GREC SUD

LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

La science au service de la société

L'évolution du climat dans les Alpes du Sud

Philippe Rossello
Coordinateur et animateur du GREC-SUD

7 juin 2019
Chamonix

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE - ALPES CÔTE D'AZUR

Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

GREC SUD

LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

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)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE - ALPES CÔTE D'AZUR

Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

GREC SUD

LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

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…**

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE - ALPES CÔTE D'AZUR

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

GREC SUD

LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

250 chercheurs (annuaire régional) suivent le 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…

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE - ALPES CÔTE D'AZUR

Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

GREC SUD
LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Des structures similaires à l'échelle régionale :

Ouranos-AURA en Auvergne-Rhône-Alpes : 200 chercheurs, des observatoires, des outils de modélisation, d'analyse et de mesures…
« Participer à la structuration de la communauté académique et être à l'écoute des besoins opérationnels » : https://plateforme-ouranos.fr/

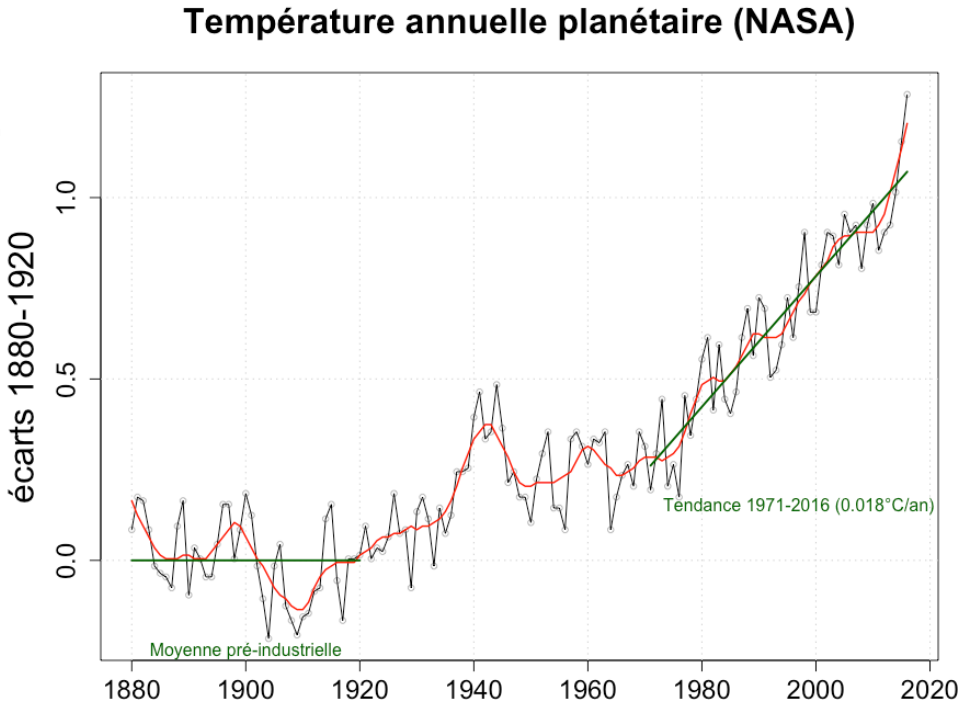
AcclimaTerra en Nouvelle-Aquitaine : www.acclimaterra.fr/

Réseau d'expertise sur les changements climatiques en Occitanie (RECO) :
https://reco-occitanie.org/

Des groupes qui émergent :
Caraïbes
Corse…

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE - ALPES CÔTE D'AZUR
Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur
ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Le changement climatique, une évolution inquiétante



