



La science au service de la société

L'évolution du climat en région Sud et dans les Alpes du Sud

Philippe Rossello
Coordinateur et animateur du GREC-SUD

2 avril 2019
Bonnieux



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 et scolaires, citoyens

Coprésidence : Joël Guiot (CNRS, CEREGE, AMU, Labex OT-MED) et Bernard Seguin (ex-Inra)

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

Un **Comité régional d'orientations (CRO)** mixte qui cible les actions prioritaires

Un **secrétariat permanent** à l'écoute des besoins des acteurs régionaux

Une **équipe d'animation et de coordination** : Aurore Aubail, Antoine Nicault, Philippe Rossello

Financements :

- Animation et coordination générale : **Région Sud, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie PACA (ADEME PACA)**
- sur projets : **Conseil départemental des Bouches-du-Rhône, Métropole Aix-Marseille-Provence...**

250 chercheurs (annuaire régional) suivent les activités du GREC-SUD, dont 150 chercheurs actifs + un riche réseau de gestionnaires pluridisciplinaires

Animation et coordination de groupes de travail thématiques

Publication de cahiers présentant les derniers résultats de la recherche scientifique en accès libre : mer et littoral, ville, montagne, ressource en eau, agriculture et forêt...

Un site web accessible à tous : www.grec-sud.fr

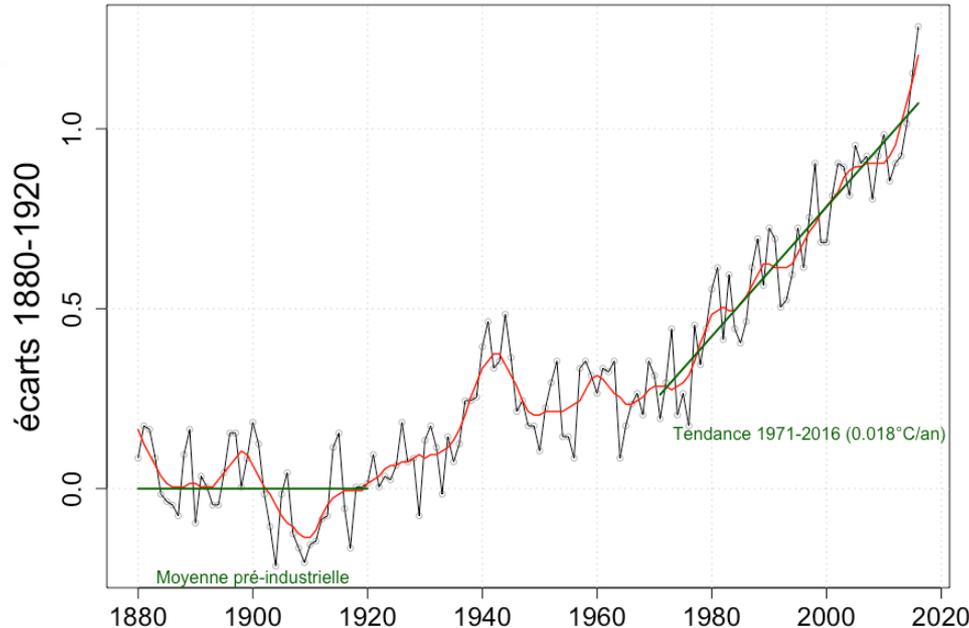
Diffusion d'informations sur les réseaux sociaux : @grec_sud, Facebook

Veille scientifique (toutes disciplines)

Nombreuses interventions : colloques, forums, festivals, instances techniques, conseils scientifiques, cafés-sciences, ciné-débats, fête de la science...

Le changement climatique, une évolution inquiétante

Température annuelle planétaire (NASA)



2016

**Année la plus chaude
dans le monde**

2017

**Année la plus chaude
sans El Niño**

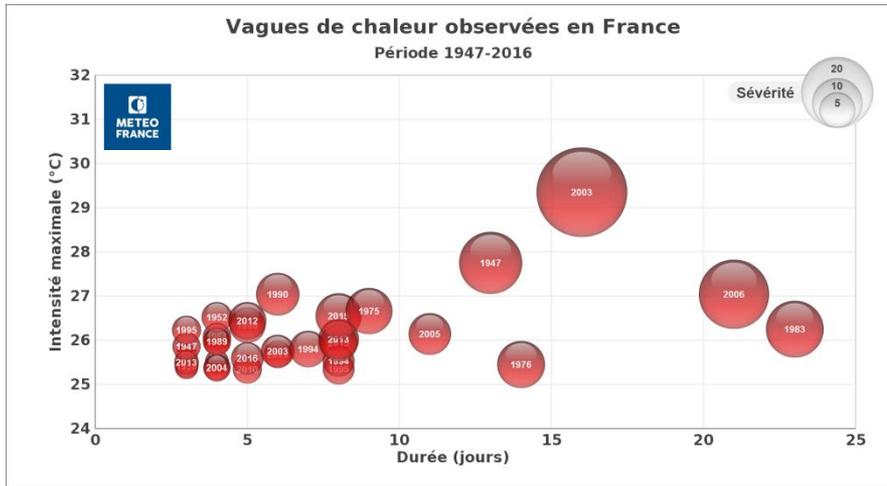
2018

**Année la plus chaude
en France**

Malgré la baisse de l'activité solaire après 2000, les températures ont continué à augmenter. **La température a globalement augmenté d'1°C depuis le début de l'ère industrielle (en région Sud : en plaine +1,5°C, en montagne +1,8°C)**

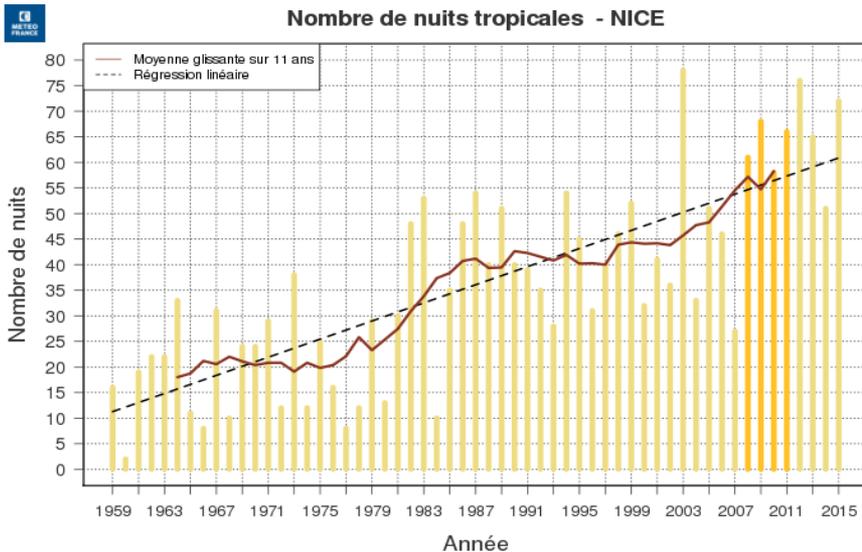
Le réchauffement n'est pas également réparti sur la planète.

Une hausse des températures déjà observée



Vagues de chaleur

- 11 années sur les 27 représentées depuis 1947 se situent dans la période 2000-2016
- évolution vers des épisodes plus chauds et plus longs

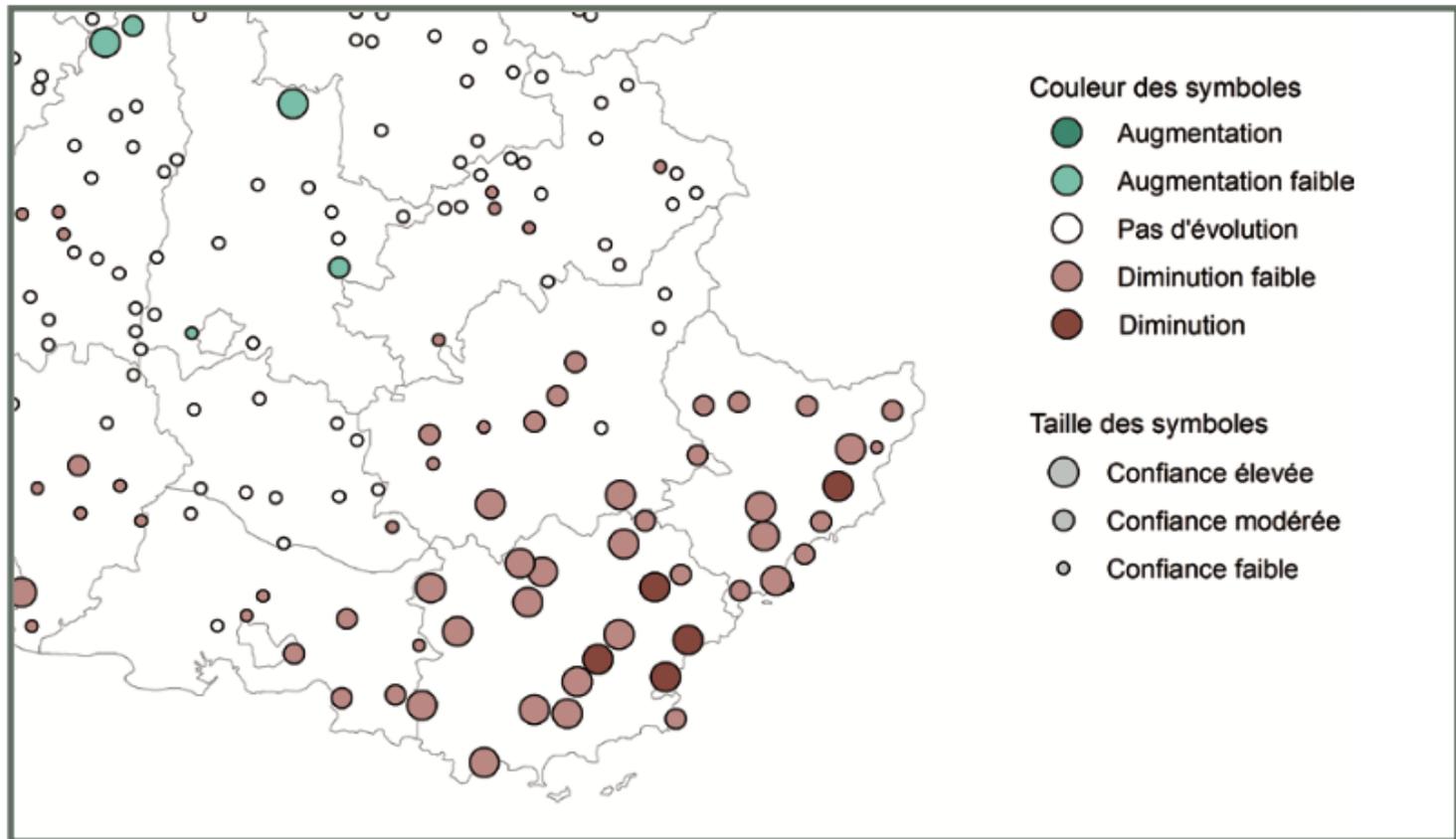


Nuits tropicales

Nombre de nuits avec des températures supérieures à 20°C :

