



Interreg



Reinforced via  
Fondos Europeos  
Colaboracion  
Interregional Europea

France - Italia ALCOTRA

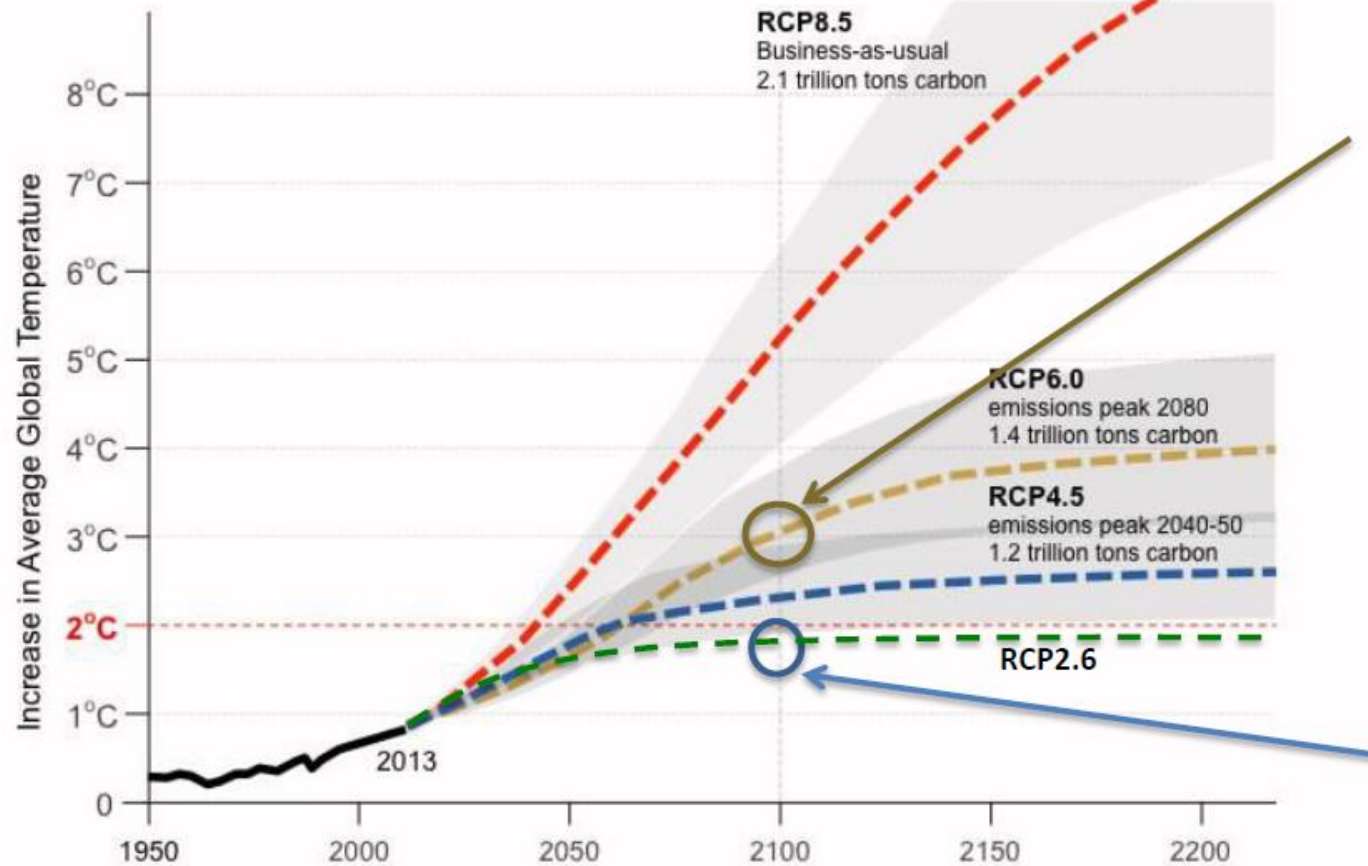
**AtmoSud**  
Inspirer un air meilleur

# Changement climatique et qualité de l'air en montagne

Alexandre Armengaud

29/11/2022

# 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**

**COP 27**  
**GIEC :**  
Objectif  
**+1.5°C**  
hors de portée

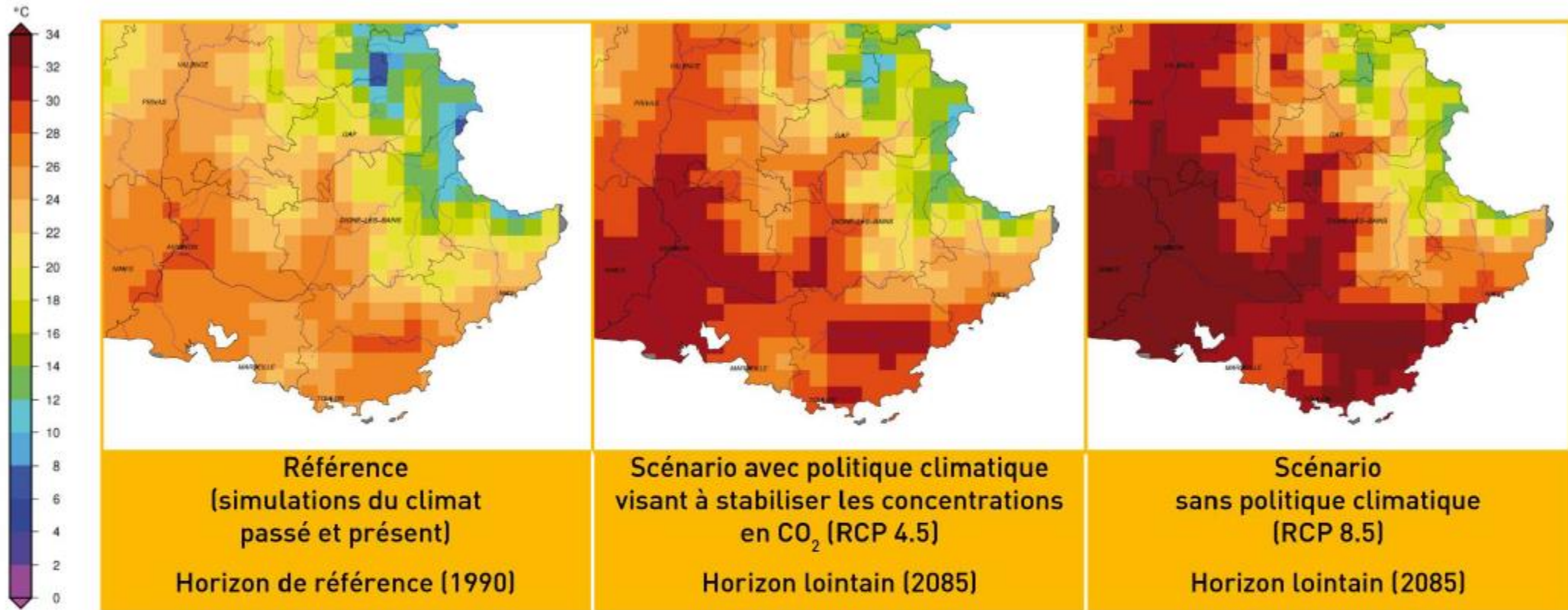
**Engagements non respectés,**  
**sous-estimation des simulations ?**