2016
Année la plus chaude dans la monde

2017
Année la plus chaude sans El Niño

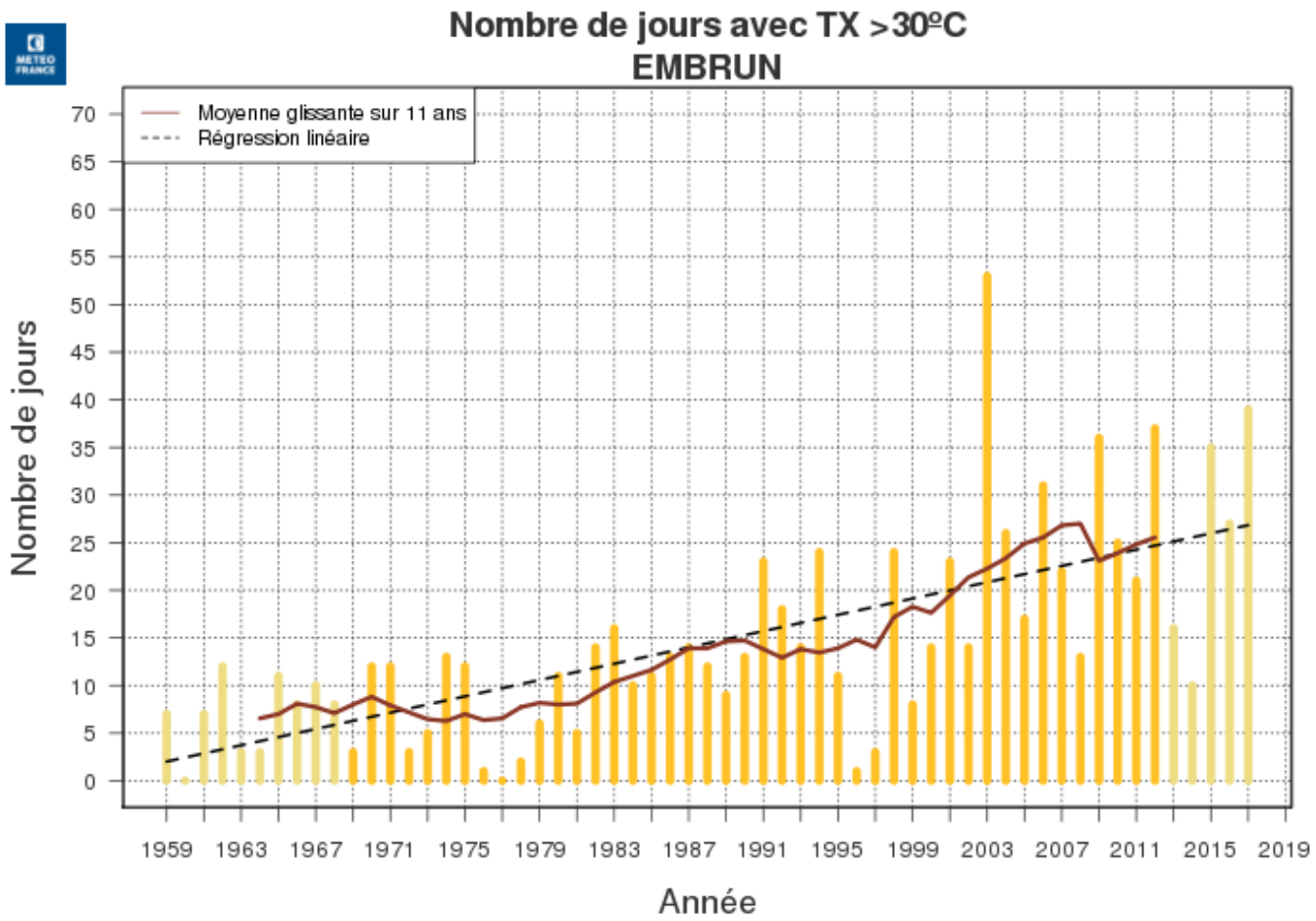
2018
Année la plus chaude en France

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)**

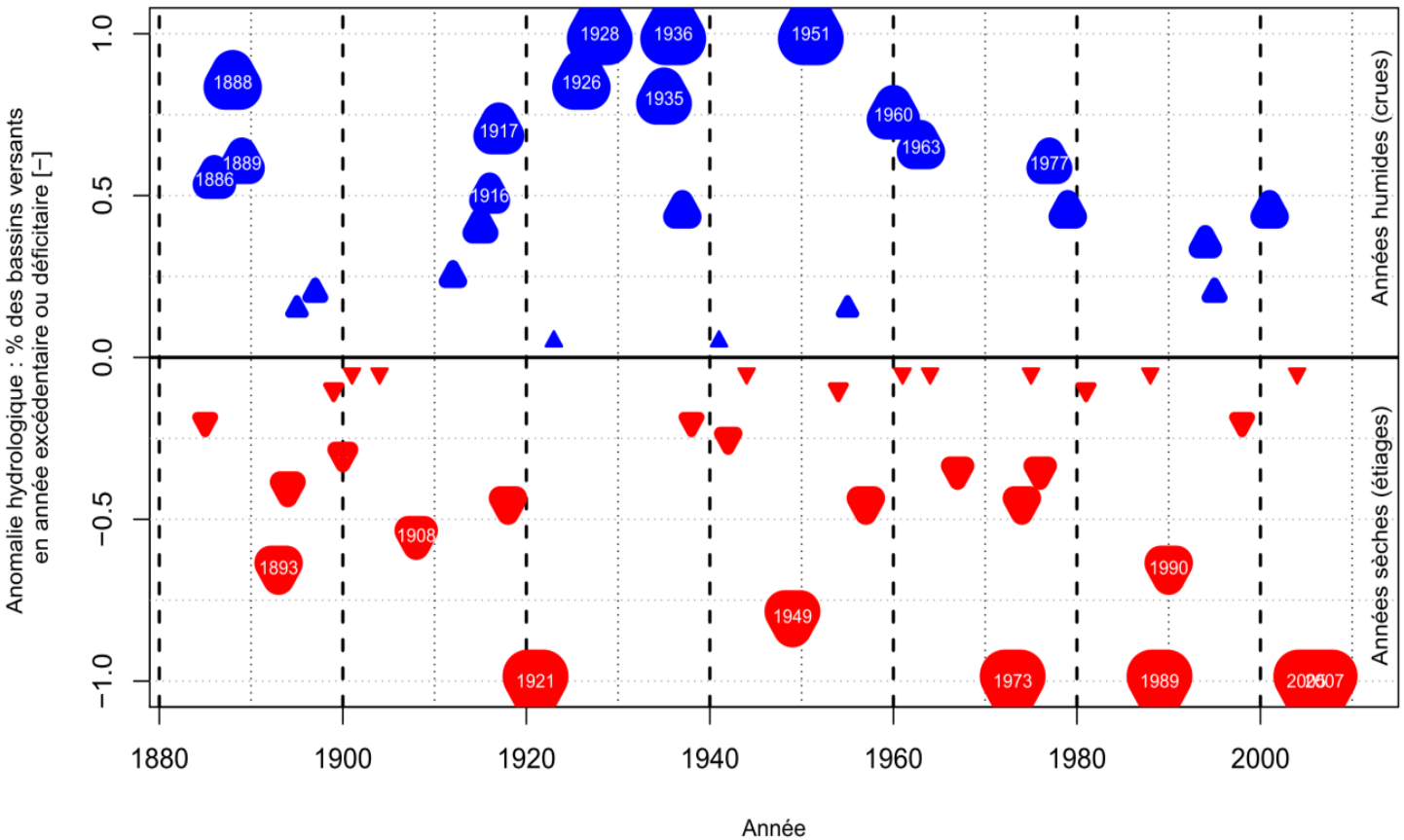
Le réchauffement n'est pas également réparti sur la planète.

Des observations sans équivoque

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



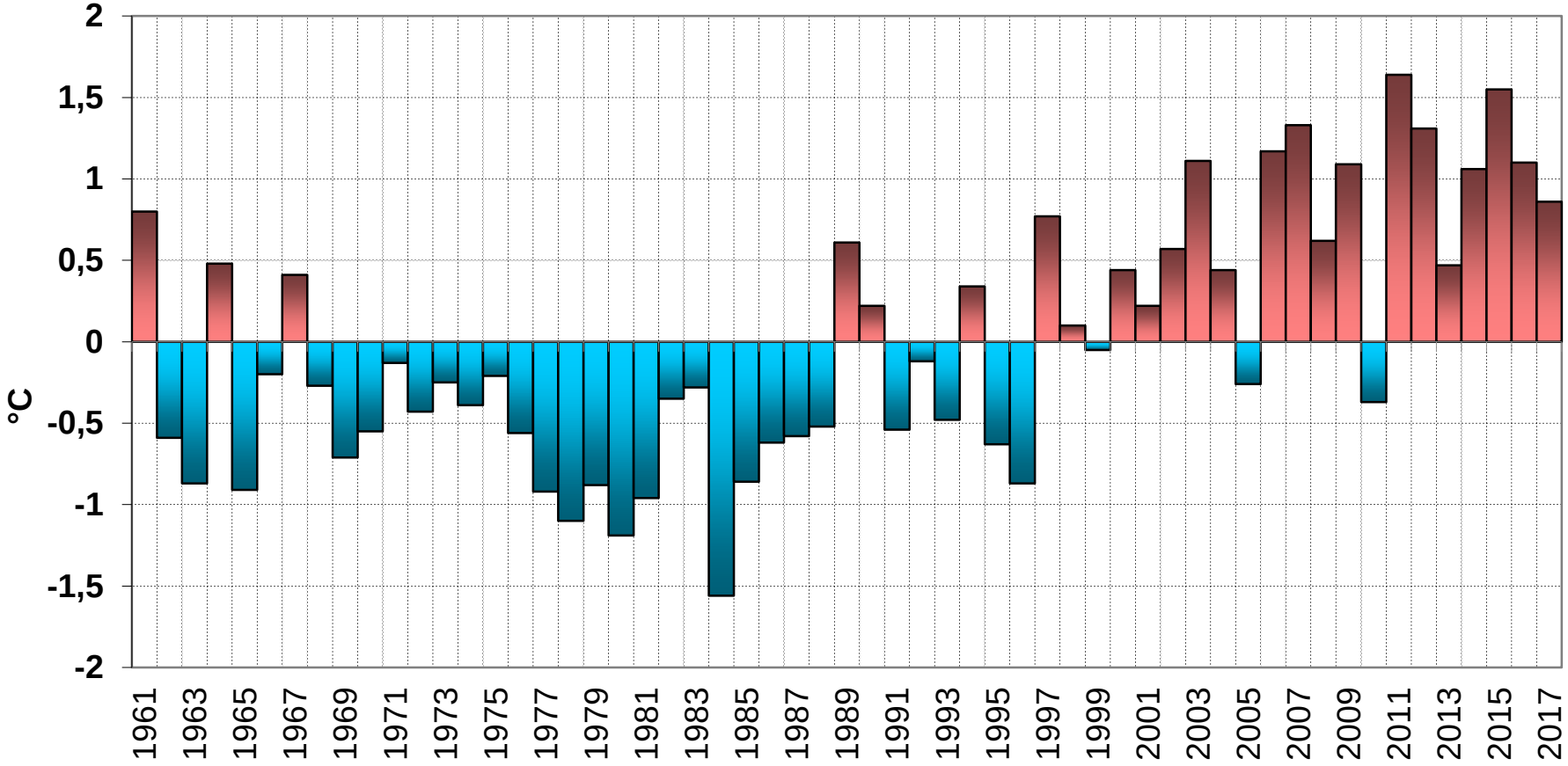
Précipitations caractérisées par la variabilité interannuelle, mais aussi des signes d'évolution



