

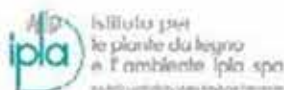


*La qualità dell'aria e gli impatti sugli
ecosistemi : stato attuale
e scenari futuri*

**Méthodologie générale et projections
climatiques sur la zone
transfrontalière France-Italie**

***Metodologia generale e proiezioni
climatiche per l'area transfrontaliera
Francia-Italia***

Philippe Rossello, GeographR, 29/09/2020



Consiglio Nazionale delle Ricerche



G.I.E.F.S. | Gruppo Interregional d'Ecologia
della Pianura (G.I.E.F.S. - G.I.E.F.S.)

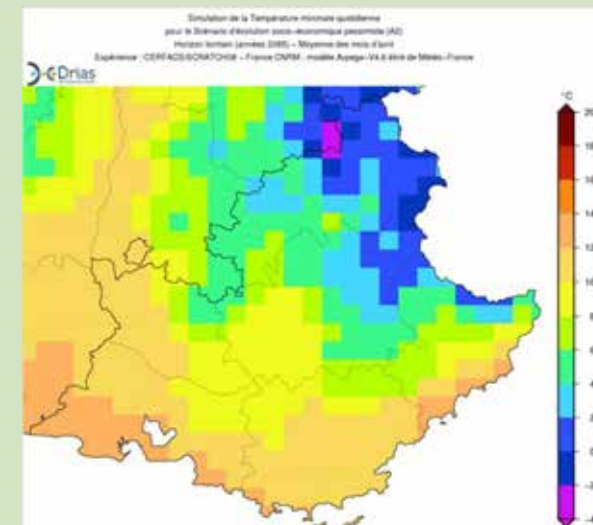




Pourquoi cartographier le climat présent et futur à haute résolution spatiale ?

La cartographie du climat actuel n'est pas disponible à haute résolution spatiale et les projections climatiques sont fournies à moyenne résolution spatiale (8 km en France, 12 km en Europe), ce qui est insuffisant pour réaliser des études d'impact, notamment en zone de relief. Pour évaluer l'impact du changement climatique sur les forêts transfrontalières (Italie, France), il est nécessaire de travailler à échelle fine.

L'un des objectifs du projet MITIMPACT est de cartographier le climat local présent et d'anticiper le changement climatique aux horizons futurs 2035, 2055 et 2085 à haute résolution spatiale : 100 mètres pour les températures de l'air, 1000 mètres pour les précipitations.

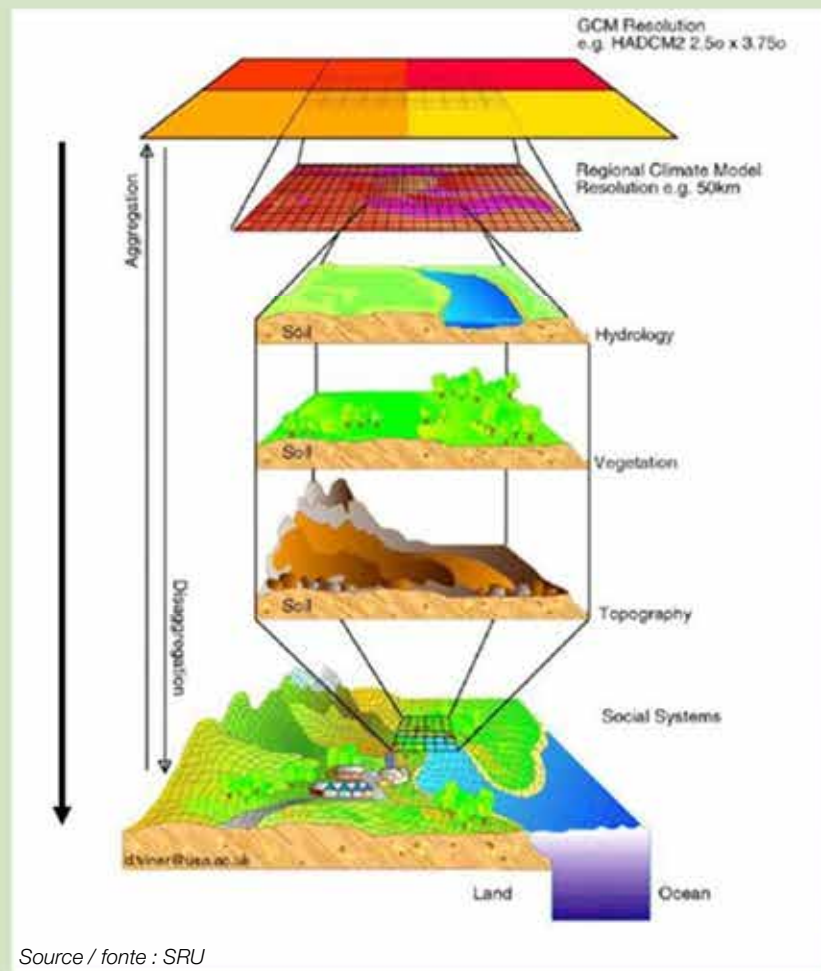


Perché mappare il clima presente e futuro con un'elevata risoluzione spaziale?

La cartografia del clima attuale non è disponibile ad alta risoluzione spaziale e le proiezioni climatiche sono fornite con una risoluzione spaziale media (8 km in Francia, 12 km in Europa), che è insufficiente per realizzare Studi di impatto, specialmente nelle zone di soccorso. Per valutare l'impatto dei cambiamenti climatici sulle foreste transfrontaliere (Italia, Francia), è necessario lavorare su scala fine.

Uno degli obiettivi del progetto MITIMPACT è mappare il clima locale presente e anticipare i cambiamenti climatici agli orizzonti futuri 2035, 2055 e 2085 ad alta risoluzione spaziale: 100 metri per le temperature dell'aria, 1000 metri per le precipitazioni.

La descente d'échelles - *La variazione delle scale*



Scénarios climatiques globaux - Scenari climatici globali
50 à 300 km

Scénarios climatiques globaux - Scenari climatici globali
10 à 50 km

Modèles d'impact
de quelques mètres à 10 km

Modelli di impatto
da pochi metri a 10 km



Pourquoi cartographier le climat présent et futur à haute résolution spatiale ?

L'idée est de fournir des indicateurs climatiques spatialisés (températures minimales, maximales et moyennes, cumul des précipitations) pour faciliter la prise de décision et adapter les pratiques en vue de protéger les écosystèmes et plus particulièrement les forêts alpines méditerranéennes. Ces indicateurs permettent de formuler des recommandations générales sur la gestion forestière pour améliorer la résistance et la résilience de la forêt.

Les résultats cartographiques couvrent les provinces d'Impéria, Cuneo et Turin (en réalité, les régions de Ligurie et Piémont), et les départements français des Alpes-Maritimes, des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes et de Savoie. Il s'agit principalement de territoires de montagne.

Perché cartografare il clima presente e futuro con un'elevata risoluzione spaziale?

L'idea è di fornire indicatori climatici spazializzati (temperature minime, massime e medie, precipitazioni cumulative) per facilitare il processo decisionale e adattare le pratiche per proteggere gli ecosistemi e in particolare le foreste alpine mediterranee. Questi indicatori consentono di formulare raccomandazioni generali sulla gestione delle foreste per migliorare la resistenza e la resilienza della foresta.

I risultati delle carte copriranno le province di Imperia, Cuneo e Torino (in realtà, le regioni della Liguria e del Piemonte), e i dipartimenti francesi delle Alpi Marittime, delle Alpi dell'Alta Provenza, delle Alte Alpi e della Savoia. Questi sono principalmente territori montani.



Comment cartographier le climat présent et futur à haute résolution spatiale ?

La cartographie s'effectue en plusieurs étapes (chaîne de traitements) :

1 - La cartographie du climat présent (période de référence 1998-2017) est réalisée à partir de données météorologiques (réseaux de stations météo en France et Italie : Météo-France, ARPA Piémont et Ligurie) et de variables physico-environnementales (altitude, pente, orientation des versants, rayonnement global solaire...).

L'objectif est d'estimer en tout point de l'espace les variables d'intérêt et de cartographier le climat « réel » (mesures) à haute résolution spatiale. Pour spatialiser les données, une méthode d'interpolation spatiale des données quantitatives (LISDQS), développée par l'Université de Franche-Comté (France) et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), est utilisée par GeographR.

Come cartografare il clima presente e futuro con un'alta risoluzione spaziale?

1 - La cartografia del clima attuale (periodo di riferimento 1998-2017) è realizzata da dati meteorologici (reti di stazioni meteorologiche in Francia e in Italia: Météo-France, ARPA Piemonte e Liguria) e variabili fisico-ambientali (altitudine, pendenza, orientamento dei versanti, radiazione solare globale...).

L'obiettivo è stimare le variabili di interesse in qualsiasi punto dello spazio e cartografare il clima "reale" (misure) con alta risoluzione spaziale. Per spazializzare i dati GeographR utilizza un metodo di interpolazione spaziale di dati quantitativi (LISDQS), sviluppato dall'Università della Franche Comté (Francia) e dal Centro nazionale per la ricerca scientifica (CNRS).



Comment cartographier le climat présent et futur à haute résolution spatiale ?

La cartographie s'effectue en plusieurs étapes (chaîne de traitements) :

2 - Une fois la cartographie du climat présent est réalisée, les anomalies du climat futur (températures et précipitations) sont calculées par scénario socio-économique (RCP 4.5 et RCP 8.5, 5^{ème} rapport du GIEC), à partir des différentes simulations des modèles climatiques régionaux Euro-Cordex (Coordinated Regional Downscaling Experiment, branche européenne) : climat futur modélisé - climat présent modélisé (à ne pas confondre avec le climat « réel »). La différence est calculée à chaque point de grille du modèle, puis technique de spatialisation à la résolution du climat « réel ».

La médiane des résultats des modèles climatiques régionaux Euro-Cordex (DRIAS, IS-ENES Climate4Impact) est retenue pour calculer les anomalies par horizon futur (2035, 2055, 2085) et scénario socio-économique.

Come cartografare il clima presente e futuro con un'alta risoluzione spaziale?

2 - Una volta eseguita la cartografia relativa al clima attuale, le anomalie del clima futuro (temperature e correnti) sono calcolate secondo lo scenario socio-economico (RCP 4.5 e RCP 8.5, 5° rapporto IPCC), dalle varie simulazioni dei modelli climatici regionali Euro-Cordex (Coordinate Regional Downscaling Experiment, ramo europeo): clima futuro e presente modellizzati (da non confondere con il clima "reale"). La differenza viene calcolata su ciascun punto della griglia del modello, quindi sulla tecnica di spazializzazione alla risoluzione del clima "reale".

La mediana dei risultati dei modelli climatici regionali Euro-Cordex (DRIAS, IS-ENES Climate4Impact) è utilizzata per calcolare le anomalie con riferimento agli orizzonti futuri al 2035, 2055, 2085 e allo scenario socio-economico.

Température (°C)
Temperatura (°C),
exemple virtuel
esempio virtuale

12 13 15
13 14 16

Climat modélisé
Clima modellizzato
2085

10 11,1 13,2
11,6 12,3 14,4

Climat modélisé
Clima modellizzato
1998-2017

2 1,9 1,8
1,4 1,7 1,6

anomalie



Comment cartographier le climat présent et futur à haute résolution spatiale ?

Quel est l'intérêt d'une approche multi-modèles ?

Elle permet notamment de prendre en compte les incertitudes scientifiques et techniques liées aux connaissances et au fonctionnement interne des modèles climatiques, aux futurs choix socio-économiques des sociétés (trajectoires d'émissions), à la variabilité naturelle du climat, mais aussi à l'incertitude spécifique des méthodes de désagrégation (la descente d'échelle).

Come cartografare il clima presente e futuro con un'alta risoluzione spaziale?

Qual è l'importanza di usare un approccio multi-modello?

Permette in particolare di tenere conto delle incertezze scientifiche e tecniche legate alla conoscenza e al funzionamento interno dei modelli climatici, alle future scelte socio-economiche delle imprese (traiettorie di emissione), alla naturale variabilità del clima, ma anche alla incertezza specifica dei metodi di disaggregazione (downscaling).

Projections Proiezioni	Modèle Modello	Précipitations Precipitazione	Tmoy Tmedia	Tmin Tminima	Tmax Tmassima
Historique Storico	DML_HIRAM5_ICHEC-EC-EARTH				
	RACMO22E / MetEir-ECEARTH				
	RCA4 / CNRM-CERFACS-CNRM-CM5				
	RCA4 / ICHEC-EC-EARTH				
	RCA4 / MOHC-HadGEM2-ES				
	IPSL-IPSL-CM5A-MR				
	RCA4 / MPI-M-MPI-ESM-LR				
	REMO019/MPI-EMS-LR				
Rcp 4.5	CCLM4-8-17_CNRM-CM5				
	CCLM4-8-17_MPI-ESM-LR				
	DML_HIRAM5_ICHEC-EC-EARTH				
	RACMO22E / MetEir-ECEARTH				
	RCA4 / CNRM-CERFACS-CNRM-CM5				
	RCA4 / ICHEC-EC-EARTH				
	RCA4 / MOHC-HadGEM2-ES				
	REMO019 / MPI-EMS-LR				
	DML_HIRAM5_ICHEC-EC-EARTH				
	RACMO22E / MetEir-ECEARTH				



Comment cartographier le climat présent et futur à haute résolution spatiale ?

Donc, pour définir le climat futur en fonction des scénarios socio-économiques (RCP), les anomalies issues des simulations modélisées (médiane des modèles Euro-Cordex) sont appliquées au climat « réel » afin de conserver des cartes numériques à haute résolution spatiale prenant en compte les effets physico-environnementaux (méthode des « deltas ») : climat présent « réel » + anomalies modélisées selon horizons futurs et RCP

Come cartografare il clima presente e futuro con un'alta risoluzione spaziale?

Pertanto, per definire il clima futuro in base agli scenari socio-economici (RCP), vengono applicate le anomalie risultanti dalle simulazioni del modello (mediana dei modelli Euro-Cordex) al clima "reale" al fine di mantenere mappe digitali ad alta risoluzione spaziale tenendo conto degli effetti fisico-ambientali (metodo "deltas"):
prevalenza climatica "reale" + anomalie modellizzate secondo orizzonti futuri e RCP



Quelques variables climatiques spatialisées ?

Pour les températures minimales, maximales et moyennes de l'air, et les cumuls de précipitations :

- cartographie des moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles sur la période 1998-2017 ;
- cartographie des moyennes mensuelles, saisonnières et annuelles aux horizons 2035 (2026-2045), 2055 (2046-2065) et 2085 (2076-2095) : RCP 4.5 et RCP 8.5 des modèles climatiques régionaux Euro-Cordex.

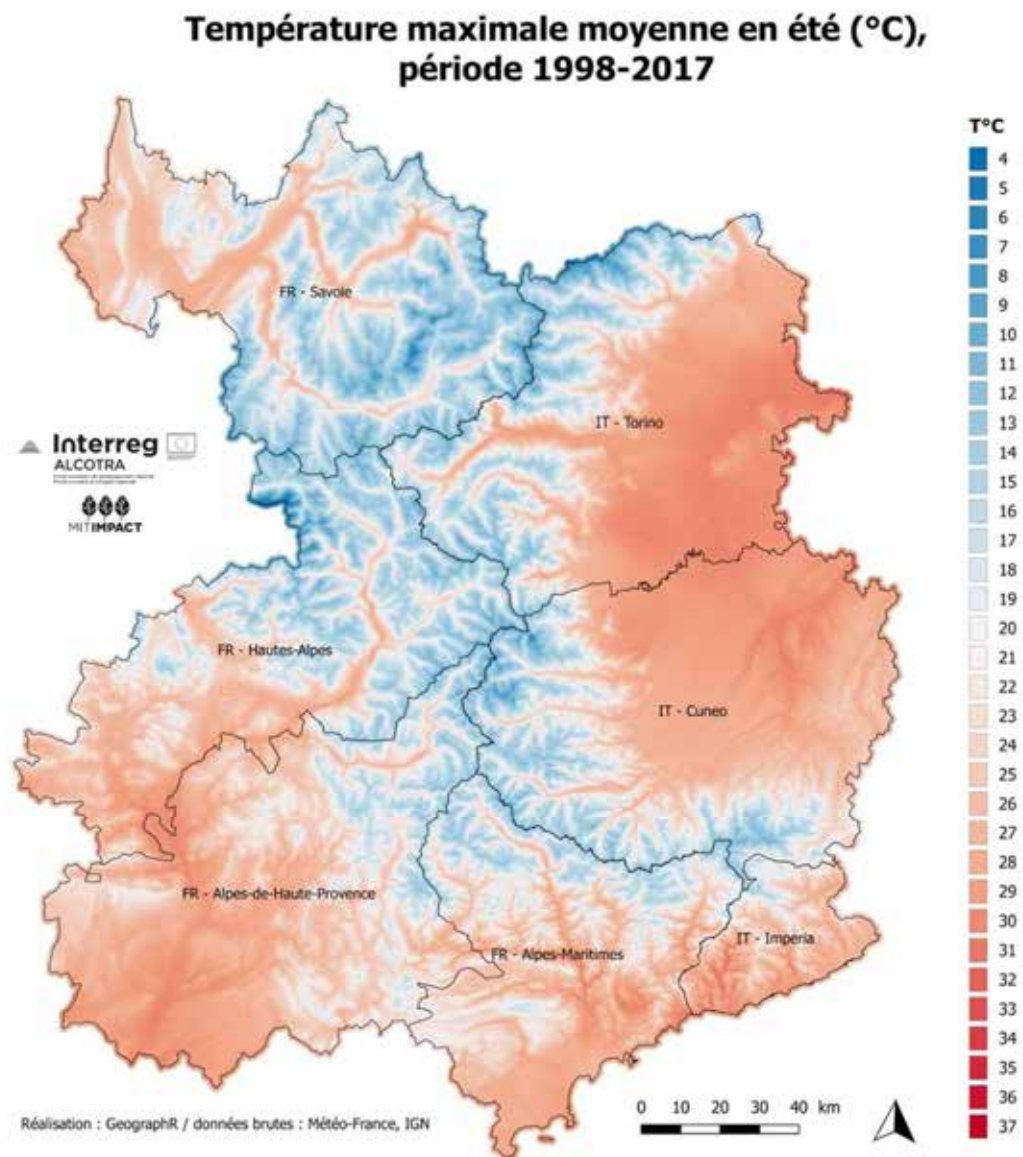
Quali variabili climatiche sono cartografate?

Per temperature minime, massime e medie dell'aria e totali delle precipitazioni:

- *carta delle medie mensili, stagionali e annuali nel periodo 1998-2017;*
- *carta delle medie mensili, stagionali e annuali agli orizzonti 2035 (2026-2045), 2055 (2046-2065) e 2085 (2076-2095): RCP 4.5 e RCP 8.5 per i modelli climatici regionali Euro-Cordex.*

Exemples de cartes

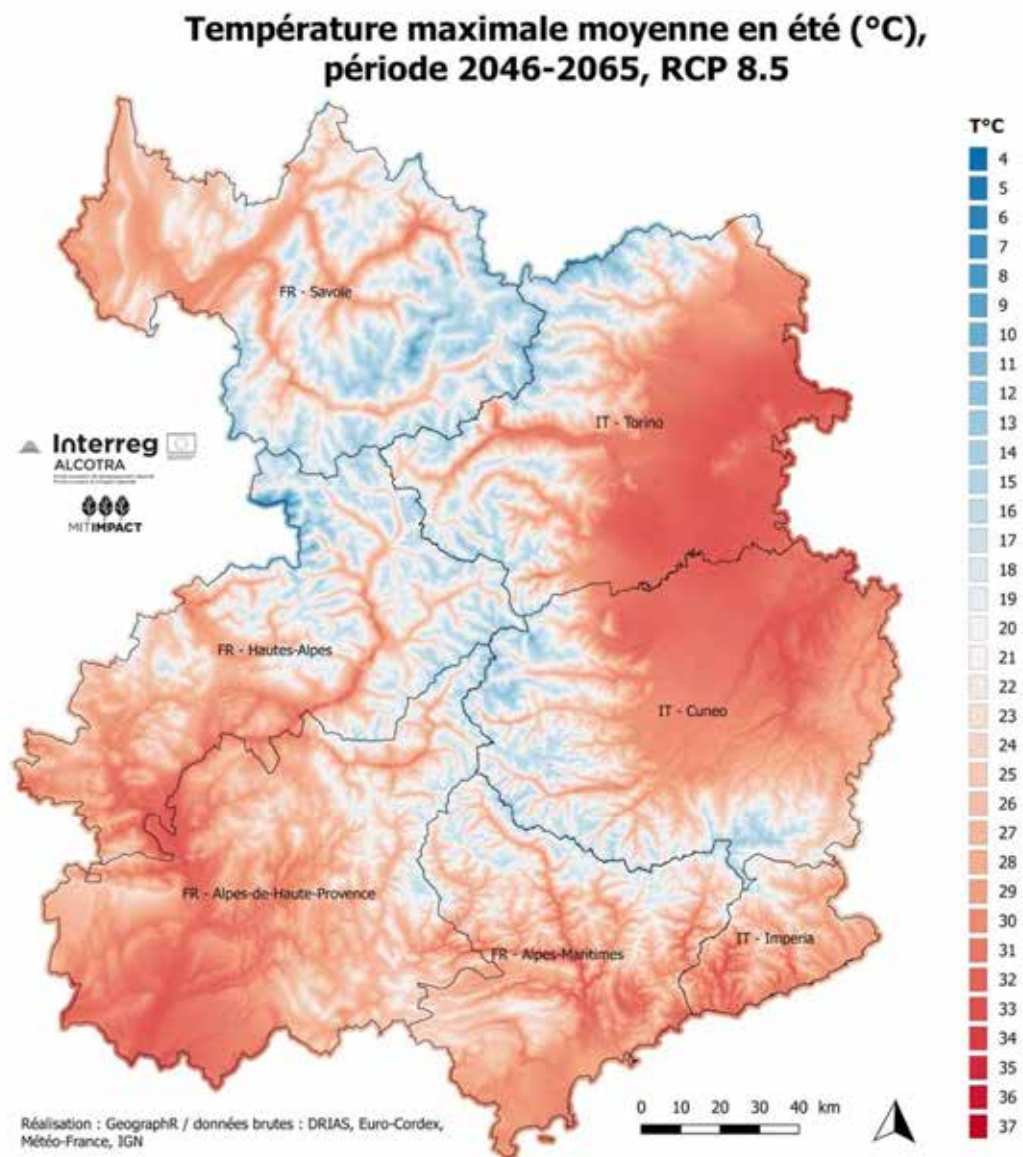
Carte campione



*Temperatura media
massima estiva,
periodo 1998-2017*

Exemples de cartes

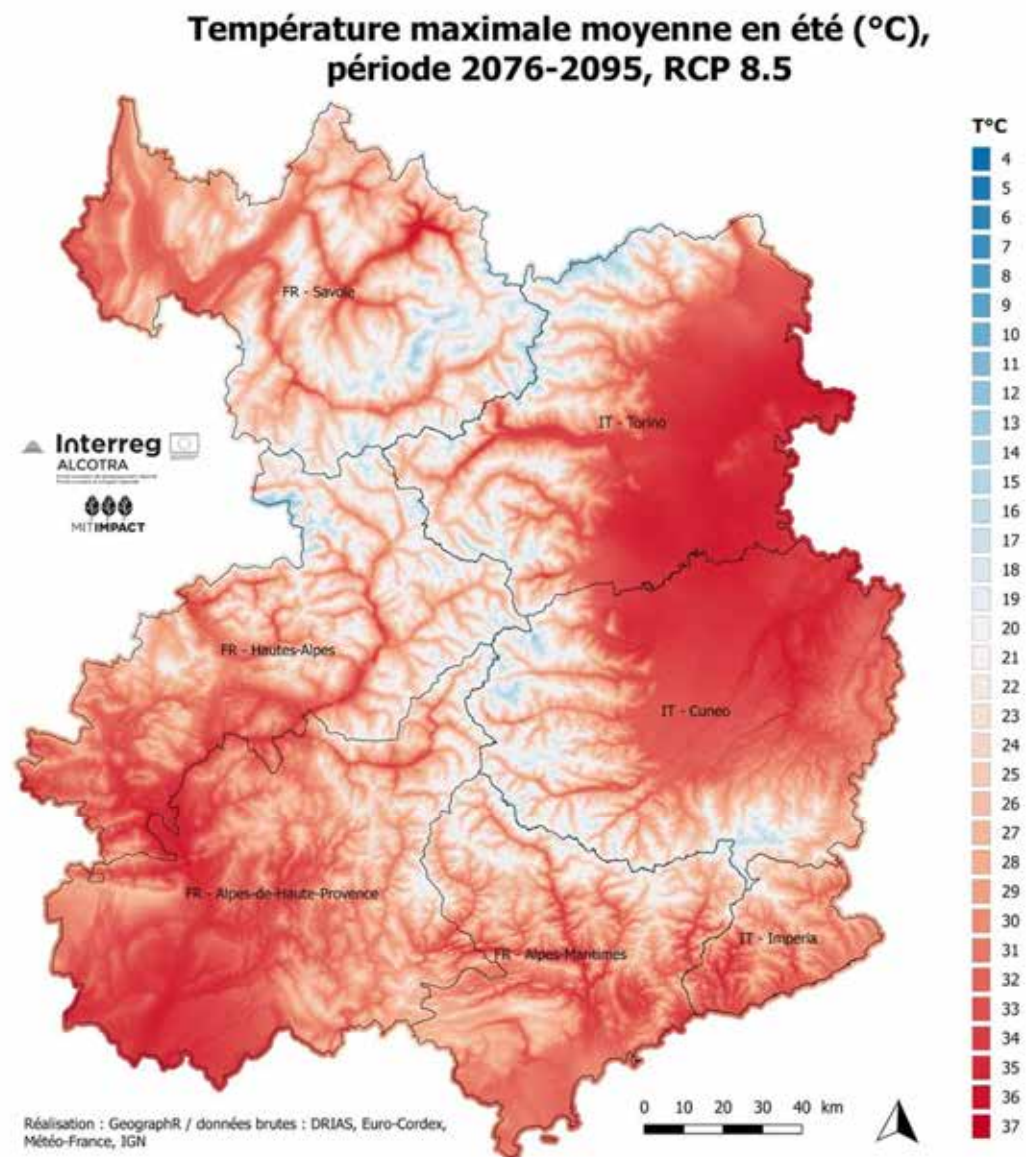
Carte campione



***Temperatura media
massima estiva,
periodo 2046-2065,
RCP 8.5***

Exemples de cartes

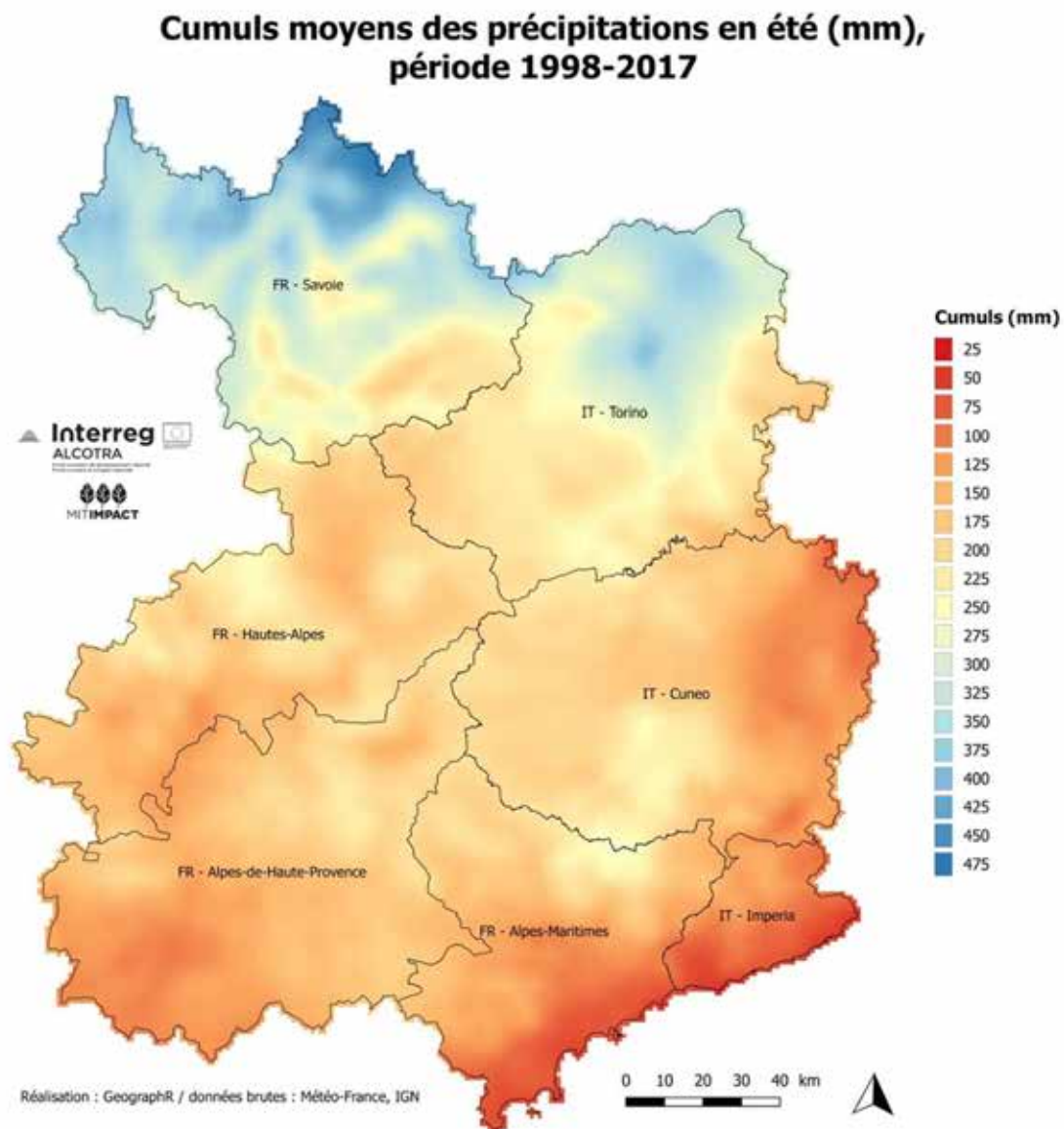
Carte campione



**Temperatura media
massima estiva,
periodo 2076-2095,
RCP 8.5**

Exemples de cartes

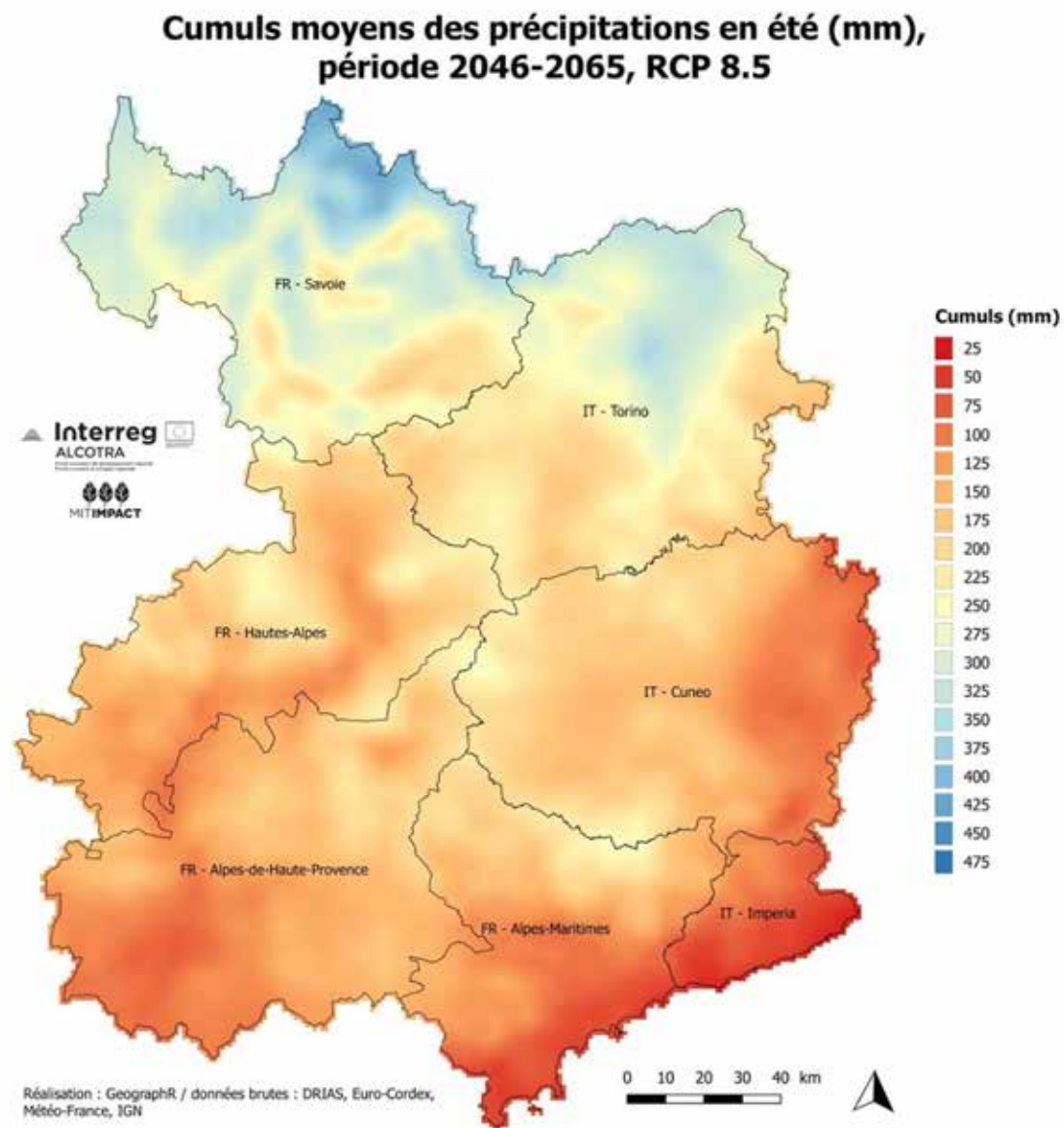
Carte campione



*Precipitazioni medie
accumulate in estate,
periodo 1998-2017*

Exemples de cartes

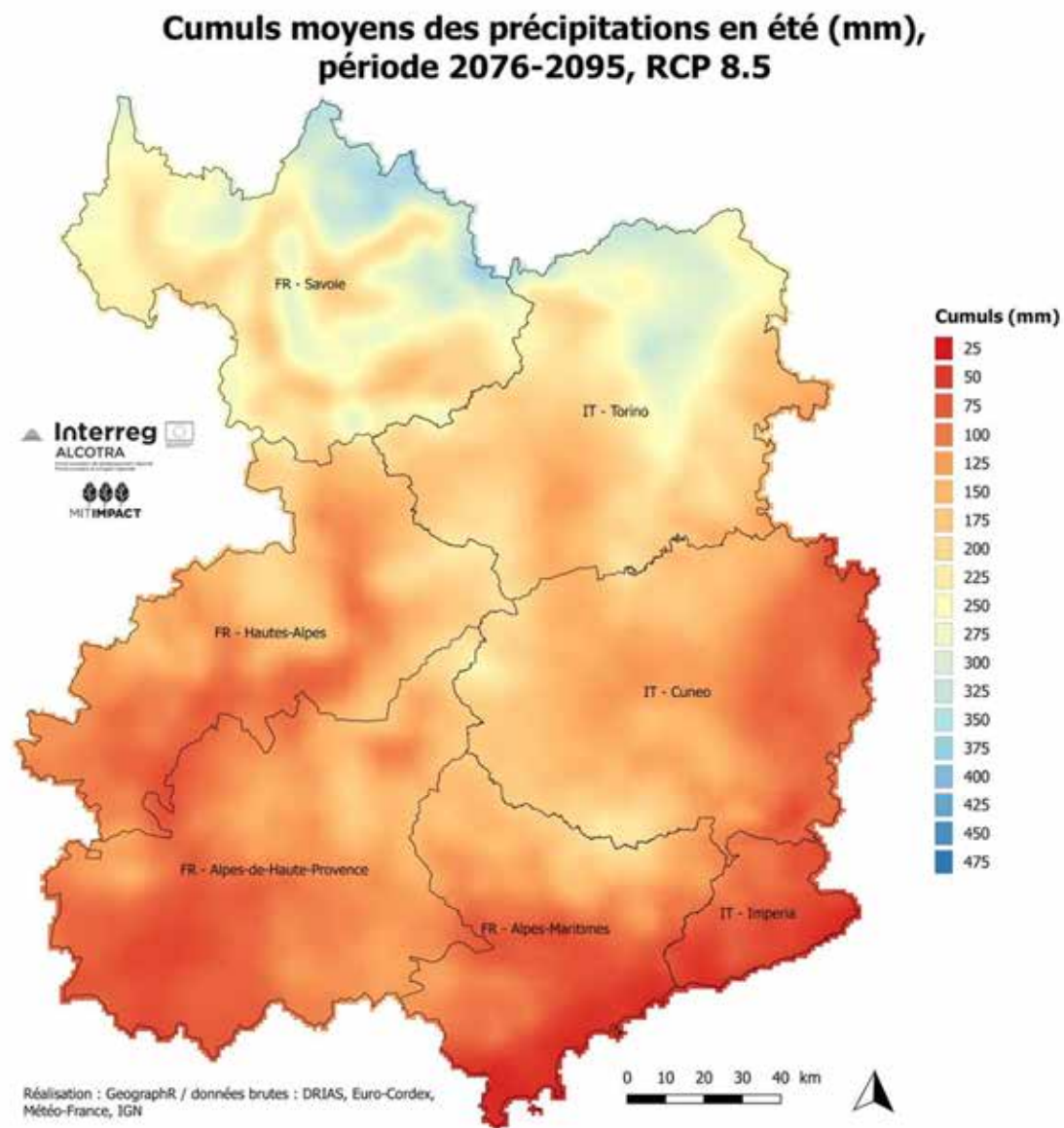
Carte campione



***Precipitazioni medie
accumulate in estate,
periodo 2046-2065,
RCP 8.5***

Exemples de cartes

Carte campione



***Precipitazioni medie
accumulate in estate,
periodo 2076-2095,
RCP 8.5***



La valorisation et la diffusion des données en ligne

Une plateforme cartographique en ligne et une application mobile (en cours de finalisation) sont développées pour visualiser les données climatiques et d'ozone. Ces outils sont ouverts à tous pour mieux appréhender les enjeux du changement climatique et de la pollution de l'air aujourd'hui et demain.

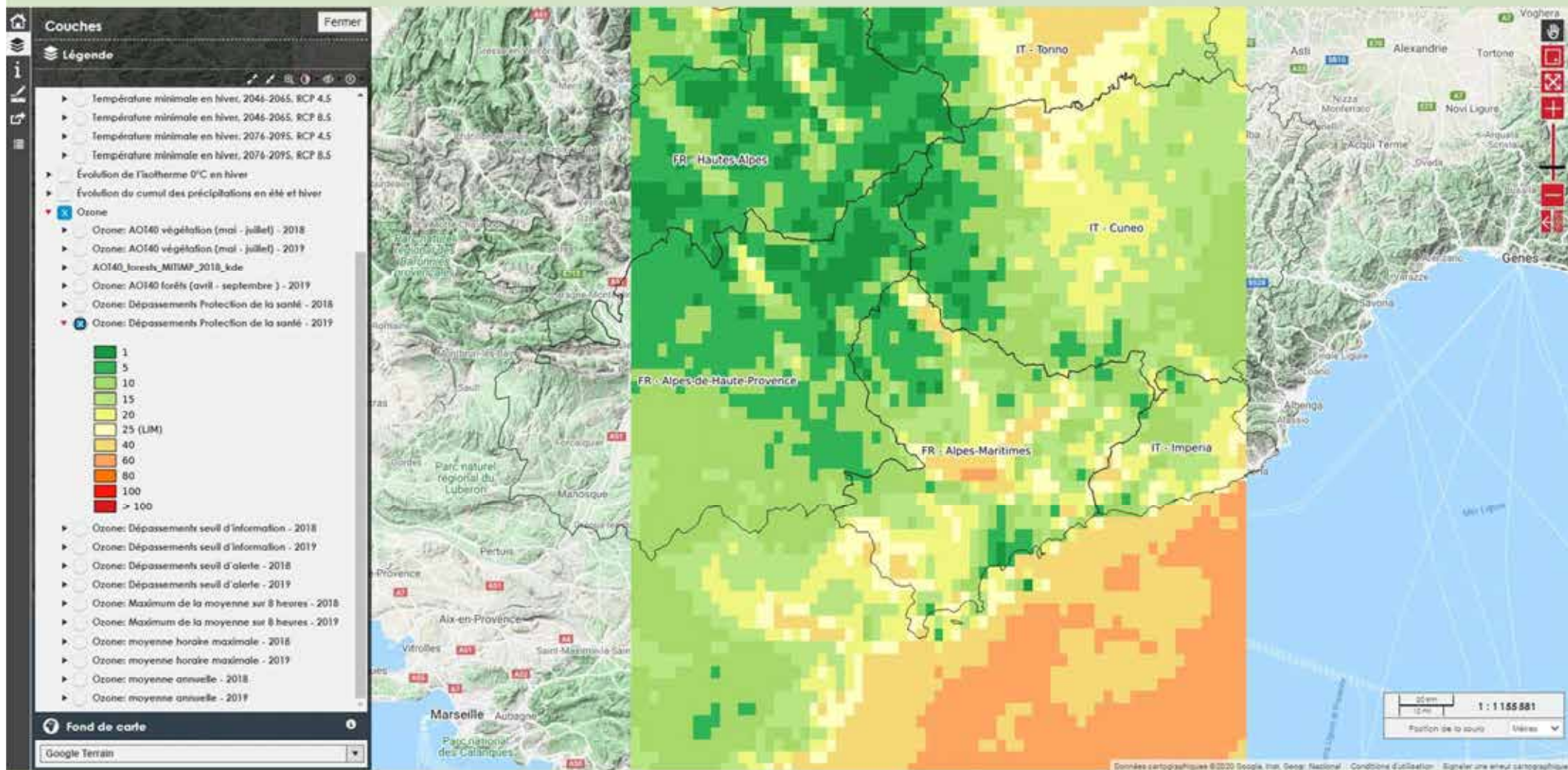
Pour les données climatiques, il est possible d'explorer les résultats à l'échelle très locale en zoomant sur la zone géographique d'intérêt (1 estimation tous les 100 m pour les températures et 1 estimation tous les 1000 m pour les précipitations).

La valutazione e la diffusione dei dati

Una piattaforma di mappatura online e un'applicazione telefonica (in fase di finalizzazione) sono sviluppati per visualizzare i dati relativi al clima e all'ozono. Questi strumenti sono aperti a tutti per comprendere meglio le problematiche dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento atmosferico oggi e domani.

Per i dati climatici è possibile esplorare i risultati su scala molto locale ingrandendo l'area geografica di interesse (1 stima ogni 100 m per le temperature e 1 stima ogni 1000 m per le precipitazioni).







Philippe Rossello
GeographR



www.geographr.fr