

2. Impact de la pollution de l'air sur le climat

Lundi 16 novembre 2020
Webinaire

ORECA EST PILOTÉ PAR

AVEC LE
SOUTIEN
DU FEDER

COORDONNÉ PAR ALTERRE
EN PARTENARIAT AVEC ATMO
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

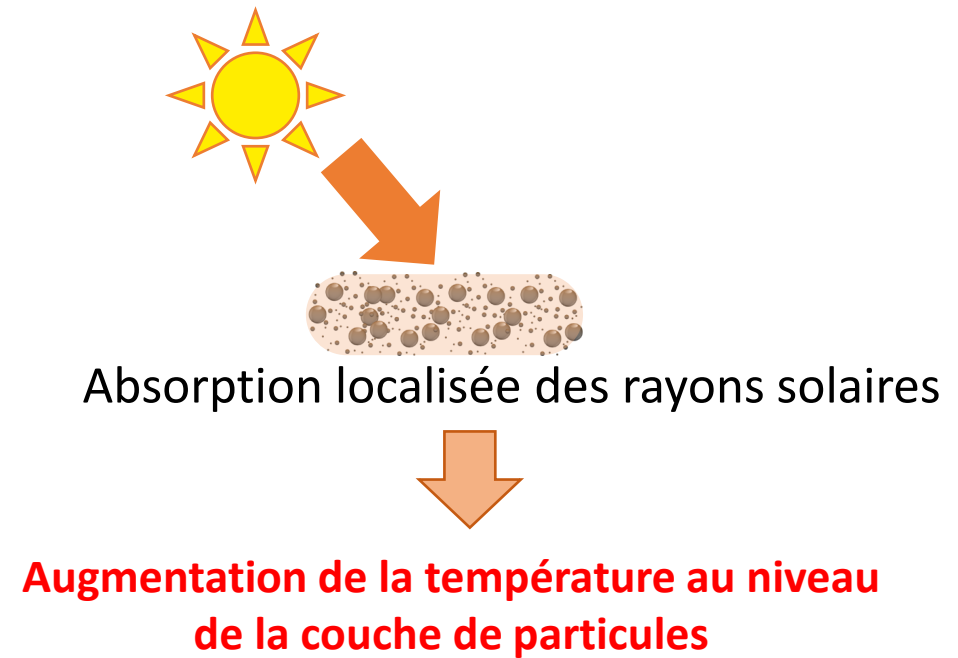
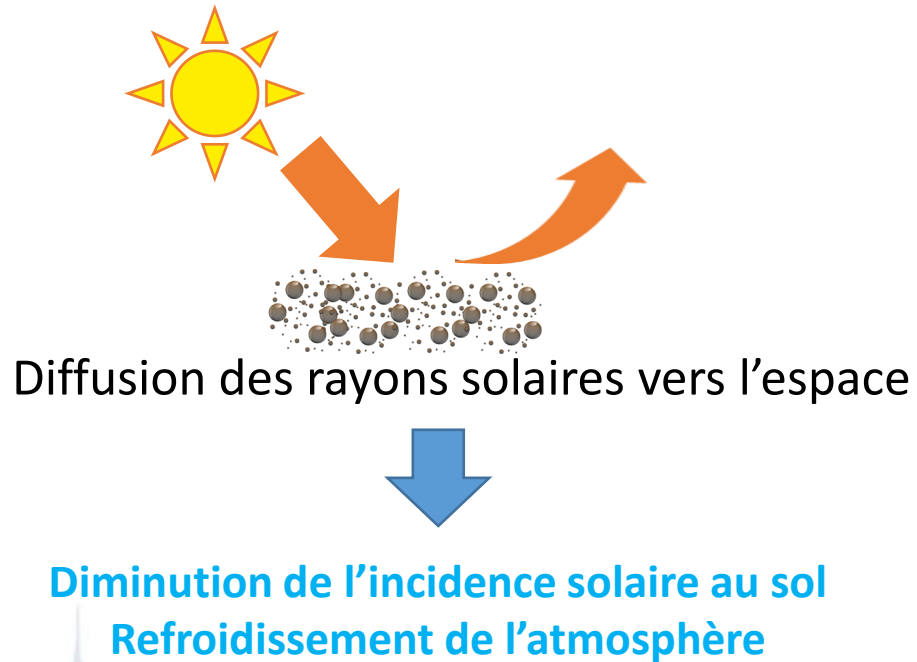
ORECA S'APPUIE
SUR LA PLATEFORME
OPTEER

AVEC LE
PARTENARIAT
SCIENTIFIQUE DE

Impact des particules sur le climat

Impact direct : Obscurcissement de l'atmosphère

Les particules présentes en très haute altitude (échelle stratosphérique) forment un écran qui peut diffuser ou absorber les rayonnement solaires.



La prépondérance de l'un ou l'autre phénomène va dépendre de la nature des particules présentes.

Au sol, l'effet général est celle d'une baisse de la température terrestre.

Impact des particules sur le climat

Impact direct : Obscurcissement de l'atmosphère

Exemples de quelques situations extrêmes :

Phénomènes naturels, comme le Volcanisme
Eruption du volcan Islandais Eyjafjöll en 2010

Par le passé, les éruptions volcaniques
majeures ont mené à de refroidissements
importants de l'atmosphère, et à des
bouleversements météorologiques



Par Árni Friðriksson — Travail personnel, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10044006>

