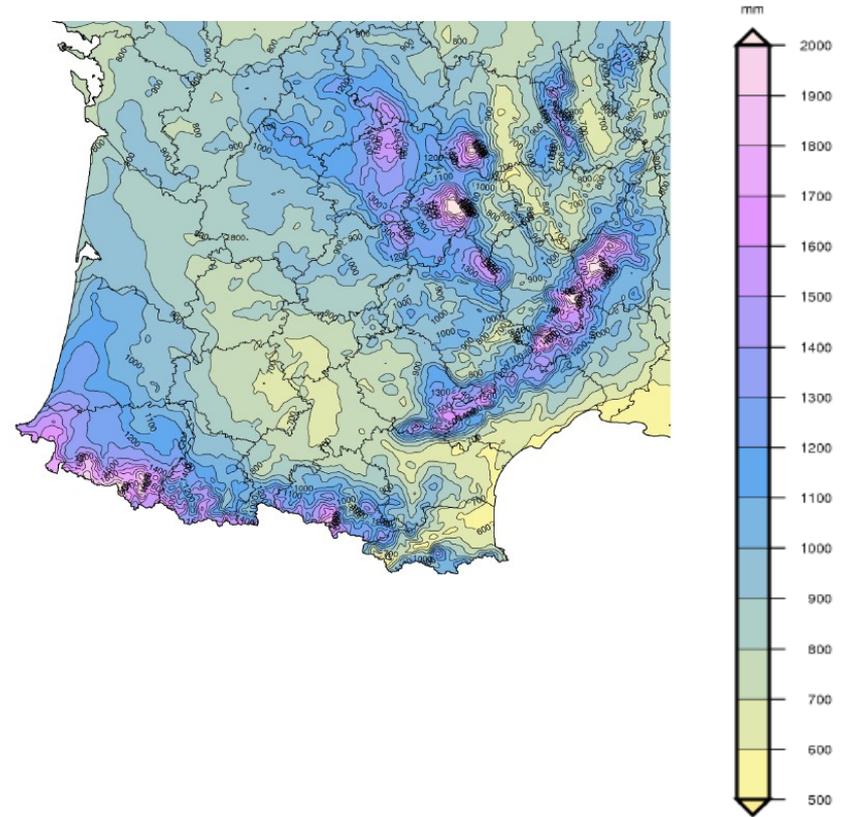


Moyenne annuelle

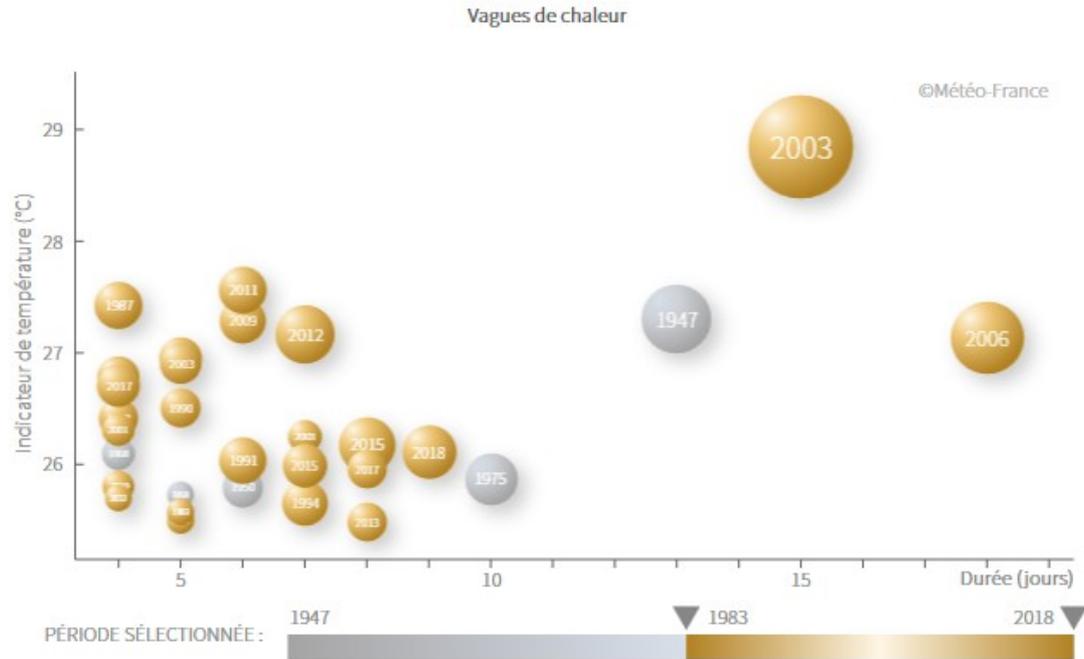
- A Agen, les températures moyennes augmentent d'environ  $+0,3^{\circ}\text{C}$  par décennie depuis les années 70. Ainsi, la température moyenne annuelle (2011-2018) est plus chaude de  $+1,5^{\circ}\text{C}$  par rapport la décennie 1961-1970
- Ce sont les températures estivales qui ont connu l'augmentation la plus forte :  $0,4^{\circ}\text{C}$  à  $0,5^{\circ}\text{C}$  par décennie depuis les années 70, hausse de  $+2,1^{\circ}\text{C}$  entre aujourd'hui et les années 1960

# Précipitations : Forte variabilité mais pas de tendance

- Un cumul annuel de précipitation fortement dépendant de la proximité du relief
- Forte variabilité annuelle et pluri-annuelle mais pas de tendance significative pour l'évolution des cumuls annuels depuis les années 1960



# Evènements extrêmes : des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes

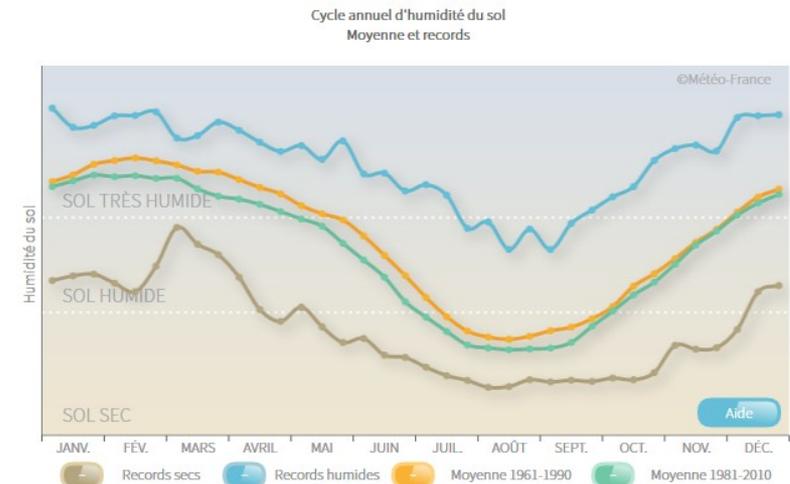
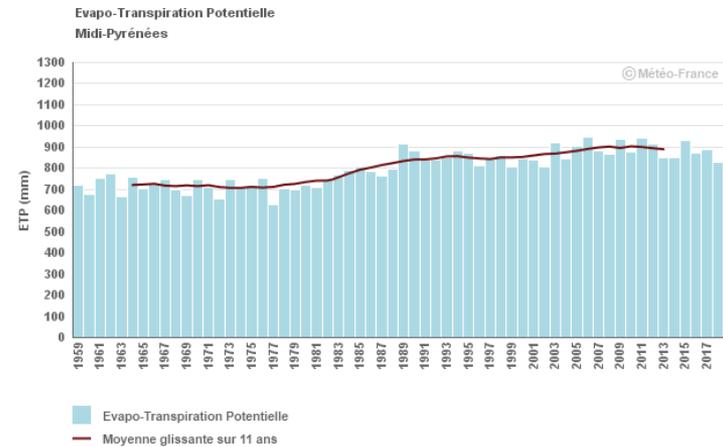
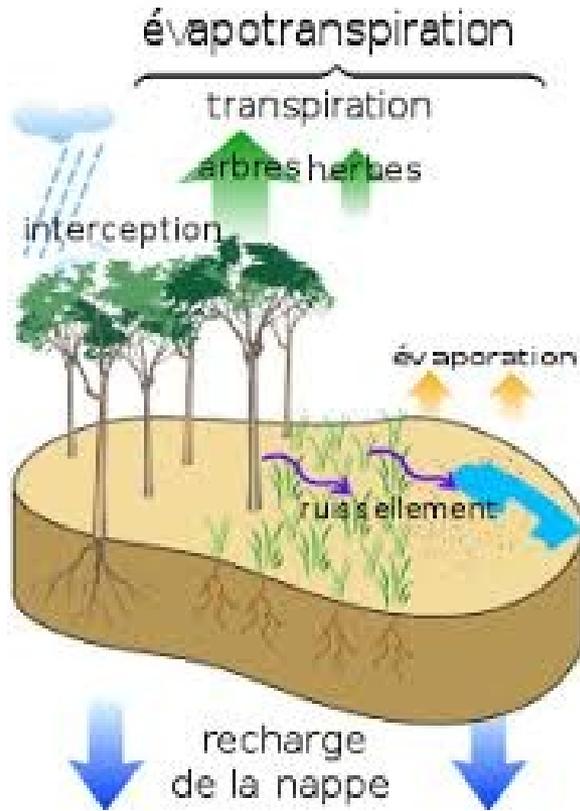