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)

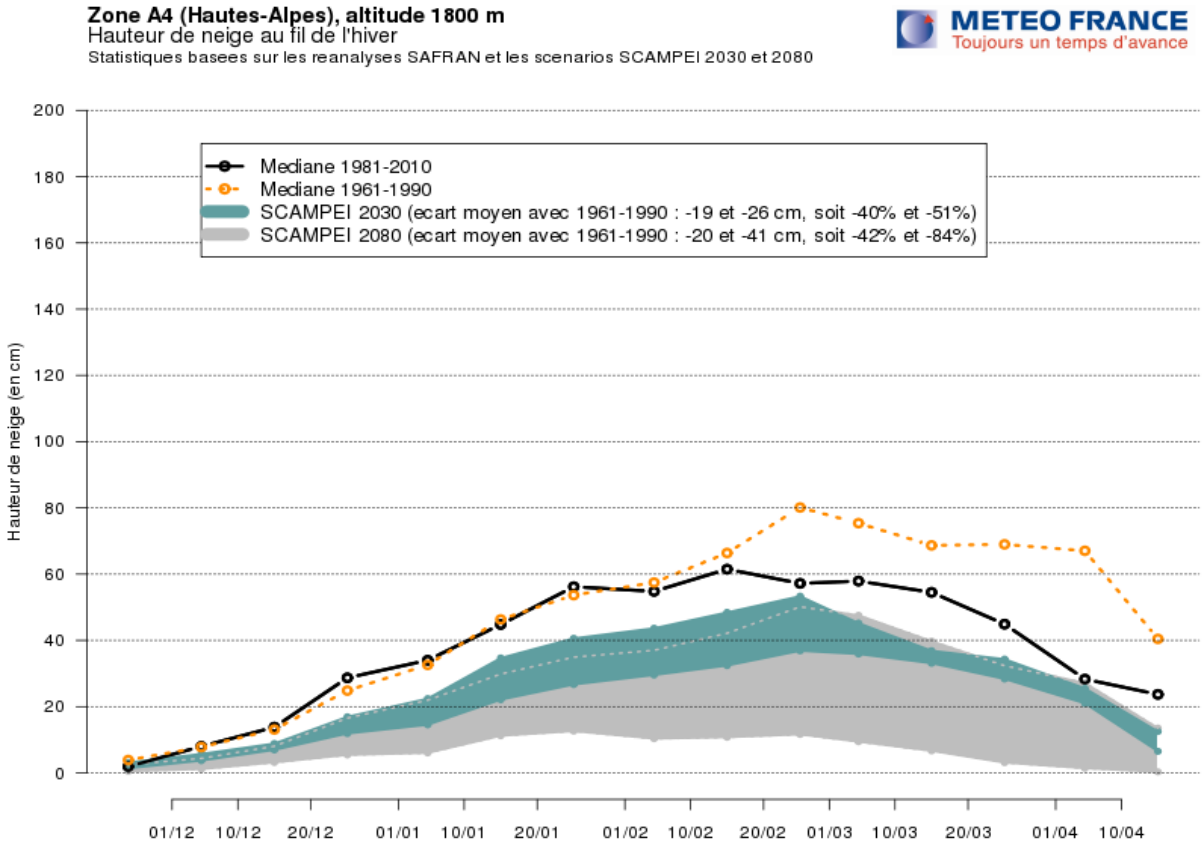
Ecart à la normale 1981-2010 des températures moyennes aux Orres depuis 1961 (Météo-France/MMCO)



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/MMCA) → tendance générale dans les Alpes du Sud

Vers une diminution du manteau neigeux

Simulations Scampei



Diminution et fonte précoce du manteaux neigeux → Augmentation de la sévérité des étiages estivaux (durée et intensité)