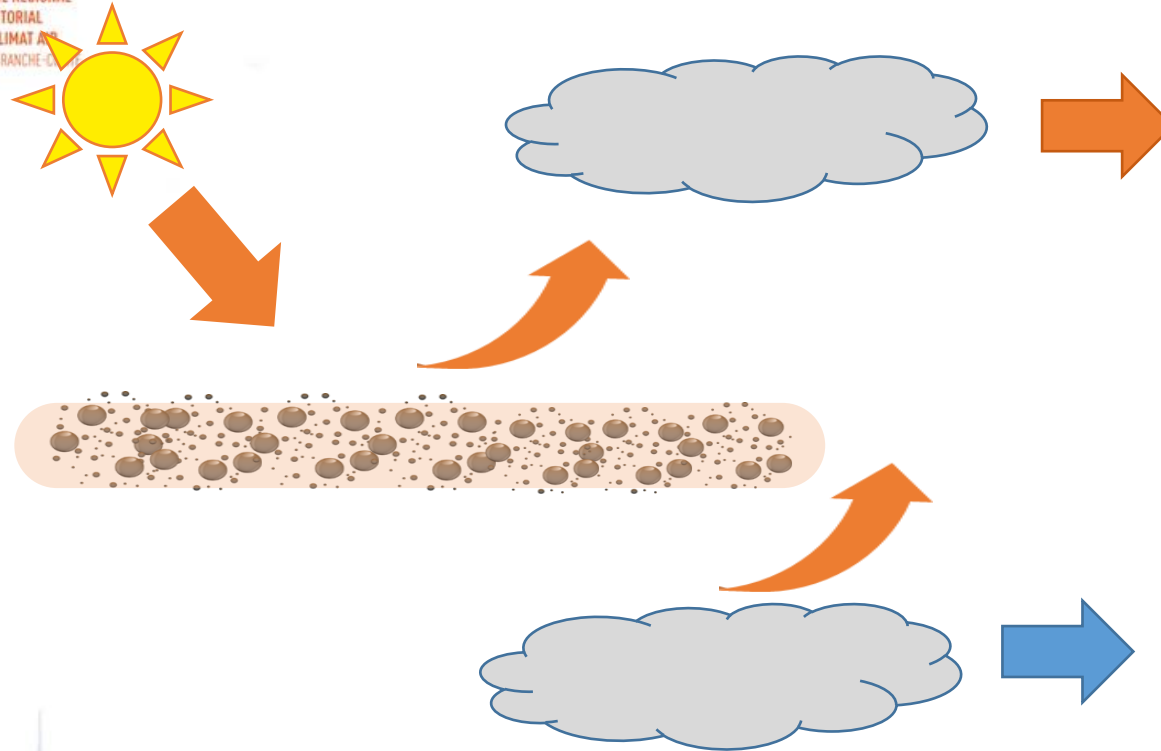
Selon les simulations, une explosion
nucléaire importante pourrait mener à
l'apparition d'un « Hiver nucléaire ».

Phénomènes liés aux activités humaines,
comme les explosions
Essais Atomiques à Bikini, 1946



Impact des particules sur le climat

Impact indirect : changement météorologique



Echauffement des nuages hauts : ils se dissipent

**Baisse de la réflexion des rayons par les nuages :
au sol, la température augmente.**

**Disparition des nuages = impact longue distance
sur le climat**

**Baisse du rayonnement solaire reçu par les nuages
bas : ils s'épaississent**

**Les nuages bas réfléchissent une partie des rayons
solaires : au sol, la température baisse.**

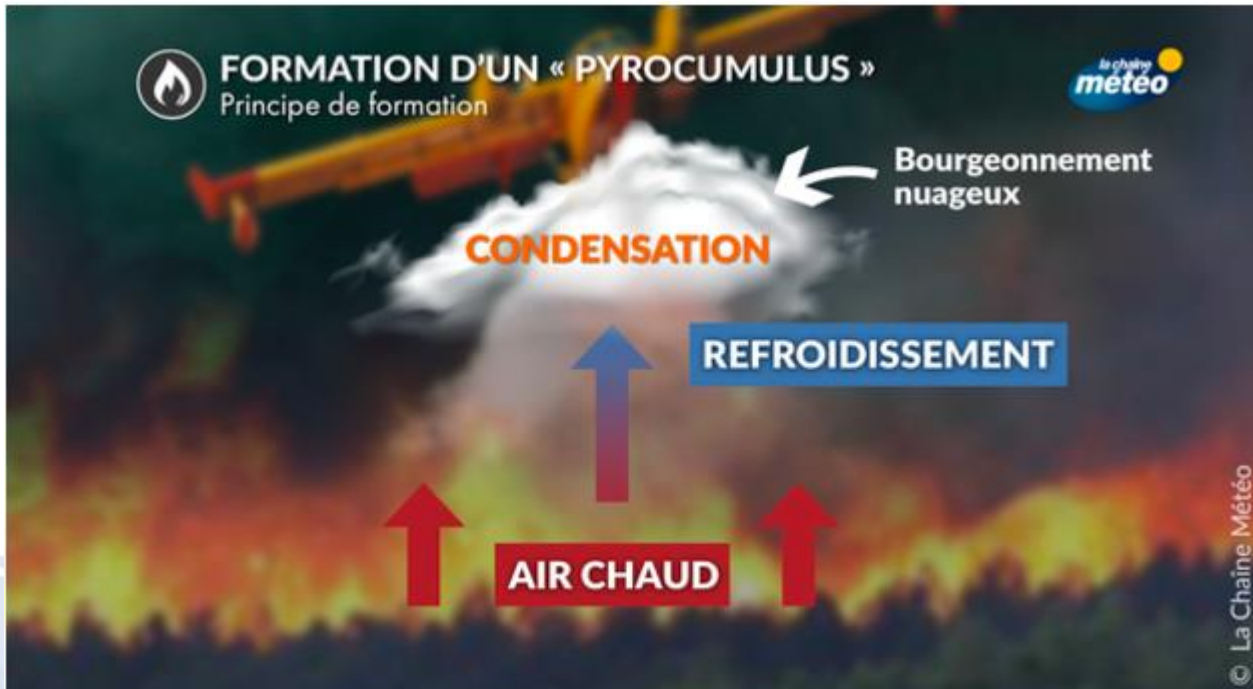
**Epaississement des nuages = apparition de phénomènes
violents (orages, tempêtes, tornades)**

De façon globale, l'impact indirect tend à provoquer la formation de phénomène météorologiques violents, et à refroidir l'atmosphère.

Impact des particules sur le climat

Cas particulier : phénomènes liés aux feux de forêt

Les incendies majeurs survenus au cours des années 2018 à 2020 ont provoqués la formation d'importants nuages de particules en basse altitude, extrêmement localisés : les pyrocumulus.



30 décembre 2019 – Incendies à Bairnsdale, Australie

Photographie de Glen Morey, AP, pour National Geographic

- ➡ obscurcissement de l'atmosphère par les cendres
- ➡ condensation de l'humidité,
- ➡ formation d'importants orages, qualifiés de « tempêtes de feu »

Impact des particules sur le climat

Impact indirect : Noircissement des surfaces

Dépôt en surface de tout objet avec effets divers :

- Végétaux : effet écran / baisse de la photosynthèse
- Immeuble : noircissement / encrassement
- Neiges et calottes glaciaires : augmentation du noircissement de surface / de l'absorption des rayons solaires



Noircissement des bâtiments

Source image : Airparif



Noircissement des glaciers

Glacier de la Meije

Noircissement des surfaces
= augmentation de l'absorption des
rayonnements solaires

→ Fonte des glaciers

→ Augmentation de la température

.... Et pour les autres polluants ?