Forte augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur (4 fois plus nombreuses depuis les années 80)

Forte hausse de la fréquence des journées chaudes (+3 à 6 j/dec)

Baisse de l'intensité des vagues de froid et du nombre de jours de gelées (- 1 à 3j/dec)

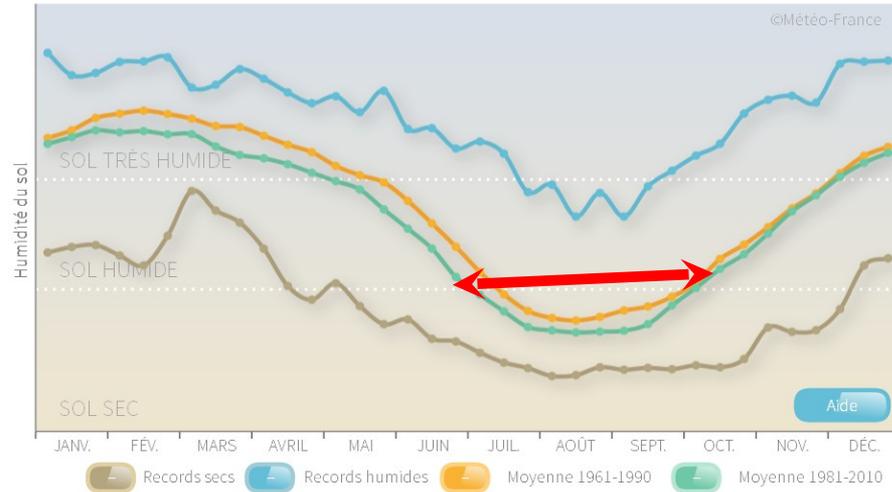
# Modification du cycle de l'eau sous l'effet des températures



- Hausse forte de l'ETP annuelle entre 1960 et aujourd'hui
- Assèchement moyen des sols superficiels (SWI) pratiquement en toute saison

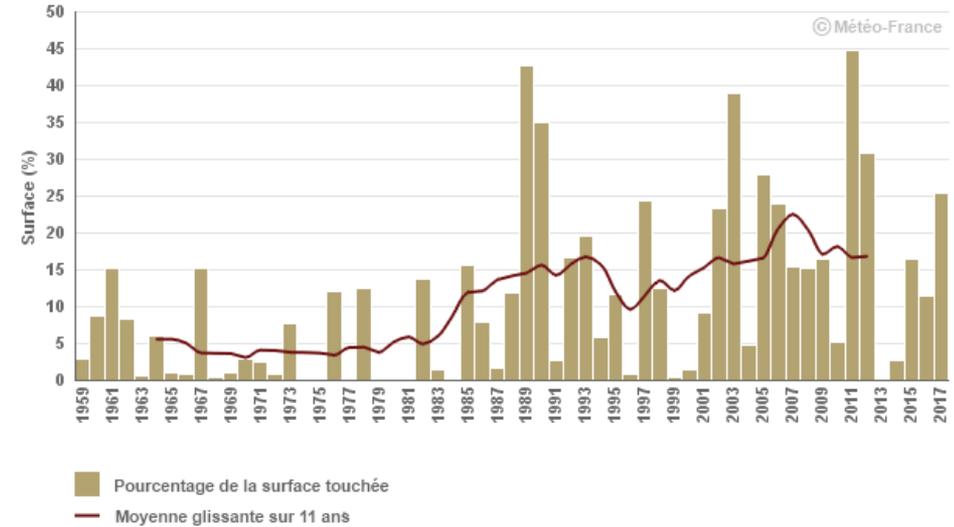
# Une période de sol sec plus longue et des sécheresses plus fréquentes

Cycle annuel d'humidité du sol  
Moyenne et records



↔ Durée de la période de sol sec

Pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse  
Midi-Pyrénées



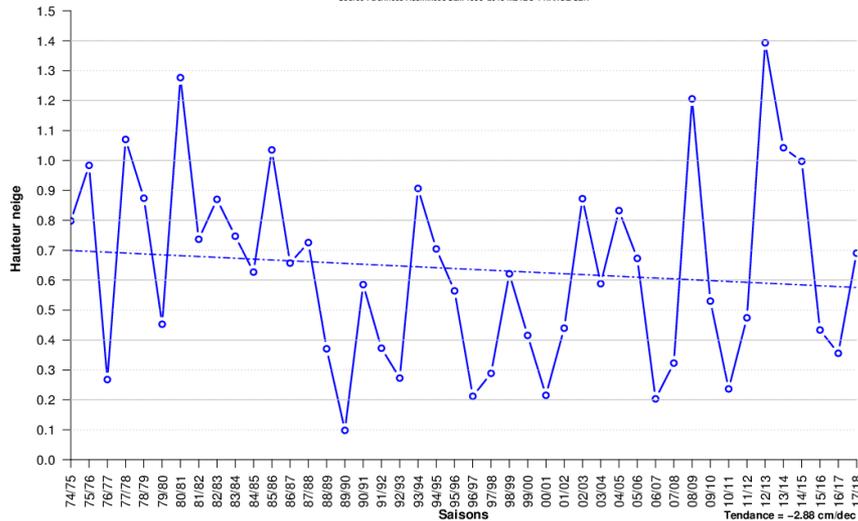
- Au niveau annuel, l'humidité du sol s'est asséchée de 7 % sur la région entre 1961-1990 et 1981-2010 avec un allongement de 15 j de la période de sol très sec
- Les évènements de sécheresse des sols se sont multipliés