Évolution des feux de forêt

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

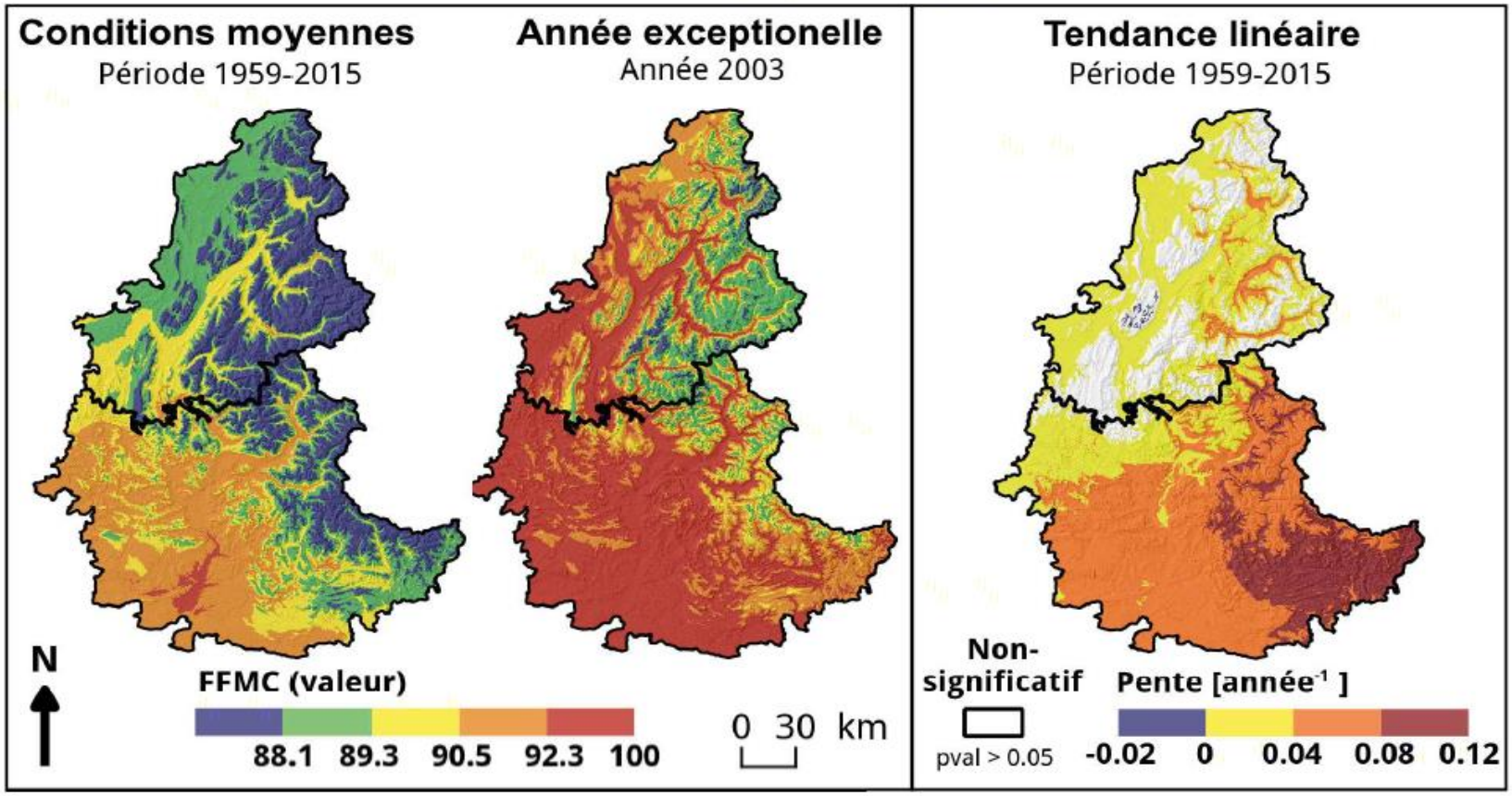
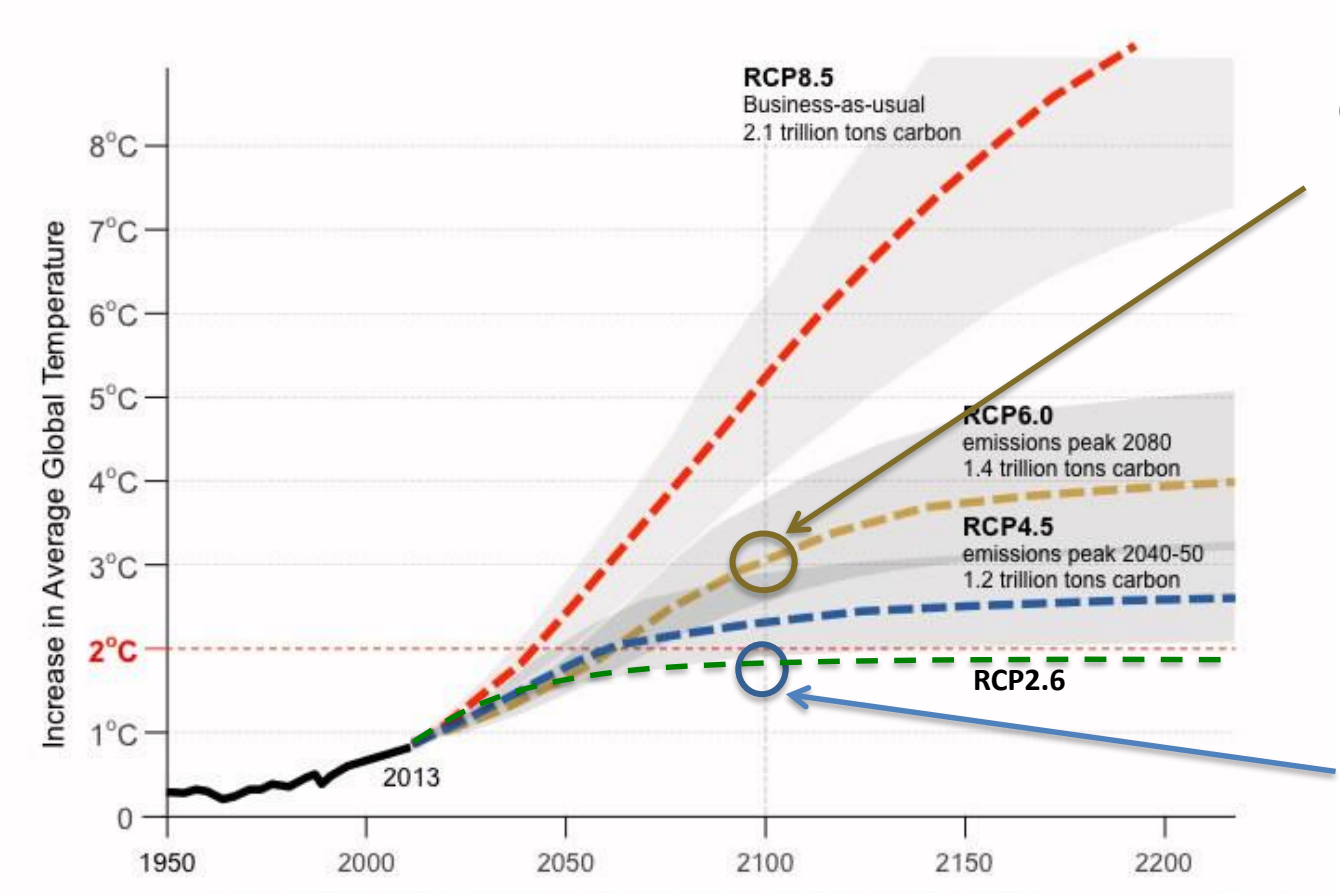


Figure 12. Évaluation numérique de la teneur en eau de la litière et d'autres combustibles légers, grâce à la carte de l'indice d'humidité des combustibles fins (FFMC : Fine Fuel Moisture Code). Les fortes valeurs de FFMC correspondent aux conditions les plus sèches. Concernant la tendance linéaire observée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

Quelles tendances pour demain ?