ORECA EST PILOTÉ PAR

AVEC LE
SOUTIEN
DU FEDER

COORDONNÉ PAR ALTERRE
EN PARTENARIAT AVEC ATMO
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

ORECA S'APPUIE
SUR LA PLATEFORME
OPTER

AVEC LE
PARTENARIAT
SCIENTIFIQUE DE

Impact de l'ozone troposphérique sur le climat

Impact sur la végétation

- De multiples impacts de l'ozone sur la végétation
 - Formation de lésion à la surface des végétaux (nécroses foliaires, sénescence des feuilles, ...)
 - Réduction de la photosynthèse
 - Ressources pour réparer les dégâts → moins de stockage dans la biomasse



Nécrose due à l'ozone sur une feuille de tabac
Source image : J.F. Castell - AirParif



Effets de l'ozone sur le géranium des bois : rougissement des feuilles

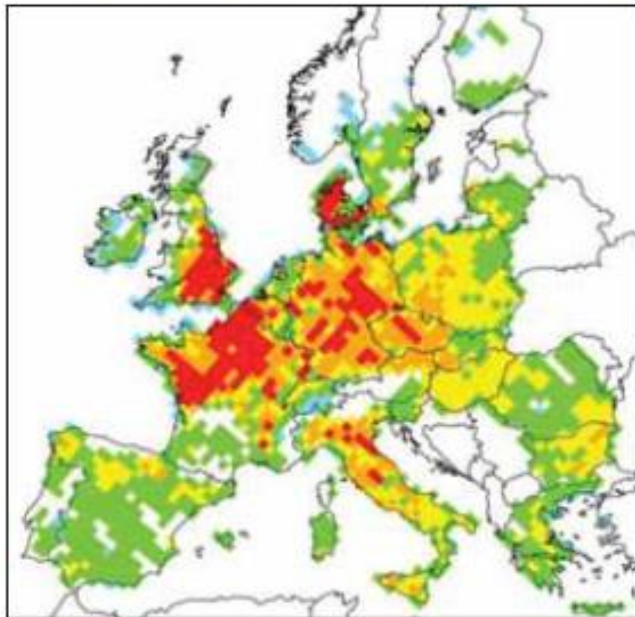
Source : <http://www.ozone.wsl.ch/index-en.ehtml>

Impact de l'ozone troposphérique sur le climat

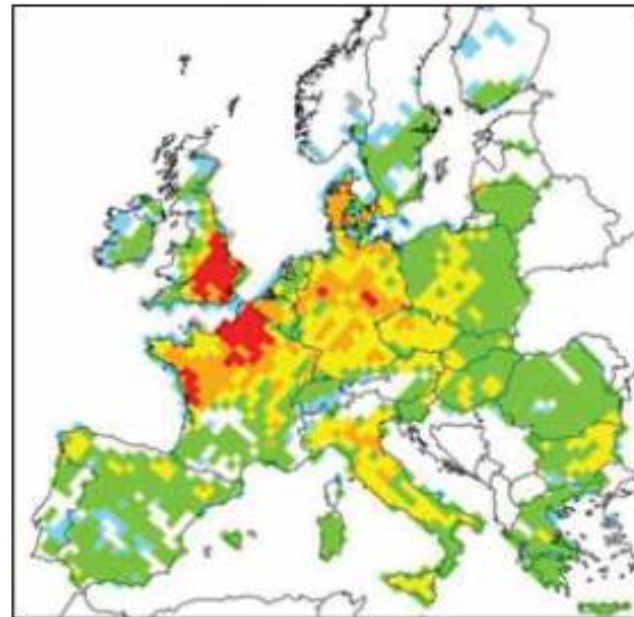
Impact sur la végétation

Pertes en valeur économique du blé causées par l'ozone¹

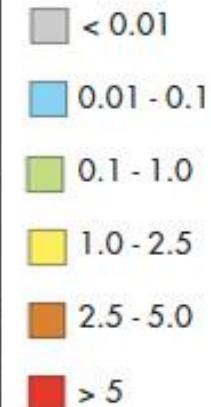
Carte 1: Pertes économiques en 2000
(3.2 milliards d'euros dans EU27+CH+NO)



Carte 2: Pertes économiques en 2020
(2.0 milliards d'euros dans EU27+CH+NO)



Les pertes sont en millions d'euros par cellule de 50x50km²:



¹Calculé en utilisant la méthode des flux d'ozone, la valeur économique moyenne en 2000 et en supposant que l'irrigation est présente si nécessaire

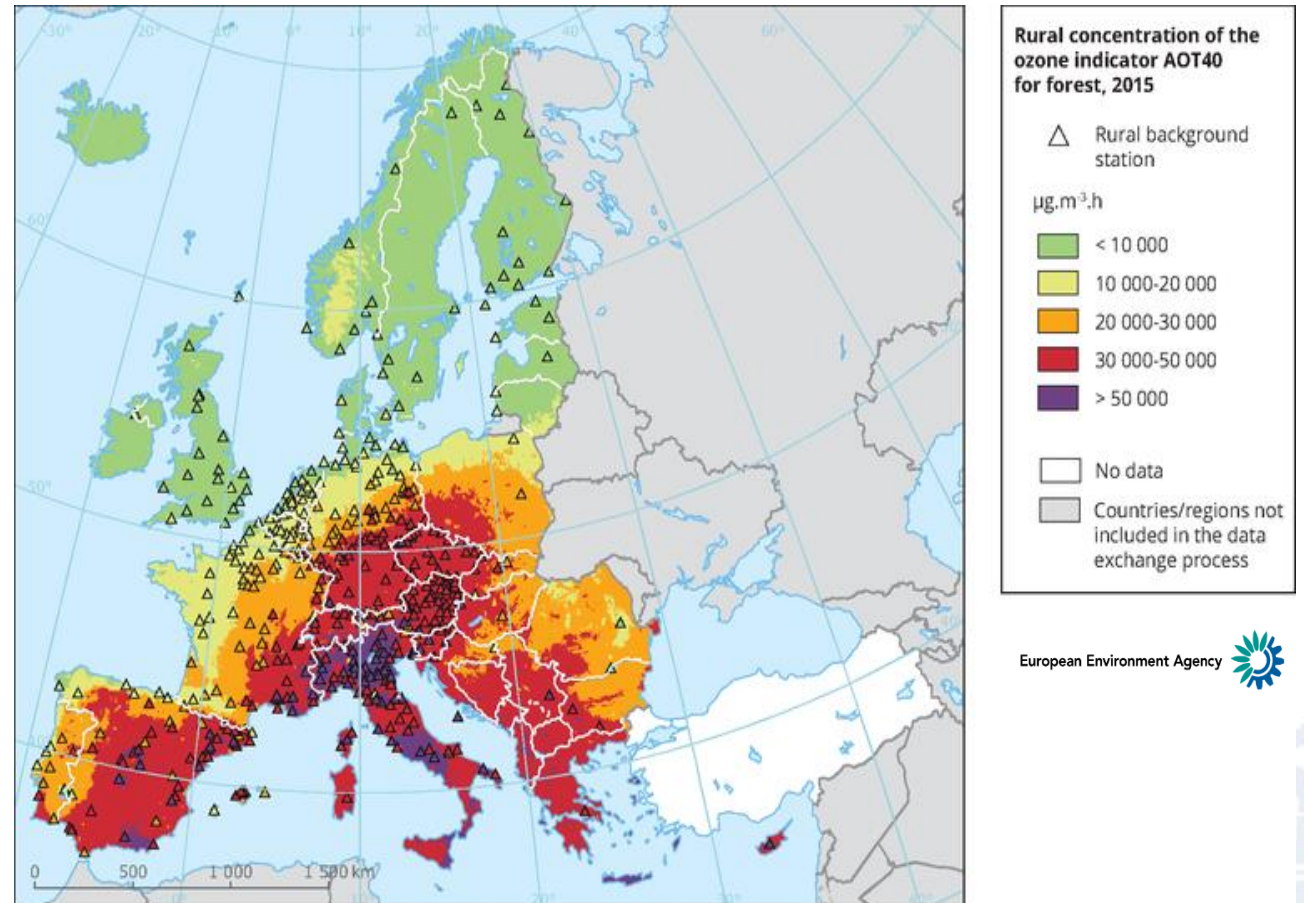
Source image : <http://www.fondation-2019.fr/2014/03/la-pollution-a-lozone-a-aussi-un-cout/>