# Enneigement en montagne

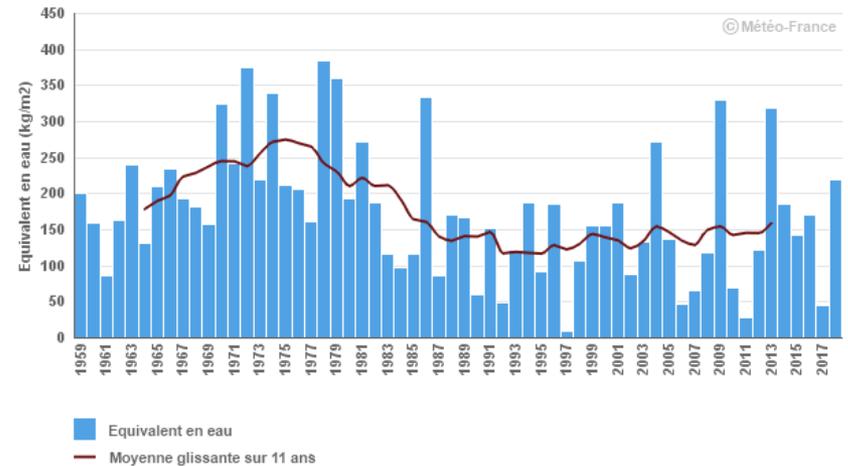
Hauteur de neige (m) – Mois décembre–avril

La-Mongie (1745 m)

Source : Données Assimilées S2M 1963-2015 Météo-France/CE3

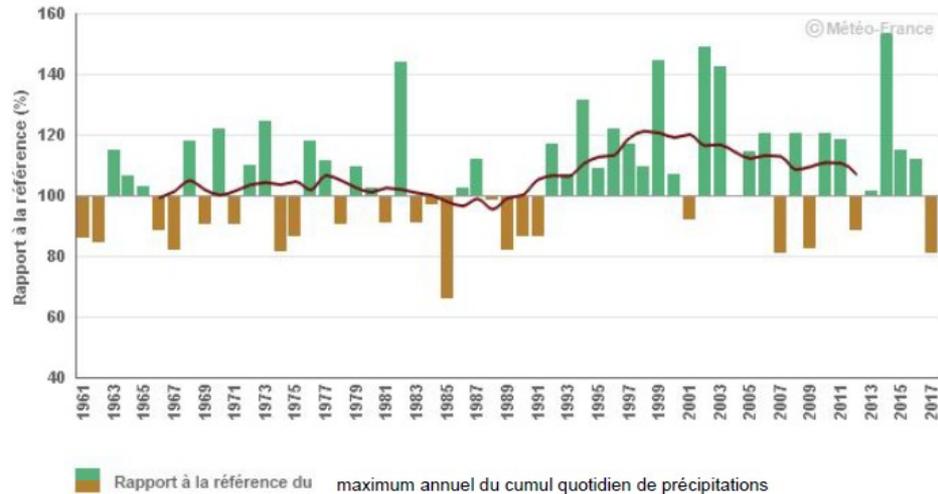


Equivalent en eau du manteau neigeux au 1er mai  
Massif des Pyrénées Centrales



- Un enneigement (fonction de l'altitude) et fortement variable d'une année à l'autre avec des tendances à la baisse pour des périodes suffisamment longues (La Mongie : -3 cm par décennie depuis 1974)
- Stock nival (quantité de neige disponible au printemps pour le soutien d'été) : Forte variabilité inter annuelle (2013 vs 2017) Baisse sensible entre la période 1960-1980 et aujourd'hui.

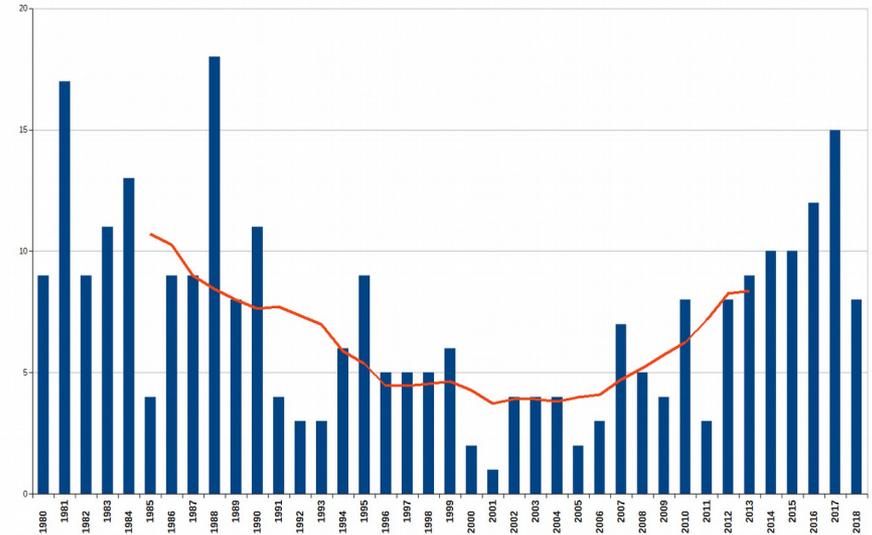
# Des évènements extrêmes marquants sur le territoire



**PLUIES EXTREMES** : Pour le sud-est de la France, des travaux récents montrent une intensification détectable depuis les années 1990. Ce phénomène concerne vraisemblablement le reste de la France (travaux en cours)

A noter, rafales max sous orages aussi fortes que pendant les tempêtes sous nos régions

Répartition annuelle des tempêtes en Midi-Pyrénées de 1980 à 2018

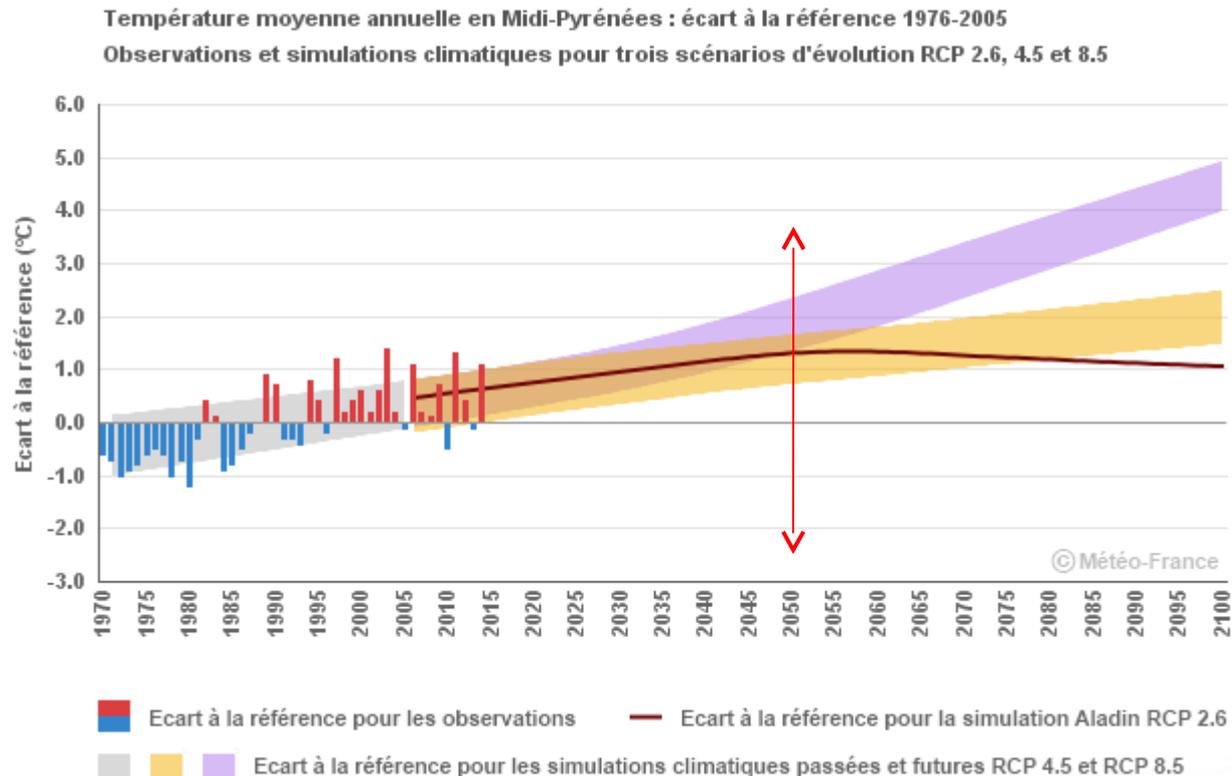


**TEMPETES** : Pour la région Midi Pyrénées, forte variabilité inter-annuelle et moins de tempêtes dans les décennies 1990 à 2000 (sans lien établi avec le changement climatique)