**5°C ou + en**  
**2100 (global)**



# Le changement climatique en région Sud



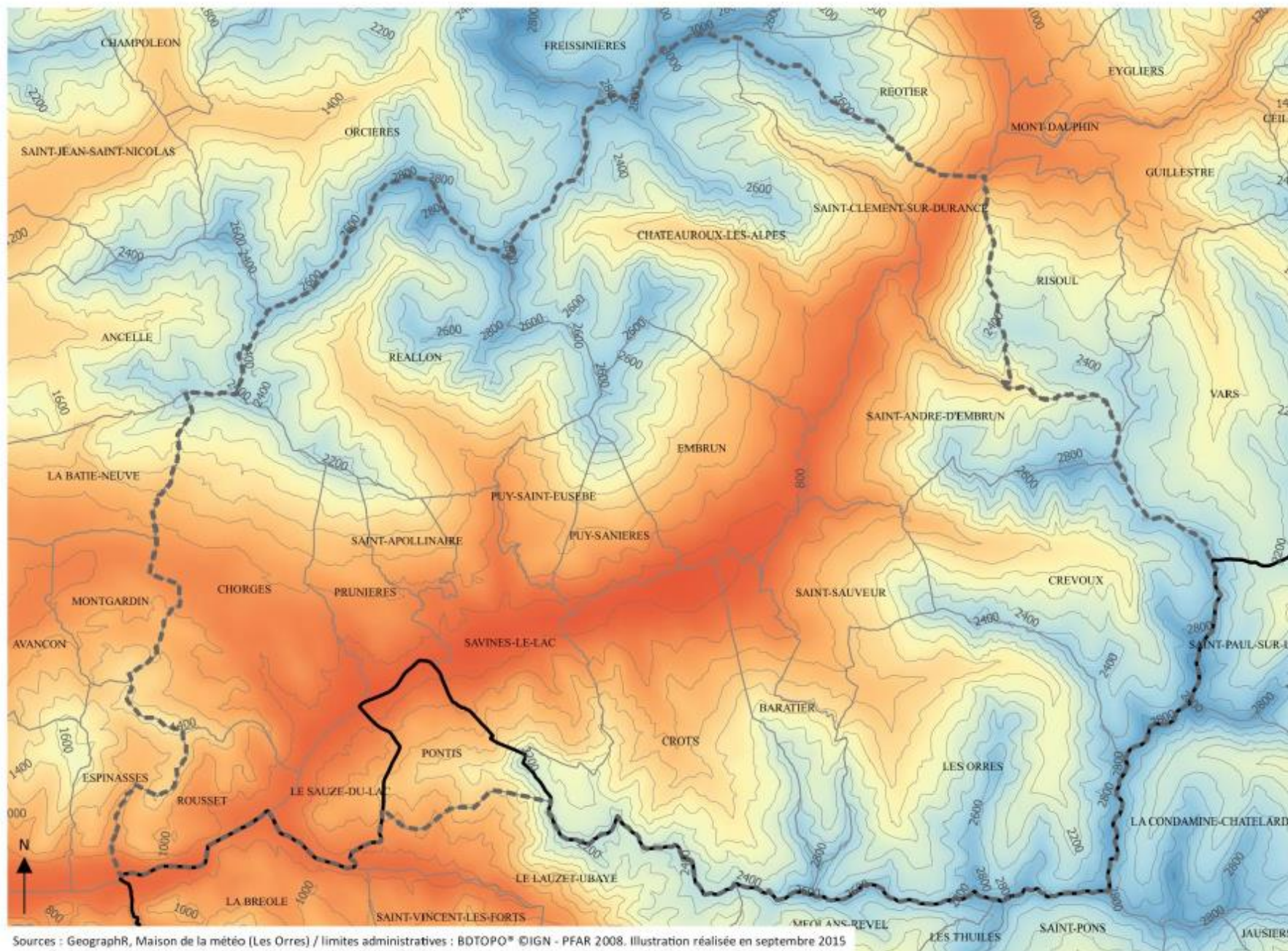
Autres effets du changement climatique :

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

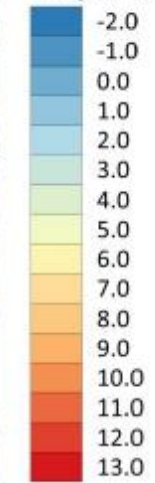


# Température moyenne annuelle de l'air en °C dans l'Embrunais (Hautes-Alpes), 1991-2010



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

T<sub>mo</sub>y annuelle (°C)