- env. 15 nuits dans les années 1960-70
- env. 30 nuits dans les années 1980-90
- env. 60 nuits depuis 2005

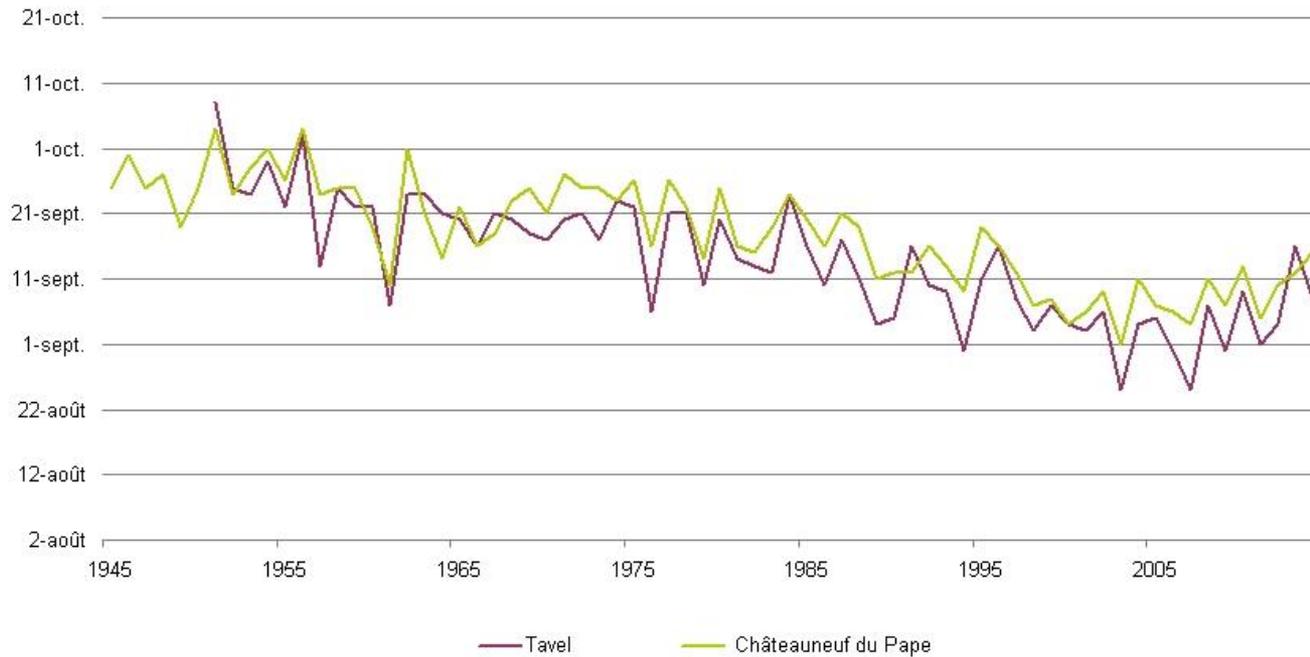
Des précipitations surtout caractérisées par la variabilité interannuelle, mais aussi des signes d'évolution



Évolution des précipitations sur la période 1959-2009 (Météo-France)

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

Évolution des dates de vendanges (côtes du Rhône)

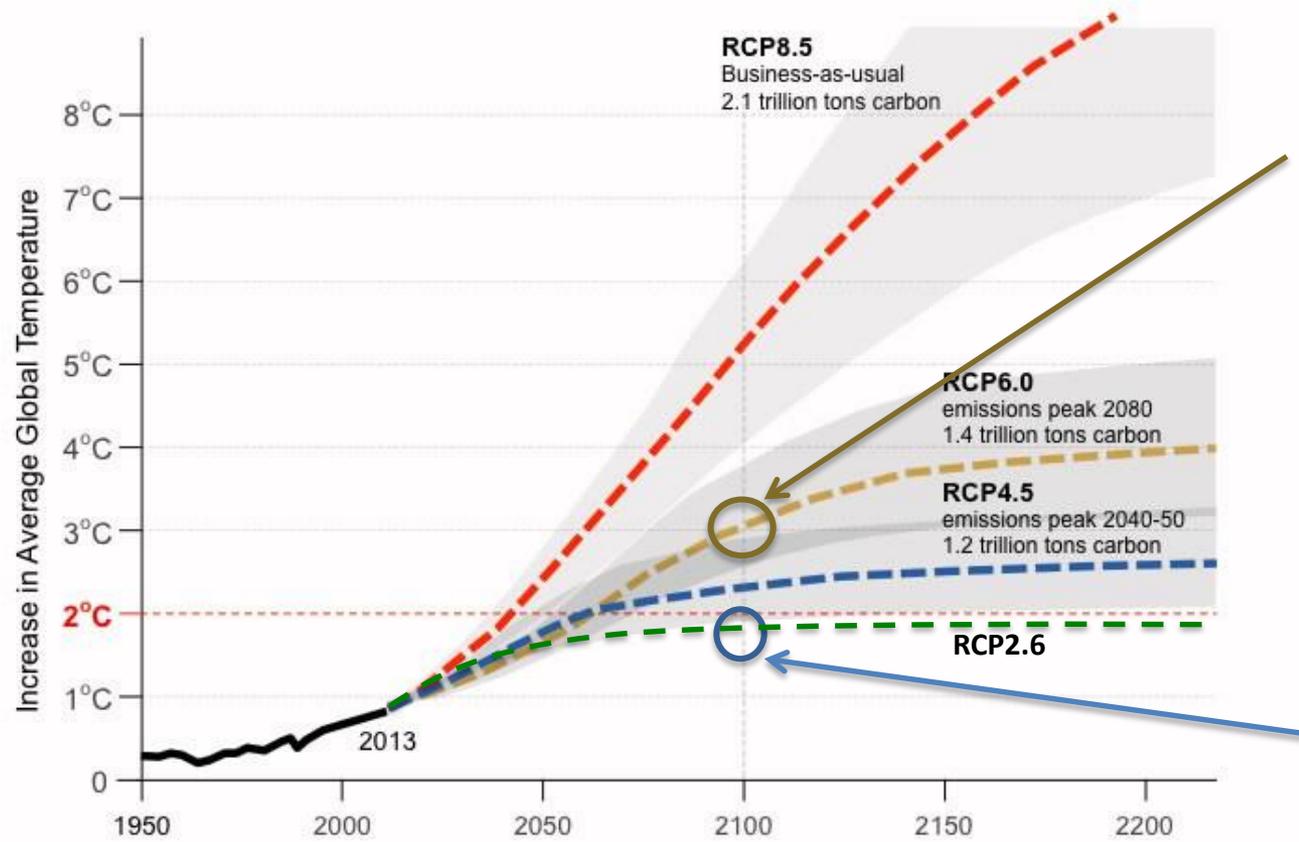


Source : d'après Onerc

En France, les **dates de semis du maïs, de la floraison des arbres fruitiers, de moissons et de vendanges sont toutes avancées de 3 à 4 semaines** par rapport au climat des années 1940-1970.

On constate également une **augmentation du rendement de la betterave, du degré alcoolique du vin et de la production forestière** à des niveaux variables. A l'inverse, le **rendement du blé stagne**.

Quelles tendances pour demain ?



COP 21 : les promesses des gouvernements en termes de réduction de gaz à effet de serre



3°C en 2100
(global)