# Quel(s) climat(s) demain dans le Sud Ouest ?



# Des températures toujours en hausse

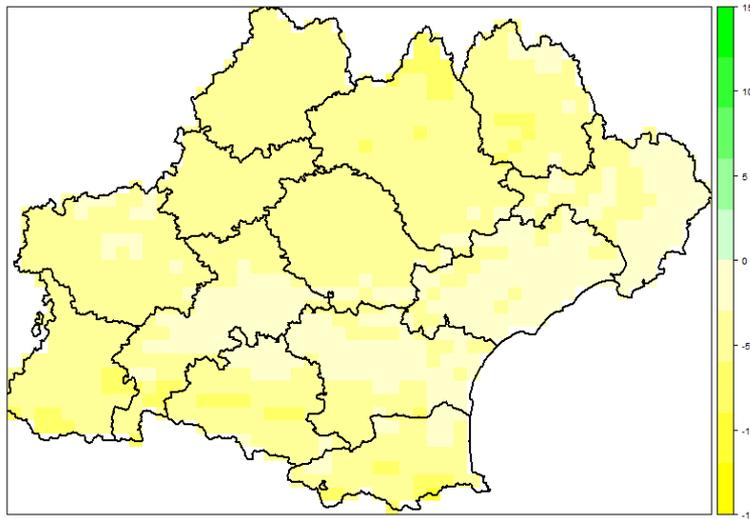


Jusqu'en 2050 : poursuite du réchauffement annuel, quel que soit le scénario avec une valeur moyenne attendue entre +1°C et +2°C par rapport à la référence 1976-2005

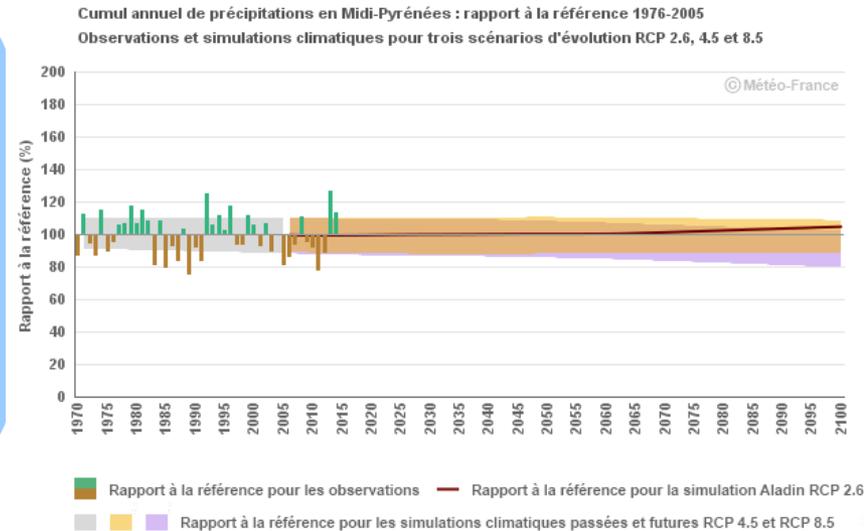
Réchauffement plus marqué en été avec une forte augmentation de la fréquence des vagues de chaleur

# Evolution des précipitations

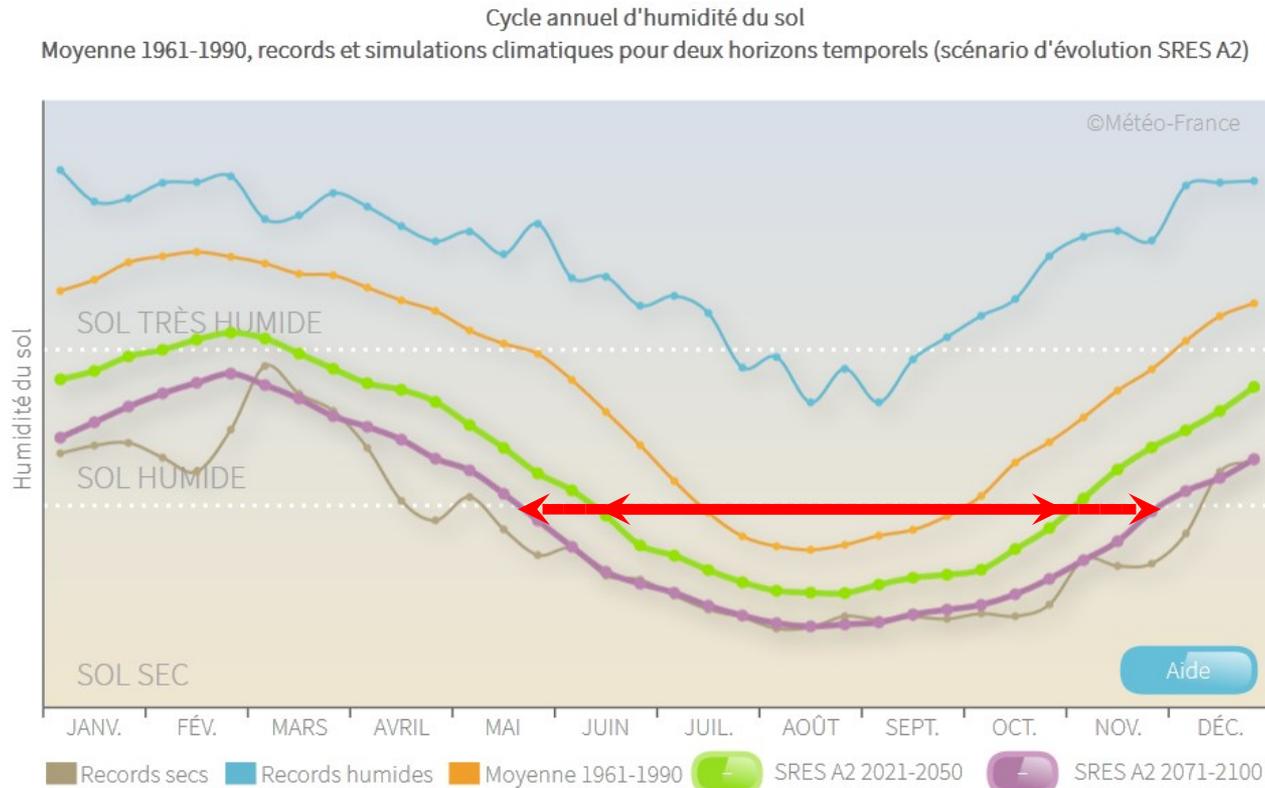
- Pas d'évolution attendue du cumul de précipitations annuelles et saisonnières à l'horizon 2050
- Baisse par contre du nombre de jours de précipitation (5 à 10 j par décennie)



Évolution du nombre de jours de précipitation à l'horizon 2050 (moyenne multi-modèles)