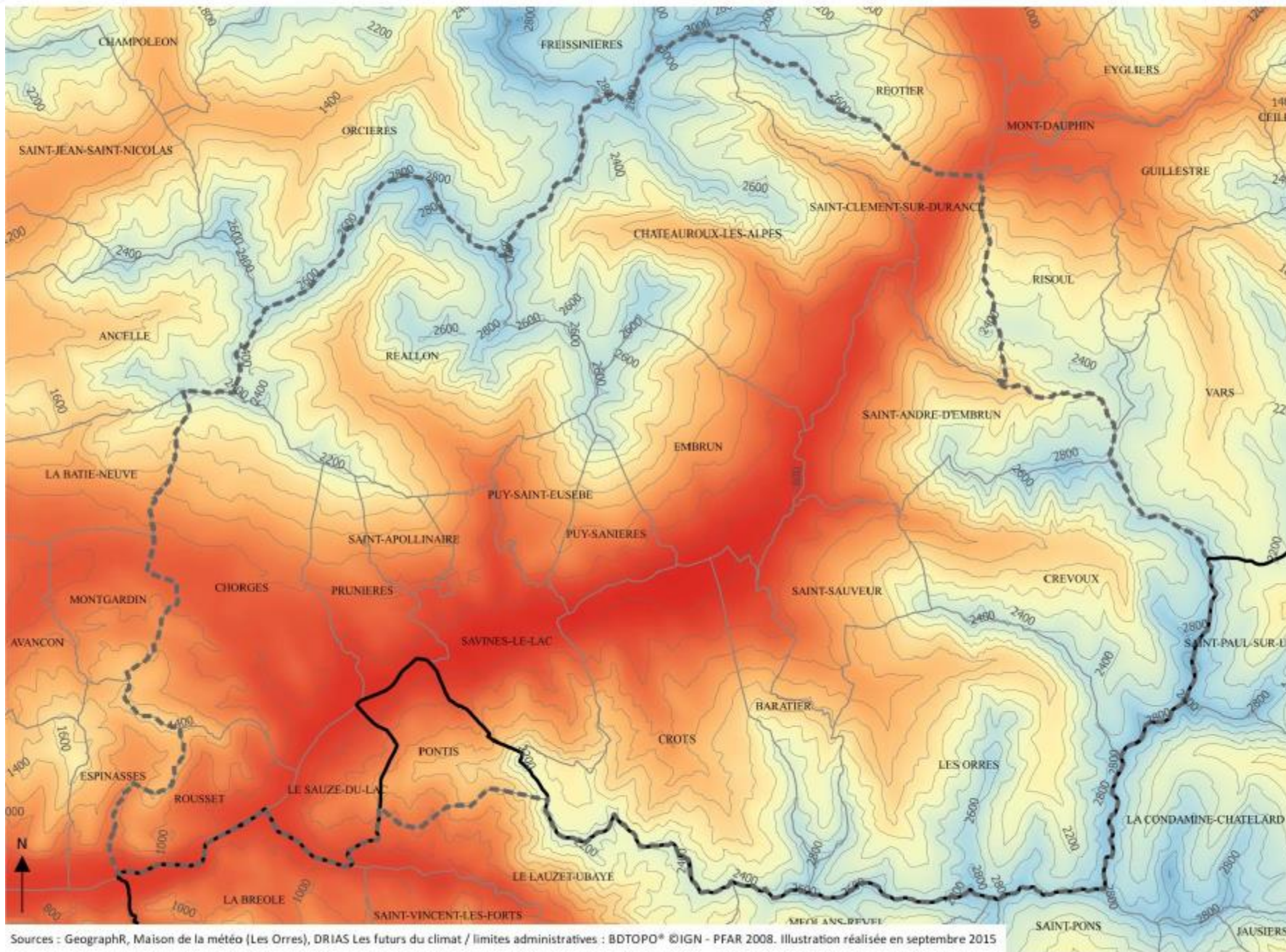
1 0 1 2 3 km



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

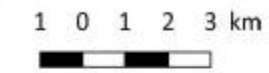
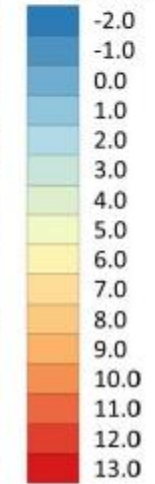


# Température moyenne annuelle de l'air en °C dans l'Embrunais (Hautes-Alpes), RCP 4.5 (scénario moyen), 2036-2055



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

Tmoy annuelle (°C)