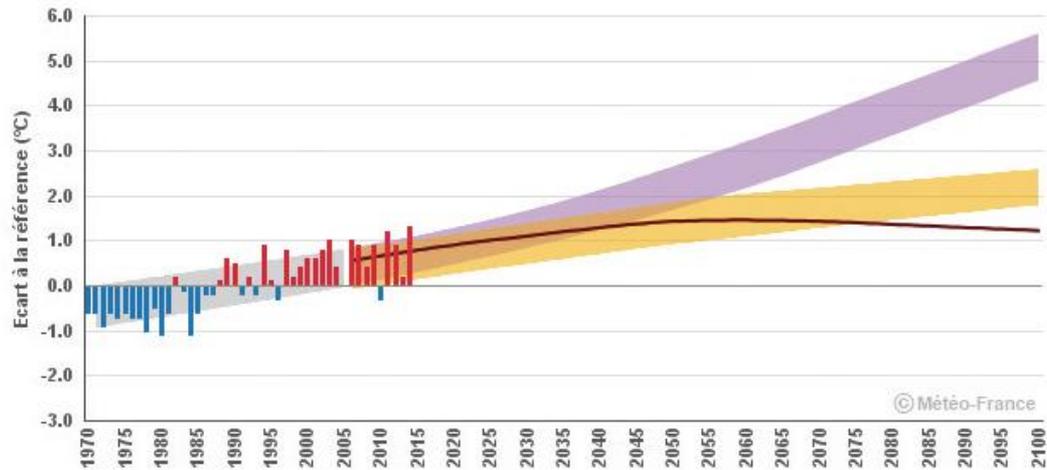
Annonce COP 21 :
< 2°C

**Engagements non respectés,
sous-estimation des simulations ?**

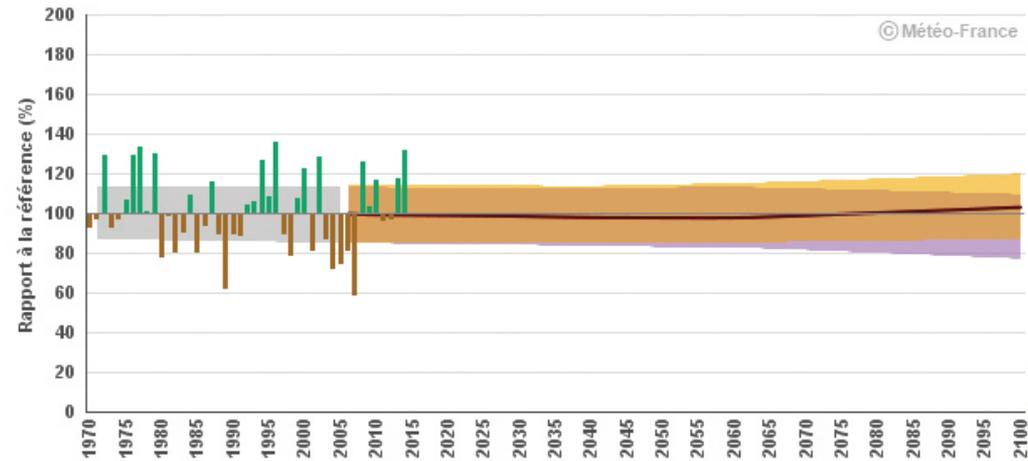


**5°C ou + en
2100 (global)**

Le changement climatique en région Sud



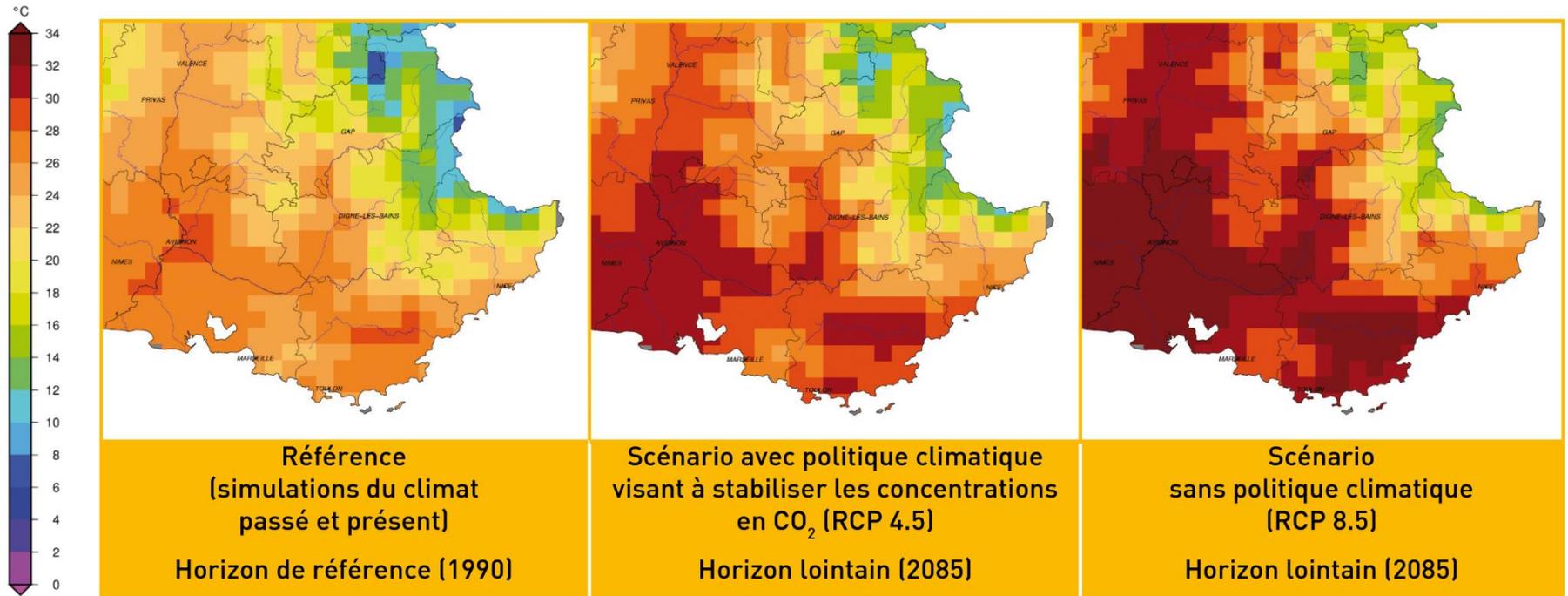
Températures de l'air : observation et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution (écart à la référence 1976-2005, source : Météo-France)



Précipitations : observation et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution (écart à la référence 1976-2005, source : Météo-France)

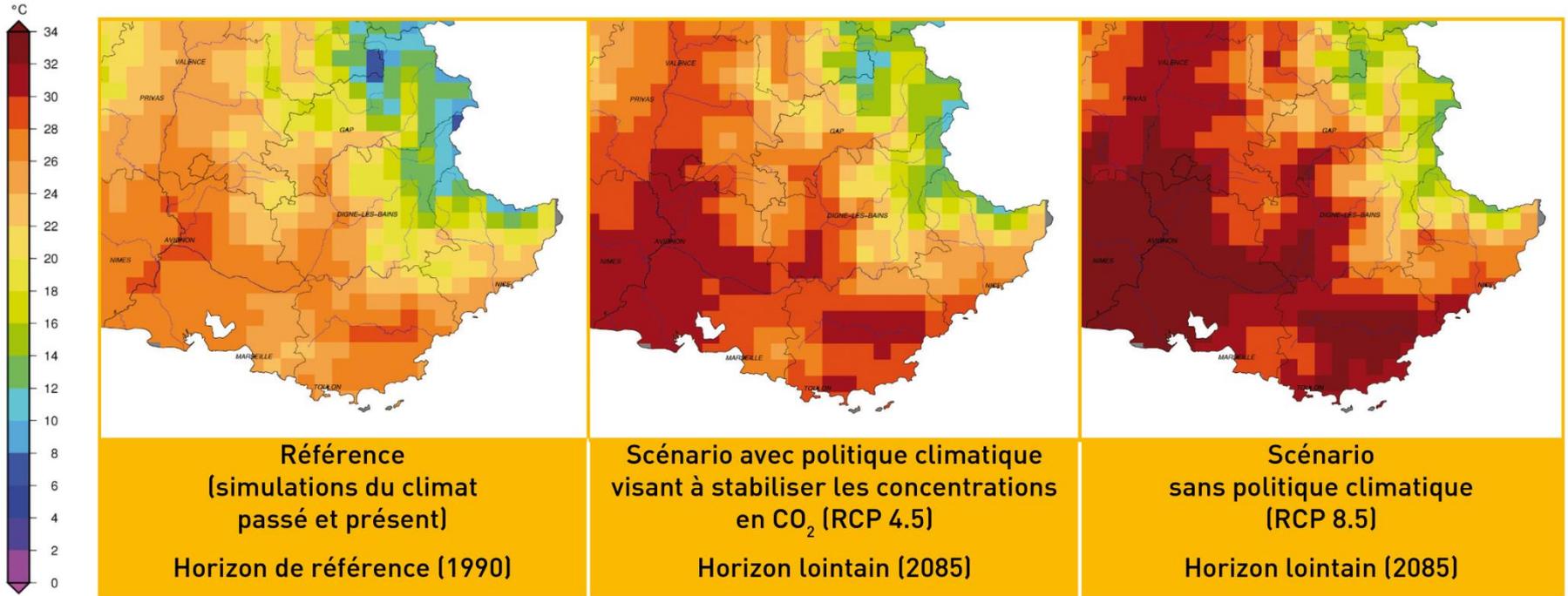


Le changement climatique en région Sud



Evolution de la température maximale de l'air au cours de l'été (juin à août) en région Sud :
exemple de la moyenne estivale de température maximale quotidienne
(source : Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL / www.drias-climat.fr)

Le changement climatique en région Sud

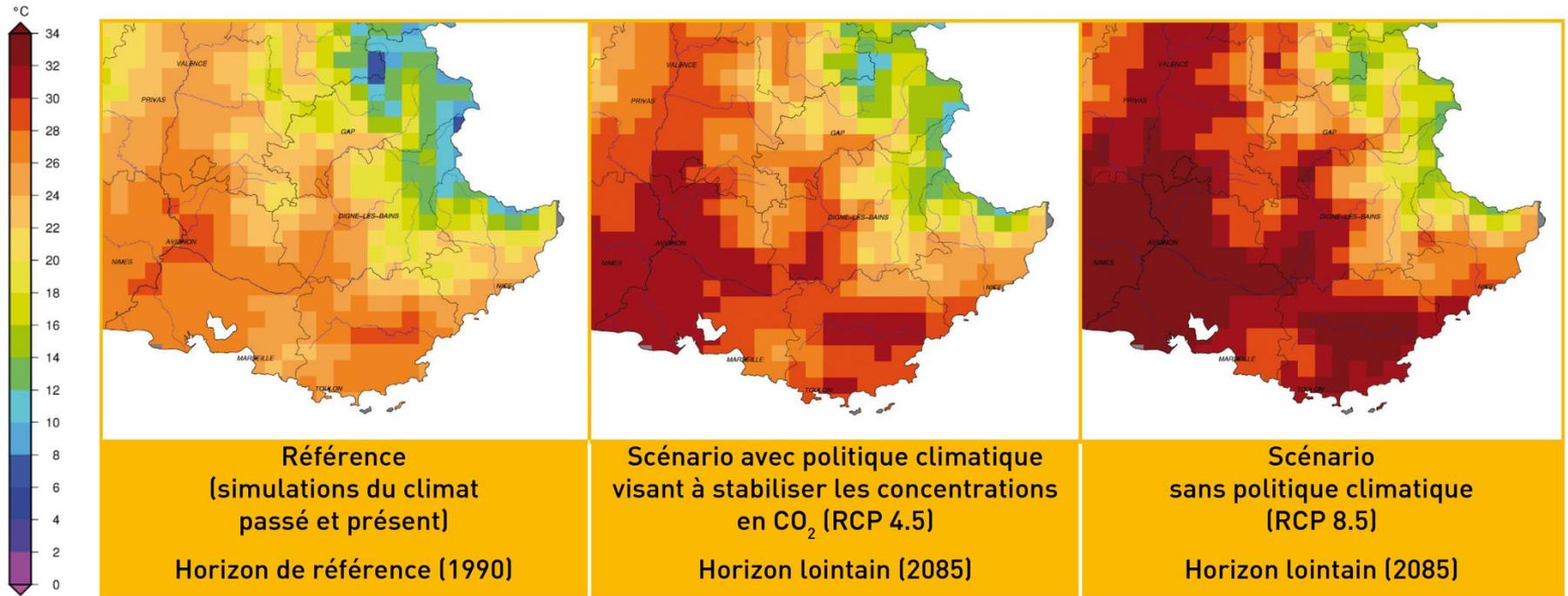


- Valeurs normales proches de 2003
- Journées supérieures à 35°C
- Vagues de chaleur au dessus de 40°C



- conséquences économiques
- risque sur la santé
- en ville : îlots de chaleur urbains
- pollution de l'air
- effets sur les ressources hydriques
- énergie pour climatisation

Le changement climatique en région Sud



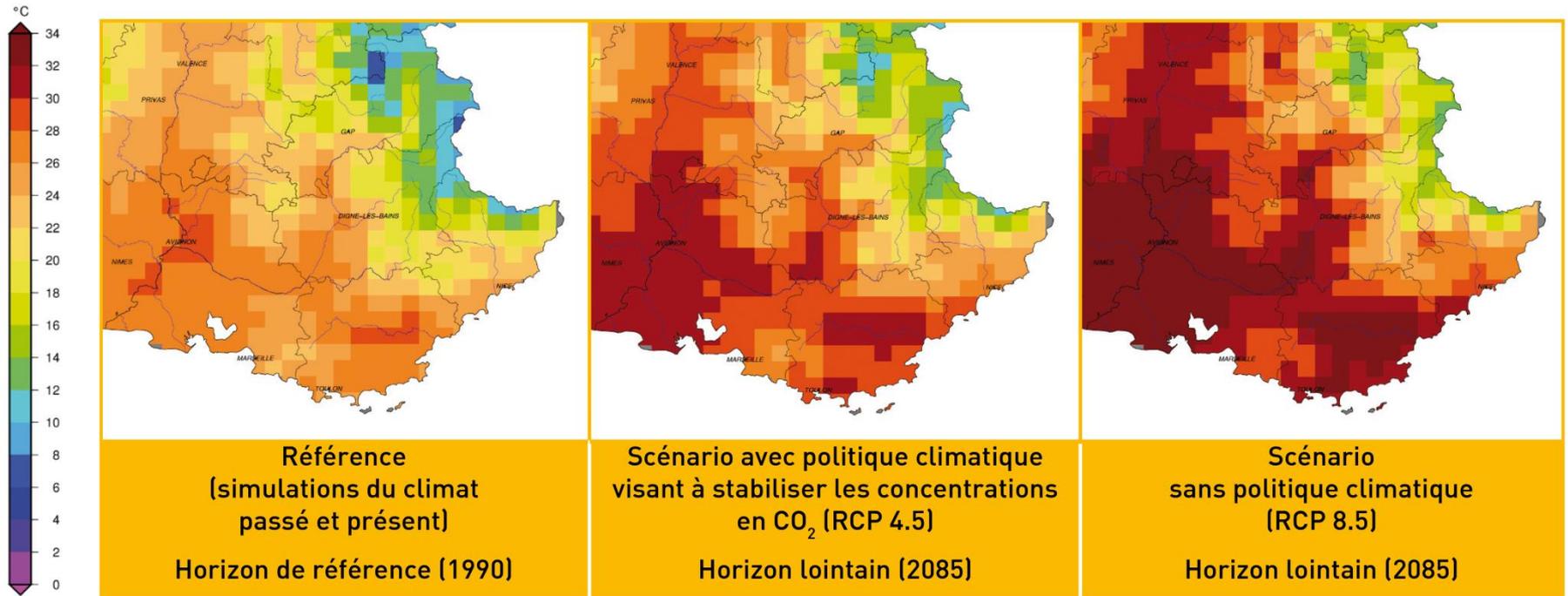
Autres effets du changement climatique :

Niveau des mers (par rapport au début du XX^{ème} siècle) :

- +40 cm si +1.5°C (fonte des glaces + dilatation des océans) = Accord de Paris
- +55 cm si +2°C
- +70 cm si +3°C
- +80 cm et plus si scénario socioéconomique pessimiste.