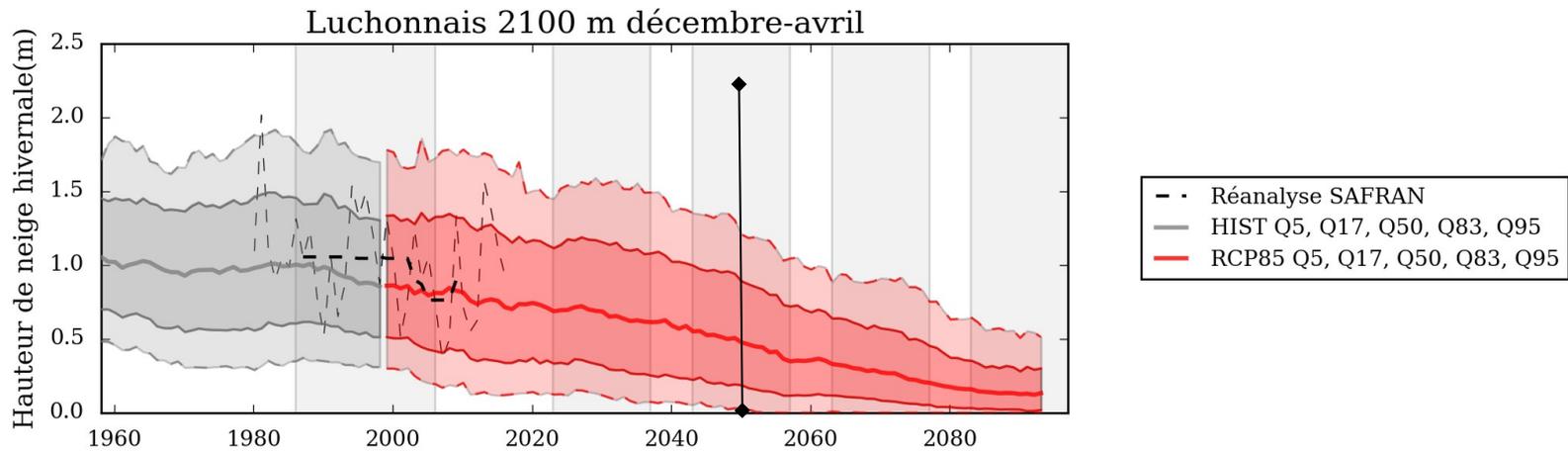


# Des sols de plus en plus secs

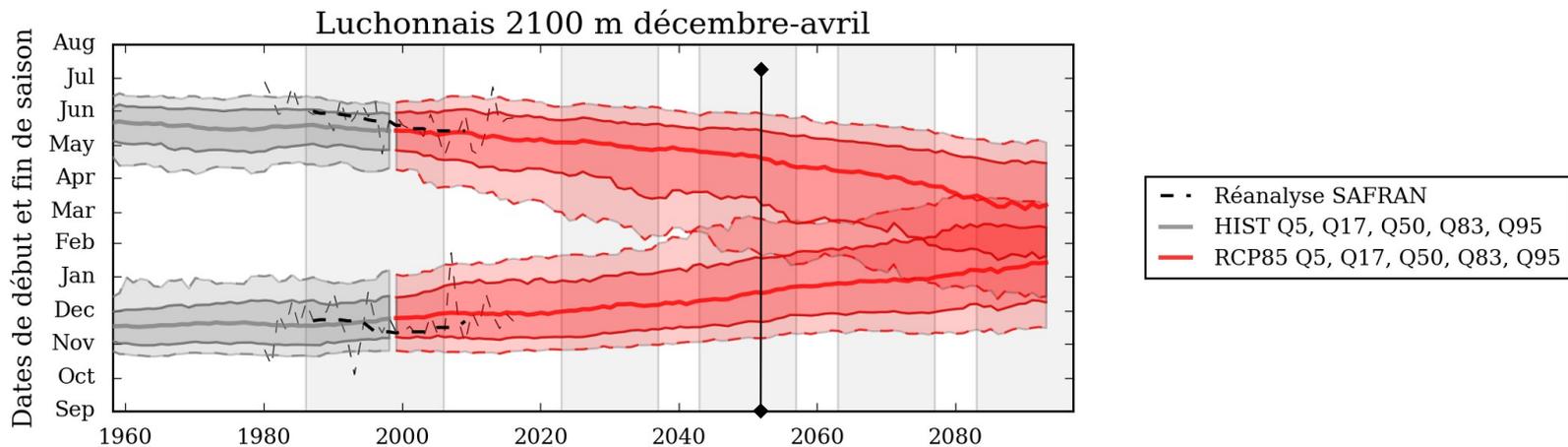


Poursuite attendue de l'assèchement des sols en toutes saisons.  
Pour un scénario RCP8.5, allongement moyen de la période de sol sec de 2 mois à l'horizon 2050, jusqu'à 4 mois en fin de siècle.  
L'humidité moyenne du sol en fin de siècle pourrait correspondre aux situations sèches extrêmes d'aujourd'hui.

# Enneigement futur



- A l'horizon 2050 (scénario RCP 8.5), baisse attendue de la hauteur de neige moyenne en montagne (ici 2100m) mais aussi de la durée de l'enneigement (près de 1 mois)



# Elévation niveau de la mer et impacts associés

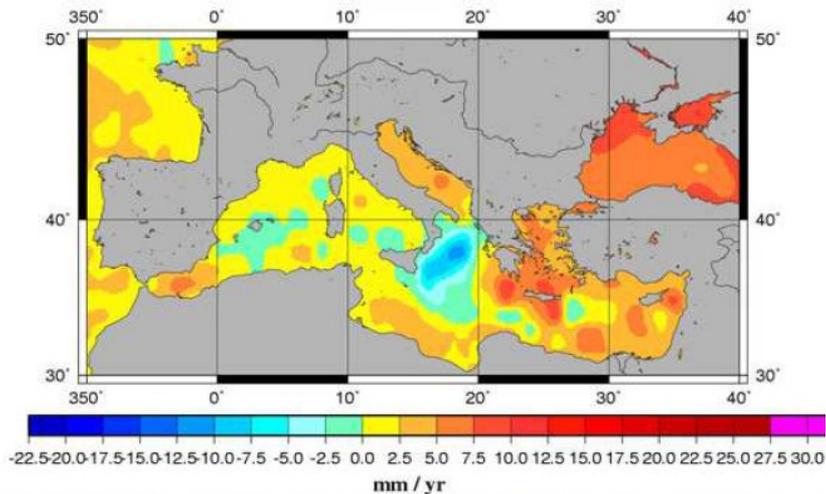


Figure II.6. Carte de la distribution géographique des vitesses de variation du niveau de la mer (1993-2007) d'après Topex/Poseidon et Jason-1 : Zoom sur la Méditerranée. Source : LEGOS.

