



Impacts du changement climatique en Provence-Alpes-Côte d'Azur & adaptation des entreprises

Coordinateur et animateur du GREC-SUD
Philippe Rossello

Campus CCI du Vaucluse, Avignon
15 février 2024



Rôle principal : centraliser, transcrire et partager les connaissances scientifiques sur le climat et le changement climatique, éclairer les enjeux locaux, favoriser le dialogue et enrichir les débats, accompagner les acteurs territoriaux...

GREC-SUD → interface science/société → facilitateur

Publics concernés : élus, décideurs, collectivités territoriales, gestionnaires, mais aussi entreprises, associations, enseignants, élèves, citoyens...

Coprésidence : Marie-Laure Lambert (AMU) et Joël Guiot (CNRS, CEREGE, AMU).

Une équipe d'animation et de coordination : Antoine Nicault, Philippe Rossello.

Une initiative portée par l'Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat).

Financement depuis sa création : ADEME PACA, Région Sud. Sur projets : CD 13, métropoles Aix-Marseille-Provence et Nice Côte d'Azur, ARS PACA, PNR du Luberon, du Verdon...



Solutions concrètes pour s'engager dans les transitions en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Décembre 2021



Cahiers thématiques

- Agriculture et forêt
- Ressources en eau
- Solutions concrètes
- Alimentation...

À venir

- Biodiversité
- Évènements climatiques extrêmes
- Tourisme...

Cahiers territoriaux

- PNR du Luberon
- PNR du Verdon
- Métropole AMP...

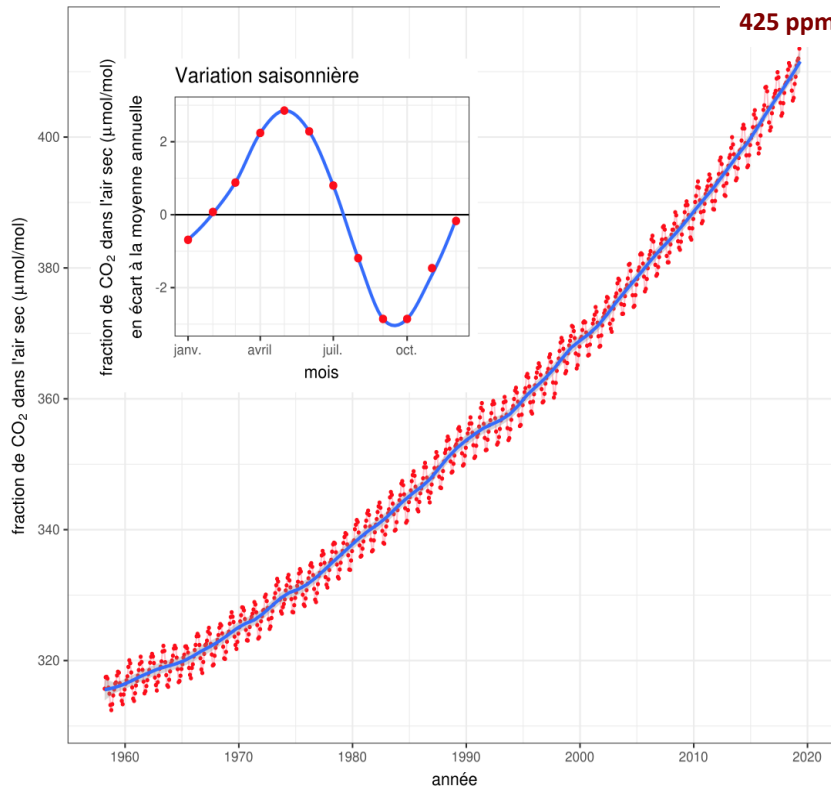
www.grec-sud.fr/article/toutes-nos-publications-en-un-seul-clic/

Augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère

Moyenne mensuelle de la concentration de CO₂

Mauna Loa 1958 - 2019

Avril 2023 :
425 ppm



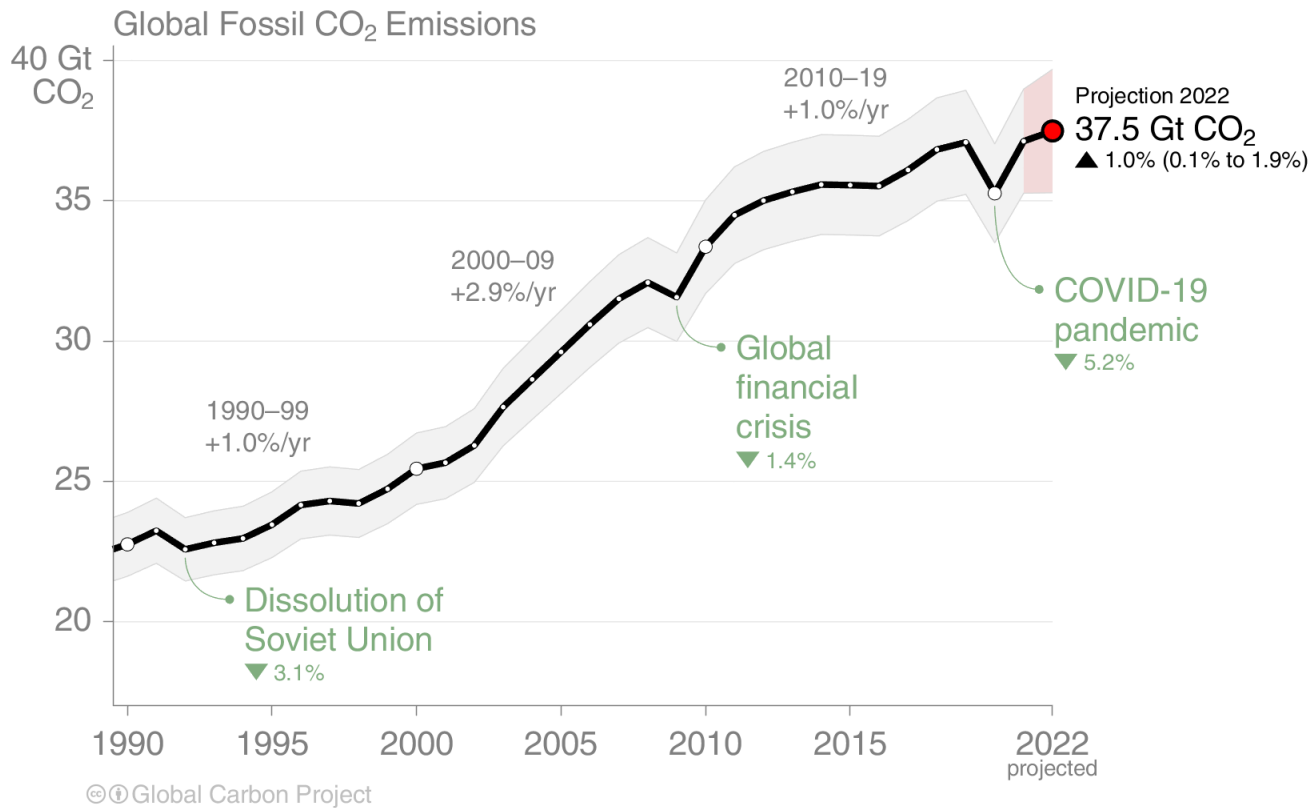
données : R. F. Keeling, S. J. Walker, S. G. Piper et A. F. Bollenbacher
Scripps CO2 Program (<http://scrippsco2.ucsd.edu>). Accédé le 2019-07-20

Nouveau record enregistré à l'Observatoire de Mauna Loa, à Hawaï, station de référence de l'Organisation météorologique mondiale.