La Camargue, par exemple, où les activités portuaires seraient très affectées + processus d'érosion sur côtes urbanisées plus intense (déplacements du bâti et de la population, coût pour la société...)

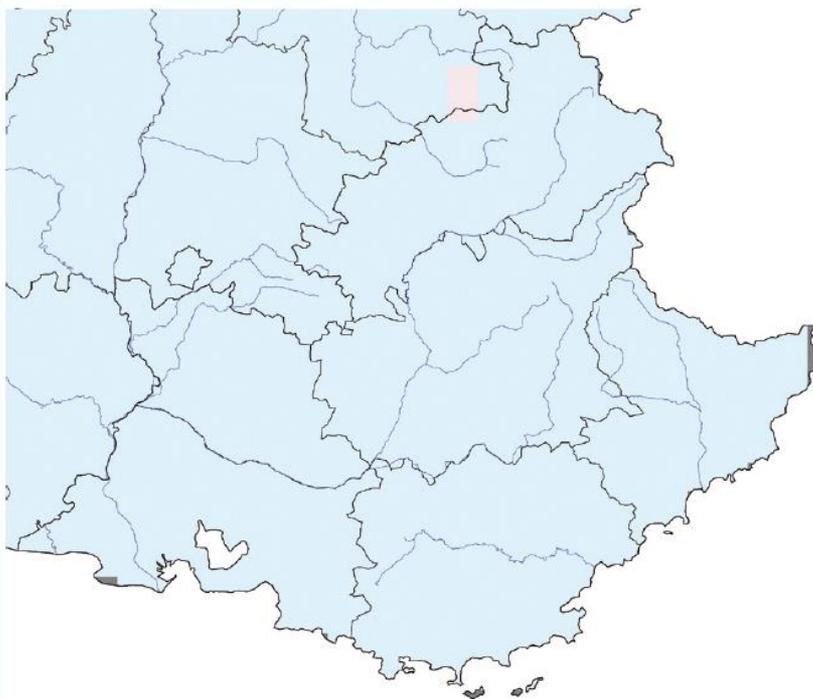
Le changement climatique en région Sud



Autres effets du changement climatique :

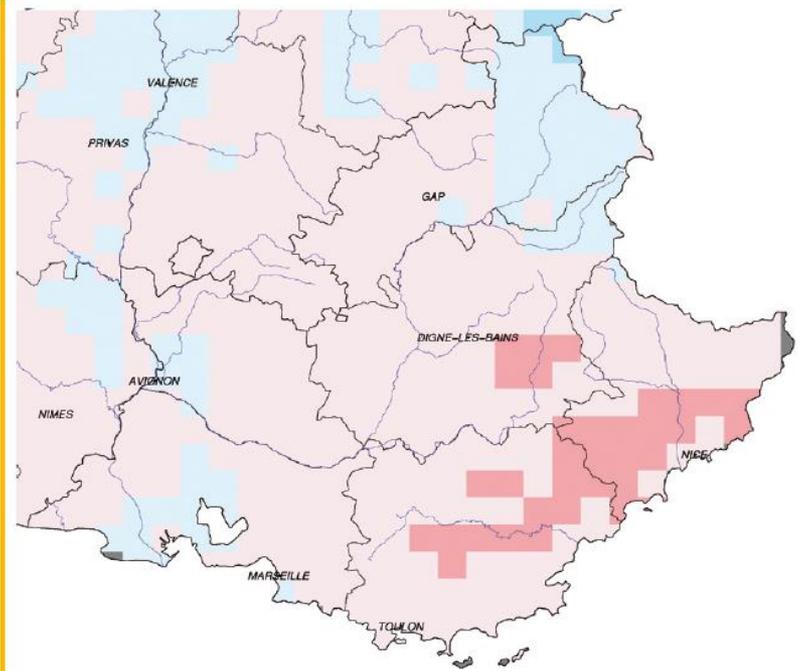
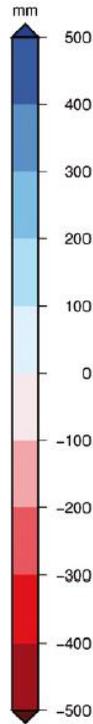
Un enneigement plus faible en montagne : sports d'hiver au-dessus de 1600-1800 m d'altitude selon les secteurs géographiques en région Sud (+0,5°C = élévation de la limite pluie-neige de 100 m en moyenne).

Ne pas oublier la variabilité naturelle interannuelle du climat méditerranéen



Scénario avec politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂ (RCP 4.5)

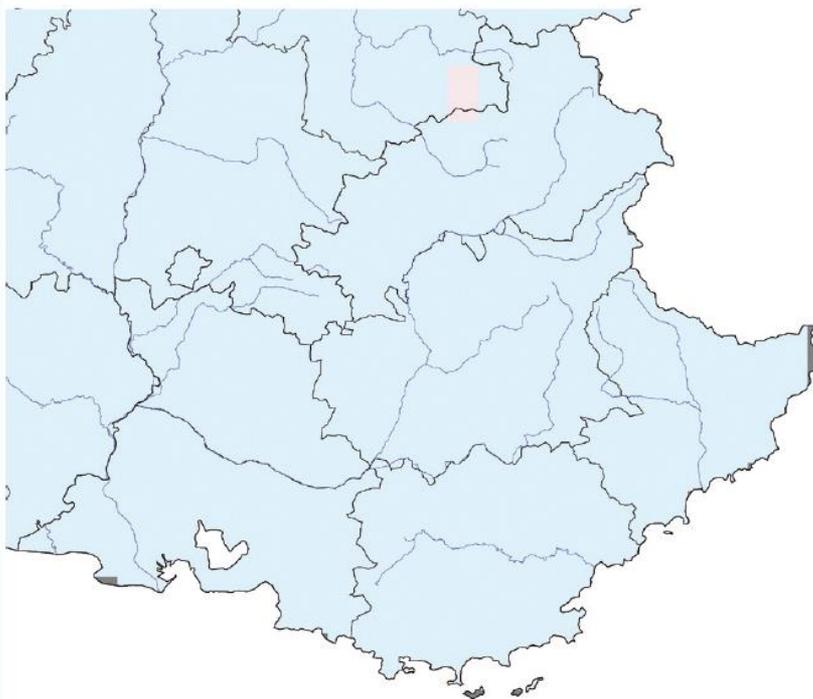
Horizon lointain (2085) comparé à l'horizon de référence (1990)



Scénario sans politique climatique (RCP 8.5)

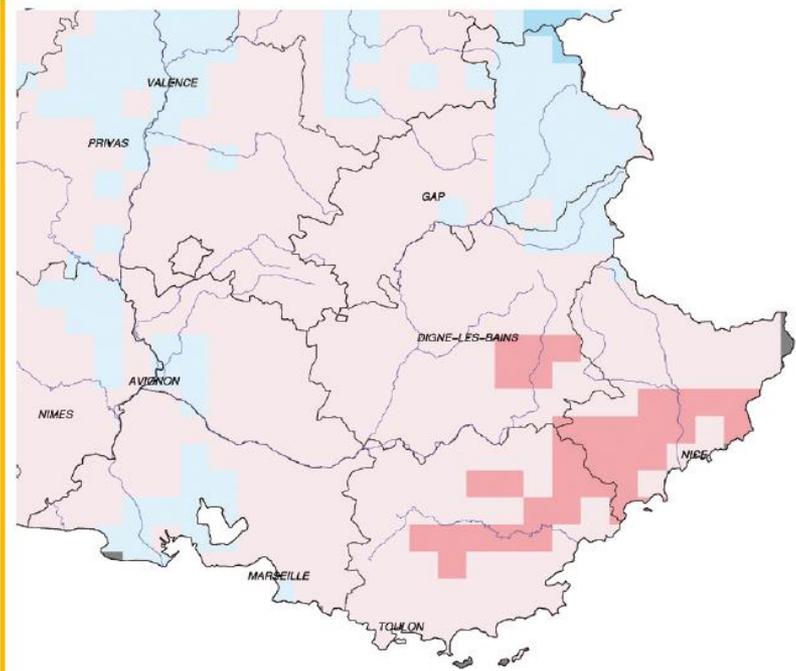
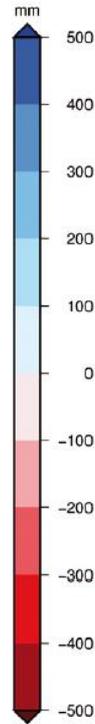
Horizon lointain (2085) comparé à l'horizon de référence (1990)

Anomalie du cumul de pluie moyen annuel des modèles Euro-Cordex (quantile 50 = médiane) en région Sud



Scénario avec politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂ (RCP 4.5)

Horizon lointain (2085) comparé à l'horizon de référence (1990)



Scénario sans politique climatique (RCP 8.5)

Horizon lointain (2085) comparé à l'horizon de référence (1990)