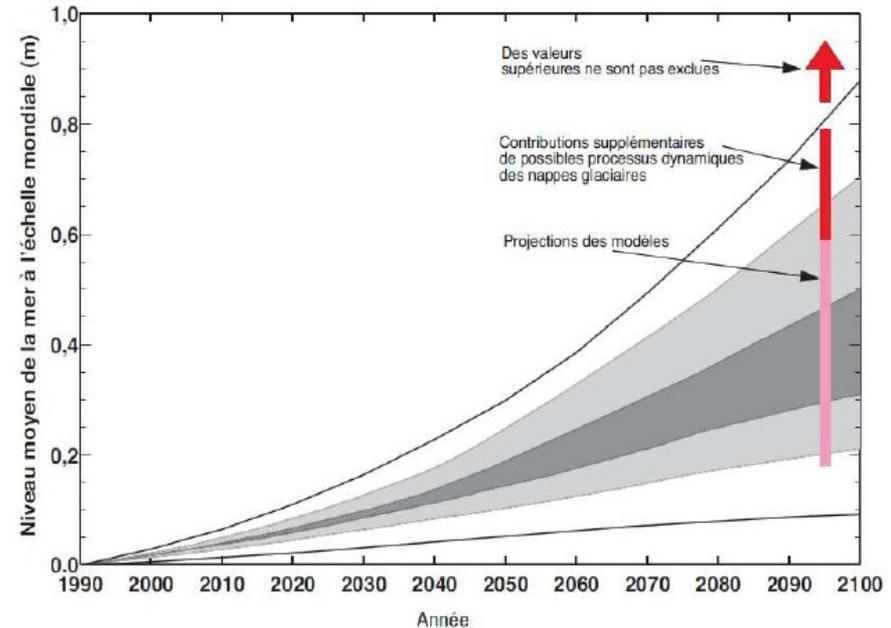


Figure III.1 Projections de l'élévation du niveau moyen global de la mer au XXI<sup>e</sup> siècle.

- 
- >Elevation actuelle du niveau de la mer de l'ordre de 2 cm/dec sur nos côtes
- > Hausse sur le XXI<sup>e</sup> siècle estimée entre 40 et 60 cm mais forte incertitude : voir rapport spécial GIEC à l'automne
- conséquences attendues en terme d'érosion cotière, de risque de submersion marine et d'intrusions salines
-

# A quoi s'adapter ? Pour quelle échéance ?

---

- **Le changement climatique est déjà en cours** (et mesurable) **sur le Sud Ouest**, particulièrement sensible aux événements extrêmes (vagues de chaleur, sécheresse des sols, pluies extrêmes)
- **A l'horizon 2050**, les évolutions en cours vont **se poursuivre** et **s'intensifier** :
  - > températures plus chaudes (+1°C à +2°C) avec des vagues de chaleur plus intenses et plus longues
  - > un cycle de l'eau perturbé avec des cumuls de pluie équivalents mais des pluies plus intenses, des sécheresses des sols plus sévères, une saison d'enneigement plus irrégulière et plus courte en montagne
  - des effets perceptibles de la hausse du niveau de la mer sur le littoral : érosion, submersions marines, intrusions salines

# En savoir plus

---

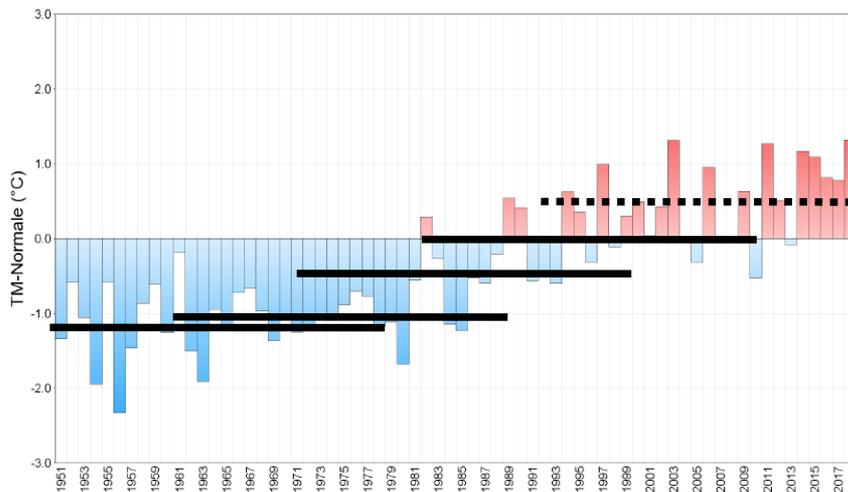
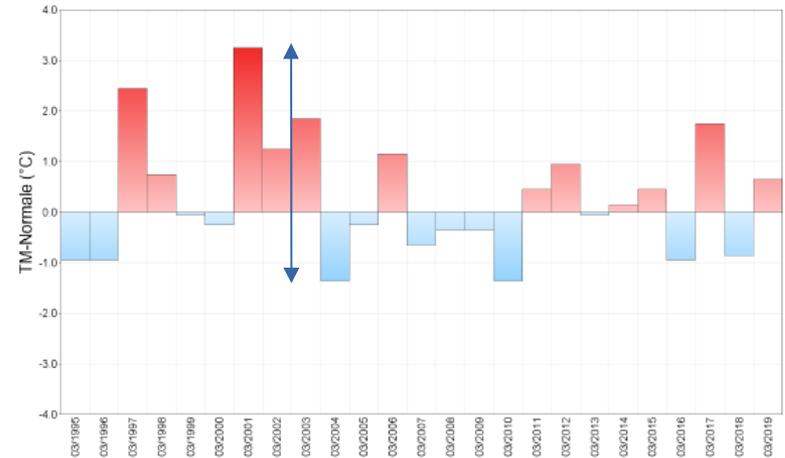
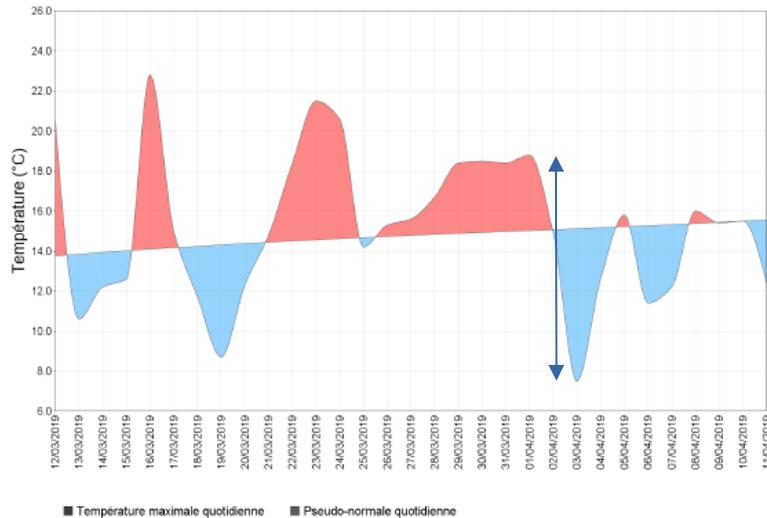
- Site DRIAS : <http://www.drias-climat.fr/>
- Site Climat HD : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>
- Site OPCC : <https://www.opcc-ctp.org/>



*En septembre 2017, la Garonne avait atteint un de ses plus bas niveaux (©Actu Toulouse / David Saint-Sernin)*

## Merci de votre attention

# Climat et météo : quelles différences ?



→ Baisse de 12°C entre les Tx du 1<sup>er</sup> et 3 avril 2019 à Clarac

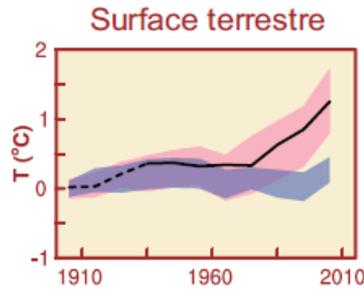
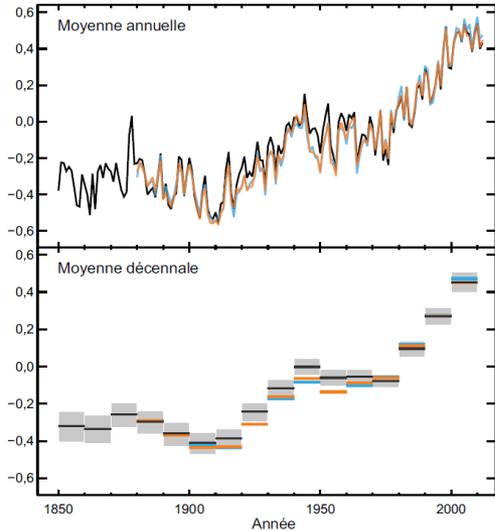
→ Environ 4°C d'écart entre le mois de mars le plus chaud (2001) et les plus froid (2004)