Estimation réalisée en 2013, sur la base de scénarios se basant sur la réduction des baisses d'émission des précurseurs de l'ozone

Impact de l'ozone troposphérique sur le climat

Impact sur le stockage du carbone

- Impact estimé à **10 à 12 %** de perte de stockage en moyenne nationale
- Difficile à compenser : impact sur les cultures (blé mais aussi raisin, maïs et orge) → conflits d'usage des sols
- Une amélioration uniquement possible avec la réduction globale des précurseurs

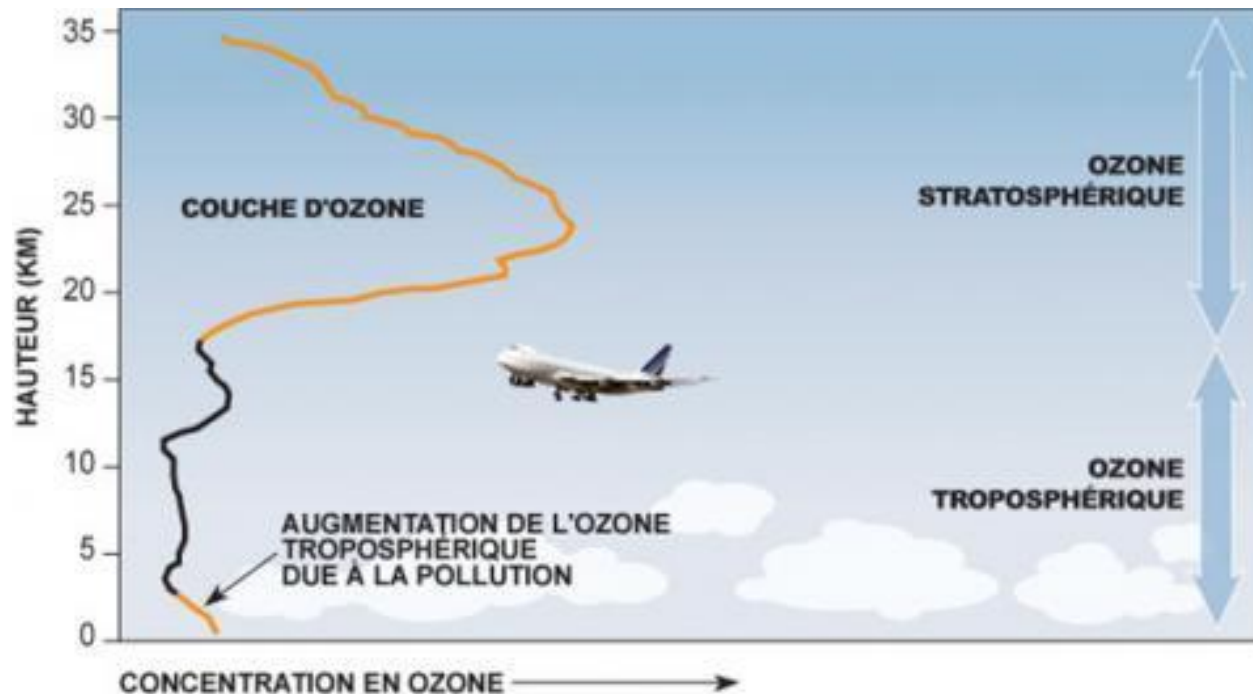


Sources: carte EEA; texte et données : Ozone Pollution: impacts on carbon sequestration in Europe, April 2012 <https://icpvegetation.ceh.ac.uk/>

Impact de l'ozone troposphérique sur le climat

Impact sur le réchauffement climatique

La molécule d'ozone a la propriété d'absorber le rayonnement solaire. Ce faisant, elle provoque un échauffement localisé de l'atmosphère.



Au niveau de la stratosphère, cet échauffement est constant, et contribue à la structuration même des couches de l'atmosphère.

Au niveau du sol, la formation d'ozone troposphérique provoque un échauffement localisé additionnel....

Source : World Meteorological Organisation - 2014



oreca

OBSERVATOIRE RÉGIONAL
ET TERRITORIAL
ÉNERGIE CLIMAT AIR
DE BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

Merci de votre attention

Avez-vous des questions ?