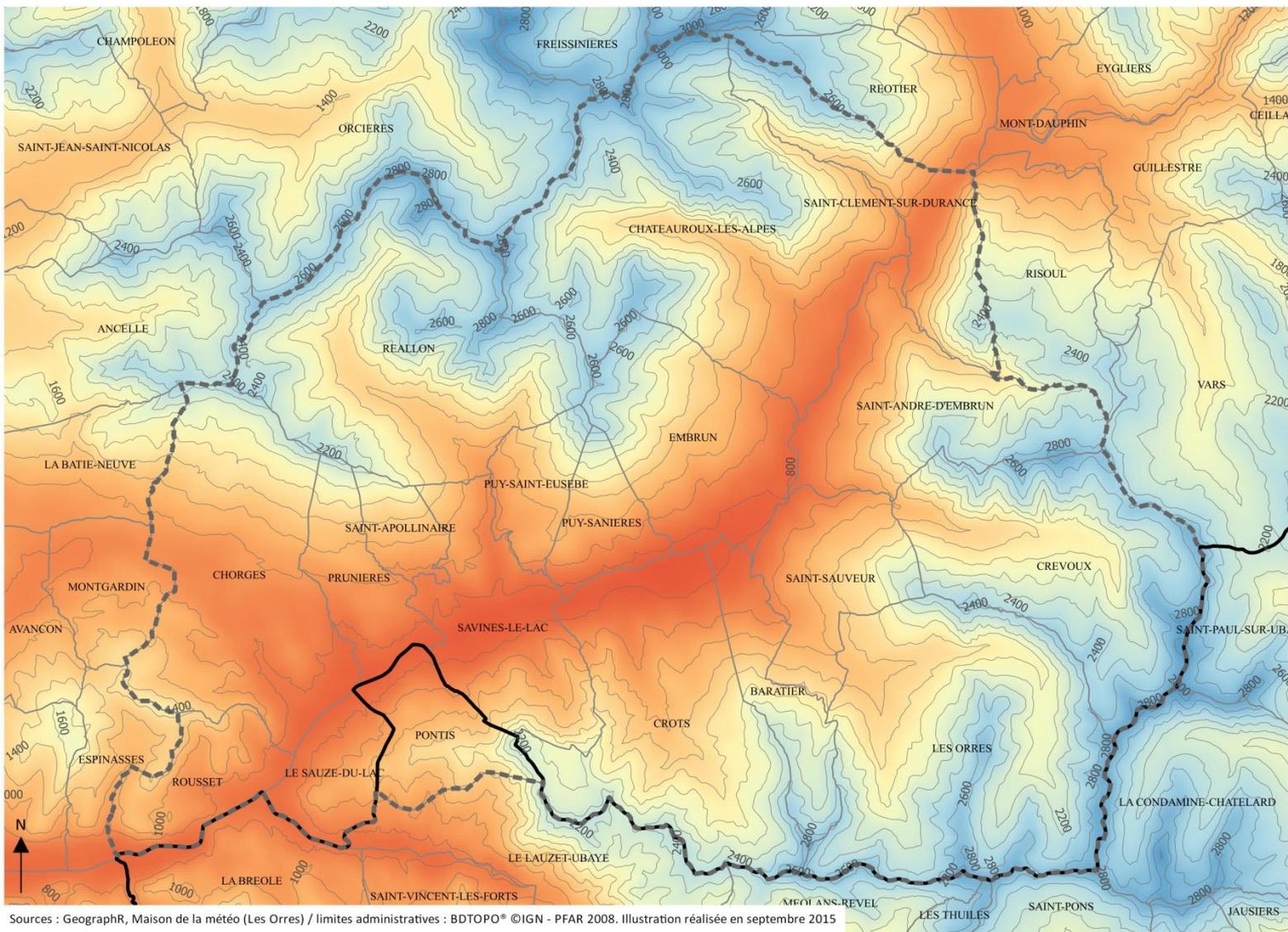
- **Grande incertitude**
- **Diminution de 10 à 20%**
- **Maintien ou hausse du cumul hivernal**
- **Baisse des précipitations estivales**



Associé(s) à la hausse des T°C

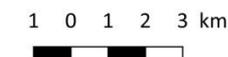
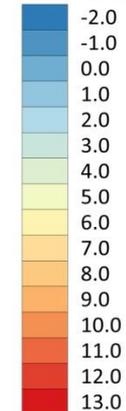
- augmentation des sécheresses estivales en durée et en intensité
- importante diminution du manteau neigeux en dessous de 1600 m, voire 1800 m d'alt.

Température moyenne annuelle de l'air en °C dans l'Embrunais (Hautes-Alpes), 1991-2010



- Périmètre de l'Embrunais
- Limite départementale
- Limites des communes
- Altitude (m)

Tmoy annuelle (°C)

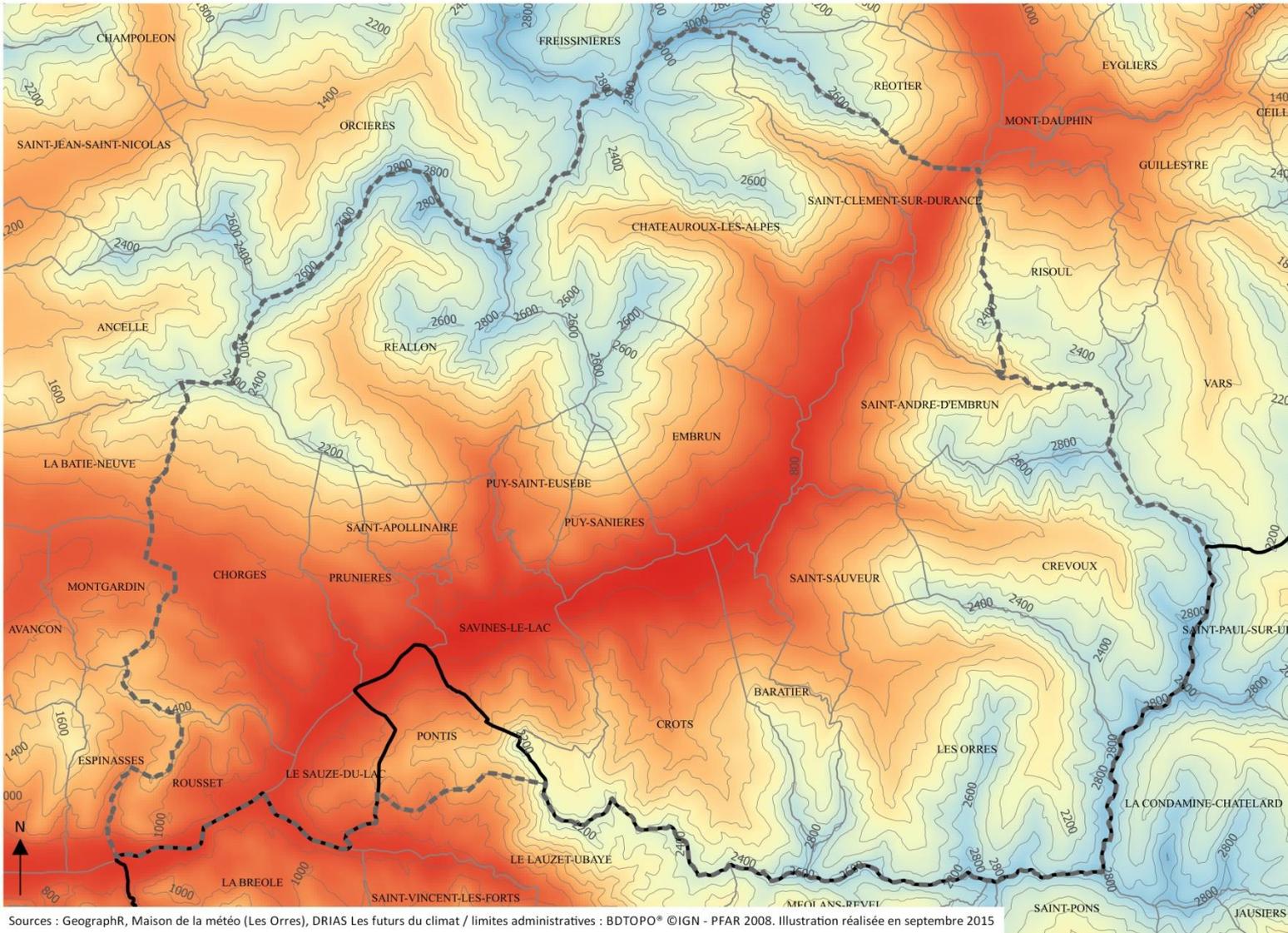


geographr.typepad.fr



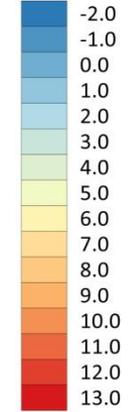
Sources : GeographR, Maison de la météo (Les Orres) / limites administratives : BDTOPO® ©IGN - PFAR 2008. Illustration réalisée en septembre 2015

Température moyenne annuelle de l'air en °C dans l'Embrunais (Hautes-Alpes), RCP 4.5 (scénario moyen), 2036-2055

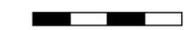


- Périmètre de l'Embrunais
- Limite départementale
- Limites des communes
- Altitude (m)

Tmoy annuelle (°C)

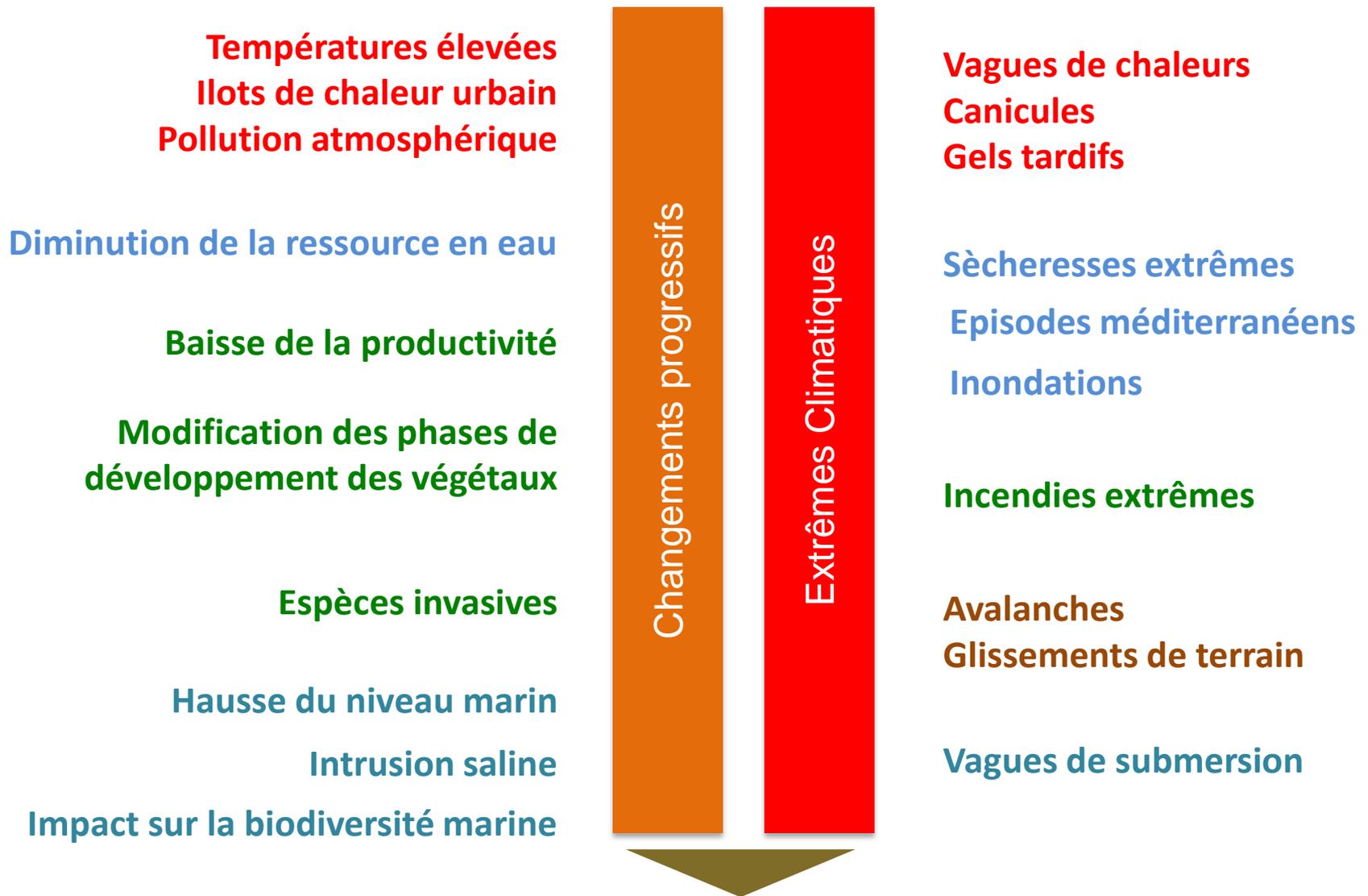


1 0 1 2 3 km



Sources : GeographR, Maison de la météo (Les Orres), DRIAS Les futurs du climat / limites administratives : BDTOPO® ©IGN - PFAIR 2008. Illustration réalisée en septembre 2015

Quelles effets du changement climatique ?