→ A Toulouse, 2018 a été l'année la plus chaude depuis 1951 avec +1,3°C par rapport à la normale 1981-2010

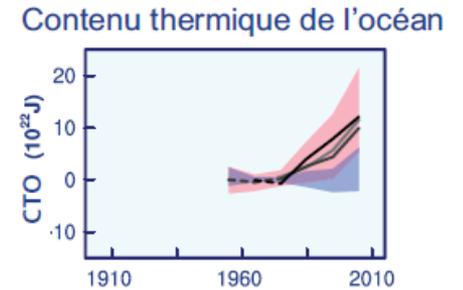
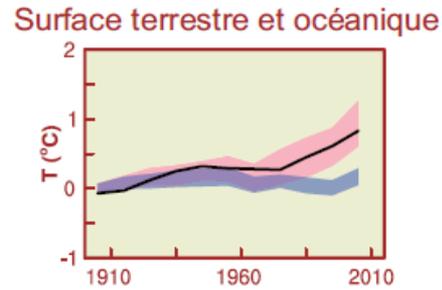
→ Les normales trentenaires sont passées de -1,11°C (1951-1980) à +0,45°C (1991-2018)

# Changement climatique : de quoi s'agit ?

Anomalies observées de températures moyennes en surface, combinant les terres émergées et les océans, de 1850 à 2012



Moyennes mondiales

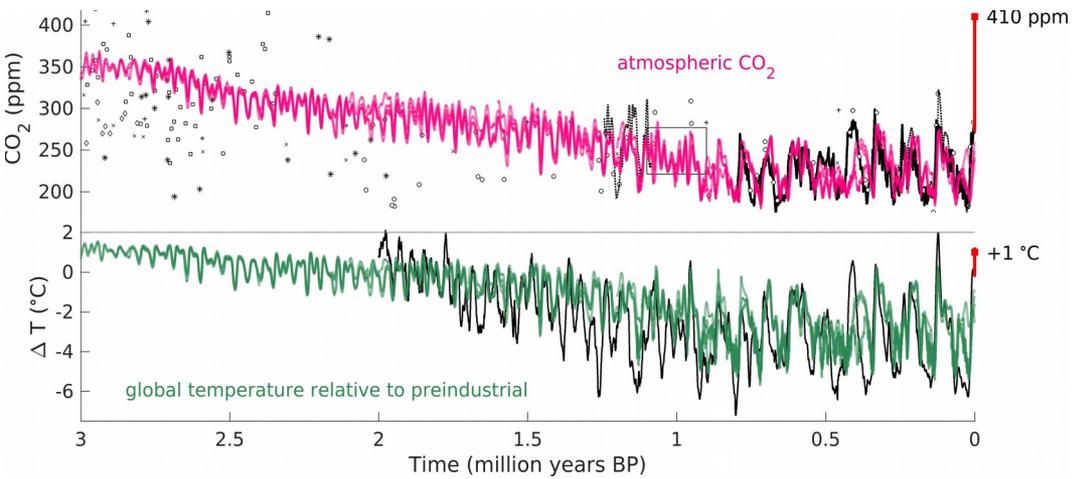


≡ Observations

■ Modèles n'utilisant que les forçages naturels  
 ■ Modèles utilisant les forçages naturels et anthropiques

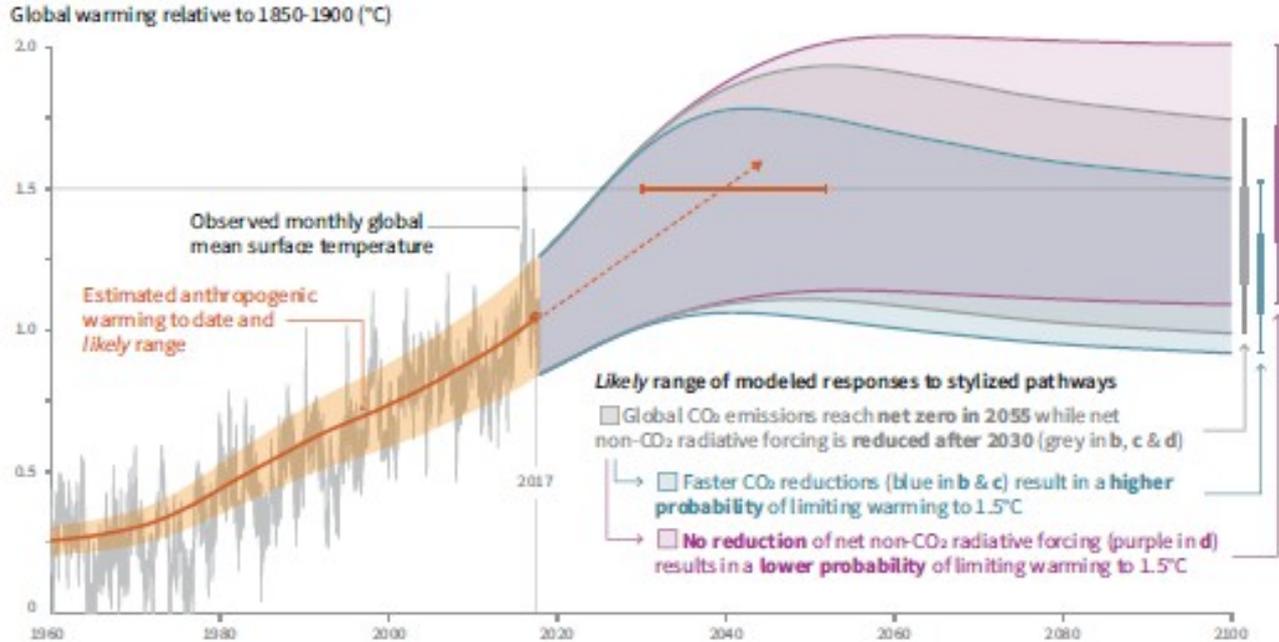
GIEC 2014 : Résumé pour les décideurs

→ Un niveau de concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère jamais atteint depuis plus de 3 millions d'années  
 → une hausse de température qui atteint +1°C par rapport à l'ère préindustrielle, qui ne peut être expliquée par les seuls forçages naturels : cycles astronomiques, activité solaire, volcanisme ...