ORECA EST PILOTÉ PAR

AVEC LE
SOUTIEN
DU FEDER

COORDONNÉ PAR ALTERRE
EN PARTENARIAT AVEC ATMO
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

ORECA S'APPUIE
SUR LA PLATEFORME
OPTER

AVEC LE
PARTENARIAT
SCIENTIFIQUE DE

**RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTÉ**

**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*



**PRÉFET
DE LA RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE-COMTÉ**
*Liberté
Égalité
Fraternité*



alterre
bourgogne
franche-comté



OPTER
Connaissance
& prospective territoriales

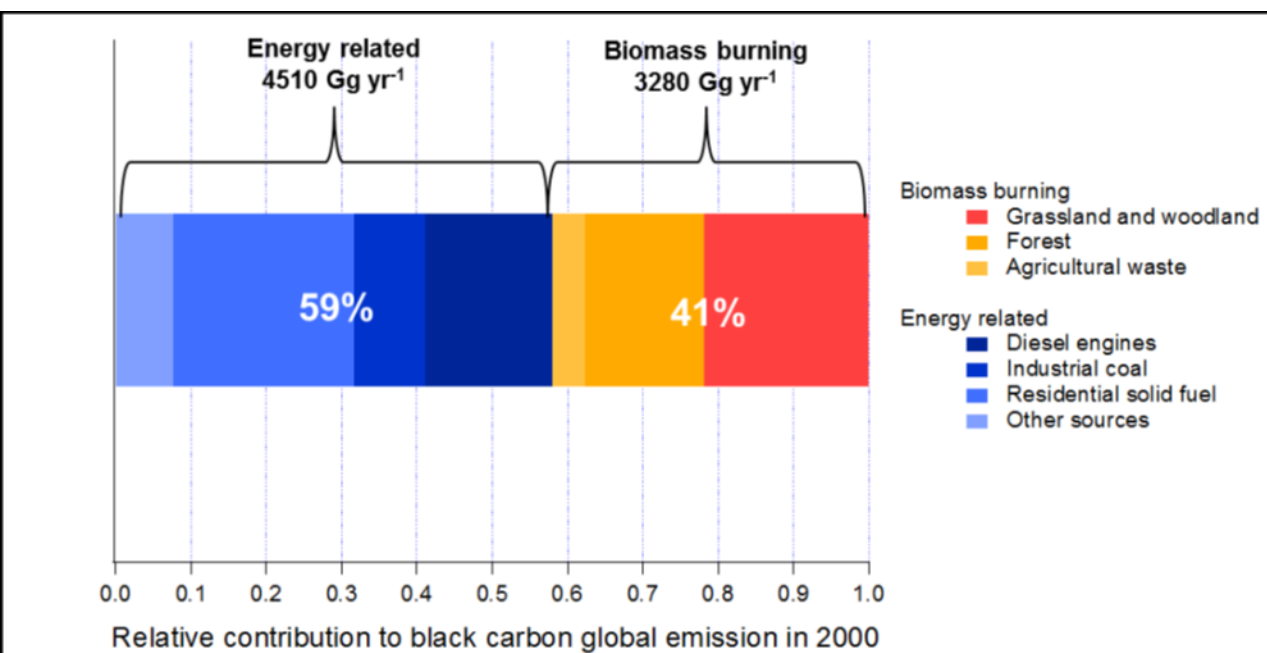
ThéMA
UMR 649 Thématique & Modèles pour Aménager

Impact des particules sur le climat

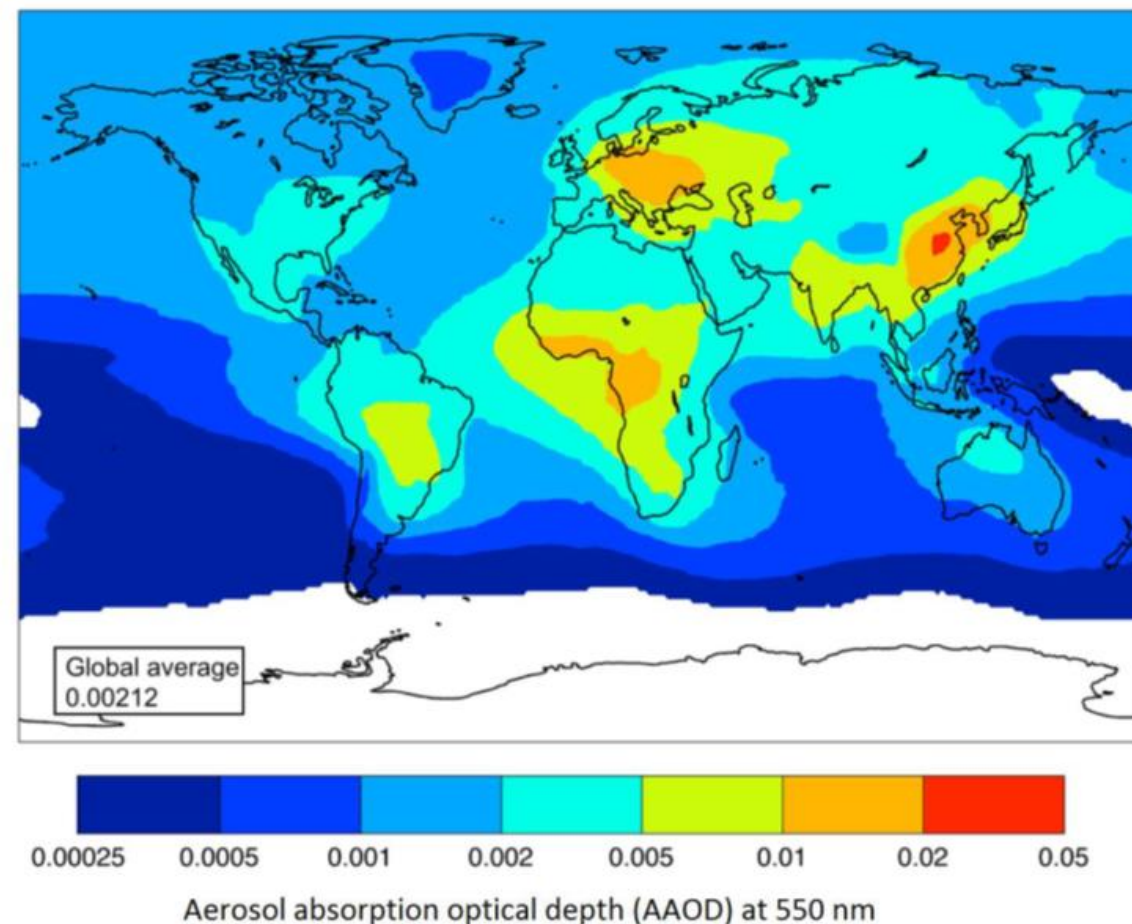
Impact indirect : Noircissement des surfaces

- Le Black Carbon, ou Suies Atmosphériques un constituant des particules

- Particules très fines, issues des mécanismes de combustion
- Facilement et rapidement diffusés à travers l'atmosphère



(Zanetta th., 2016, d'après Bond et al., 2013)



Impact des particules sur le climat

Noircissement des masses glaciaires

- Dépôt en surface de tout objet avec effets divers :
 - Végétaux : effet écran / baisse de la photosynthèse
 - Immeuble : noircissement / encrassement → **Baisse d'albedo**
 - Neiges et calottes glaciaires : augmentation du noircissement de surface / de l'absorption des rayons solaires → **Accroissement de la fonte des neiges ; Baisse de l'albedo terrestre**



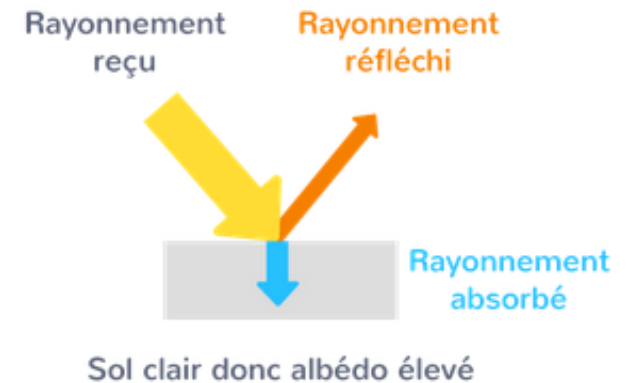
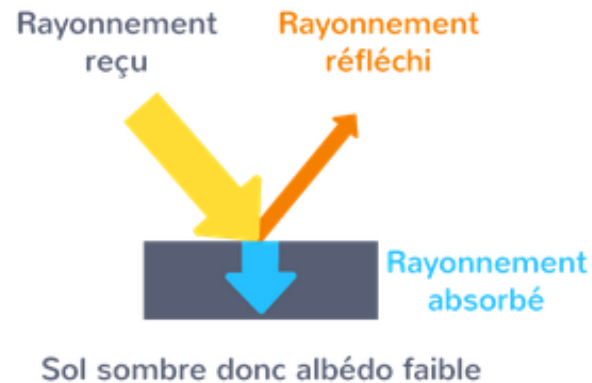
Noircissement des bâtiments

Source image : Airparif



Noircissement des glaciers

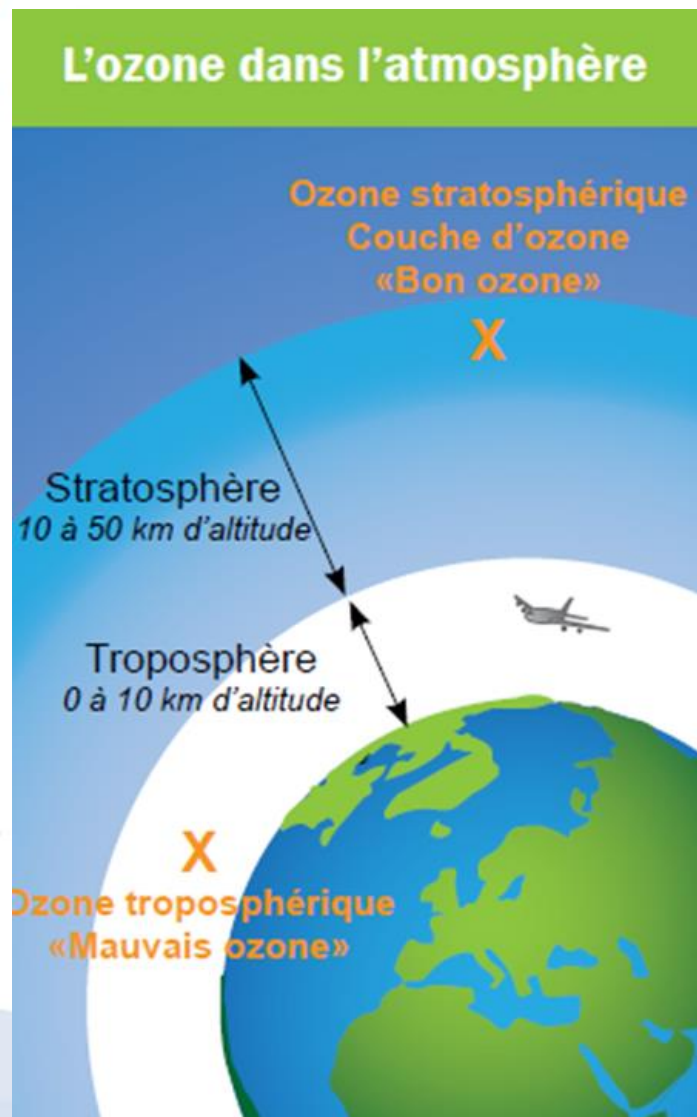
Glacier de la Meije



Impact de la couleur des surfaces sur l'albedo

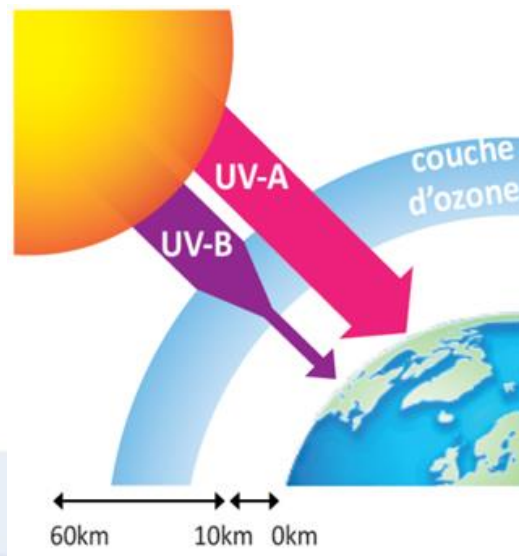
Source image : ©Kartable.fr

Des été plus chauds et plus secs Y a-t-il un bon et un mauvais ozone ?



→ Un seul et unique gaz, aux propriétés chimiques particulières

- ❑ Extrêmement oxydant
Agressif pour les organismes
- ❑ Absorbe les rayons UV-B du soleil
✓ Nous protège des rayonnement solaires



Une problématique
complexe :
Ozone troposphérique et
Ozone stratosphérique

Impact de l'ozone troposphérique sur le climat

Impact sur la végétation

Espèces sensibles à l'ozone	Espèces modérément sensibles à l'ozone	Espèces peu sensibles à l'ozone
Blé Soja Cotonnier Haricots, pois, fèves Navet Oignon Laitue Tomate Pin noir Mélèze Pin sylvestre Pin maritime	Betterave Colza Pomme de terre Tabac Riz Vigne Chou Maïs Luzerne Chêne pédonculé Bouleau Platane	Orge Fraisier Seigle Brocoli Epicéa Hêtre Douglas Érable

Tableau 1. Sensibilité à l'ozone des principales espèces cultivées (d'après Mills et al., 2007 et ICP Vegetation, 2011 ; Ulrich et al. 2006).

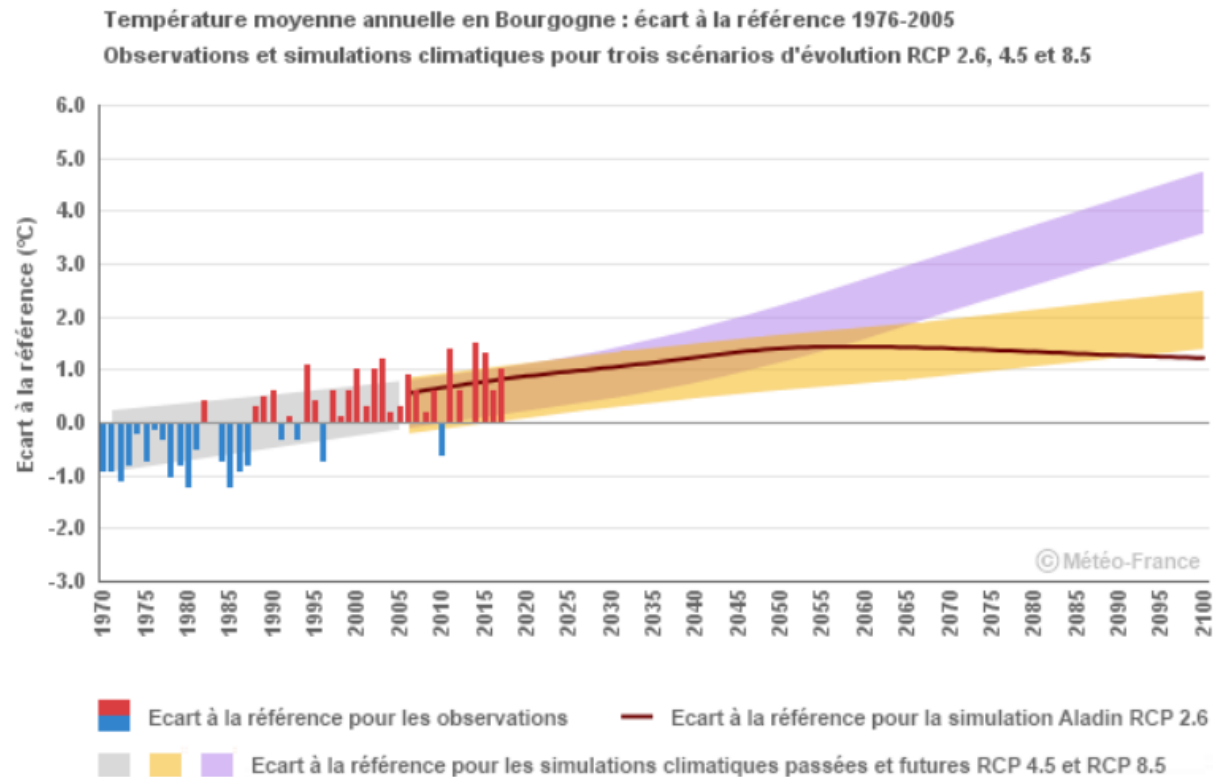
Effet des polluants atmosphériques sur le changement climatique



Scénarios climatiques



Scénarios climatiques

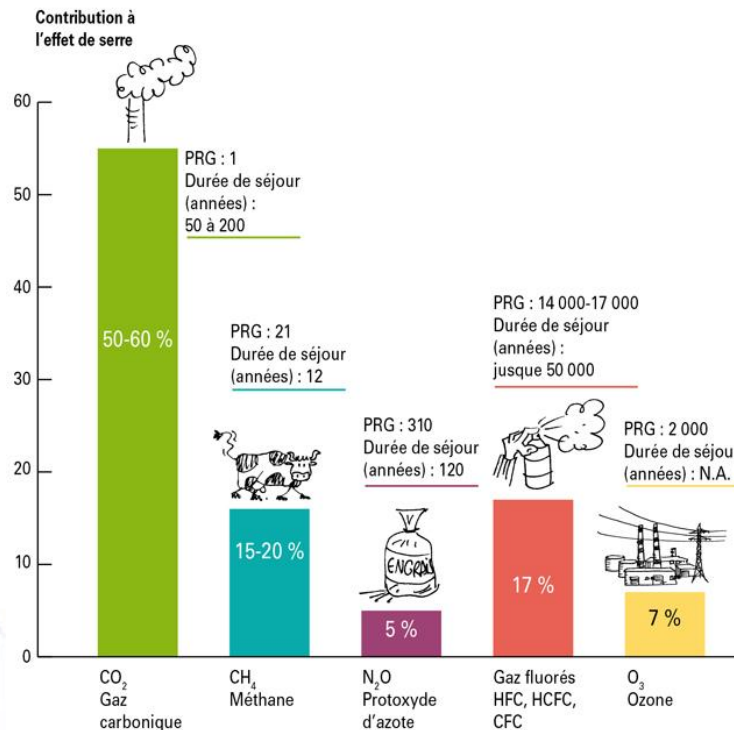


Sans politique climatique globale: emballement de la machine climatique, +4°C à horizon 2100

Avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂: stabilisation à 2050, sous +2°C

Scénarios climatiques

LES GES ET LEUR POUVOIR DE RÉCHAUFFEMENT GLOBAL



Source : les.cahiers-developpement-durable.be

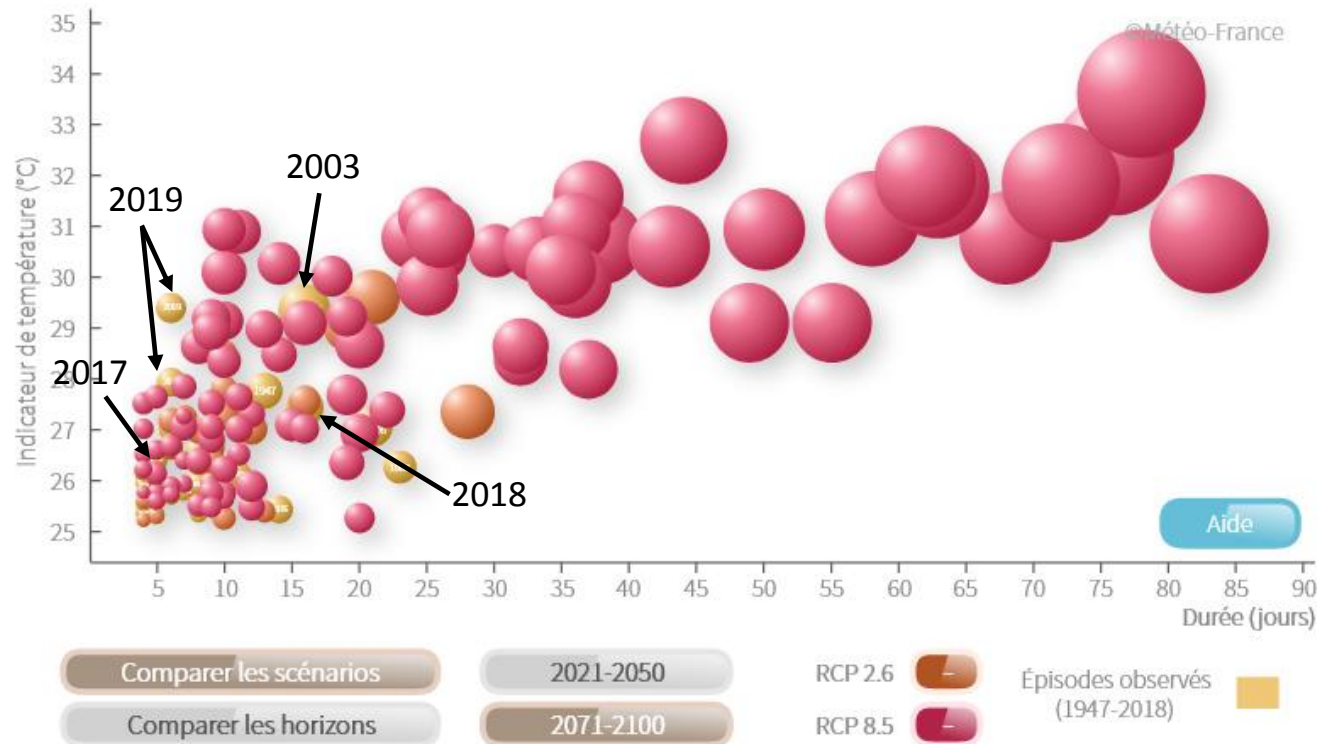
Inertie climatique : estimation du temps que met l'atmosphère à réagir aux modifications anthropiques de sa composition

-> dépend des émissions et de l'absorption de la chaleur par les océans

-> estimée à 40 ans

Scénarios climatiques

Vagues de chaleur : simulations pour différents scénarios et différents horizons



Conséquences pour la santé:

+ 18,7 %

AUGMENTATION DE LA MORTALITÉ EN BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ PENDANT LA CANICULE DE 2018

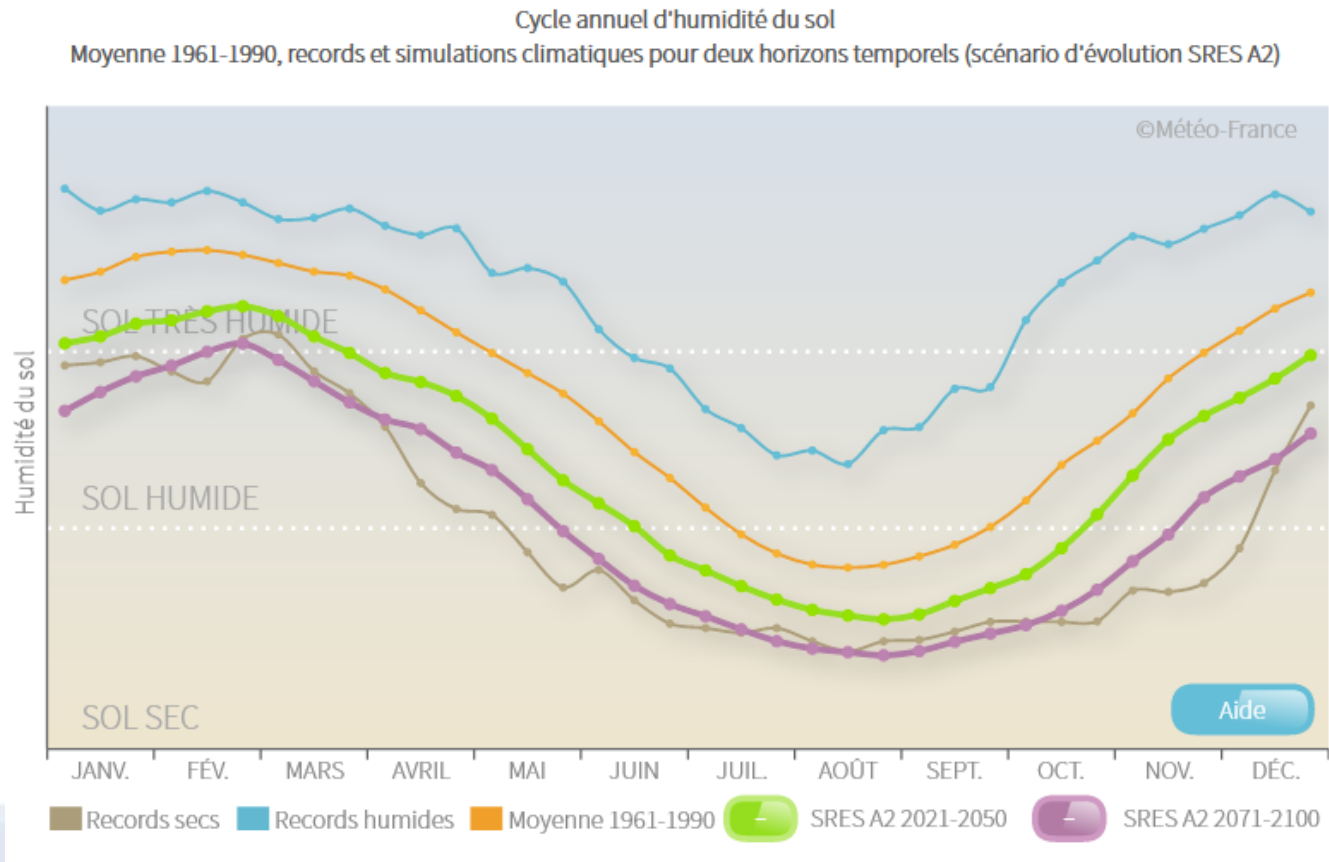
(source : Géodes - Santé publique France)

+ 86 %

AUGMENTATION DES PATHOLOGIES (HYPERTHERMIE, DÉSHYDRATATION ET HYPONATRÉMIE) EN LIEN AVEC LA CHALEUR EN BOURGOGNE- FRANCHE-COMTÉ PENDANT LA VAGUE DE CHALEUR DE JUIN 2017

(source : ARS)

Scénarios climatiques



Conséquences pour la santé:

- Accès à l'eau
- Risque incendies accru...