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

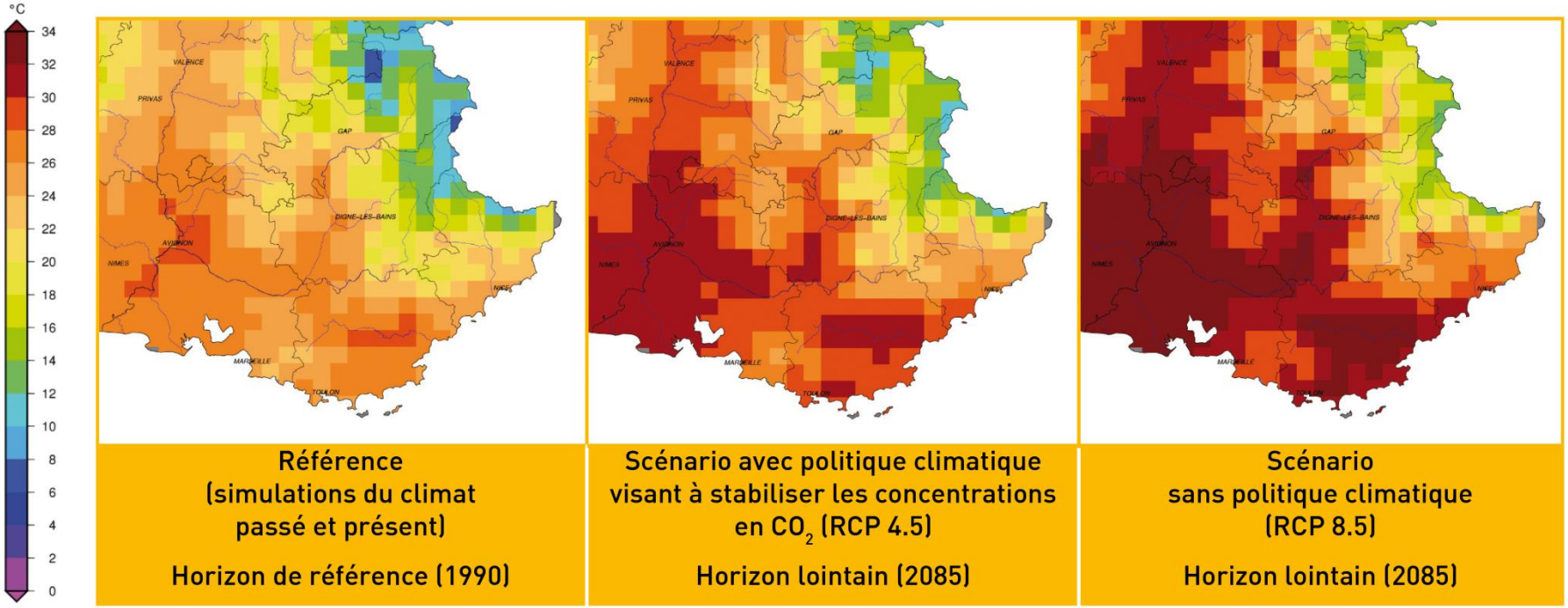
3°C en 2100
(global)

Annonce COP 21 :
< 2°C

Engagements non respectés, sous-estimation des simulations ?

5°C ou + en 2100 (global)

Le changement climatique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur

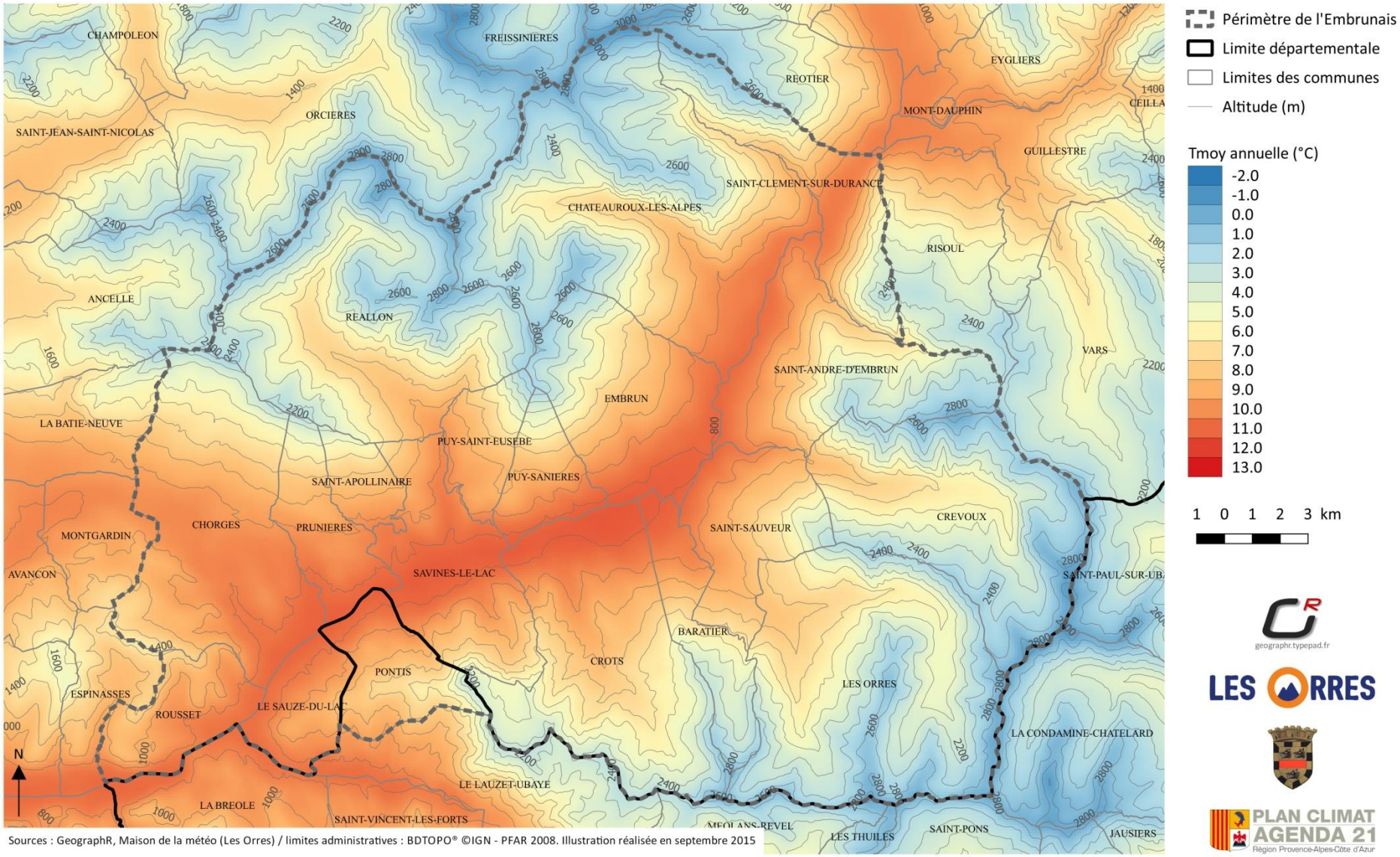


Évolution de la température maximale de l'air au cours de l'été (juin à août) :exemple de la moyenne estivale de température maximale quotidienne (source : Drias, données Météo-France, CERFACS,)