Source : M. Willeit et al (2019), Mid-Pleistocene transition in glacial cycles explained by declining CO<sub>2</sub> and regolith removal. Science Advances [DOI: 10.1126/sciadv.aav7337]

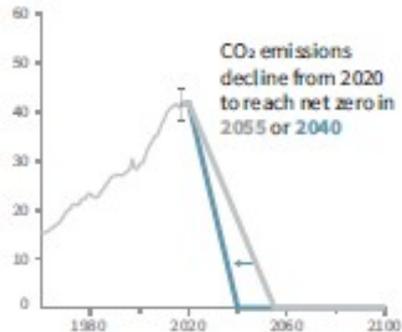
# Annexe 1 : Atténuation : que faire pour limiter la hausse de température à +1,5°C (rapport special GIEC 2018)



3 scénarios de réduction des émissions de GES évalués en termes de  $\Delta T$

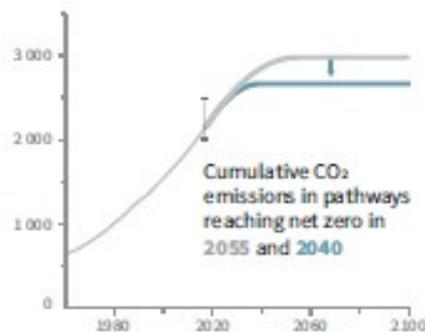
- bleu : réduction dès 2020 et neutralité en 2040
- gris : réduction en 2030 et neutralité en 2055
- violet : stabilisation en 2030

b) Stylized net global CO<sub>2</sub> emission pathways  
Billion tonnes CO<sub>2</sub> per year (GtCO<sub>2</sub>/yr)



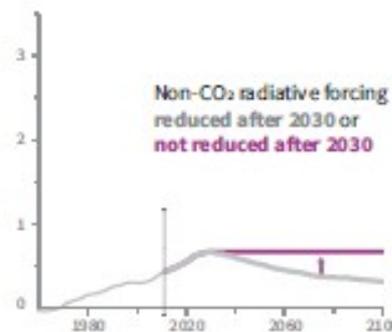
Faster immediate CO<sub>2</sub> emission reductions limit cumulative CO<sub>2</sub> emissions shown in panel (c).

c) Cumulative net CO<sub>2</sub> emissions  
Billion tonnes CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>)



Maximum temperature rise is determined by cumulative net CO<sub>2</sub> emissions and net non-CO<sub>2</sub> radiative forcing due to methane, nitrous oxide, aerosols and other anthropogenic forcing agents.

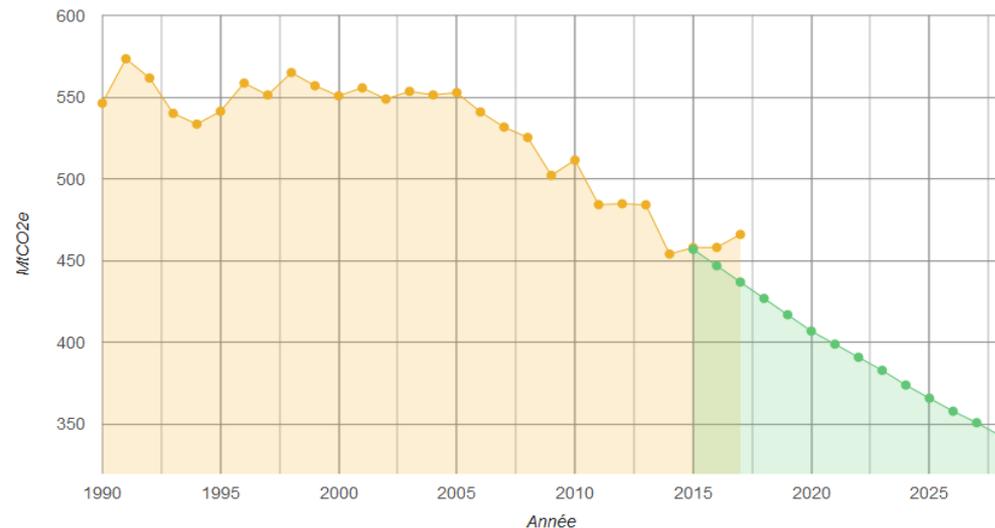
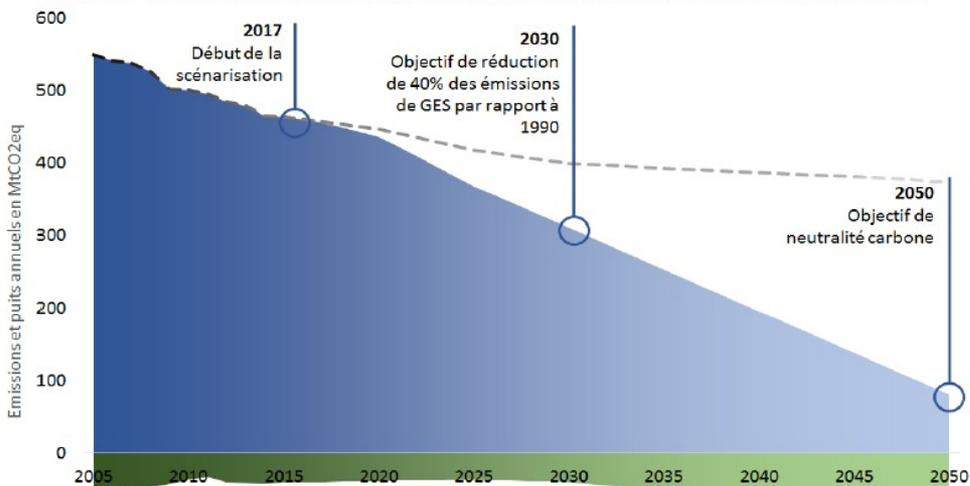
d) Non-CO<sub>2</sub> radiative forcing pathways  
Watts per square metre (W/m<sup>2</sup>)



# Annexe 2 : Atténuation : engagements actuels des pays et trajectoires en termes d'émission

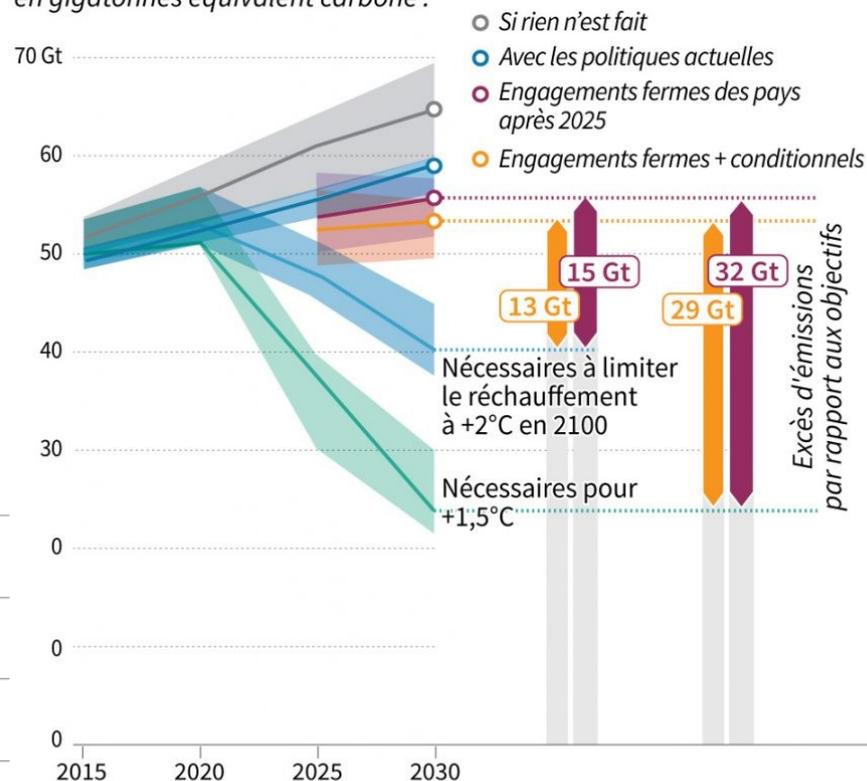
France : stratégie SNBC → neutralité carbone en 2050 mais hausse obs depuis 2015 !

Figure 1 - Evolution des émissions et des puits de GES sur le territoire national entre 2005 et 2050



## Le monde s'éloigne des objectifs de l'accord de Paris

Prévisions d'émissions annuelles de gaz à effet de serre, en gigatonnes équivalent carbone :



Source : ONU, Emission gap report 2018

© AFP

# Annexe 3 : la variabilité du climat

## Facteurs externes du système climatique :

- Variation de l'activité solaire
- Volcanisme
- Cycles astronomiques (Milankovic)