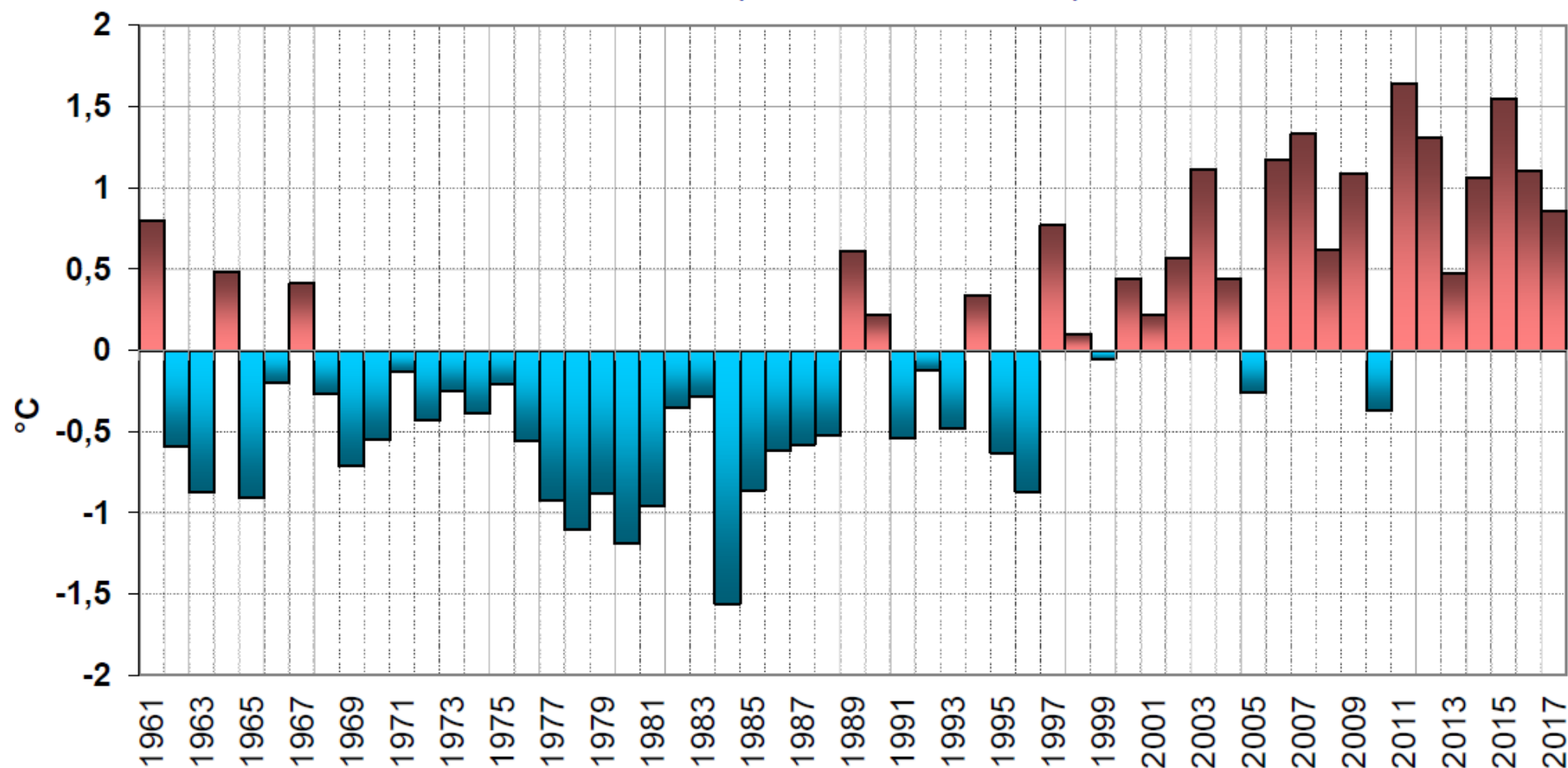


Sources : GeographR, Maison de la météo (Les Orres), DRIAS Les futurs du climat / limites administratives : BDTOPO® ©IGN - PFAR 2008. Illustration réalisée en septembre 2015





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



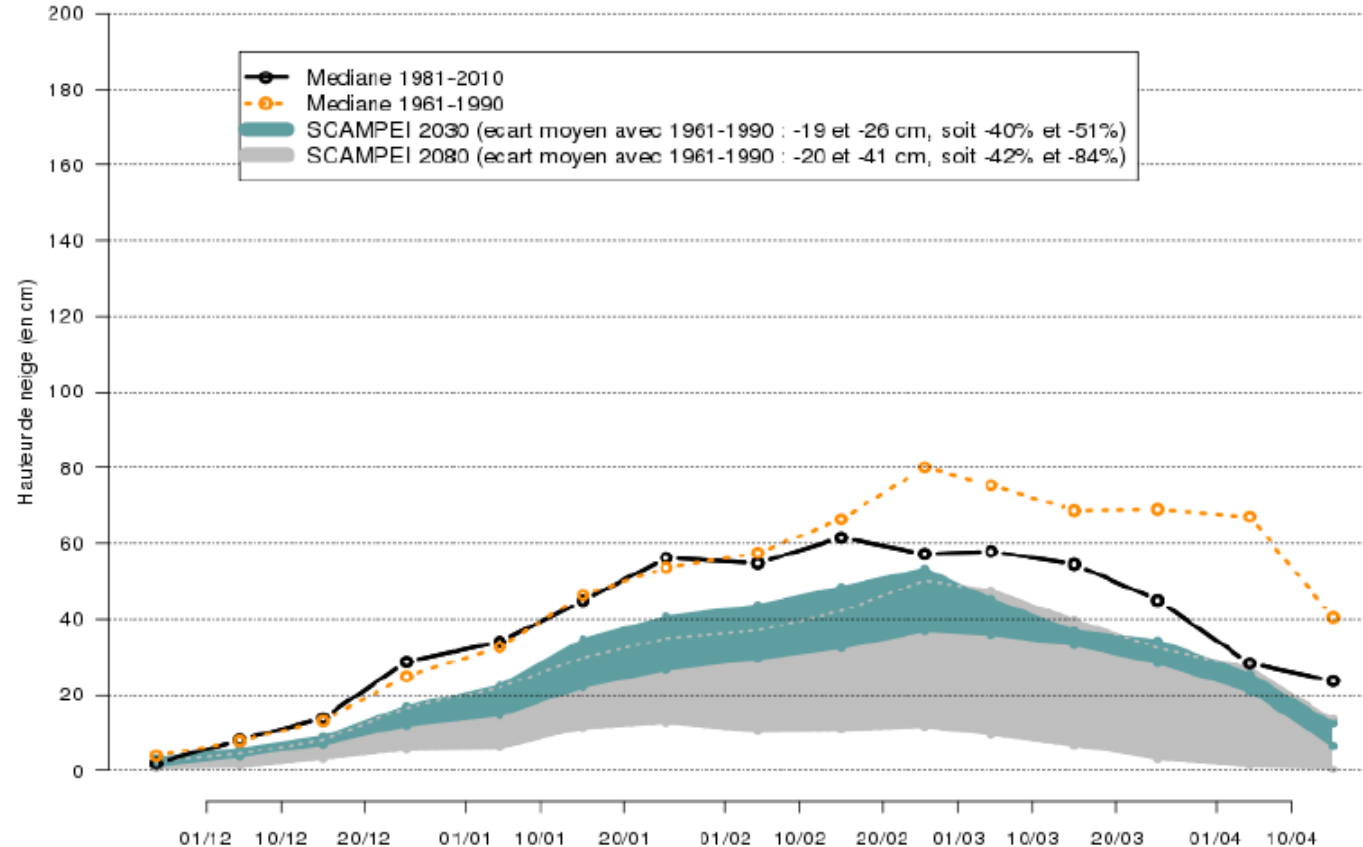
L'épaisseur de neige au sol a diminué d'environ 17 cm en moyenne entre 1960 et aujourd'hui à 1400 m aux Orres (Météo-France/MMCO) → tendance générale dans les Alpes du Sud

# 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

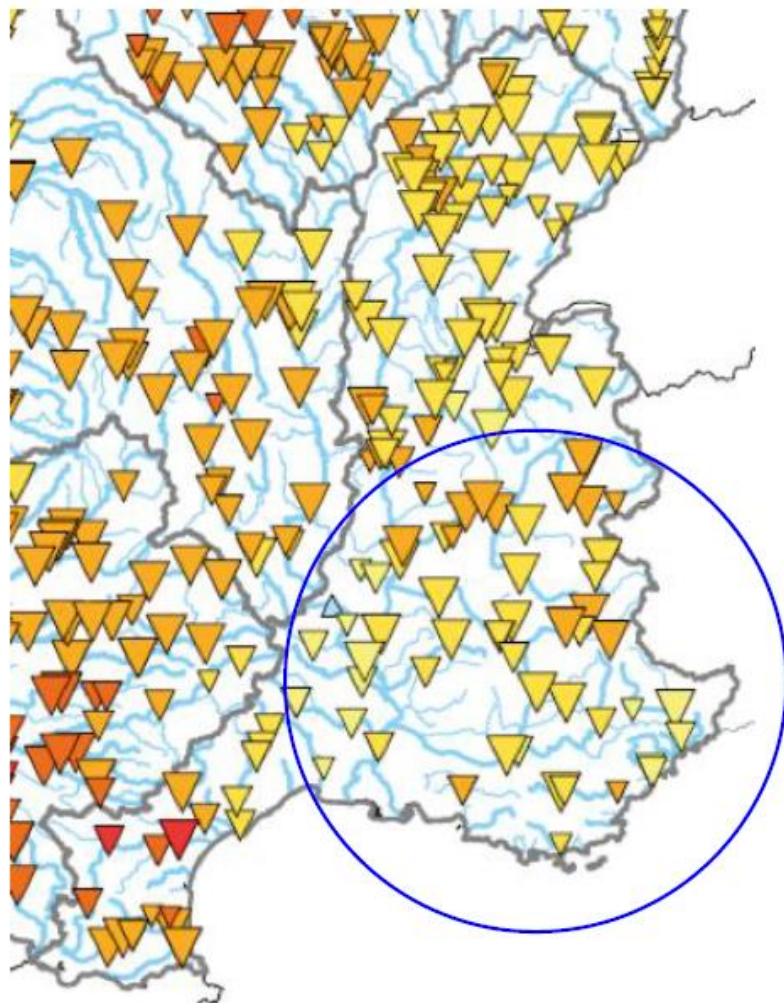


Diminution et fonte précoce du  
manteaux neigeux



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

## 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 )



# 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

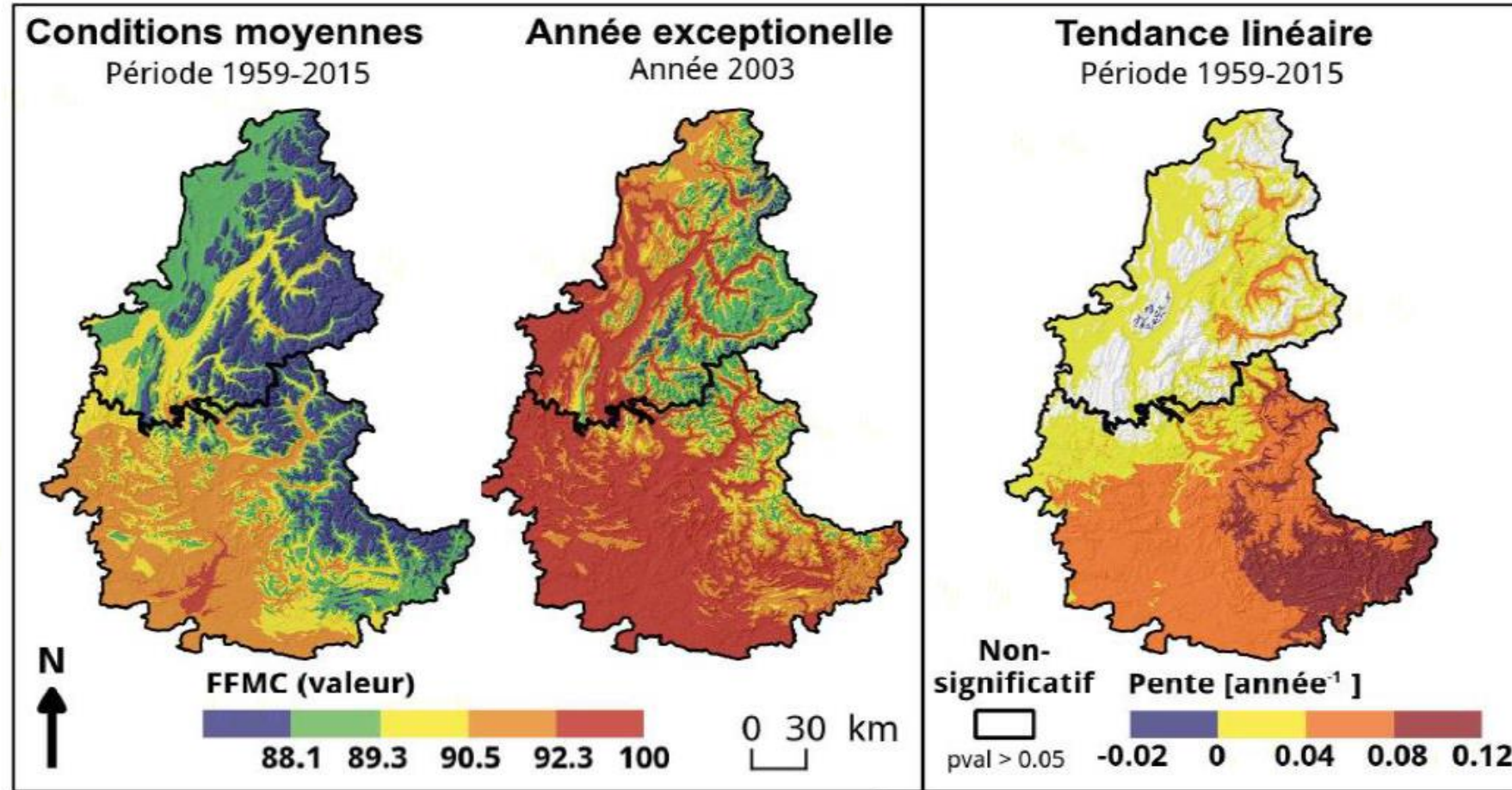
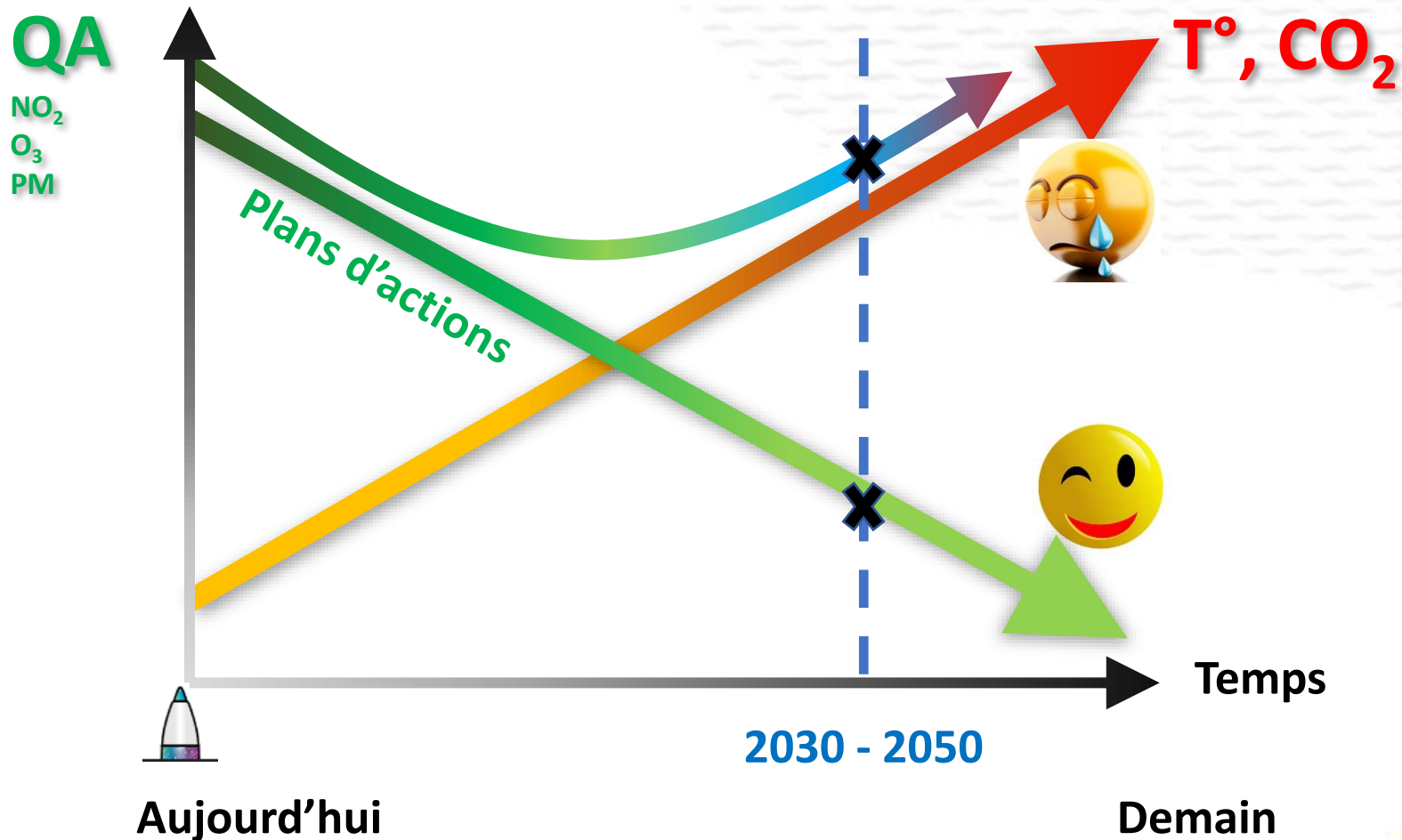
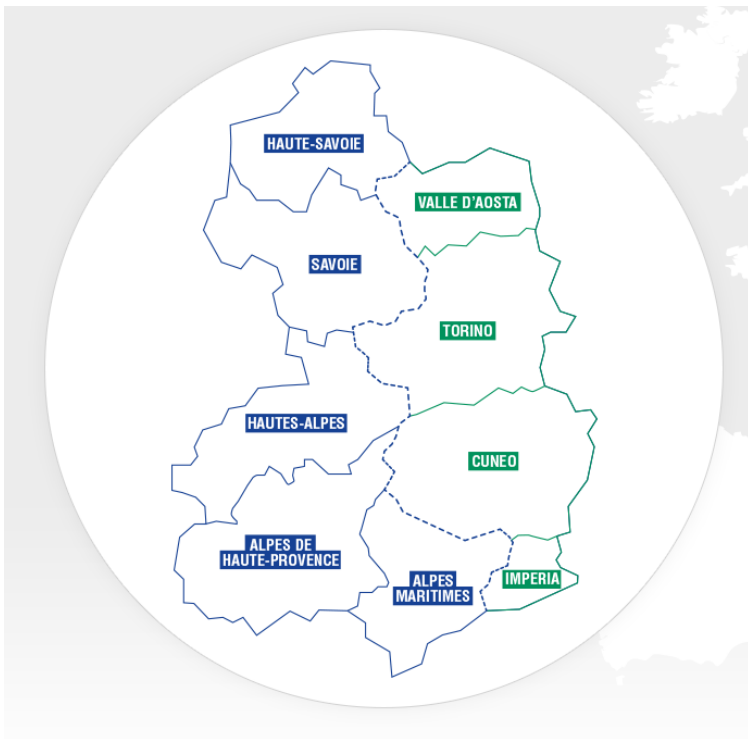


Figure 12. Évaluation numérique de la teneur en eau de la litière et d'autres combustibles légers, grâce à la carte de l'indice d'humidité des combustibles fins (FFMC : Fine Fuel Moisture Code). Les fortes valeurs de FFMC correspondent aux conditions les plus sèches. Concernant la tendance linéaire observée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

# CHANGEMENT CLIMATIQUE ET QUALITE DE L'AIR

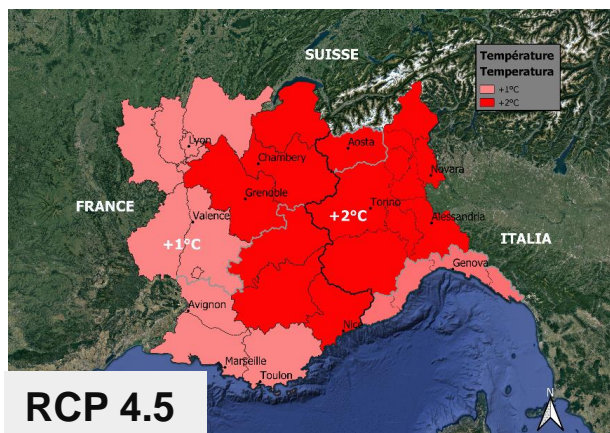




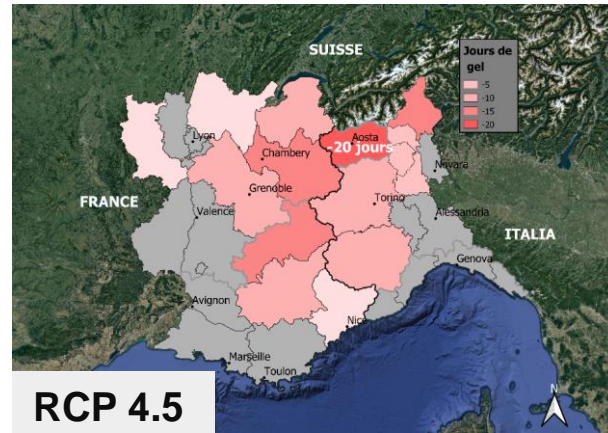
# PROJECTION DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dataset EURO-CORDEX11 (<http://euro-cordex.net>)

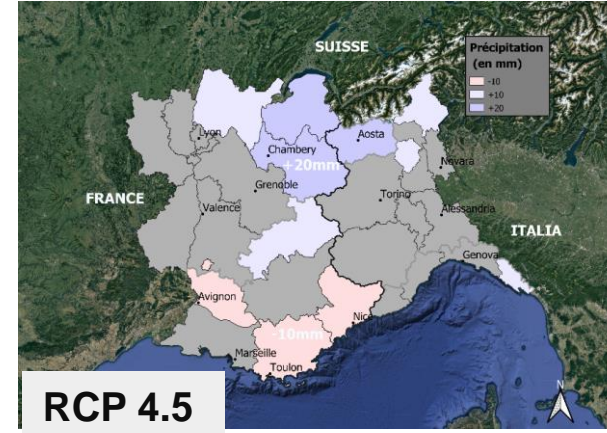
*Température*



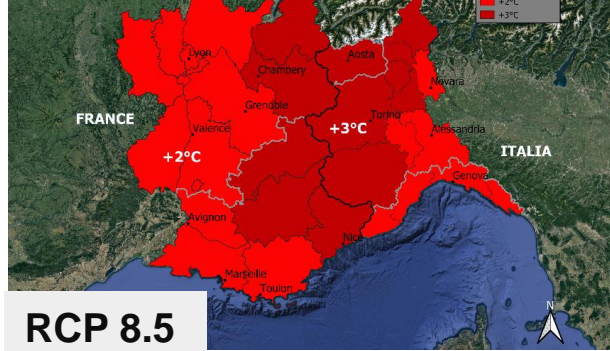
*Jours de gel*



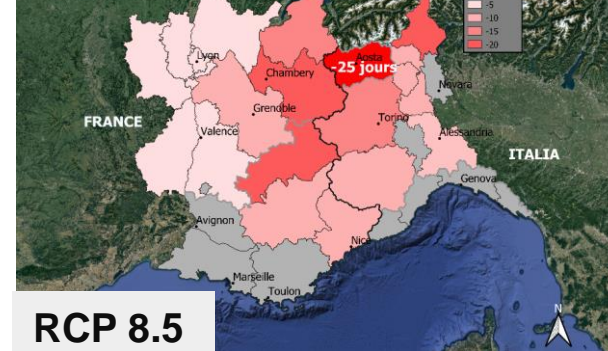
*Précipitation*



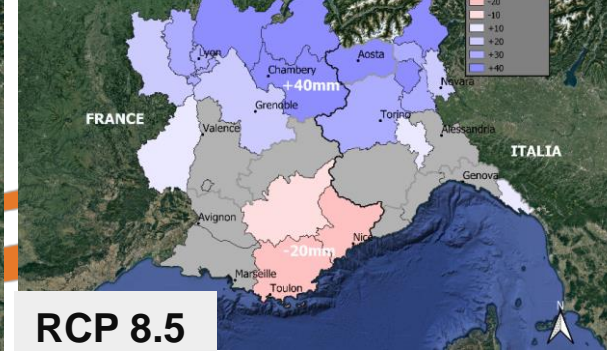
*Température*



*Jours de gel*



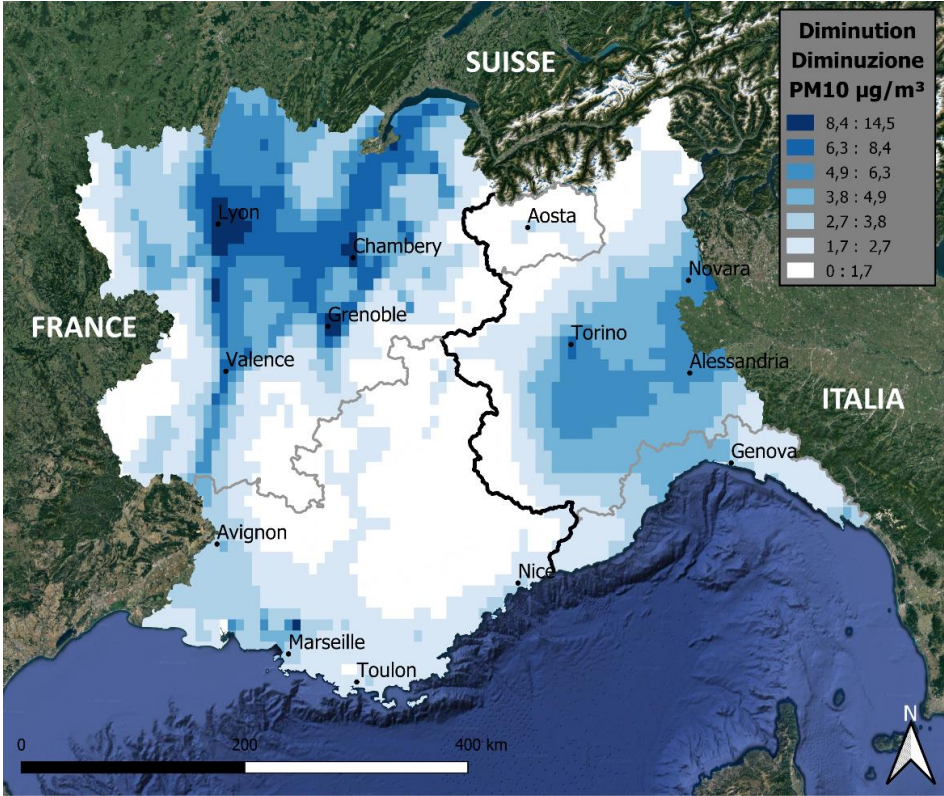
*Précipitation*





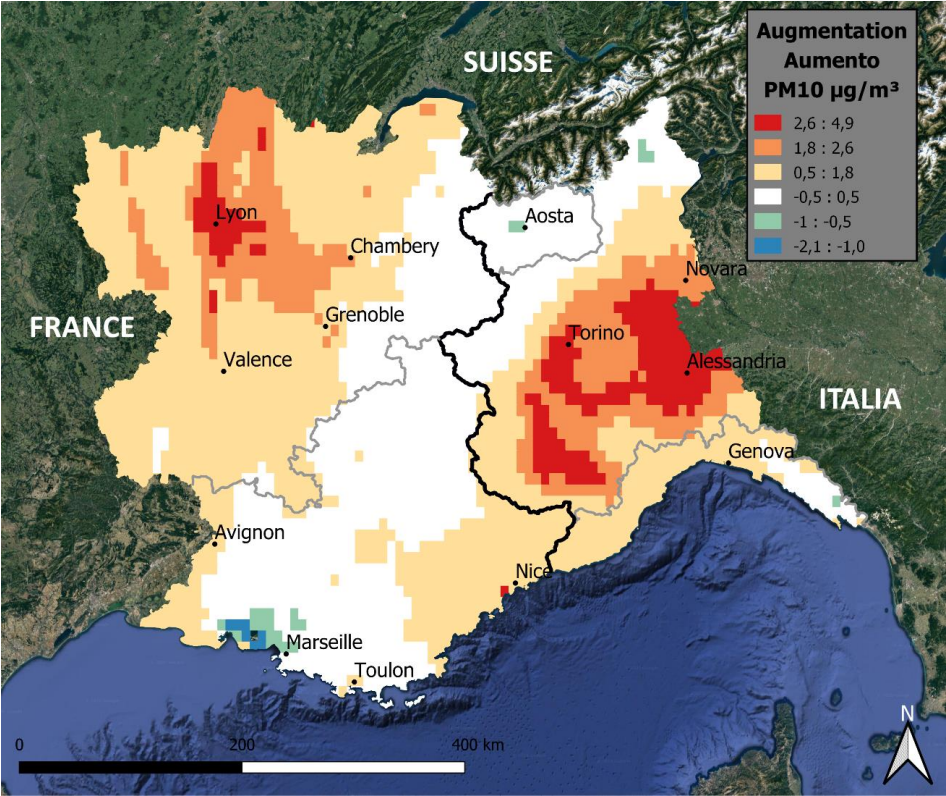
# QUALITÉ DE L'AIR 2030

PM10



variation en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le **scénario émissions 2030** et le **scénario émissions 2013 à météo 2013 constante**

PM10



variation en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le **scénario météo 2030** et le **scénario météo 2013 à émissions 2013 constantes**



## CONCLUSIONS

- *Depuis 1980, les températures ont augmenté en moyenne entre 0,2 et 0,5° C par décennie sur le massif alpin entraînant une baisse de l'enneigement à moyenne altitude (1700 m) de -31%.*
- *Le dégel du permafrost et la diminution du manteau neigeux déstabilisent les parois de haute montagne. Plus de 700 écroulements ont ainsi été comptabilisés entre 2007 et 2017 dans le massif du Mont-Blanc ; phénomène qui s'est encore accentué au cours de l'été 2022 entraînant la quasi fermeture de la principale voie d'accès au sommet du Mont-Blanc à partir de Saint-Gervais-les-Bains.*
- *D'ici à 2035, c'est-à-dire demain, le réchauffement attendu des températures aura des impacts importants dans les vallées alpines qui connaîtront une forte augmentation des journées de canicules et une réduction des jours de glace de l'ordre de 15/20%.*
- *Le secteur touristique est directement confronté à ces changements et 9 prestataires touristiques sur 10 observent d'ores et déjà des impacts du changement climatique sur leurs activités outdoor.*
- *L'alpinisme et la randonnée sont confrontés aux risques d'écroulement et d'éboulement rocheux, les sports d'eau vive au manque d'eau, le VTT au glissement de terrain et aux feux de forêts qui remontent progressivement sur les zones de haute montagne.*

## CONCLUSIONS

- *L'adaptation au changement climatique est donc une nécessité et plusieurs actions ont d'ores et déjà été initiées comme la sécurisation de certains sentiers, l'adaptation des horaires de certaines activités, voire des adaptations saisonnières, ou bien encore la mise en place d'une communication adaptée pour éviter la sur-fréquentation sur certains sites.*
- *Le risque incendie touche aujourd'hui des zones de montagne et de haute montagne peu accessibles et nécessitant de repenser les stratégies et les moyens de lutte contre les feux de forêts, y compris dans une perspective transfrontalière.*
- *Les phénomènes climatiques extrêmes se multiplient, comme la tempête Alex qui a frappé le territoire ALCOTRA en octobre 2020, conduisant à revoir les normes de construction des ouvrages d'art.*
- *La composition botanique des prairies change, certaines espèces comme l'épicéa commun disparaîtra bientôt dans les Alpes du Sud et certaines essences forestières sont fragilisées par l'augmentation des températures impactant directement la filière Bois des Alpes.*



## CONCLUSIONS

- *La pollution à l'ozone troposphérique affecte la santé des hommes mais également celle des arbres*
  - *Si la température et le rayonnement atmosphérique augmentent >> détérioration des essences forestières (chute des feuilles, chlorophylle et croissance en baisse, plus forte sensibilité aux parasites)*
- *L'adaptation climatique doit être pensée en réduisant conjointement*
  - *les GES mais également les concentrations en PARTICULES, DIOXYDE D'AZOTE, OZONE*
- *La réduction de l'exposition de la population à la pollution de l'air est un levier pour la réduction des émissions de GES*
- *Les experts des observatoires de la qualité de l'air du territoire ALCOTRA sont à votre disposition et peuvent vous accompagner dans les plans d'actions et les préconisations pour réduire les GES et les polluants*



Interreg



Partenariat par  
Fonds Européens  
Croissance  
Innovation Europe

France - Italia ALCOTRA



---

Contact :  
**Alexandre Armengaud**  
Tél. 04 91 32 38 00  
[Alexandre.armengaud@atmosud.org](mailto:Alexandre.armengaud@atmosud.org)

---

[atmosud.org](https://www.atmosud.org)

<https://www.atmosud.org/article/cooperation-internationale>