- **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

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



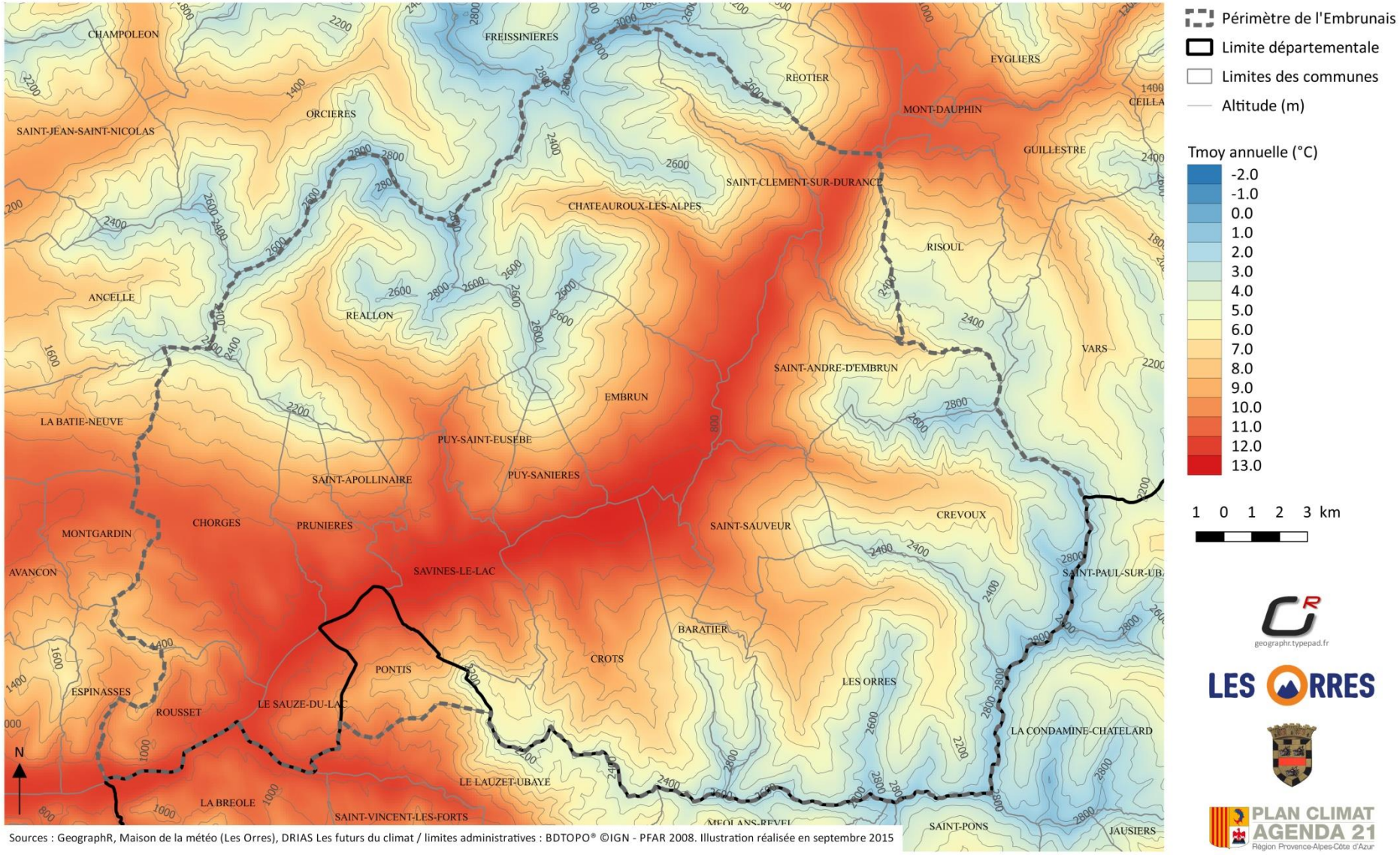
Sources : GeographR, Maison de la météo (Les Orres) / limites administratives : BDTOPO® ©IGN - PFAR 2008. Illustration réalisée en septembre 2015

geographr.typepad.fr

LES ORRES

PLAN CLIMAT AGENDA 21
Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

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

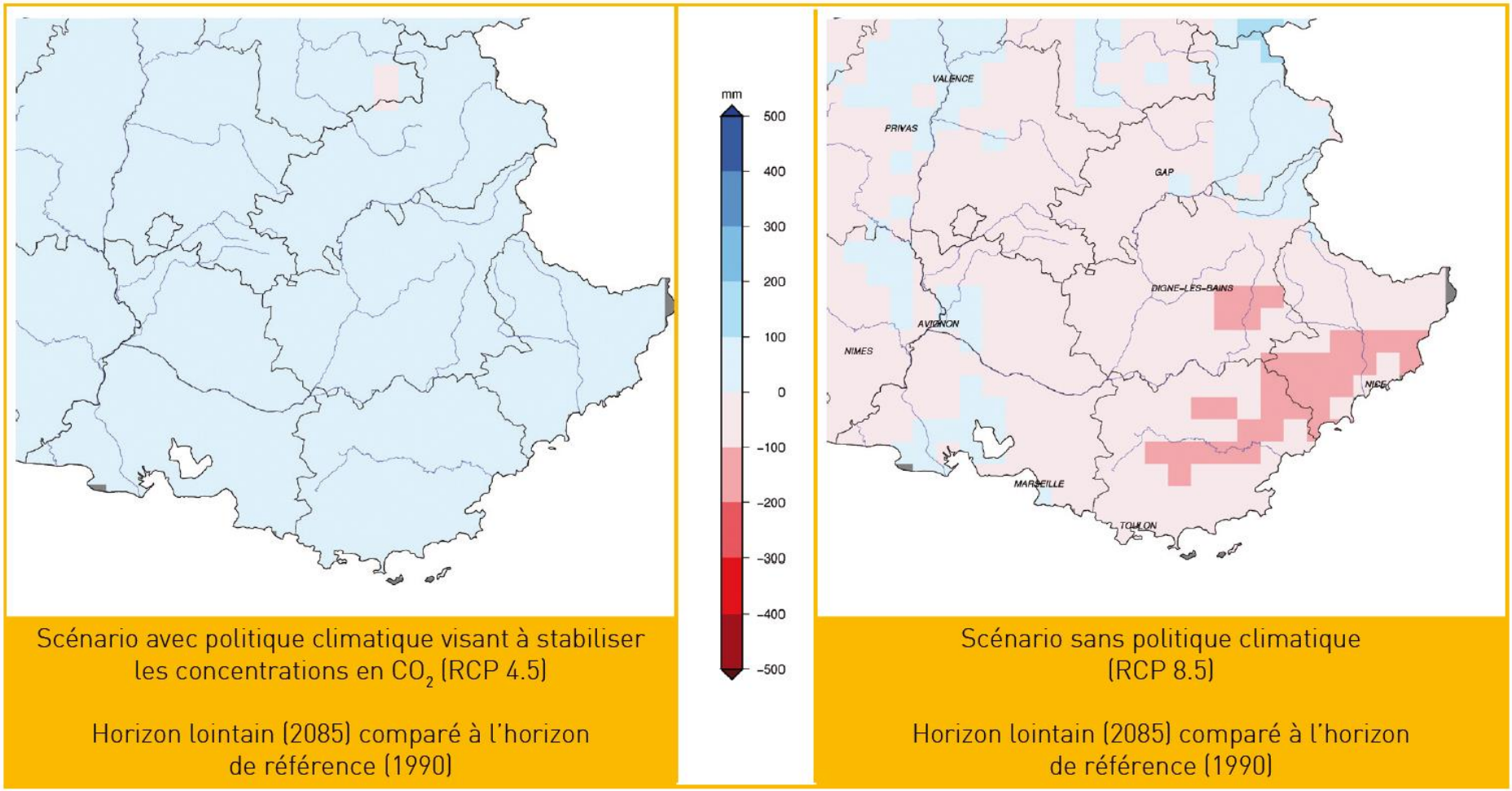


Sources : GeographR, Maison de la météo (Les Orres), DRIAS Les futurs du climat / limites administratives : BDTOPO® ©IGN - PFAR 2008. Illustration réalisée en septembre 2015

geographr.typepad.fr

LES ORRES

PLAN CLIMAT AGENDA 21
Région Provence-Alpes-Côte d'Azur



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

- **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.