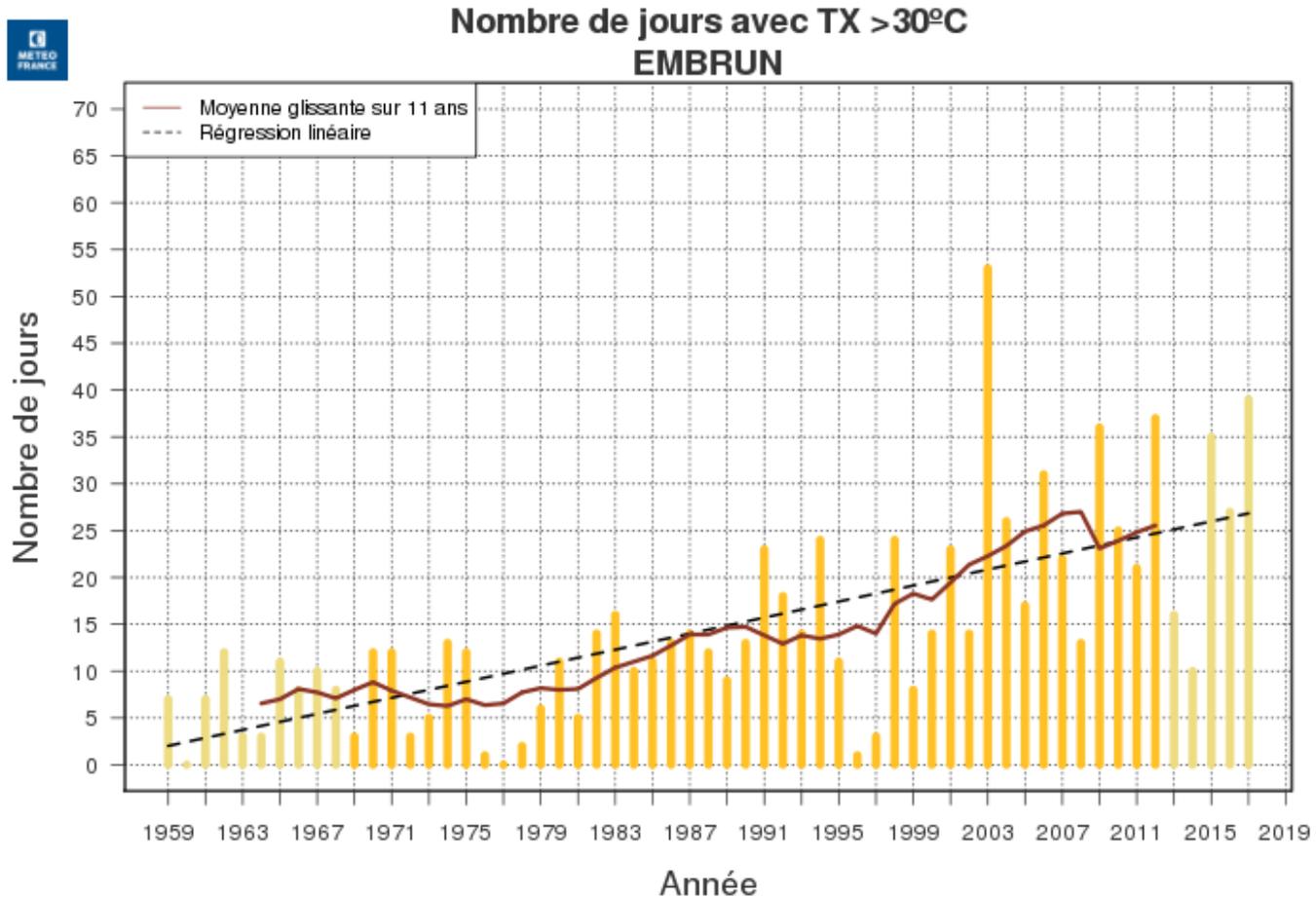


CONSEQUENCES ECONOMIQUES ET SOCIALES

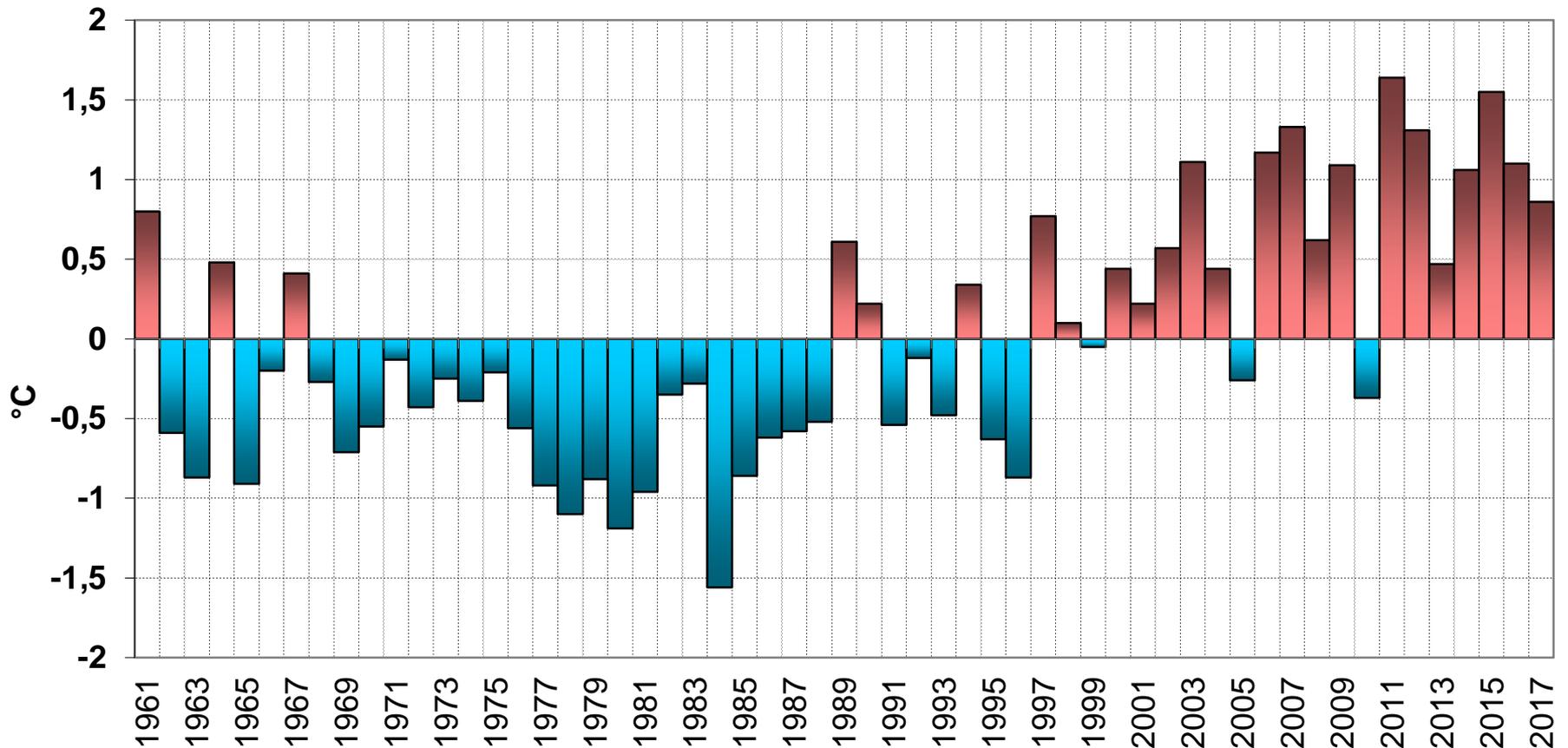
Ressources – Infrastructures – santé

Des observations sans équivoque

Ces 15 dernières années , 9 années avec plus de 25 jours où la température dépasse 30°C à Embrun

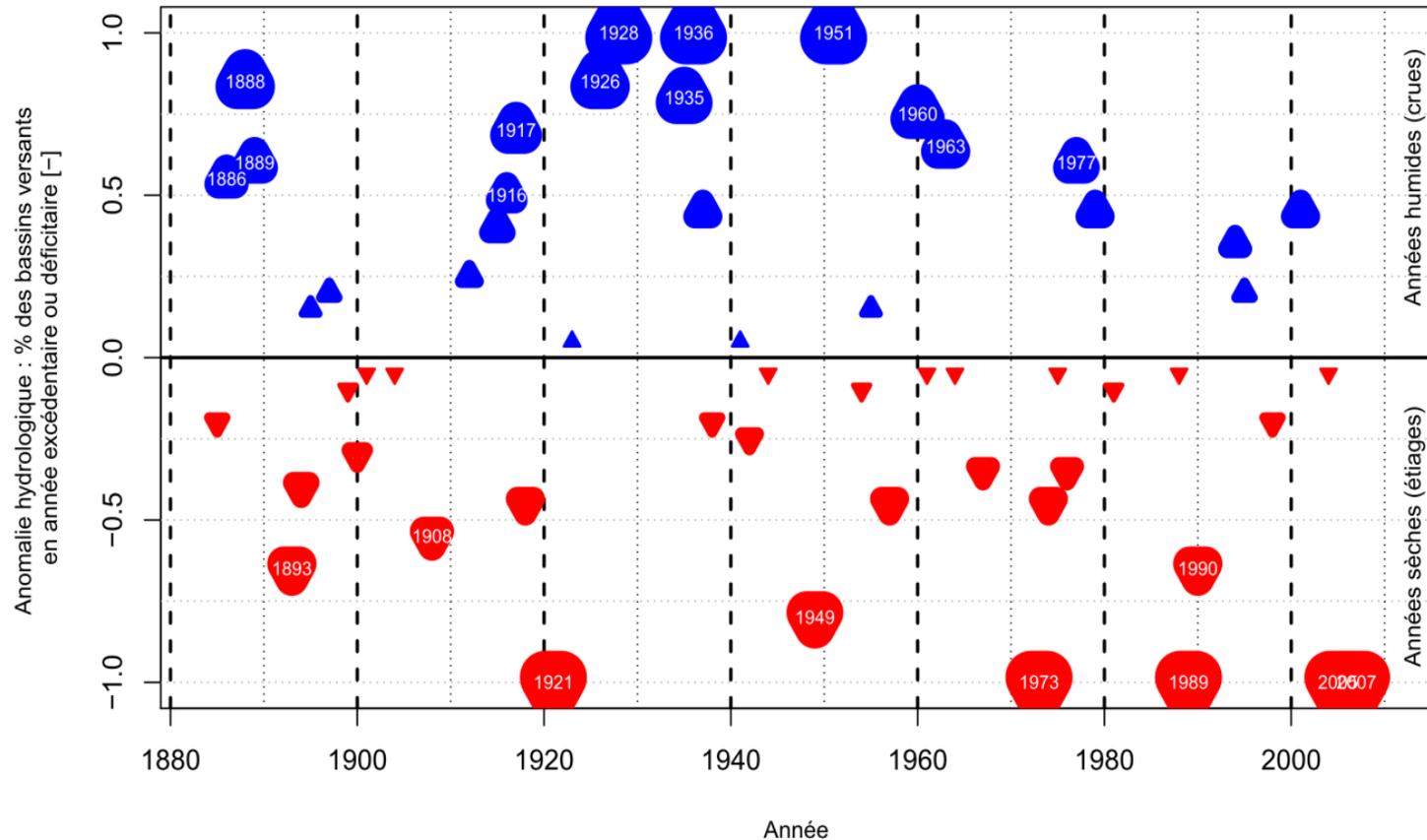


Ecart à la normale 1981-2010 des températures moyennes aux Orres depuis 1961 (Météo-France/MMCO)



L'épaisseur de neige au sol a diminué d'environ 17 cm en moyenne entre 1960 et aujourd'hui à 1400 m aux Orres (Météo-France/MMCO) → tendance générale dans les Alpes du Sud

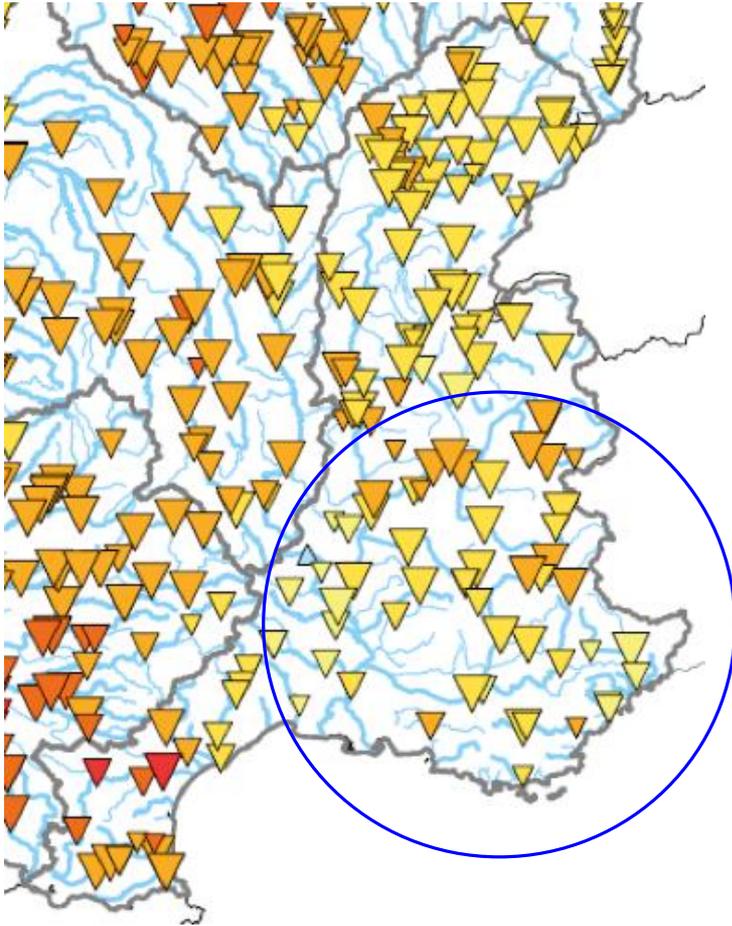
Précipitations caractérisées par la variabilité interannuelle, mais aussi des signes d'évolution



Historique (reconstitutions) sur 20 bassins versants de la Durance

- ☐ années excédentaires sur la période 1920-1960
- ☐ tendance vers années déficitaires depuis 1960 (ex. : 2006/2007, 2016/2017)

Evolution de la ressource en eau à l'horizon 2070



- Probable diminution de 0% à 30% des débits moyens annuels
- Des disparités régionales

Vers une augmentation, en durée et en intensité, des étiages estivaux

Diminution significative des débits aux mois de mai et juin

Les mois de mars et surtout avril également concernés selon les bassins

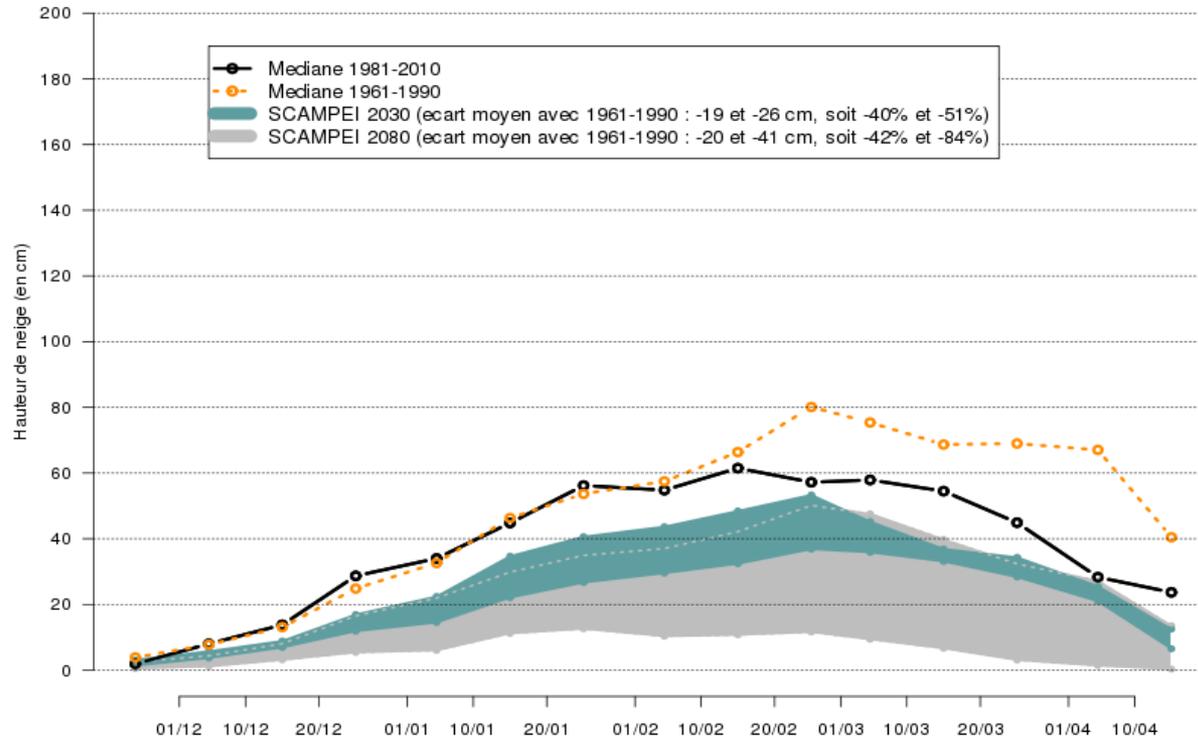
Evolutions relatives possibles (en %) du débit moyen annuel sur le bassin Rhône-Méditerranée pour **2046-2065**
(adapté de Chauveau *et al.*, (2013) ; étude Explore2070)

Vers une diminution du manteau neigeux

Simulations
Scampeï

Zone A4 (Hautes-Alpes), altitude 1800 m
Hauteur de neige au fil de l'hiver

Statistiques basées sur les reanalyses SAFRAN et les scénarios SCAMPEI 2030 et 2080



Diminution et fonte précoce du manteaux neigeux



Augmentation de la sévérité des étages estivaux (durée et intensité)

Evolution des feux de forêt

Le risque feu de forêt a augmenté ces 60 dernières années, en se déplaçant vers le Nord et en altitude

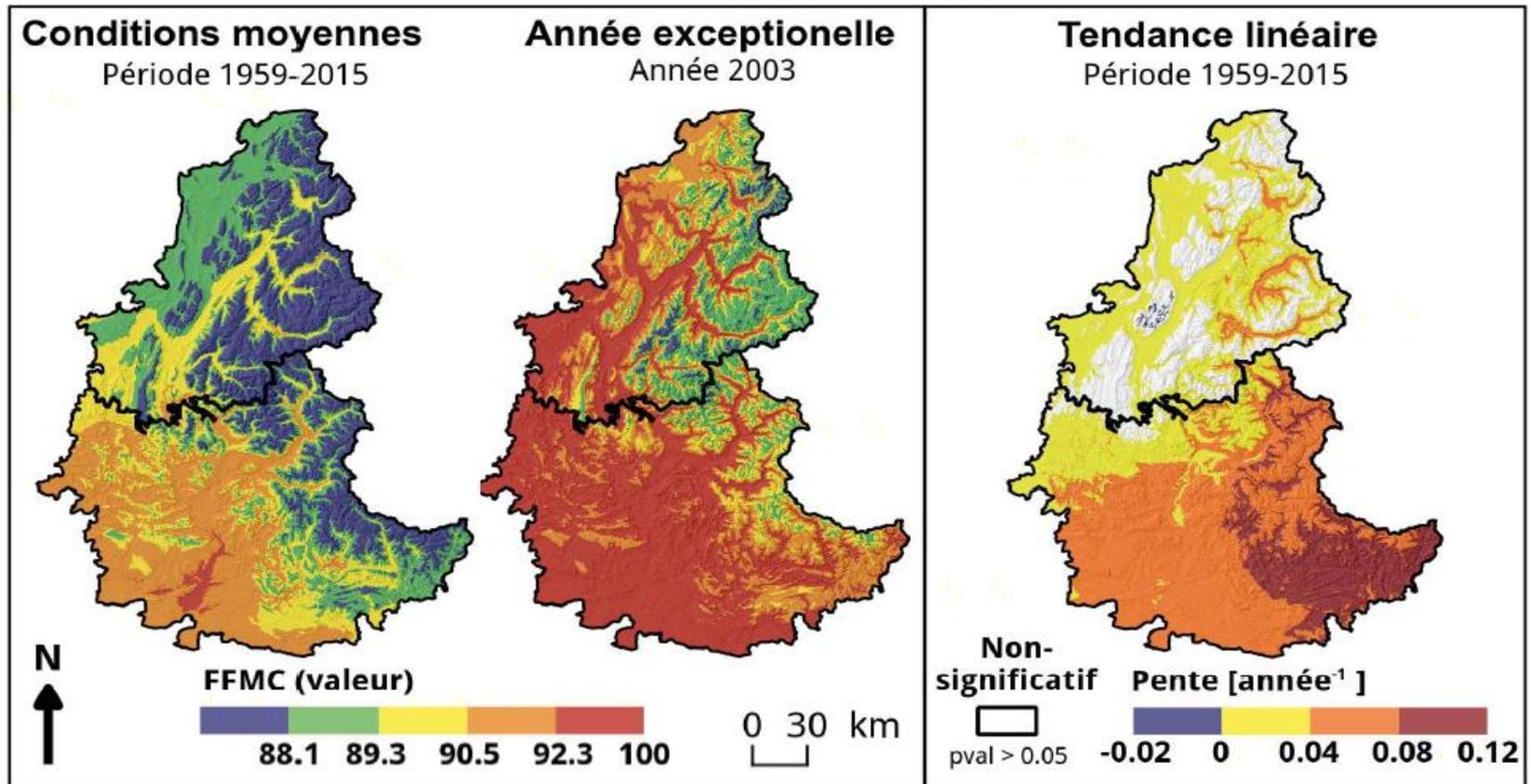
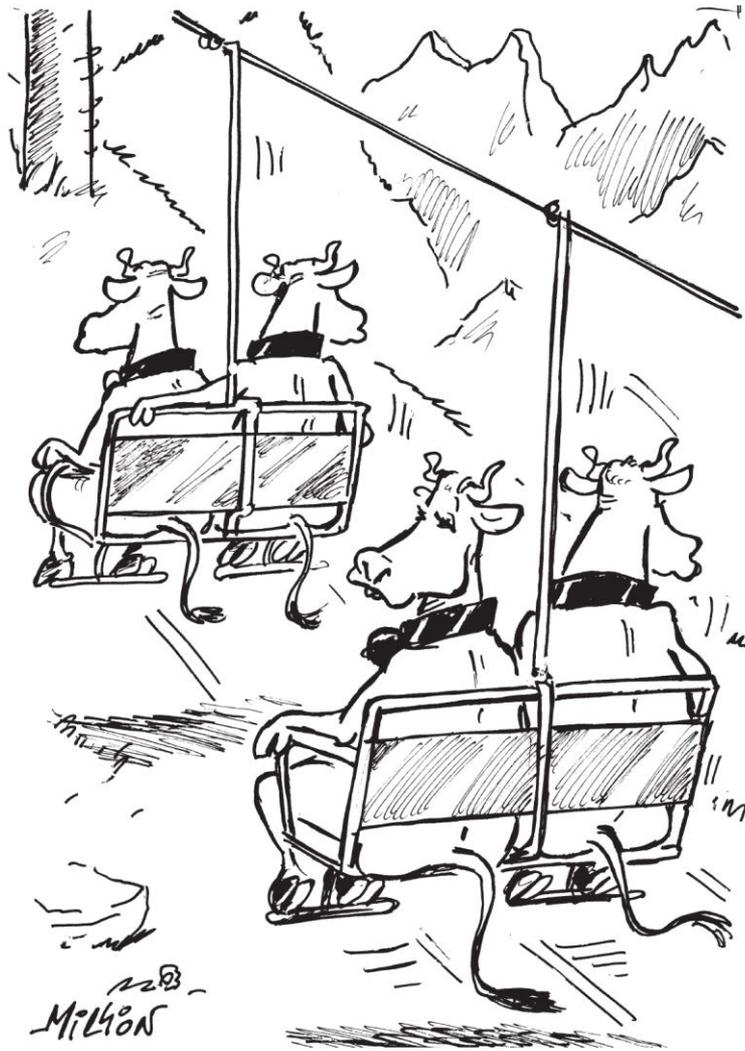


Figure 12. Évaluation numérique de la teneur en eau de la litière et d'autres combustibles légers, grâce à la carte de l'indice d'humidité des combustibles fins (FFMC : Fine Fuel Moisture Code). Les fortes valeurs de FFMC correspondent aux conditions les plus sèches. Concernant la tendance linéaire observée sur la période 1959-2015, plus la pente est élevée, plus l'augmentation de l'aléa incendie est élevée (source : Dupire *et al.*, 2017)



Évolution de l'agriculture de montagne

L'augmentation moyenne des températures a potentiellement :

- des effets directs positifs sur la production agricole
- un allongement de la durée de végétation (déjà observé)
- des rendements supérieurs
- une durée d'exploitation plus longue de la ressource fourragère
- une avancée des dates de semis
- plus de flexibilité d'exploitation
- un développement d'espèces à plus forte valeur fourragère et économique.

De fortes incertitudes persistent sur la pérennité de tels effets sur le long terme.



Quelques effets du changement climatique en montagne :

- ❑ **Aux horizons 2030 et 2050, dans la vallée de la Blanche, l'orge, le blé tendre et le triticales ne subiraient pas de fortes contraintes climatiques entre 900 et 1400 m.** Pour éviter les contraintes d'accès à l'eau lors des étés secs, le sorgho pourrait remplacer le maïs. **Les conditions resteraient bonnes pour les prairies jusqu'à 1400-1500 m d'altitude.** Il faudrait toutefois remplacer le ray-grass anglais par du ray-grass italien ou ray-grass hybride anglais et italien plus adapté aux températures élevées (Passini, Di Valentin, Michaud, IUT Digne-les-Bains).
- ❑ **D'après les vétérinaires de Digne-les-Bains, le réchauffement climatique encourage l'apparition d'insectes dans la vallée de la Blanche qui posent d'ores et déjà des problèmes de transmission de maladies, dont la besnoitiose.** Le vecteur est la mouche charbonneuse ou stomoxe qui transmet le charbon, une dangereuse maladie infectieuse. Les stomoxes piquent la nuit et attaquent principalement les bovins et les équidés. **Un élevage touché peut engendrer une baisse de rendement et donc une perte économique pour l'éleveur** (Passini, Di Valentin, Michaud, IUT Digne-les-Bains).

Quelques effets du changement climatique en montagne :

- ❑ **Agriculture en montagne : stades phénologiques des espèces végétales avancés, modification de la productivité des cultures et prairies (en augmentation ou diminution selon la disponibilité en eau), mutation de la composition botanique des prairies (plus de légumineuses, moins de graminées), apparition de nouveaux ravageurs ou maladies...** *(Sérès C., Courrier de l'environnement de l'INRA n°59, octobre 2010)*
- ❑ **L'avenir du pin Sylvestre est très incertain tandis que le pin noir d'Autriche est plus résilient**
- ❑ **Dans l'étage subalpin, le mélèze présente une grande plasticité, comme le pin à crochets. L'épicéa commun disparaîtra bientôt des Alpes du Sud. La limite supérieure de la forêt progressera lentement en altitude** *(Ladier J., cahier agriculture et forêt, décembre 2016, 40 pages)*

Quelques effets du changement climatique en montagne :

- ❑ La **pollution à l'ozone** troposphérique affecte la santé humaine, mais aussi celle des arbres (défoliation, décoloration des couronnes), notamment les conifères (pins, mélèzes...), les hêtres, les saules et les tilleuls. **Si la température et le rayonnement solaire augmentent d'ici la fin du XXI^{ème} siècle, la détérioration des essences forestières sera plus marquée avec des nécroses foliaires, une chute prématurée des feuilles, une teneur en chlorophylle plus faible, un ralentissement de la croissance, une sensibilité aux attaques parasitaires...** (Sicard P. Dalstein L., Rossello P., 2016, cahier agriculture et forêt du GREC-PACA)
- ❑ Une **remontée altitudinale a été démontrée pour la majorité des espèces végétales des milieux forestiers dans les Alpes Françaises** (Lenoir et al., 2008), pour le gui en Suisse (Dobbertin et al., 2005), le hêtre en Espagne (Penuelas and Boada, 2003), et pour sept espèces d'arbres en Scandinavie, notamment le bouleau, l'épicéa et le pin sylvestre (Kullman, 2002)

Quelques effets du changement climatique en montagne :

- ❑ **Les glaciers des Alpes n'ayant pas de zones d'accumulation au-delà de 3500 m d'altitude sont amenés à disparaître d'ici la fin du XXI^{ème} siècle.** Dans le massif des Ecrins, sur les 256 glaciers ou fragments de glaciers, seuls 25 ont une altitude dépassant 3500 m. Il est hautement probable que seuls ces glaciers puissent persister d'ici la fin du siècle *(Six D., Thibert E., Bonnefoy-Demongeot M., Rabatel A., Vincent C., 2018, cahier montagne du GREC-PACA)*
- ❑ Aujourd'hui, dans les Alpes françaises, on recense 1500 glaciers rocheux principalement situés au-dessus de 2500 m d'altitude. **Sous l'influence du réchauffement climatique, les glaciers rocheux sont déstabilisés, parfois jusqu'à la rupture, et sont à l'origine de risques émergents, comme les éboulements** *(Bodin X., Rabatel A., 2018, cahier montagne du GREC-PACA)*
- ❑ **L'approche systémique : lien entre débit ressources en eau Ubaye-Durance et la Crau...**

Conclusion (1/2)

Une tourisme affecté par le changement climatique à l'échelle régionale et locale :

- augmentation des températures
 - augmentation des feux de forêt
 - phénologie des plantes perturbée
 - diminution des ressources en eau de surface et souterraines
 - augmentation de la sévérité des étiages estivaux en intensité et en durée
 - Une agriculture plus contrainte
 - Une biodiversité en souffrance
 - augmentation des événements extrêmes (vagues de chaleur, pluies diluviennes)...
- ... mais aussi quelle évolution de la pression anthropique et des usages ?

Des paysages qui évolueront (changement de cultures, forêts...) et donc de nouvelles identités ou unités paysagères , de nouvelles pratiques !

Conclusion (2/2)

Une inévitable mise en place de stratégies d'adaptation au changement climatique **et d'atténuation** de gaz à effet de serre

De fortes contraintes climatiques et hydrologiques, **mais des pistes pour limiter les effets du changement climatique et leur coût**

Des outils et des données disponibles pour mettre en œuvre des actions innovantes

Une nécessité de décloisonner les communautés en renforçant le dialogue. **Le retour d'expériences est important !**

La transition verte passe la sensibilisation, la formation et l'accompagnement des acteurs locaux et régionaux, et... l'action !

AIR, Association pour l'Innovation et la Recherche au service du climat
38 rue Sénac de Meilhan, 13001 Marseille

Contacts

- Aurore Aubail : aurore.aubail@air-climat.org
- Antoine Nicault : antoine.nicault@grec-sud.fr
- Philippe Rossello : philippe.rossello@geographr.fr

Informations/actualités

www.grec-sud.fr

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

www.facebook.com/airclimat