**Un niveau 50 % plus élevé
que celui d'avant la
révolution industrielle**

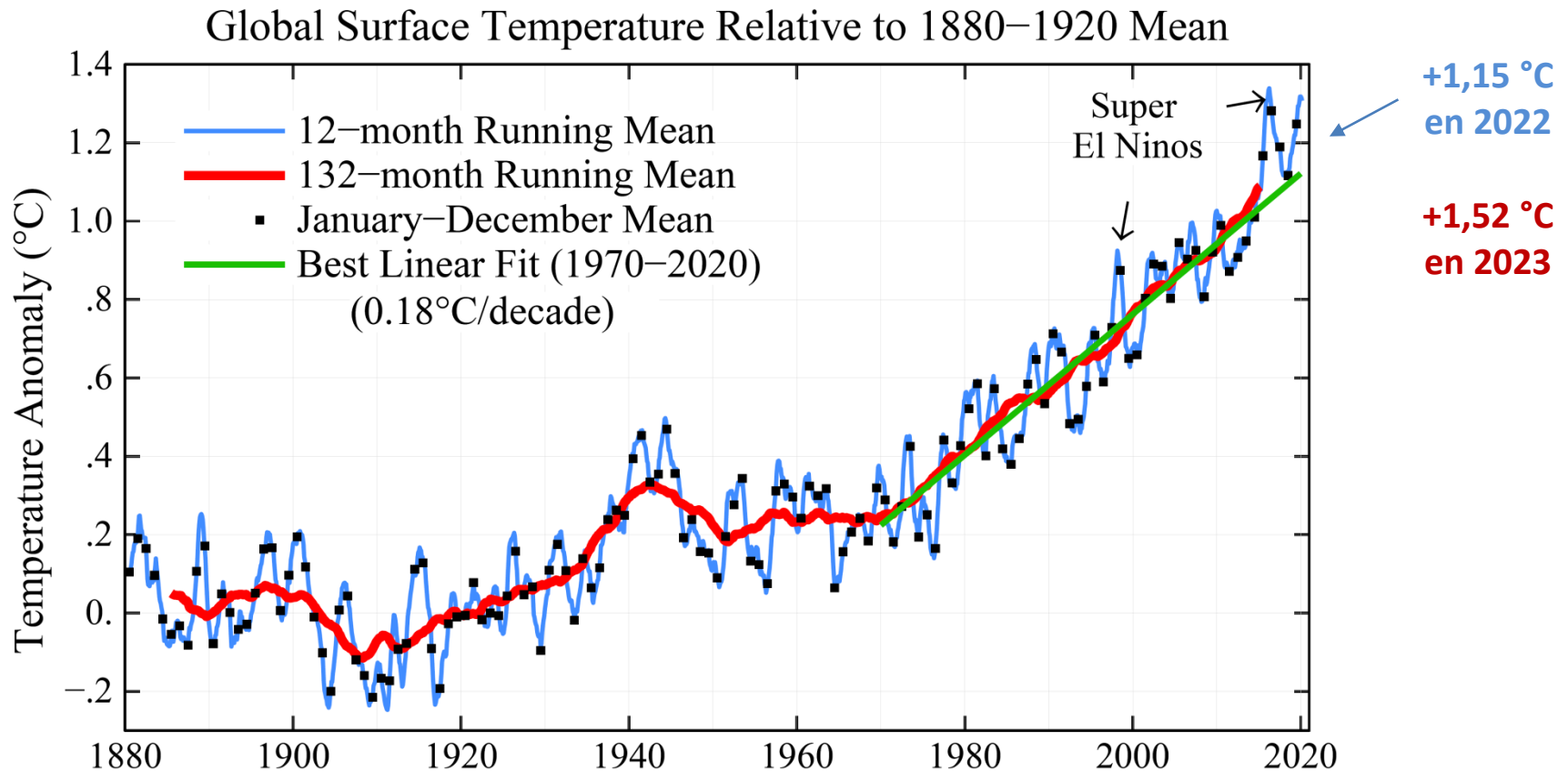
« La concentration de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère n'a pas été aussi élevée depuis au moins 2 millions d'années » (GIEC).

Depuis le début de l'ère industrielle, **le réchauffement est inégalement réparti sur la planète (en moyenne) : +1,1 °C en moyenne vs +1,5 °C sur les terres émergées**, davantage aux pôles, en montagne... **Un équilibre est rompu** : plus de carbone émis dans l'atmosphère que stocké et séquestré dans les écosystèmes naturels (océans, forêts...). Attention : **inertie des gaz à effet de serre dans l'atmosphère + boucles rétroactives positives** (fonte du pergélisol par exemple).



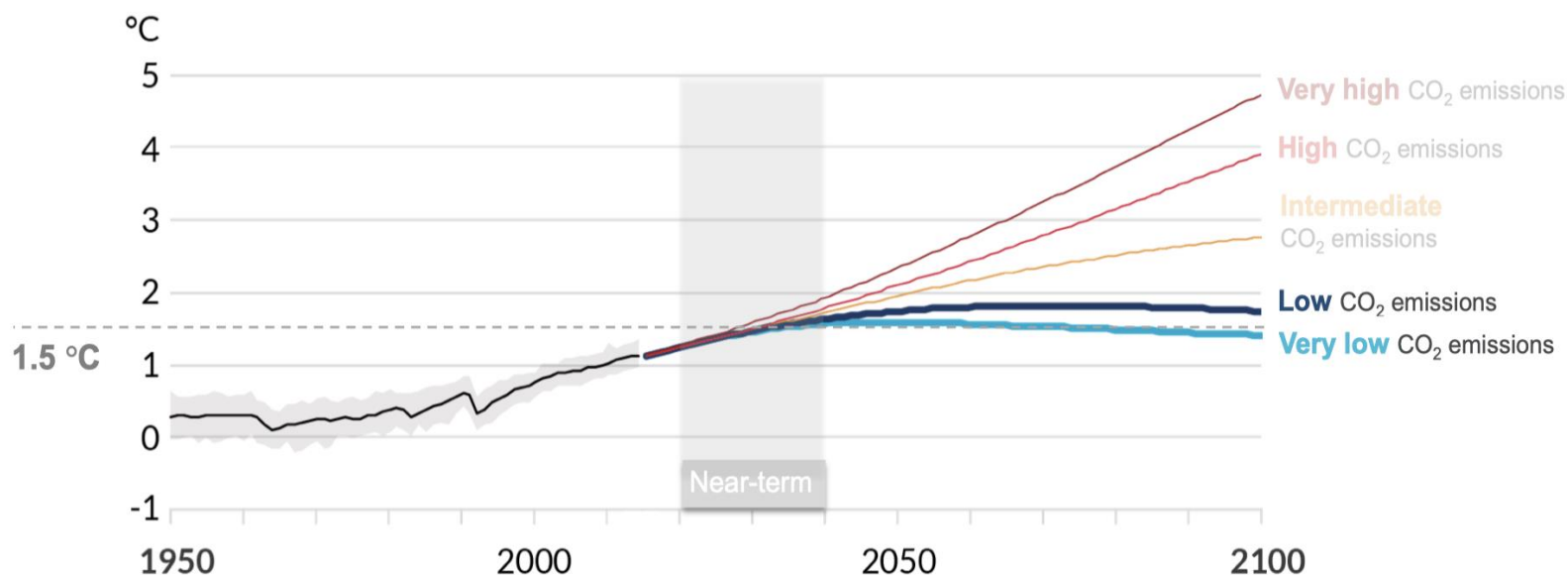
37 milliards de tonnes de CO₂ équivalent émises en 2018 et 2019, une chute en 2020 (COVID-19) et une remontée en 2021 (économie ne fonctionnant pas encore à plein régime).

Le réchauffement global



Global surface temperature relative to 1880-1920 based on GISTEMP analysis (mostly NOAA data sources, as described by Hansen, J., R. Ruedy, M. Sato, and K. Lo, 2010: Global surface temperature change. Rev. Geophys., 48, RG4004. Last modified 2020/09/14, now with GHCN v4 and ERSST v5

Cinq nouveaux scénarios du GIEC dont deux respectent l'Accord de Paris (very low +1,5 °C et low +2 °C) et trois occasionnent un réchauffement global allant de 3 à 5 °C



Le seuil (moyen) +1,5 °C par rapport au niveau préindustriel sera atteint dans environ 10 ans (near term) quel que soit le scénario. Le seuil de 2 °C sera atteint vers 2050. Les deux scénarios à basses émissions (low et very low) permettraient de respecter ces seuils d'ici 2100.

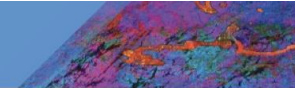
À moins d'une réduction drastique à l'échelle mondiale des émissions de GES, il sera **impossible de limiter le réchauffement à 1,5 °C** or chaque dixième degré compte. **Plus nous attendons, plus la marge de manœuvre des sociétés humaines se réduit.**

Les événements extrêmes deviennent et deviendront plus fréquents et plus intenses

SIXTH ASSESSMENT REPORT

Working Group I – The Physical Science Basis

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



Extreme heat

More frequent

More intense



Heavy rainfall

More frequent

More intense



Drought

Increase in some regions



Fire weather

More frequent



Ocean

Warming
Acidifying
Losing oxygen

Photo Credits from left: 1. Luiz Guimaraes 2. Jonathan Ford 3. Peter Burdon 4. Ben Kuo 5. NOAA

Des changements du système climatique sont irréversibles (hausse de la température des océans et élévation du niveau des océans, fonte de la calotte glaciaire du Groënland...), mais **certains changements pourraient être ralentis et d'autres arrêtés en limitant le réchauffement.**

L'augmentation du niveau de la mer se poursuivra ces prochains siècles

L'élévation du niveau de la mer continuera même dans le cas d'une réduction drastique de nos émissions de gaz à effet de serre

Conséquences sur la biodiversité

Modification de la biodiversité des zones humides côtières

Contribution à l'augmentation des phénomènes de remontée et d'intrusion saline

Augmentation des surfaces soumises aux risques de submersion marine

Accélération des phénomènes d'érosion côtière

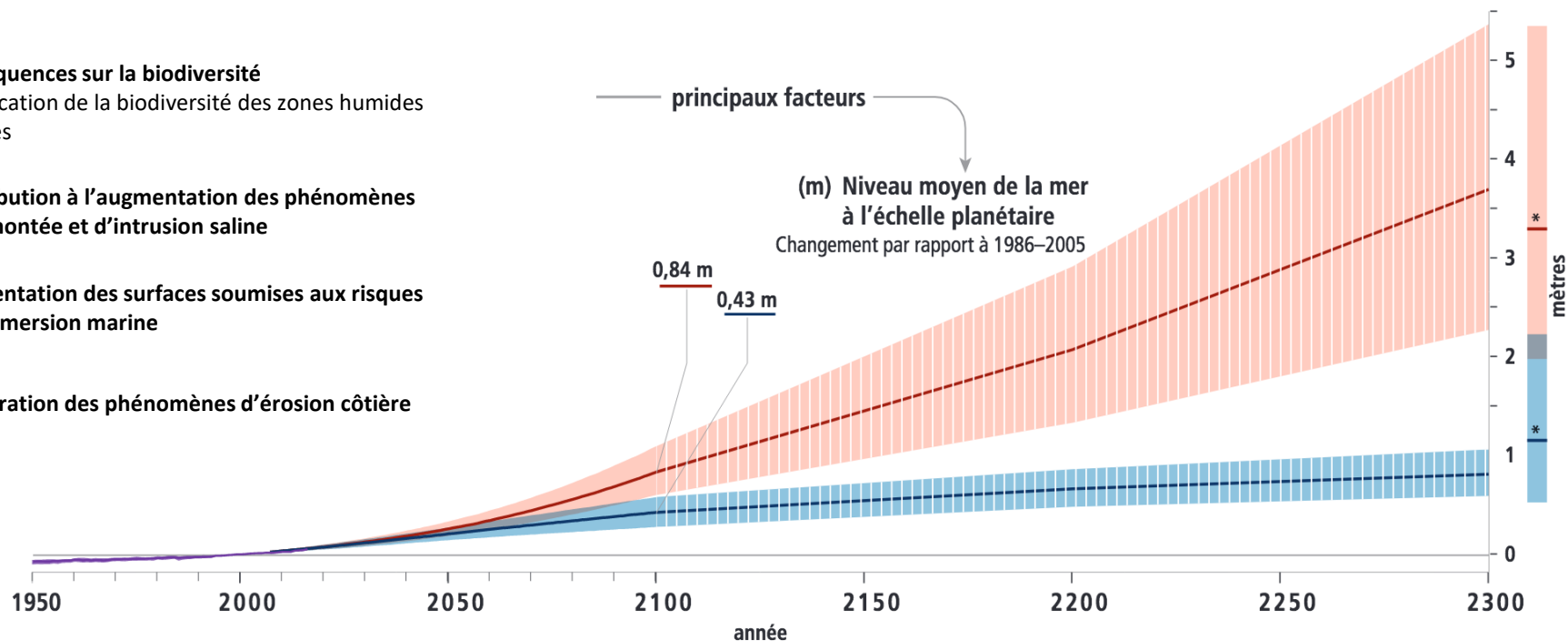
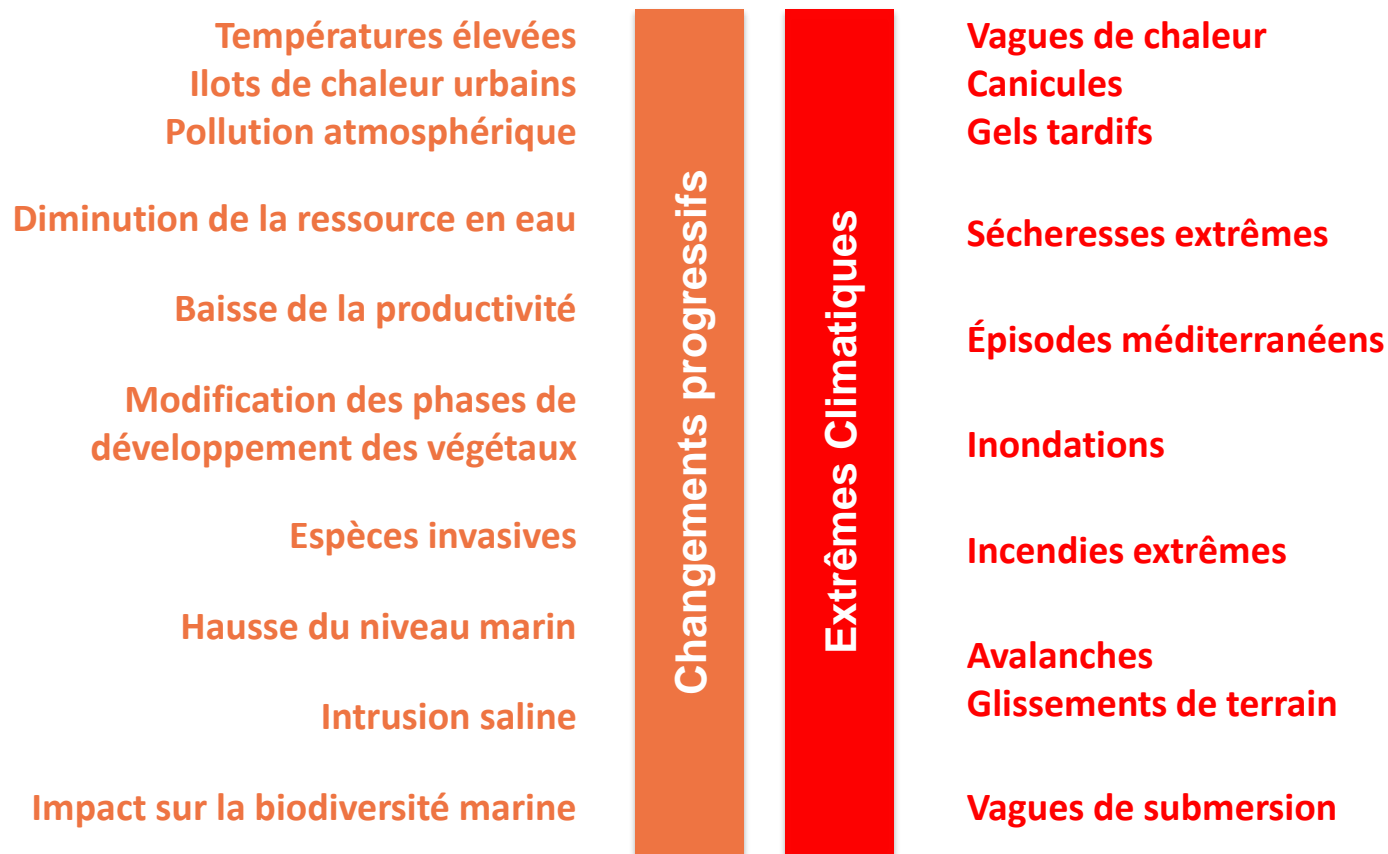


Figure RID.1 | Changements historiques observés et modélisés de l'océan et de la cryosphère depuis 1950¹¹ et changements futurs projetés selon les scénarios d'émissions faibles (RCP2.6) et élevés (RCP8.5) de gaz à effet de serre. {Encadré RID.1}

Quels effets du changement climatique ?

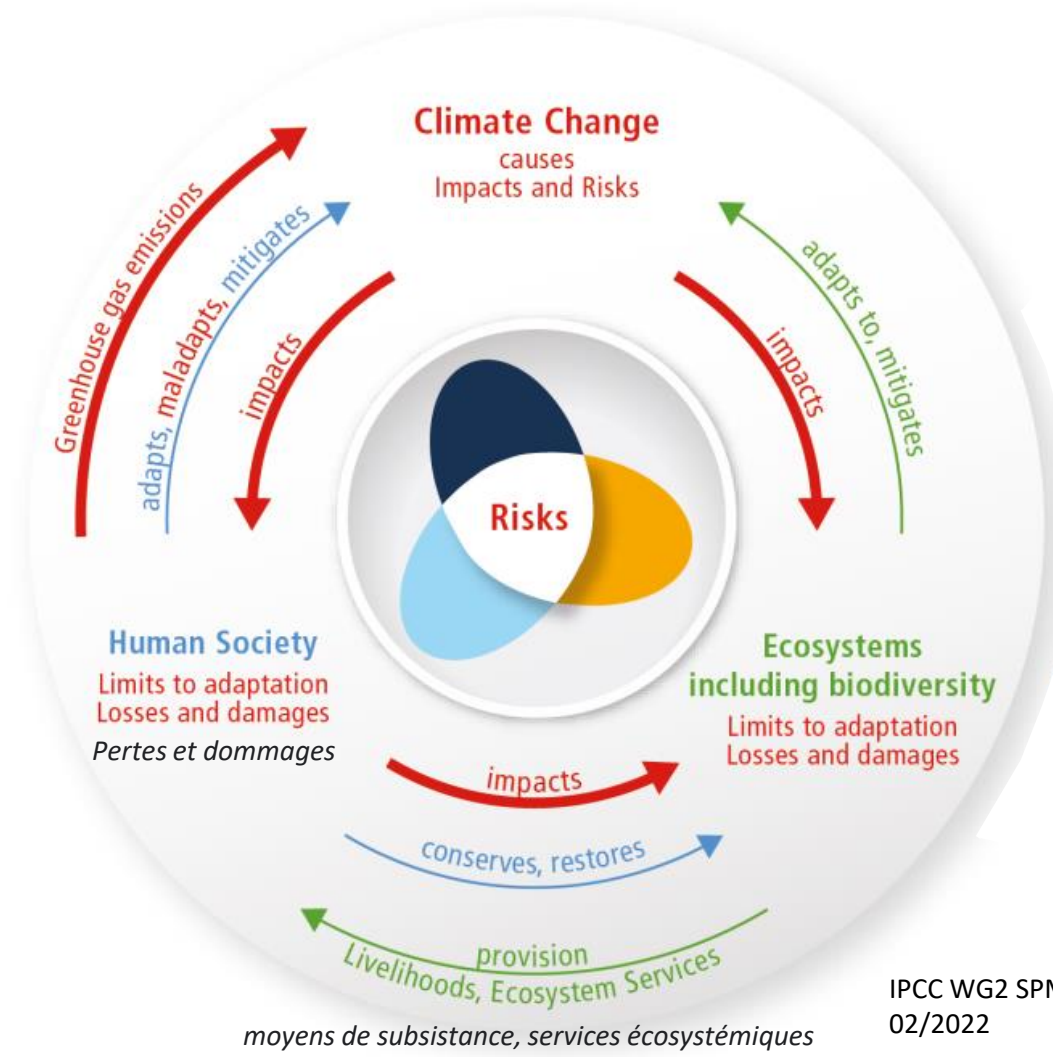


CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

Ressources – Infrastructures – Santé

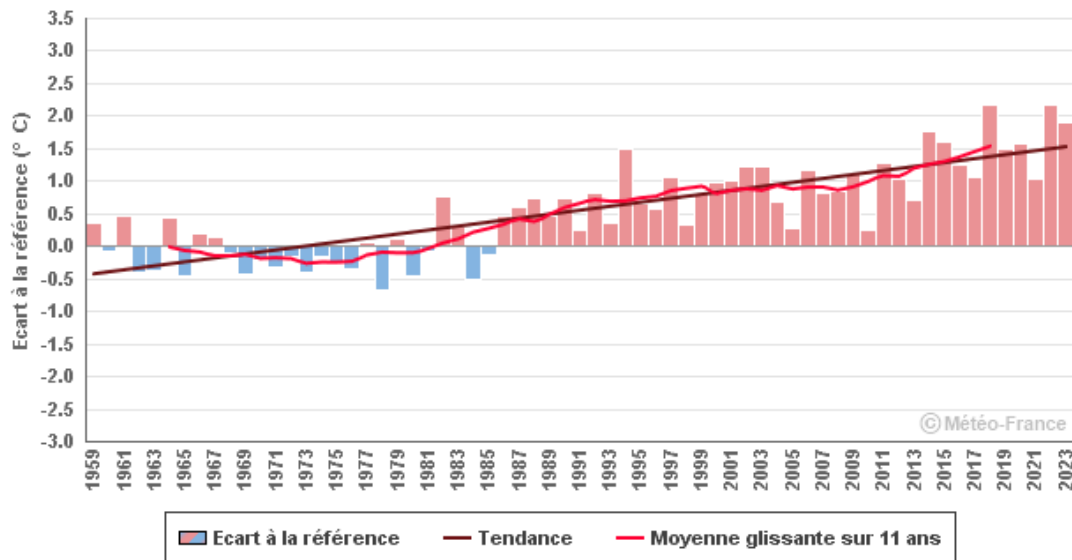
Tout est lié...

(a) Main interactions and trends



Température minimale annuelle : écart à la référence 1961-1990

Paca

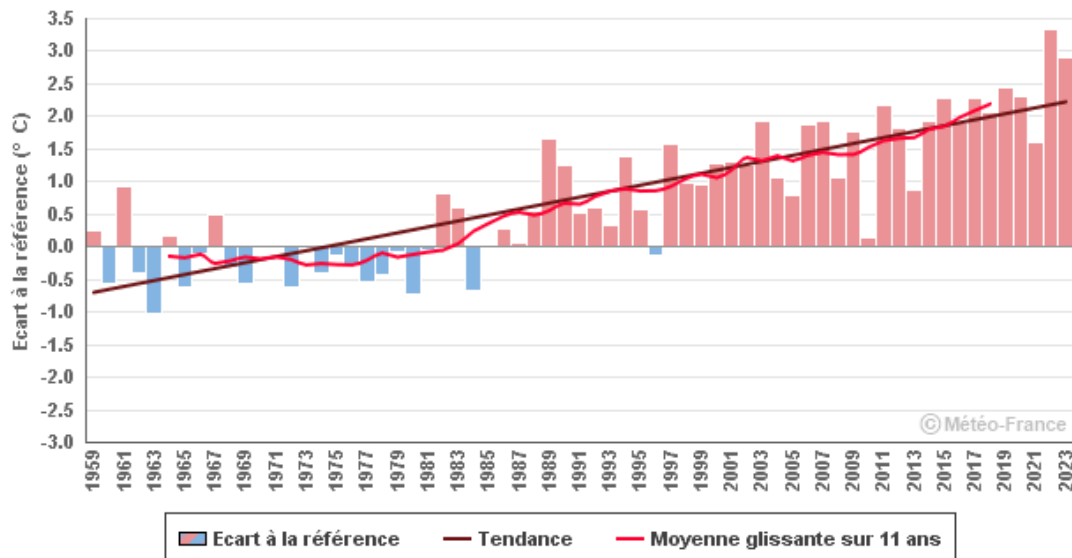


L'évolution récente de la température à l'échelle régionale

La tendance au réchauffement climatique à l'échelle régionale est très nette depuis 35 ans (source : Météo-France).

Température maximale annuelle : écart à la référence 1961-1990

Paca



Depuis 1959, en **région Provence-Alpes-Côte d'Azur, en plaine, +1,9 °C** en moyenne (**> +2 °C** dans les **Préalpes et Alpes du Sud**).

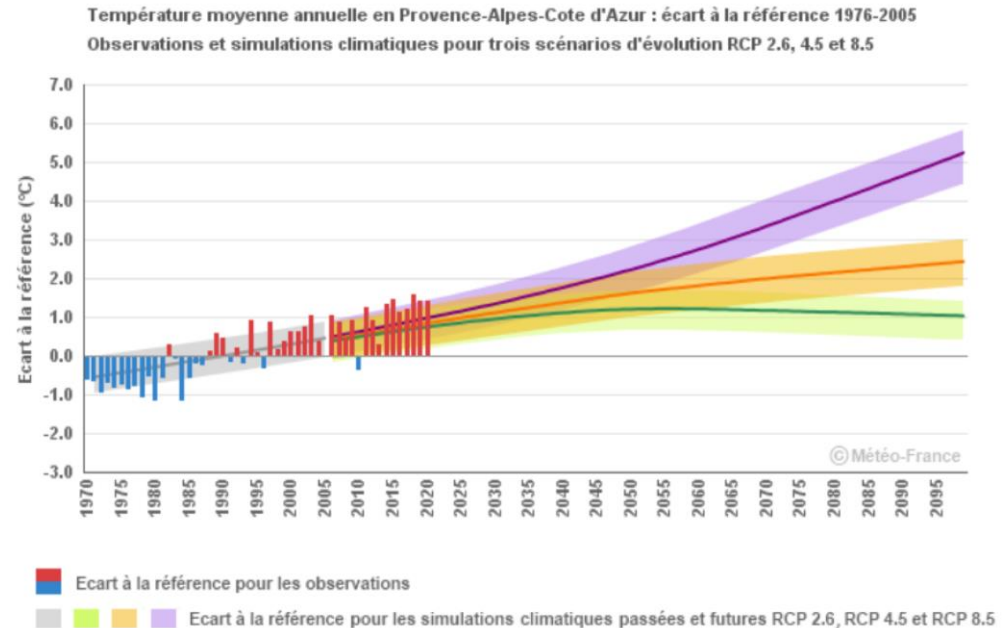
Une accélération du réchauffement ces dernières décennies.

Augmentation des températures moyennes annuelles d'environ 0,3 °C par décennie (en été, +0,4 à 0,5 °C par décennie).

Le changement climatique et la température dans la région

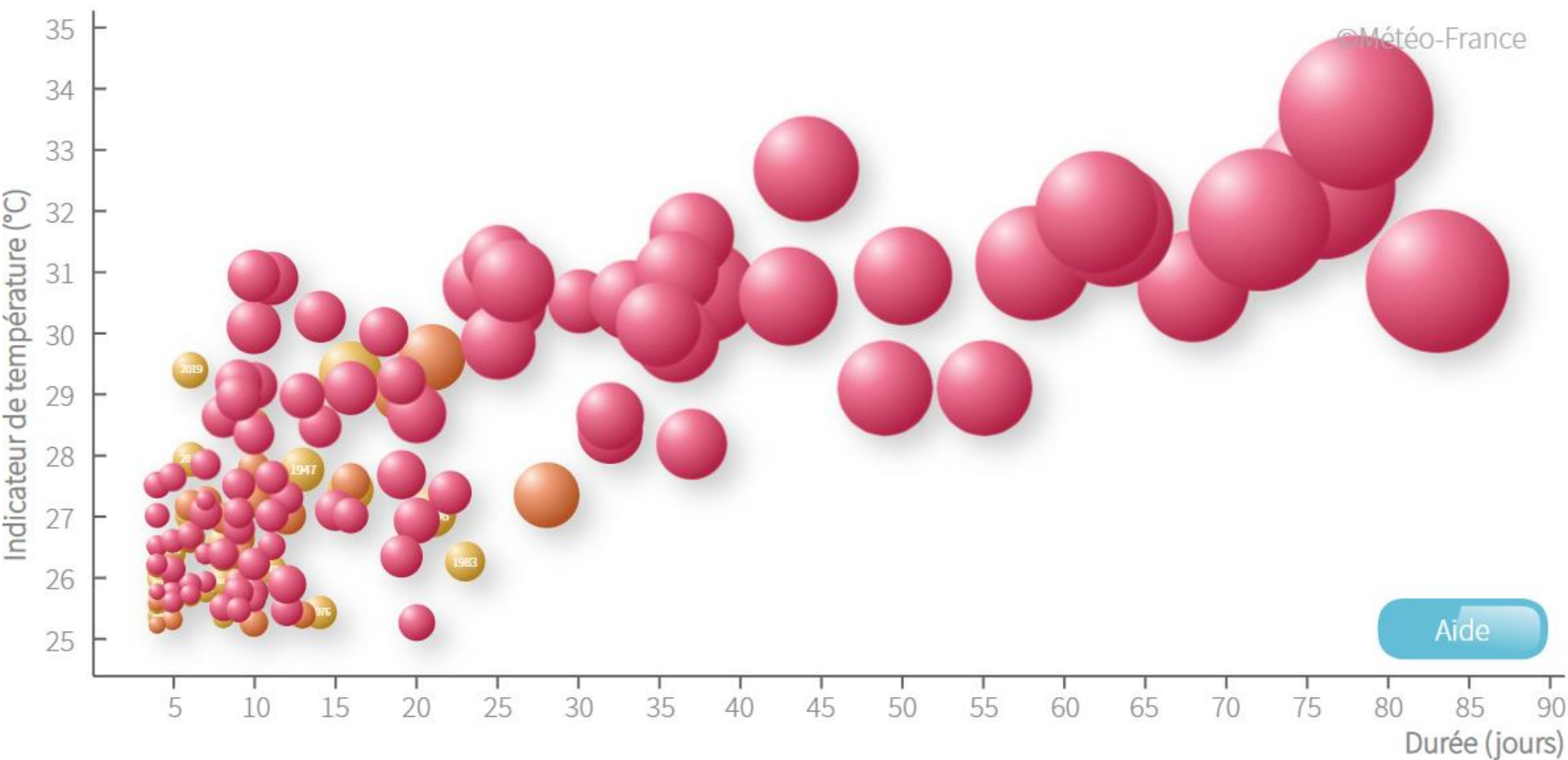
- ❖ Une **évolution progressive, mais rapide de la température** : en Provence-Alpes-Côte d'Azur, depuis 1960, hausse de la température moyenne de +0,3°C par décennie (en été, +0,4 à 0,5 °C).
- ❖ **Vagues de chaleur encore plus intenses, plus fréquentes et plus longues à l'avenir** (plus de 80 jours en 2100 si scénario pessimiste et Tmoy journalière > 33°C).
- ❖ **Ces prochaines décennies, les températures anormalement chaudes seront fréquentes, toutes saisons confondues** : en été, par exemple, vers des normales proches de 2003, 2022 et 2023. En Provence-Alpes-Côte d'Azur, des pics de chaleur de 45°C et +.
- ❖ Dans les Alpes du Sud, **importante diminution du manteau neigeux** en dessous de 2000 m d'altitude* d'ici 2050.

*+0,5°C = élévation de la limite pluie-neige de 100 m en moyenne).



- **Élévation du niveau de la mer**
- **Augmentation des mégafeux** : risques aggravés pour les personnes et les biens...
- **Érosion de la biodiversité**
- **Introduction d'espèces invasives**
- **Développement des maladies infectieuses...**

Vagues de chaleur : simulations pour différents scénarios et différents horizons



Aide

Comparer les scénarios

2021-2050

RCP 2.6

Épisodes observés (1947-2018)

Comparer les horizons

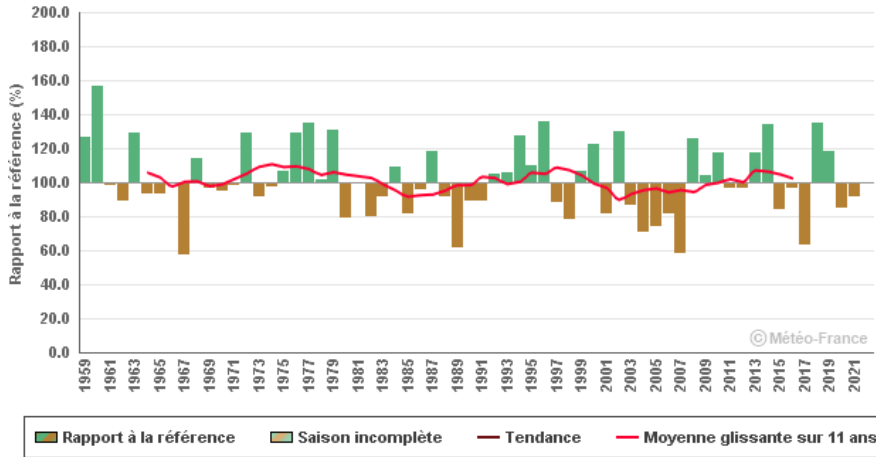
2071-2100

RCP 8.5

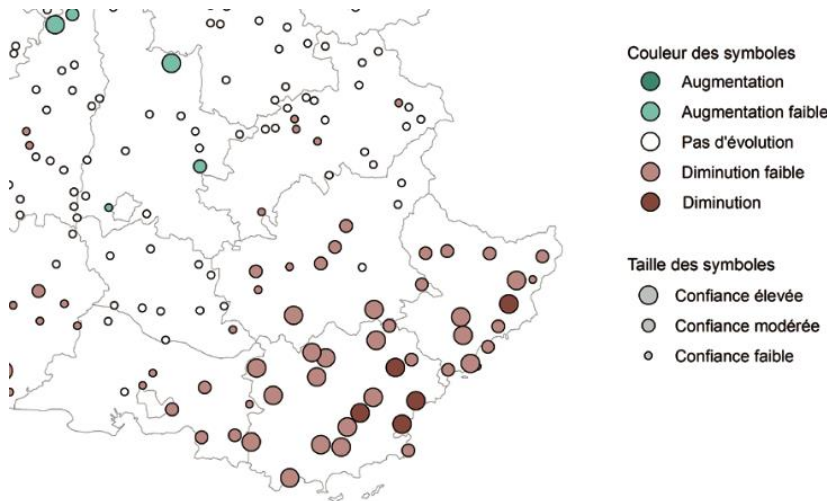


Des précipitations surtout caractérisées par la variabilité interannuelle, mais aussi des signes d'évolution

Précipitation annuelle : rapport à la référence 1961-1990
Paca



Rapport (en %) à la normale (1961-1990) du cumul annuel de précipitations dans la région (source : Météo-France). Des évolutions annuelles qui masquent des évolutions saisonnières et des différenciations spatiales.

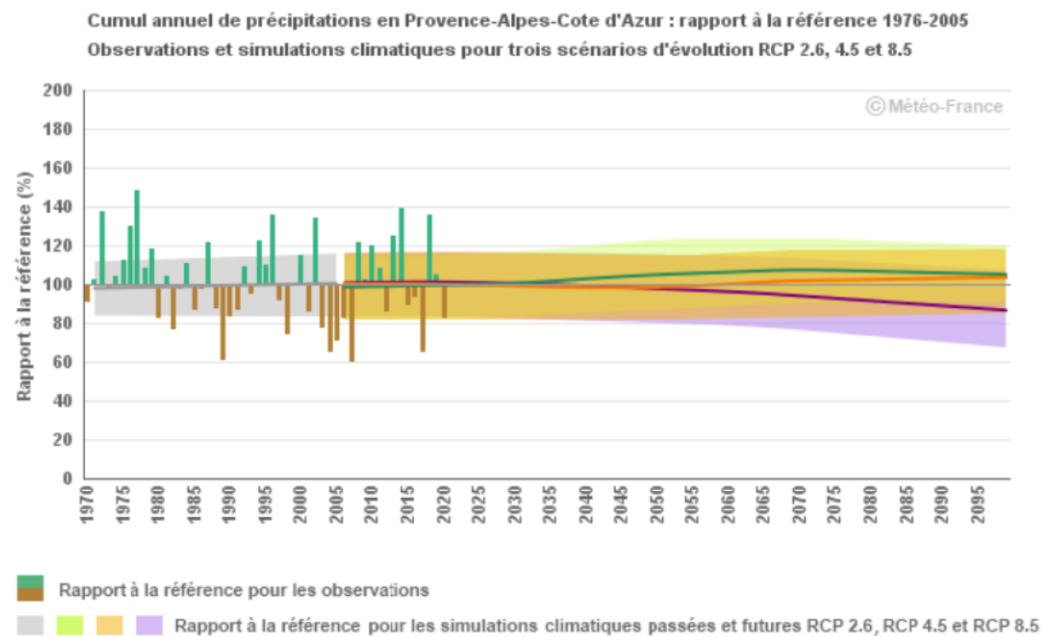


Évolution des précipitations depuis 1959 (Météo-France)

- plus sec au sud-est de la région
- stable dans les Alpes et à l'ouest de la région

Le changement climatique et les précipitations dans la région

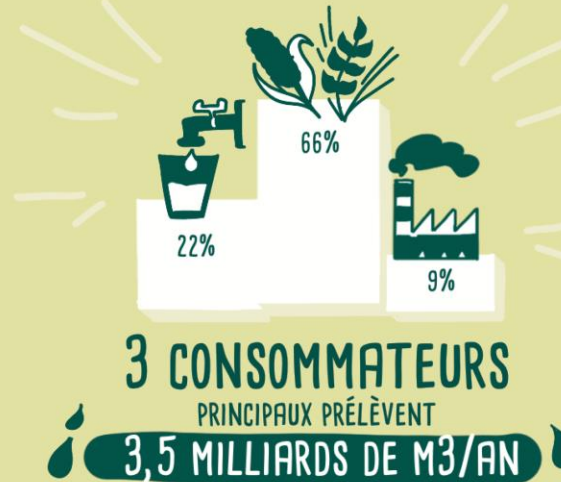
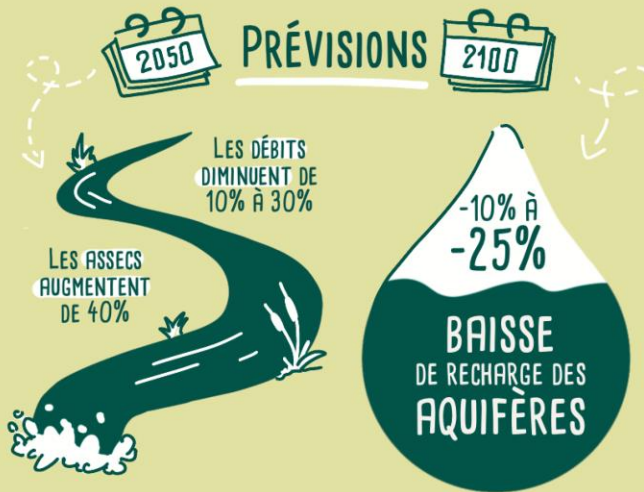
- ❖ **Grande incertitude**, mais des tendances...
- ❖ **D'ici 2050**, quel que soit le scénario considéré, **peu d'évolution des précipitations annuelles en France métropolitaine**, mais des contrastes régionaux et/ou saisonniers...
- ❖ Évolution du régime pluviométrique : en Provence-Alpes-Côte d'Azur, maintien ou hausse du cumul hivernal, baisse des précipitations estivales...
- ❖ Ces 50 dernières années,
 - **doublément de la fréquence des évènements dépassant un seuil de 200 mm de pluie/jour**
 - **doublément de la probabilité de crue centennale** (occurrence à réviser)
 - **intensité des épisodes en hausse** d'environ 22 %
 - > tendances incertaines à l'avenir.



« Des débits de cours d'eau encore plus capricieux. »

RESSOURCES EN EAU

C'est le plus gros défi auquel est confrontée la région, car quelque soit le scénario climatique, un assèchement général est attendu, particulièrement critique en été. L'accès à l'eau étant un besoin vital, il est urgent de le sécuriser.



IL FAUT ABSOLUMENT SÉCURISER LA RESSOURCE

- MIEUX RECYCLER LES EAUX USÉES
- LIMITER LE GASPILLAGE
- MODERNISER LE RÉSEAU
- PARTAGE PLUS ÉQUITABLE
- USAGES PLUS SOBRES
- ÉVOLUER AVEC LES USAGERS

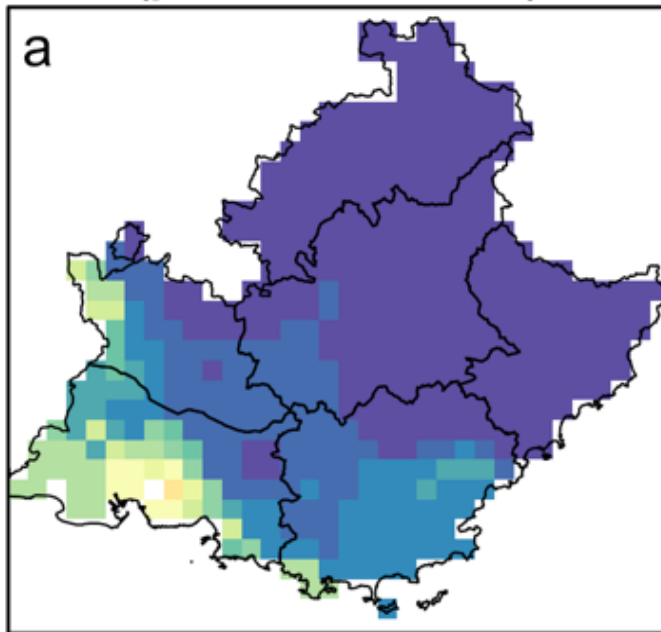
- ❖ Sécheresse estivale plus sévère
- ❖ Diminution des débits de surface
- ❖ Augmentation du nombre de jours d'assec
- ❖ Augmentation de la température de l'eau
- ❖ Diminution du niveau des eaux souterraines
- ❖ Augmentation du risque de crues

- **Tension sur la ressource**
- **Conflits d'usages**
- **Dégradation de la qualité des milieux aquatiques**

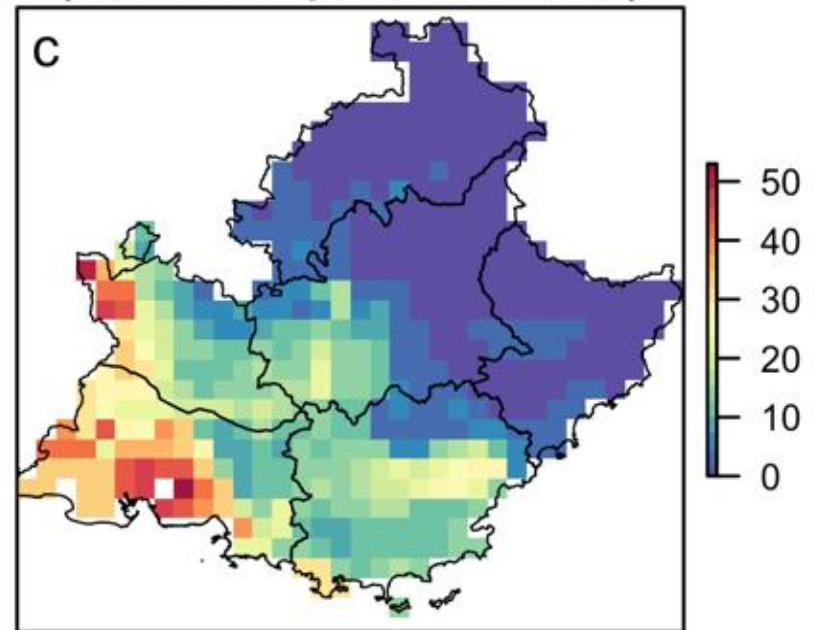
Évolution de l'indice Forêt-Météo (IFM)

IFM > 40 : danger élevé (conditions propices aux incendies extrêmes)

Nombre de jours avec IFM > 40
(période 1995-2015)



Nombre de jours avec IFM > 40
(scénario rcp8.5, 2078-2098)

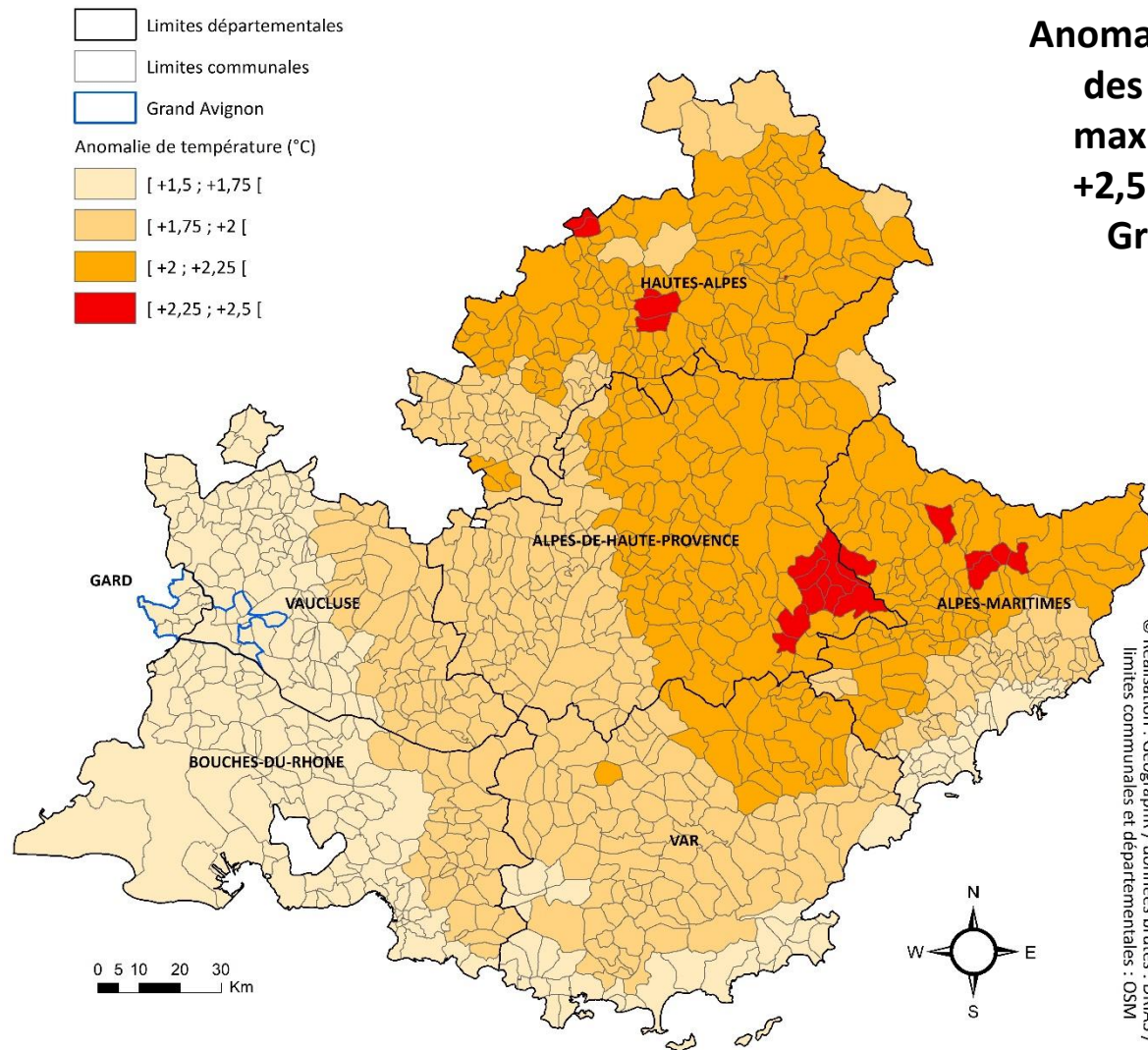


L'augmentation est surtout sensible sur la zone méditerranéenne.

Des indicateurs pour le Grand Avignon Quelle évolution d'ici 2050 ?

- ❖ **Nombre de journées très chaudes (> 35 °C) multiplié par 3.**
- ❖ **Pics de chaleur jusqu'à 45 °C, voire plus.**
- ❖ **Nombre de jours d'une vague de chaleur multiplié par 4 (nombre similaire à celui de 2003). Chaque vague de chaleur durerait en moyenne 15 jours.**
- ❖ **Plus de 40 nuits tropicales (température nocturne > 20 °C).**
- ❖ **Étés plus précoces et plus longs : de fin mai à début octobre.**
- ❖ **Nombre de jours de gel en baisse : au moins -35 %.**
- ❖ **Besoins en climatisation en augmentation d'au moins un tiers.**
- ❖ **Hors température, nombre de jours de vent fort en augmentation de 7 % en moyenne annuelle...**

En 2050, le climat du Grand Avignon présenterait des similarités avec celui d'Ancone, ville située sur la côte Adriatique italienne (scénario intermédiaire) ou de Naples, dans la région de Campanie (scénario pessimiste).



**Anomalie plus marquée
des températures
maximales en été :
+2,5 à +3°C dans le
Grand Avignon**

Anomalie de température moyenne (°C) en été (juin à août) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur durant la période 2021-2050 par rapport à 1976-2005.

Des indicateurs pour le Grand Avignon

Quelle évolution d'ici 2050 ?

- ❖ **Cumuls annuels de précipitations relativement stables.**
- ❖ **Cumuls de précipitations excédentaires en hiver.**
- ❖ **Nombre de jours de pluie en légère augmentation en hiver, contrairement aux printemps, été et automne (nombre de jours stable ou en léger recul).**
- ❖ **Allongement des périodes de sécheresse, principalement en été.**
- ❖ **Nombre de jours de précipitations intenses en hausse de 8 %, surtout en hiver.**
- ❖ **Cumuls de précipitations, susceptibles de provoquer des dégâts et des inondations, en légère hausse, soit des hauteurs de pluie susceptibles de dépasser 140 mm en 24 h à Avignon, voire plus localement.**

Des indicateurs pour le Grand Avignon

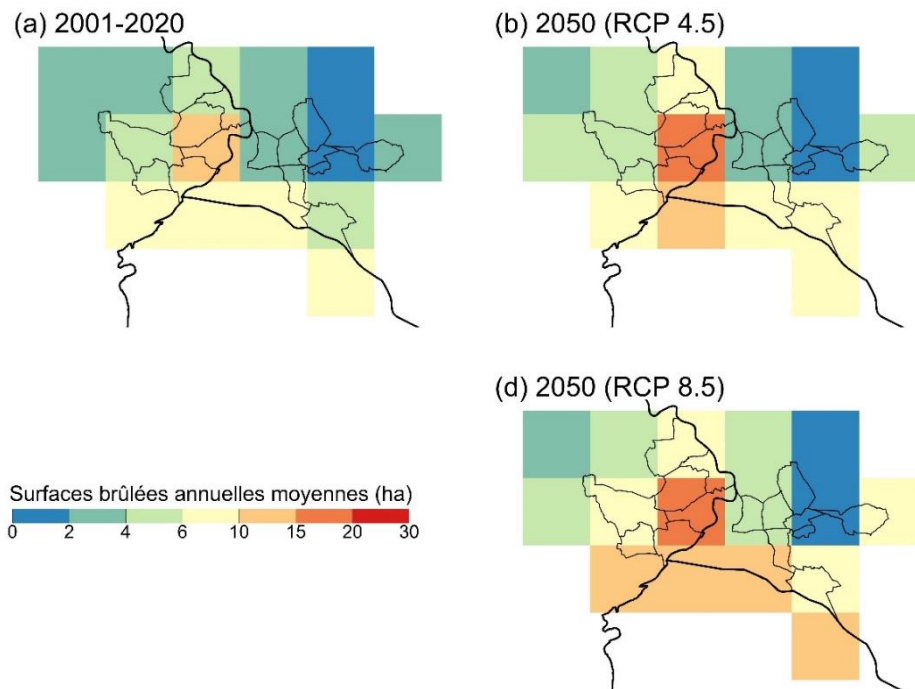
Incendies et changement climatique

Risque d'incendie accentué sur le territoire du Grand Avignon par :

- ❖ **la hausse des températures** de l'air et de surface ;
- ❖ **la dégradation de la santé des forêts** favorisant l'accumulation de combustible ;
- ❖ **la transparence du couvert arboré** qui se traduit par davantage de lumière, de chaleur et de vent en sous-bois ;
- ❖ **la plus grande fréquence et intensité des vagues de chaleur** et des sécheresses ;
- ❖ **l'allongement de la durée des étés.**

Des incendies, comme celui de la Montagnette en juillet 2022, peuvent se reproduire.

Nombre de jours limitant ou interdisant l'accès aux forêts en nette augmentation à l'avenir.



Évolution des surfaces brûlées moyennes par an (en ha) sur le territoire du Grand Avignon (source : Inrae) : d'ici 2050, selon les scénarios intermédiaire (RCP 4.5) et pessimiste (RCP 8.5), vers une augmentation des surfaces brûlées moyennes annuelles.

Étude commandée par le Grand Avignon*, 2023
(réalisation : GREC-SUD)

*Magali Chabrier, Véronique Arfi.

Des indicateurs pour le Grand Avignon

Santé et changement climatique

Le changement climatique représente un enjeu sanitaire majeur sur le territoire du Grand Avignon, notamment pour les personnes les plus fragiles :

- ❖ **les fortes chaleurs** aggravent des pathologies préexistantes, augmentent les risques de malaises, syncopes, épuisement, déshydratation et hyperthermie, surmortalité ;
- ❖ **les catastrophes naturelles** et la répétition des événements climatiques extrêmes peuvent avoir des conséquences sur la santé mentale des individus ;
- ❖ **l'allongement de la saison pollinique** combiné à la pollution de l'air accroît l'allergénicité des pollens. Aujourd'hui, 25 % des enfants et 20 % des adultes sont touchés par l'allergie aux pollens dans le Midi ;
- ❖ **l'introduction d'espèces**, comme le moustique tigre ou la tique ixodes *ricinus* et *hyalomma marginatum*, fait peser le risque de nouvelles maladies potentiellement graves, voire mortelles (dengue, zika, maladies de Lyme, fièvre de Crimée-Congo).

Les entreprises face au changement climatique...

En matière d'atténuation, les entreprises ont un rôle majeur à jouer. Elles peuvent aussi fortement contribuer à la diminution de la pollution de l'air (forts enjeux sanitaires et économiques). L'atténuation est à coupler à l'adaptation.

- **Réduire leur empreinte carbone** : de la fabrication des produits au service d'après-vente, des choix à opérer \Rightarrow fournisseurs de matières premières, modes de production et fabrication, transport (limiter les déplacements en avion ou renouveler la flotte de véhicules, par exemple), logistique, stockage, maintenance, remplacement des pièces usagers, numérique, télétravail...
Toute la chaîne de valeur de l'entreprise est à repenser + nécessité d'établir un bilan carbone et d'évaluer les impacts du changement climatique (vulnérabilité de l'entreprise).
- **Sobriété, économie d'énergie et d'eau** : isolation thermique des locaux et entrepôts, choix des modes énergétiques (éclairage, chauffage et rafraîchissement des bureaux, sélection du fournisseur d'énergie, production et/ou achat d'énergies renouvelables...), économie et rationalisation de la consommation d'eau, gestion des eaux usées...

Les entreprises face au changement climatique...

- **Limiter les émissions de GES liées au transport domicile-travail et à l'alimentation des salariés** : encourager (prime par exemple) le covoiturage, l'autopartage, la mobilité douce, les transports en commun, choisir le restaurant d'entreprises (filières courtes, systèmes agricoles et alimentaires durables, produits de saison, pas de gaspillage alimentaire)...
- **Constructions et matériaux durables** (biosourcés : bois, chanvre ou paille par exemple) préservant la multifonctionnalité des sols, la biodiversité, favorisant l'infiltration des eaux, renforçant la séquestration et le stockage de carbone...
- **Économie circulaire** : sortir du tout jetable, mieux informer les consommateurs, lutter contre le gaspillage et pour le réemploi solidaire, agir contre l'obsolescence programmée, mieux produire.
- **Attention à la compensation carbone** (souvent un piège), **question de la taxe carbone** à traiter selon les secteurs et les usages.
- **Les entreprises doivent adapter leur appareil productif** au changement climatique et aux événements extrêmes associés.

Les entreprises face au changement climatique...

- **Les infrastructures doivent aussi évoluer en parallèle pour assurer les approvisionnements.** Attention au déplacement des zones géographiques de production (accès plus difficile aux matières premières par exemple).
- **Protéger les travailleurs extérieurs** (vagues de chaleur, pics de chaleur...), **adapter les horaires de travail** du personnel.
- Une **évolution des marqueurs de réussite** (pour les clients, les partenaires et les employés) : **la croissance infinie n'a pas d'avenir.**
- Une **concurrence économique accrue entre les entreprises** : innovation, communication et exemplarité.
- **La communication** doit mettre en valeur des **actions concrètes**, et non de simples intentions ou des mensonges. **L'inaction coûtera plus chère que les investissements en faveur de la transition écologique.**
- **Ne pas laisser le consommateur face à ses responsabilités et ses limites financières lors de ses achats** : les entreprises ont une responsabilité sociétale.



GeographR

Prospective stratégique

Avant d'engager des actions, les entreprises doivent se préparer aux changements. La prospective stratégique prépare les organisations aux bifurcations. Elle aide à anticiper et à agir, tout en s'appropriant les enjeux et problématiques. Elle évite la passivité (déli) et (limite) la réactivité.

L'idée est de se préparer aux changements prévisibles (démarche préventive) et de provoquer le changement pour réduire les impacts et ouvrir des voies prometteuses et positives.

Les 5 questions habituelles :

1. qui suis-je (identité) ?
2. que peut-il advenir ?
3. que puis-je faire ?
4. que vais-je faire ?
5. comment le faire ?

Objectif(s) : identifier les tendances lourdes, les signaux faibles, les inerties et les ruptures... pour construire des scénarios, proposer des récits réalistes et désirables, saisir les opportunités, intégrer son entreprise à son territoire...

La démarche dépasse les techniques d'intelligence collective souvent proposées aux entreprises (complémentarité) et les récits imaginaires.

Conclusion générale

La transition écologique passe par l'accompagnement des acteurs locaux et régionaux. Les entreprises manquent de repères pour mettre en œuvre leurs stratégies et politiques de développement. Pour limiter leur empreinte écologique, faire des économies, innover, produire des services et biens moins ou non polluants, elles peuvent faire appel à des experts pour agir.

L'adaptation au changement climatique et l'atténuation des GES, et plus largement la transition écologique, représentent une source d'emplois. L'enjeu économique est considérable à toutes les échelles. Basculer dans la transition écologique est une démarche très positive pour les entreprises.

Il est essentiel de privilégier les approches systémiques et décroiser les communautés. À l'échelle des territoires, **les stratégies d'adaptation et d'atténuation doivent réunir toutes les parties prenantes.** La question de la gouvernance est également primordiale....

Rappel : **-55 % des émissions de GES d'ici 2030 par rapport à 1990** (objectifs européens) **et neutralité carbone en 2050.**

Le défi est immense pour les entreprises, mais riche d'opportunités !



Contacts

Philippe Rossello

Géoprospectiviste/coordonateur et animateur du GREC-SUD

GeographR/GREC-SUD

Email : philippe.rossello@geographr.fr

Antoine Nicault

**Coordinateur général de l'Association pour l'innovation et la recherche
au service du climat (AIR Climat) et animateur du GREC-SUD**

Email : antoine.nicault@air-climat.org

www.grec-sud.fr

[@grec_sud](https://www.facebook.com/grec_sud)

www.facebook.com/AIRClimat/