Winter tourism under climate change in the Pyrenees and the French Alps: relevance of snowmaking as a technical adaptation (Published: 24 Apr 2019)

Pierre Spandre, Hugues François, Deborah Verfaillie, Marc Pons, Matthieu Vernay,Matthieu Lafaysse, Emmanuelle George, and Samuel Morin - IRSTEA de Grenoble, Centre d'étude de la Neige de Grenoble (Météo-France) et Centre de Recherches sur la neige et la Montagne d'Andorre.

https://www.the-cryosphere.net/13/1325/2019/

L'étude évalue la fiabilité d'enneigement de 175 stations dans les Alpes et les Pyrénées.

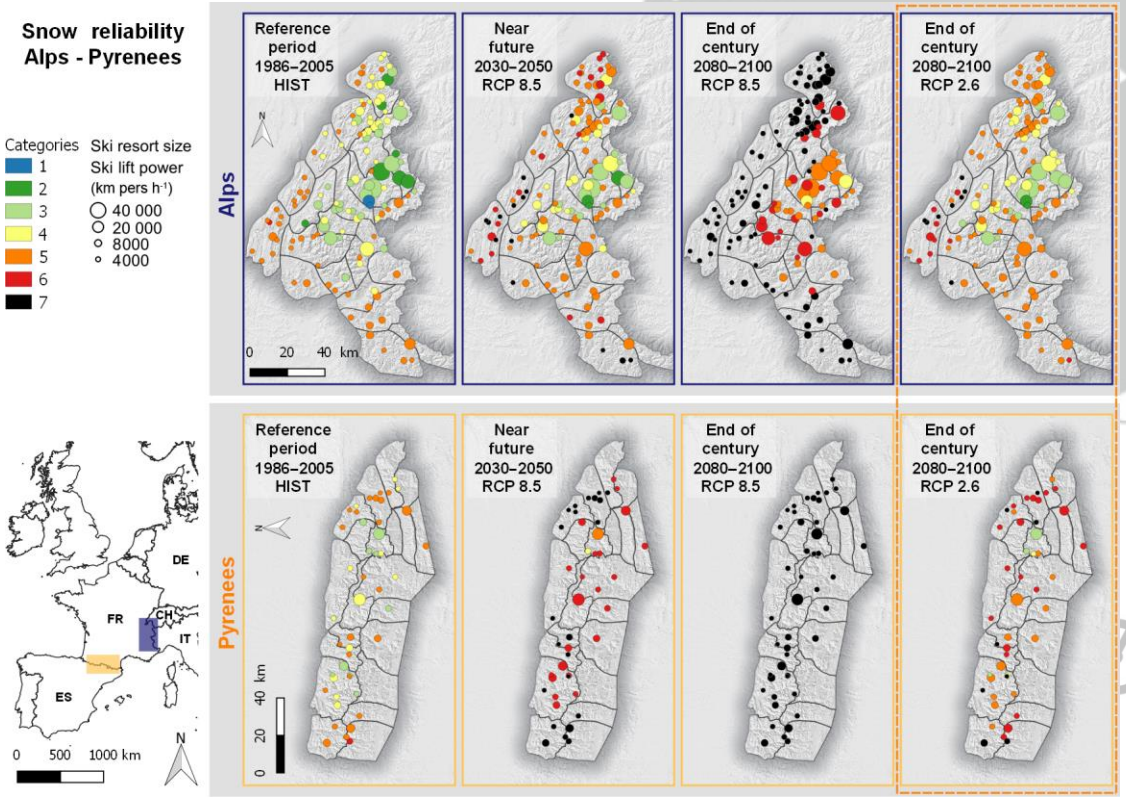
Critère de fiabilité :

- entre le 15 décembre et le 15 avril, plus de 100 jours avec au moins de 30 cm de neige (plus exactement avec 100 kg/m² de neige).
- si seuil des 100 jours dépassé plus de 9 années sur 10 à l'altitude de la station.

Plusieurs scénarios d'évolution de forçage météo ont été couplés à des scénarios d'entretien de la neige sur les pistes, avec ou sans production de neige de culture.

Les scénarios produisent des indices de fiabilité d'enneigement par massif et par altitude : climat récent, horizon futur 2030-2050) et horizon futur 2080-2100.

Les altitudes sont comparées à celles des stations et/ou des domaines skiables.

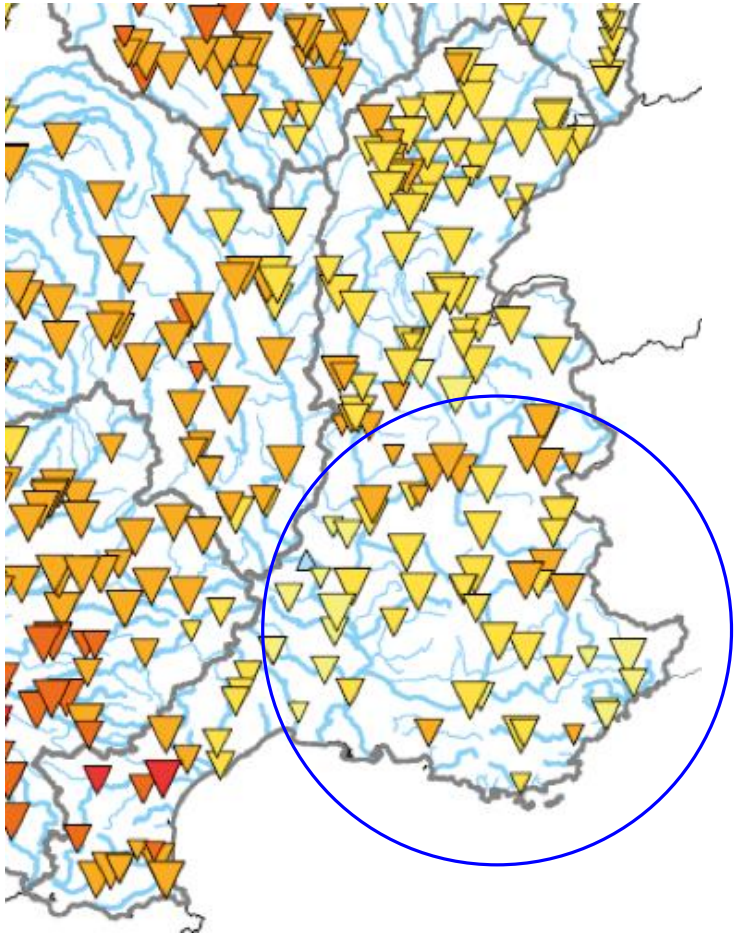


Catégories 1, 2, 3 : stations de ski où les conditions d'enneigement naturelles sont fiables.

Catégories 4 et 5 : stations de ski où les conditions de neige sont fiables avec production de neige.

Catégories 6 et 7 : stations de ski où la production de neige ne permet plus de réduire efficacement la rareté naturelle de la neige aux altitudes les plus basses de la station.

Évolution de la ressource en eau à l'horizon 2070



- jusqu'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

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

Quelles effets du changement climatique ?

Températures élevées
Ilots de chaleur urbain
Pollution atmosphérique

Diminution de la ressource en eau

Baisse de la productivité

Modification des phases de développement des végétaux

Espèces invasives

Hausse du niveau marin

Intrusion saline

Impact sur la biodiversité marine

Changements progressifs

Extrêmes Climatiques

Vagues de chaleurs
Canicules
Gels tardifs

Sècheresses extrêmes

Episodes méditerranéens

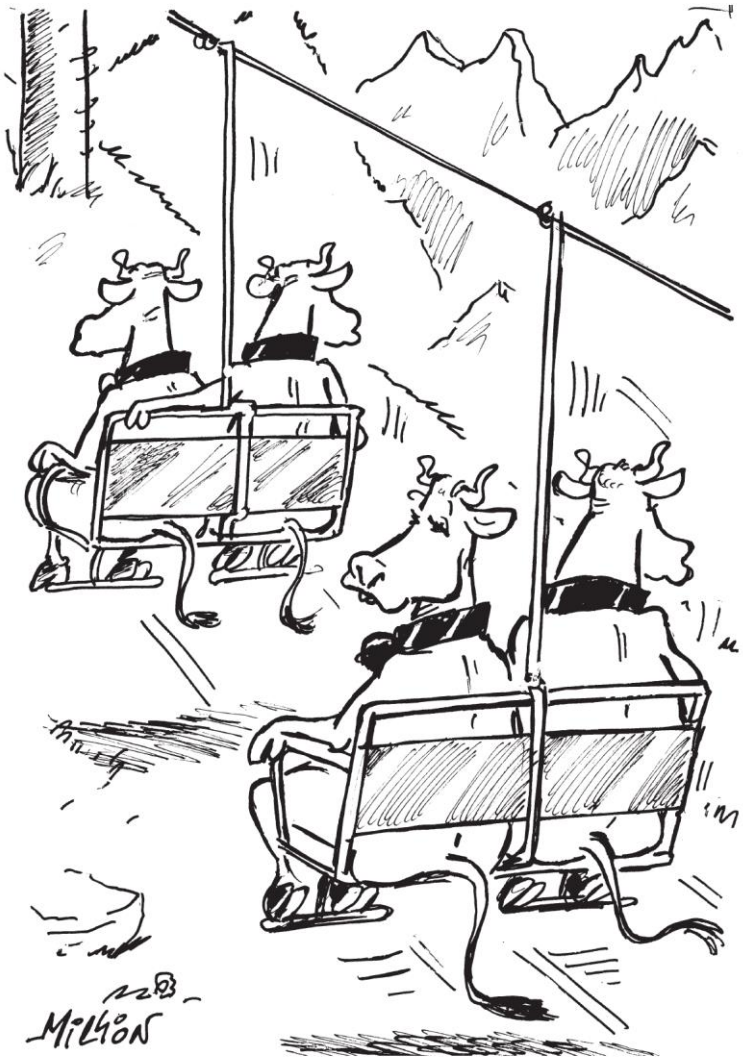
Inondations

Incendies extrêmes

Avalanches
Glissements de terrain

Vagues de submersion

CONSEQUENCES ECONOMIQUES ET SOCIALES
Ressources – Infrastructures – santé


MILLION

AH! IL EST PLUS CHER..
LES VACHES VONT DE PLUS EN PLUS HAUT.
ÉTABLE D'HÔTE
AOC
MILLION

AUJOURD'HUI JE FAIS LE HAUT!
REBLOCHON
KAÏ
MILLION

Le tourisme dans les espaces valléens

La mutation des paysages à tous les étages altitudinaux et des activités a des effets directs et indirects sur le tourisme. Les contextes diffèrent selon les secteurs géographiques (altitude, microclimat…), mais tous les territoires sont concernés par le changement climatique. Même les stations de ski en haute altitude sont et seront dans l'obligation d'ajuster leur offre.

Le tourisme participe activement au système de développement local qui met en jeu l'ensemble des acteurs territoriaux. **Penser le tourisme de demain revient à repenser l'organisation sociale, économique, environnementale et politique des territoires à travers une imbrication d'échelles…** Un équilibre entre bénéfices et effets néfastes est à trouver.

Au cœur des problématiques du tourisme : transport, énergie, aménagement, urbanisme, habitat, économie, biodiversité… Tout est lié !

Quelques éléments extraits du cahier thématique « Montagne » du GREC-SUD

www.grec-sud.fr/cahier-thematique/montagne/

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 manière générale : 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**…

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

Quelques effets du changement climatique en montagne :

- **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**

- Une **remontée altitudinale a été démontrée pour la majorité des espèces végétales des milieux forestiers dans les Alpes Françaises**, pour le gui en Suisse, le hêtre en Espagne, et pour sept espèces d'arbres en Scandinavie, notamment le bouleau, l'épicéa et le pin sylvestre

- La **pollution à l'ozone troposphérique** affecte la santé humaine et des arbres (défoliation, décoloration des couronnes), notamment les conifères (pins, mélèzes…), les hêtres, les saules et les tilleuls. **Si température et rayonnement solaire en hausse : détérioration des essences forestières plus marquée avec des nécroses foliaires, chute prématurée des feuilles, teneur en chlorophylle plus faible, ralentissement de la croissance, sensibilité aux attaques parasitaires**…

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 XXIème 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

- 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**

- **Augmentation des risques naturels** : crues, glissements de terrain, avalanches…

Conclusion (1/2)

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

- augmentation des températures
- diminution du manteau neigeux et disparition des glaciers
- baisse des ressources en eau de surface et souterraines
- augmentation de la sévérité des étiages estivaux en intensité et en durée
- augmentation des feux de forêt
- phénologie des plantes perturbée
- 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, un nouveau tourisme !

GREC SUD
LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

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 !

GREC SUD
LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

GREC SUD

LE GROUPE RÉGIONAL D'EXPERTS SUR LE CLIMAT
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

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
www.facebook.com/airclimat

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE - ALPES CÔTE D'AZUR

Région
Provence-Alpes-Côte d'Azur

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie