

**AtmoSud**  
Inspirer un air meilleur

voire parten'air  
**Atmo**  
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

PIEMONTE  
**Arpa**  
Agenzia Regionale  
per la Protezione Ambientale

**ARPA**  
Valle d'Aosta

**ARPAL**  
Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure

**Interreg**



Cofinancé par  
l'Union Européenne  
Cofinanziato  
dall'Unione Europea

France – Italia ALCOTRA

**ALPAERA**

**COMITÉ D'EXPERTS N°2**

**COMITATO DI ESPERTI N°2**

12/12/2024

# SOMMAIRE/SOMMARIO

## Tour de table / Giro di interventi

1. Présentation du projet ALP'AERA et objectifs du comité d'experts/ **Presentazione del progetto ALP'AERA e degli obiettivi del comitato di esperti**

2. Thématique n°1 : Constat et tendance sur le territoire ALCOTRA : Quelles est l'évolution de l'ozone sur nos territoires? **Tema n°1: Situazione e tendenza nella regione ALCOTRA: qual è l'evoluzione dell'inquinamento da ozono nelle nostre regioni?** (9.45-10.45)

## Pause de 15 minutes /15 minuti di pausa

3. Thématique n°2 : Estimation à plus grande échelle : Avec quels outils estimer la part de l'apport d'ozone transfrontalier dans nos concentrations locales ? / **Tema n°2 : Stima su scala più ampia: quali strumenti possono essere utilizzati per stimare il contributo dell'ozono transfrontaliero alle nostre concentrazioni locali?** (11.00-11.50)

4. Restitution courte des échanges & Conclusion/ **Breve riassunto delle discussioni e conclusioni**

# COMPOSITION DU COMITÉ N°2/COMPOSIZIONE DEL COMITATO N°2

- **Alain Clappier** : Professeur à l'Université de Strasbourg et animateur du comité d'experts ALP'AERA/Professore all'Università di Strasburgo e animatore del comitato di esperti ALP'AERA
- **Barbara d'Anna** : Directeur de recherche (DR2) CNRS, LCE, Univ. Aix-Marseille France /Direttore di ricerca (DR2) CNRS, LCE, Univ. Aix-Marseille Francia
- **Palmira-Valentina Messina** : Ingénieur de recherche et chef de projet à l'INERIS/Ingegnere di ricerca e project manager presso INERIS
- **Patrizia Costi** : Experte technique en qualité de l'air de la région Ligurie - secteur écologie/Tecnico esperto per la qualità dell'aria presso la Regione Liguria – settore ecologia
- **Philippe Thunis** : Responsable scientifique à la Commission européenne/ Funzionario scientifico presso la Commissione europea
- **Silvia Trini Castelli** : Chercheur principal à l'Institut des sciences de l'atmosphère et du climat du Conseil national de la recherche et professeur adjoint au département de physique de l'université de Turin./Ricercatore senior presso l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche e Professore a contratto presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino
- **Elena Ormeno** : Chercheur (CR1) CNRS HDR : Directeur scientifique de la plateforme ANAEE-Europe in O3HP/Ricercatore (CR1) CNRS HDR: scienziato Direttore della piattaforma ANAEE-Europa in natura O3HP
- **Mihaela Mircea** : Scientifique à l'ENEA (Agence nationale italienne pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable)/Scientifico presso l'ENEA (Agenzia nazionale italiana per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile)
- **Ilaria d'Elia** : Scientifique à l'ENEA (Agence nationale italienne pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable)/Scientifico presso l'ENEA (Agenzia nazionale italiana per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile)
- **Massimo D'Isidoro** : Scientifique à l'ENEA (Agence nationale italienne pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable)/Scientifico presso l'ENEA (Agenzia nazionale italiana per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile)
- **Daniela Cesari** : Chercheur au Conseil national de la recherche italien/Ricercatore presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche

# PRÉSENTATION DU PROJET/PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

---

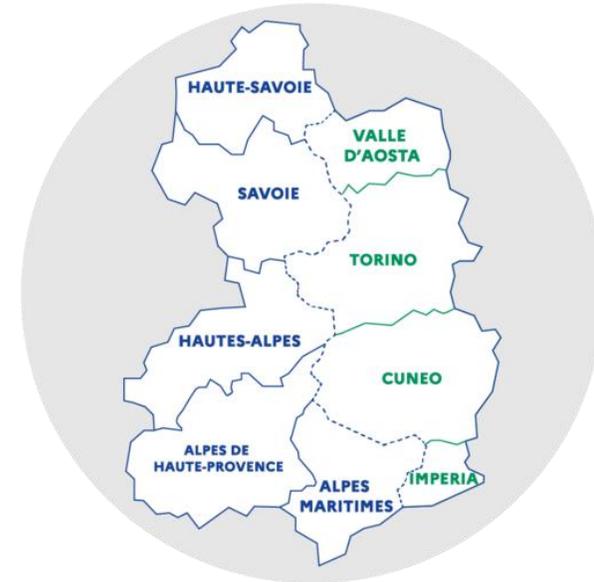
ALP'AERA : Aide à la gouvernance de l'air et du climat en zones alpines ALCOTRA/Sostegno alla governance dell'aria e del clima nelle aree alpine ALCOTRA

# CONTEXTE/CONTESTO

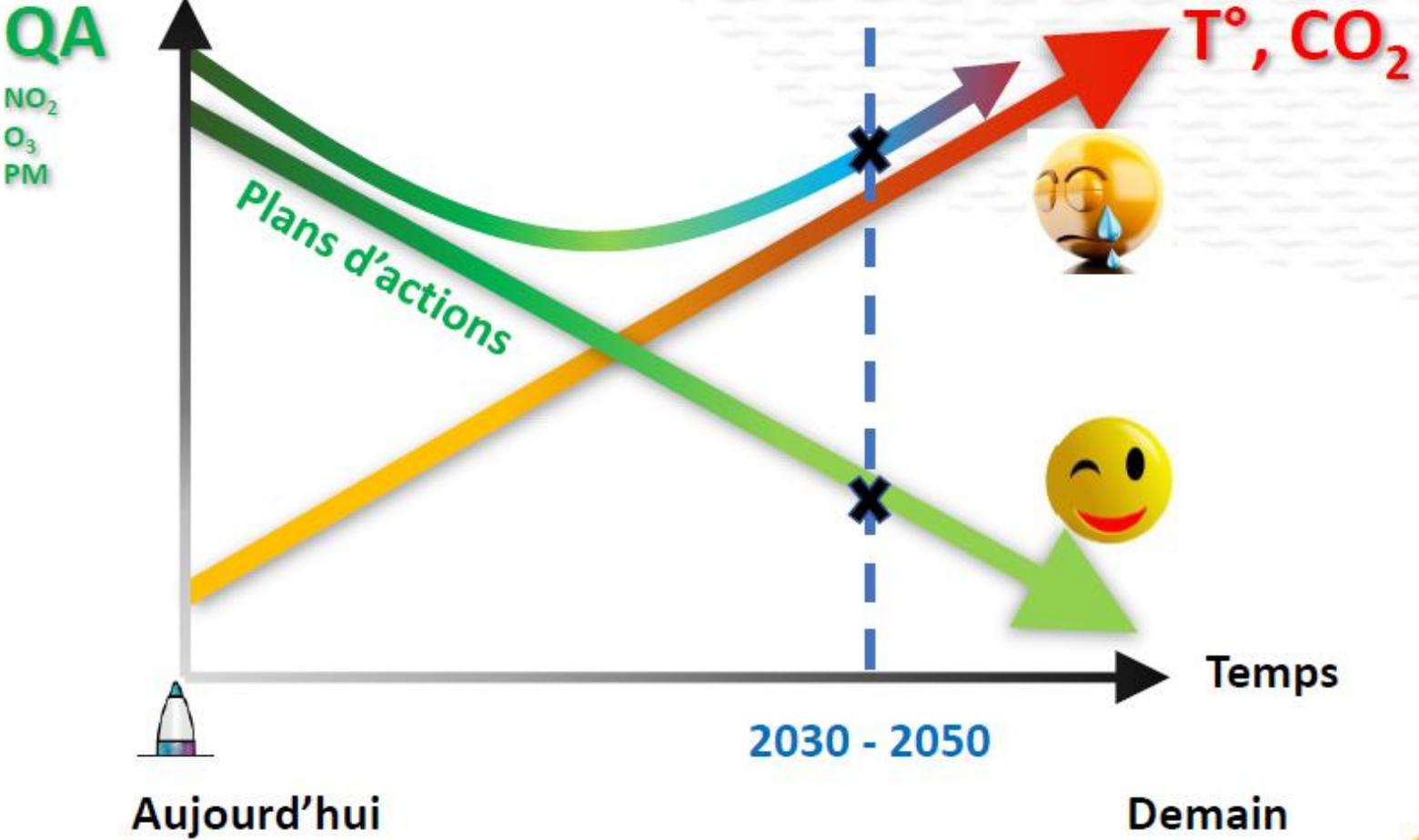
## ALP'AERA : 5ème projet/5° progetto ALCOTRA

<https://www.climaera.eu/fr/presentation/projets-antérieurs>

- **AERA** : 2010-2013 - AIR ENVIRONNEMENT Regione ALCOTRA
- **PART'AERA** : 2013-2015 - Coopération Franco-Italienne sur les Particules/Cooperazione franco-italiana sul particolato
- **SH'AIR** : 2014-2015 - Système d'échange Atmosphérique Inter Régional sur la zone ALCOTRA/Sistema di scambio Atmosferico Interregionale nella zona ALCOTRA
- **CLIMAERA** : 2017 – 2020 - Améliorer la planification territoriale des institutions publiques pour l'adaptation au changement/Migliorare la pianificazione territoriale delle istituzioni pubbliche per adattarsi al cambiamento
- **ALP'AERA** : 2023-2026 - Aide à la gouvernance de l'air et du climat en zones alpines ALCOTRA/Sostegno alla governance dell'aria e del clima nelle aree alpine ALCOTRA



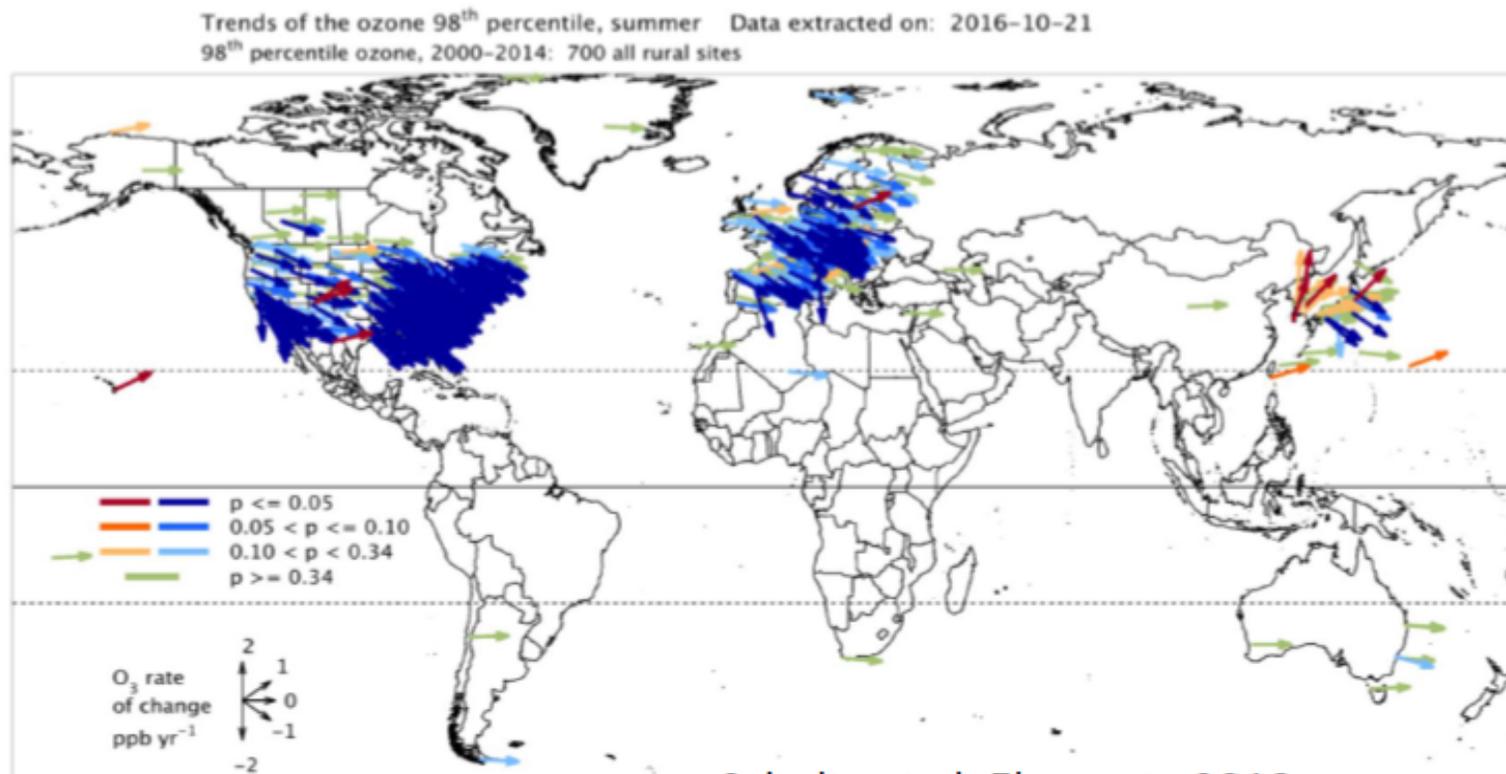
# CHANGEMENT CLIMATIQUE ET QUALITE DE L'AIR



# Enjeux et questions scientifiques

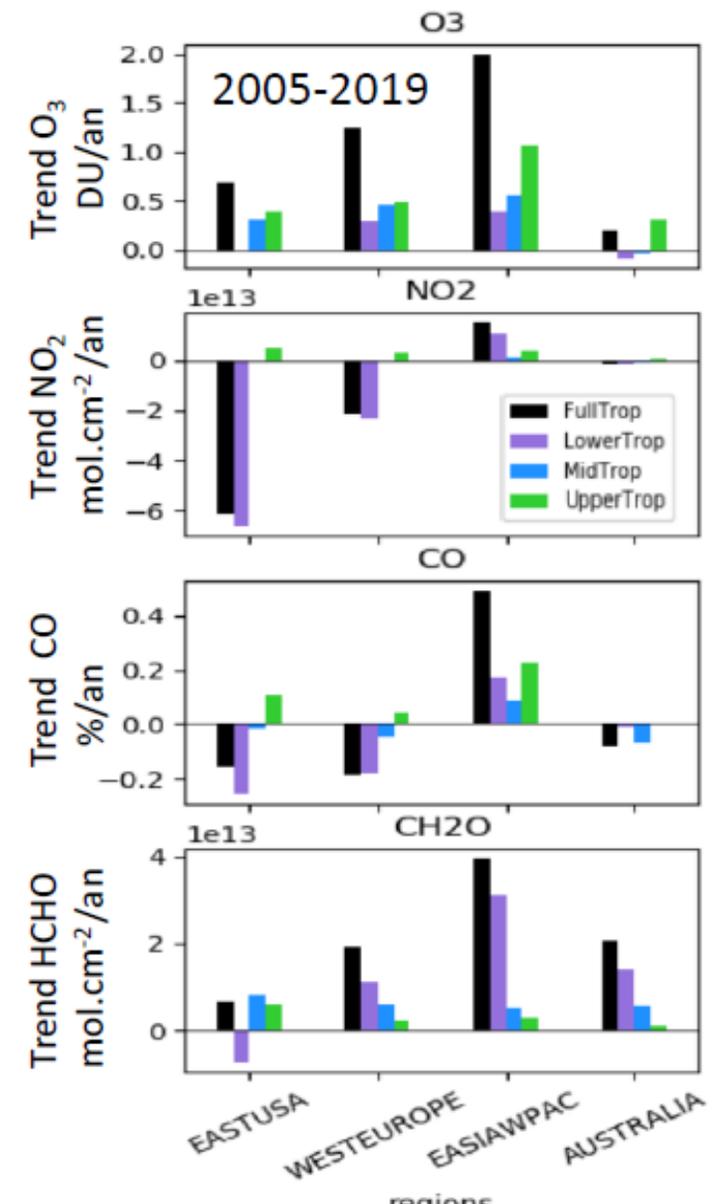
Différences régionales sur les tendances décennales des concentrations en surface mais aussi des colonnes d'ozone troposphérique (en DU)

- Diminution  $O_3$  en Europe et Amérique du Nord (NA), augmentation en Asie (EA)
- Diminution colonne  $NO_x$  et COV en Europe et NA, augmentation EA
- Importance de distinguer les régimes sensibilité au  $NO_x$  (NA) et sensibilité au COV (EA) pour guider les politiques de réductions des émissions



Schultz et al. Elementa 2018

Elshornbany, ACP, 2024



# CONTEXTE/CONTESTO

## ALP'AERA : Aide à la gouvernance de l'air et du climat en zones alpines ALCOTRA/Sostegno alla governance dell'aria e del clima nelle aree alpine ALCOTRA

Le projet ALP'AERA a pour objectif de proposer **une aide à la gouvernance** pour s'adapter aux conséquences du changement climatique dans les vallées alpines franco-italiennes.

Il s'attache également à mieux caractériser les **impacts futurs de l'évolution climatique sur la qualité de l'air** dans les Alpes et à proposer des indicateurs de suivi du climat et de la qualité de l'air sur le territoire ALCOTRA.

L'obiettivo del progetto ALP'AERA è fornire **un supporto di governance** per l'adattamento alle conseguenze del cambiamento climatico nelle valli alpine franco-italiane.

Questo progetto mira a caratterizzare meglio **l'impatto futuro dei cambiamenti climatici sulla qualità dell'aria** nelle valli alpine e a proporre degli indicatori per il monitoraggio del clima e della qualità dell'aria nella regione ALCOTRA.

**Appel à projet/Bando:** ALCOTRA Interreg 2021-2027

**Budget :** 1 999 790€

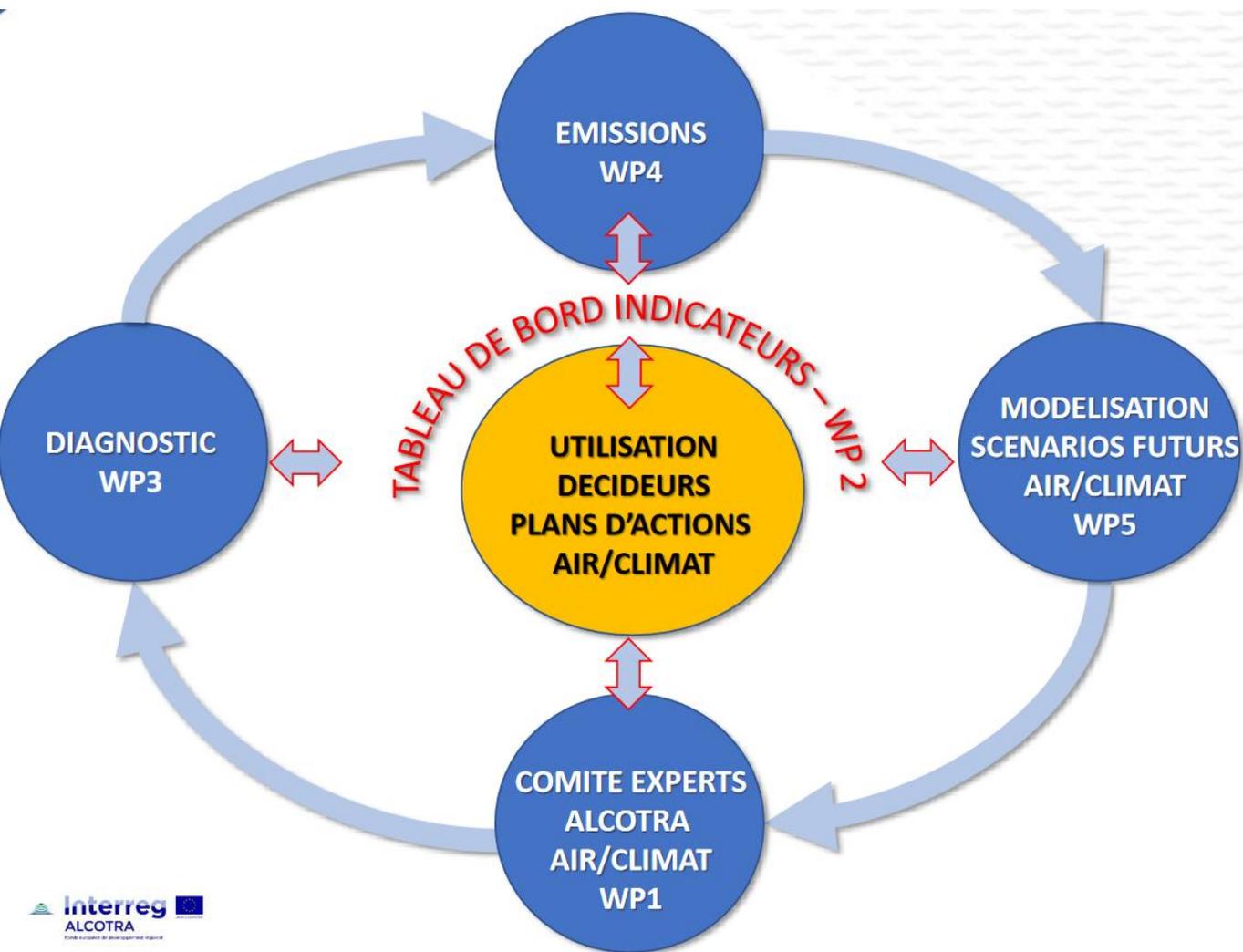
**Partenaires/Partners :** AtmoSud, Atmo AURA, ARPA Piemonte, ARPA Valle d'Aosta & ARPA Liguria

**Durée/Durata :** 3 ans (2023-2026)



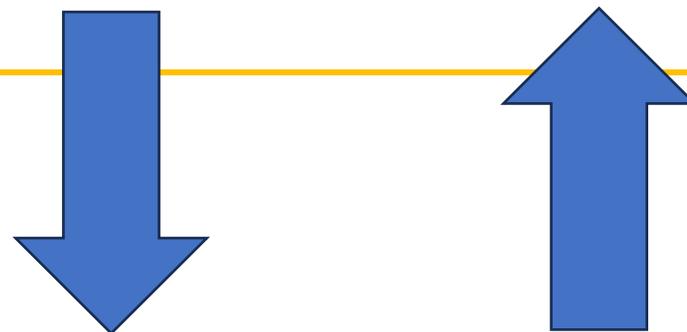
# LOGIGRAMME

## Objectifs du projet



**Objectif spécifique** : Favoriser l'adaptation au changement climatique, la prévention des risques de catastrophe et la résilience, en tenant compte des approches fondées sur les écosystèmes

- WP3: meilleure connaissance des concentrations de BC en vallées alpines
- WP4: meilleure connaissance des émissions de GES + développement méthodo
- WP5: impact CC sur la QA + levier action ozone



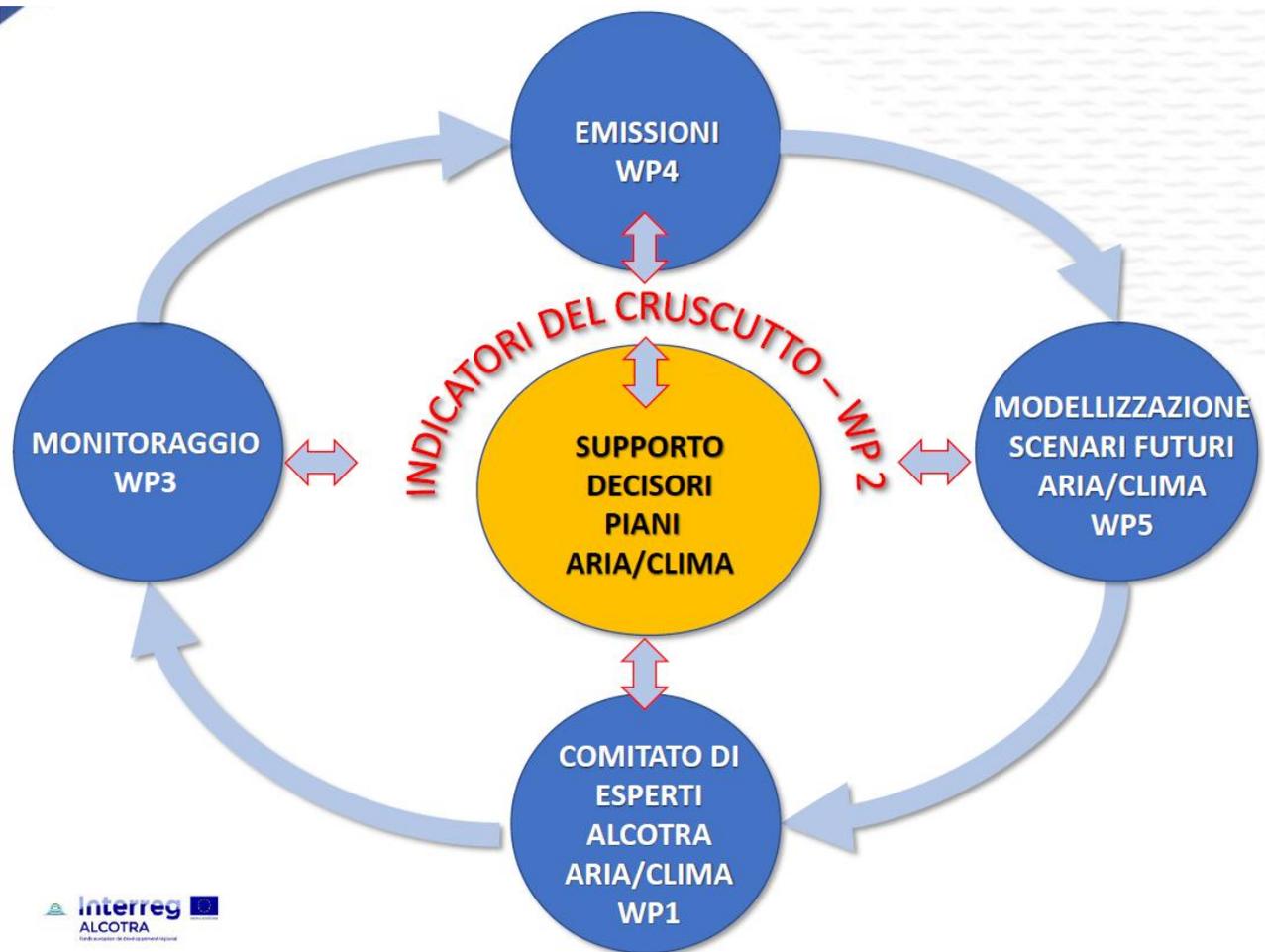
Animation d'un comité d'experts transfrontalier composé d'experts scientifiques, observatoires et directions régionales environnement



Tableau de bord Climat & air ALCOTRA (site web du projet)

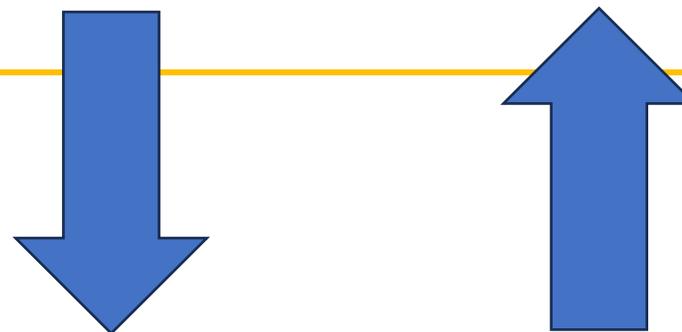
# DIAGRAMMA

Obiettivi del progetto



Obiettivi specifici: Promuovere l'adattamento ai cambiamenti climatici, la prevenzione dei rischi di catastrofe e la resilienza, prendendo in considerazione approcci di tipo ecosistemici

- ➔ WP3: migliore conoscenza delle concentrazioni nelle valli alpine
- ➔ WP4: migliore comprensione delle emissioni di gas serra + sviluppo metodologico
- ➔ WP5: impatto del CC sull'AQ + azione sull'ozono



**Guidare un comitato scientifico transfrontaliero** composto da esperti scientifici, osservatori e dipartimenti ambientali regionali



**Dashboard** Clima & aria ALCOTRA (website del progetto)

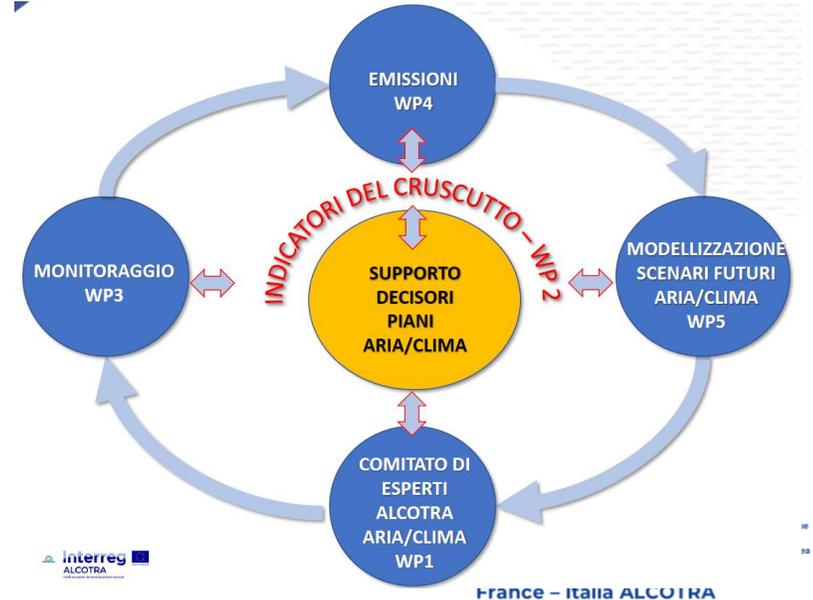
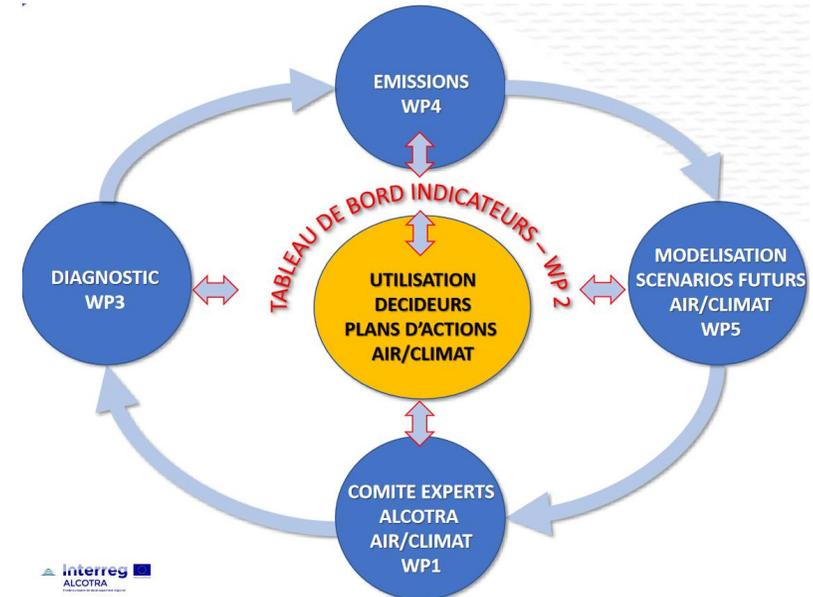
# WP1 – COMITÉ EXPERTS/COMITATO DI ESPERTI ALCOTRA

## Objectifs :

1. Échange autour de la **démarche scientifique du projet** pour répondre aux objectifs de lutte contre la pollution de l'air et du changement climatique
2. Discussion autour **des résultats obtenus au cours du projet** afin d'identifier les leviers majeurs à communiquer aux décideurs par la suite

## Obiettivi:

1. Discussion sull'**approccio scientifico del progetto** per raggiungere gli obiettivi di lotta all'inquinamento atmosferico e al cambiamento climatico
2. Discussione **dei risultati ottenuti durante il progetto** al fine di identificare le principali azioni da comunicare ai decisori in una fase successiva



# 2

## THÉMATIQUES ABORDÉES/TEMI TRATTATI

---

ALP'AERA : Aide à la gouvernance de l'air et du climat en zones alpines ALCOTRA/Sostegno alla governance dell'aria e del clima nelle aree alpine ALCOTRA

## 2. THÈMES ABORDÉS / TEMI TRATTATI

**Sujet n°1 : Constat et tendance sur le territoire ALCOTRA : Quelle est l'évolution de l'ozone sur nos territoires ?**

**Tema 1 : Situazione e tendenze nella regione ALCOTRA: qual è l'evoluzione dell'inquinamento da ozono nelle nostre regioni?**

**Sujet n°2 : Estimation à plus grande échelle : Avec quels outils estimer la part de l'apport d'ozone transfrontalier dans nos concentrations locales ?**

**Tema 2 : Stima su scala più ampia: quali strumenti possono essere utilizzati per stimare il contributo dell'ozono transfrontaliero sulle nostre concentrazioni locali?**

# 3

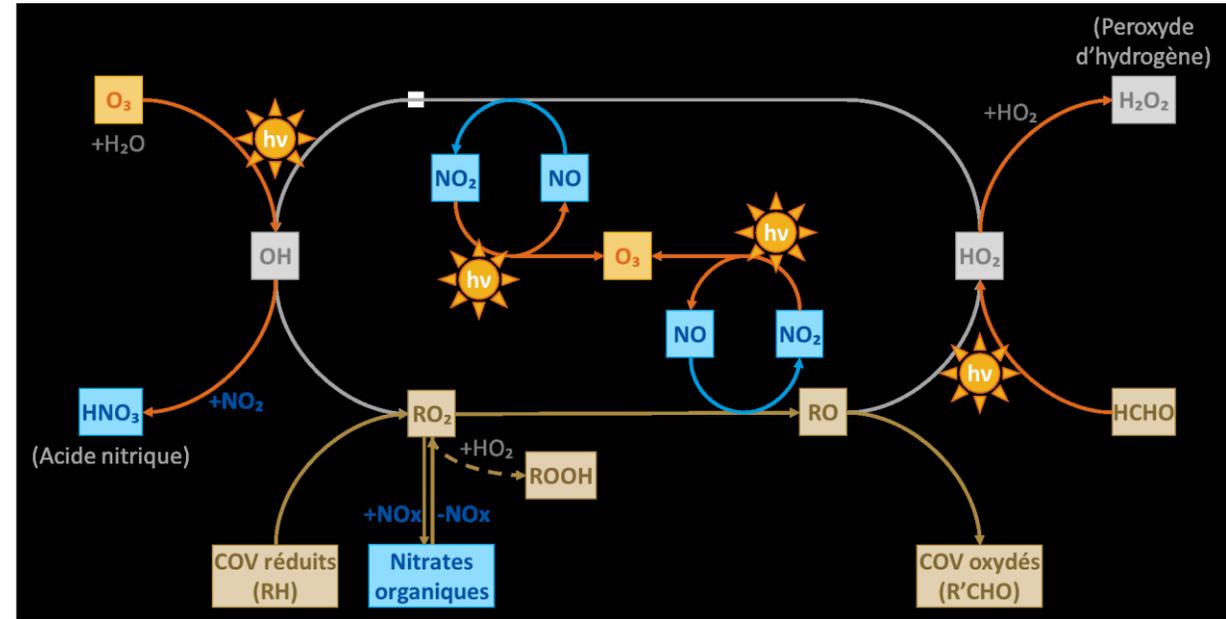
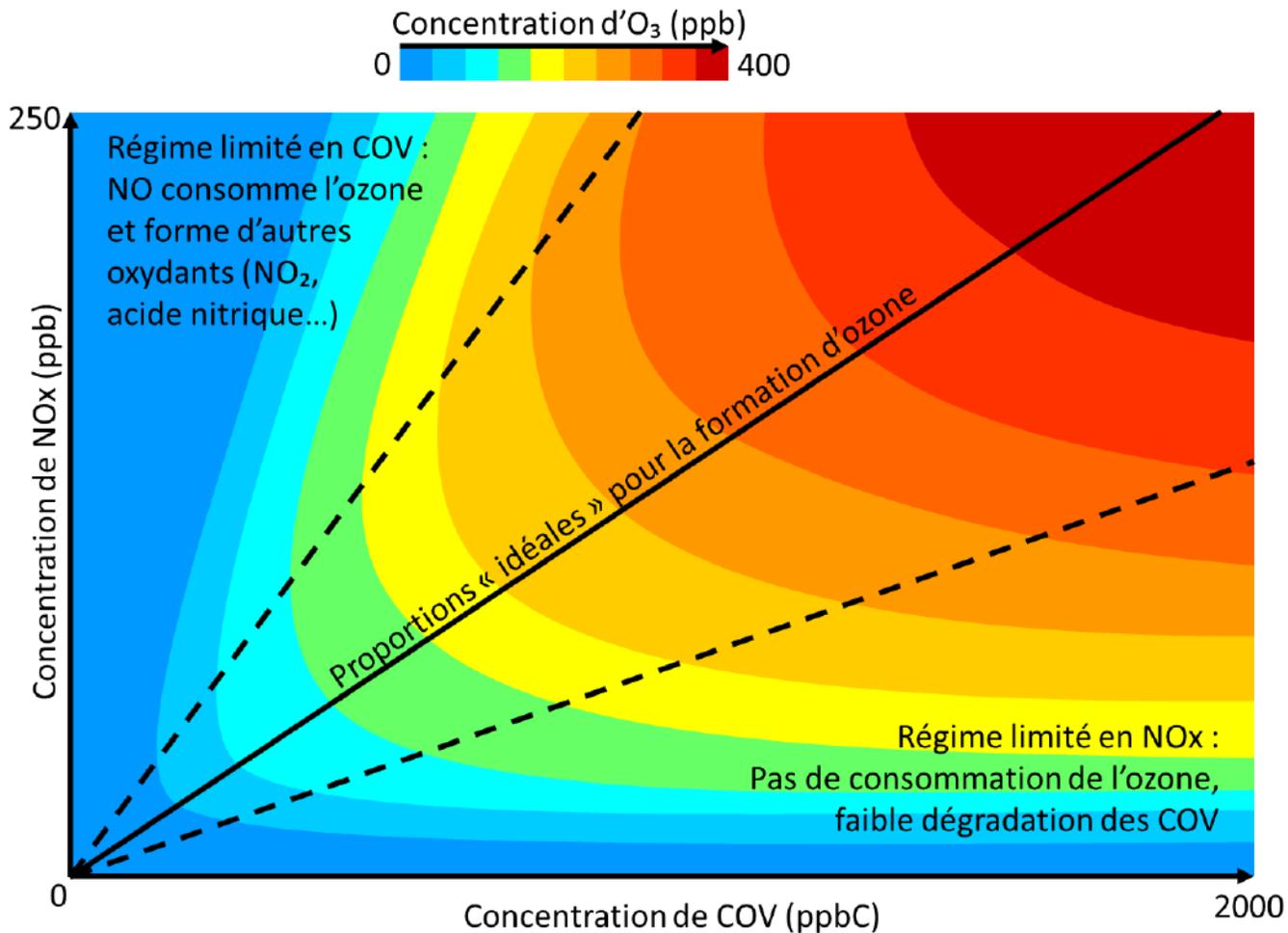
## THÉMATIQUE N°1/TEMA 1

---

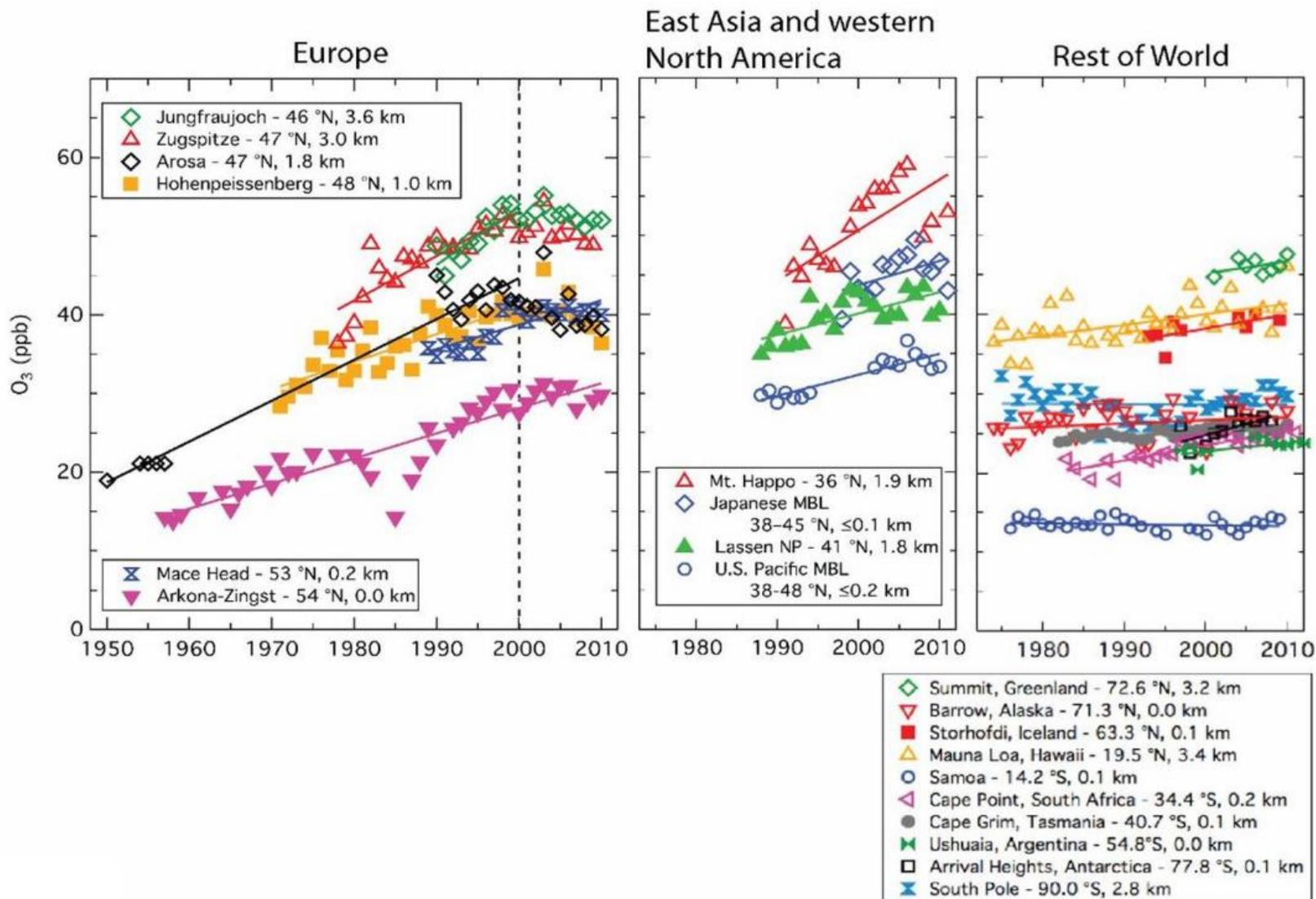
**Constat et tendance sur le territoire ALCOTRA : Quelle est l'évolution de l'ozone sur nos territoires ?**

**Situazione e tendenze nella regione ALCOTRA: qual è l'evoluzione dell'inquinamento da ozono nelle nostre regioni?**

# CYCLE DE L'OZONE / CICLO DELL'OZONO

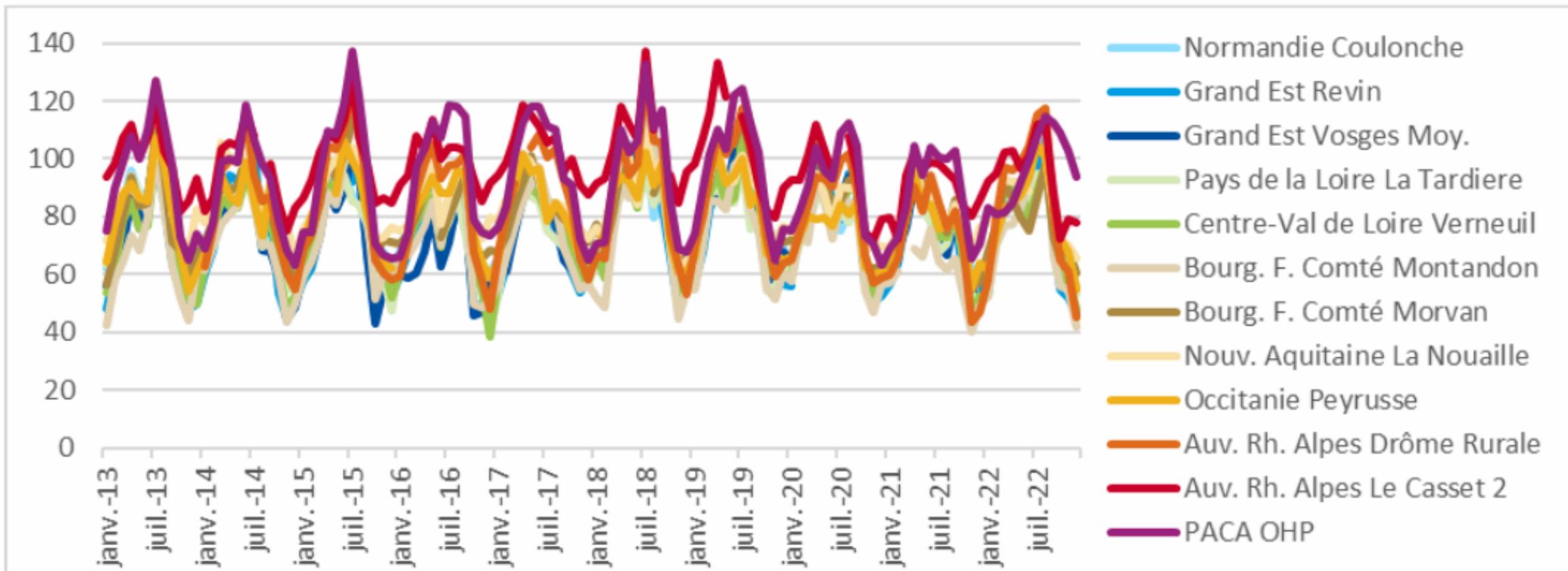


# ÉVOLUTION DE L'OZONE EN ALTITUDE / TENDENZE DELL'OZONO IN ALTITUDINE



Concentrations d'ozone mesurées sur des zones d'altitude proches de la troposphère libre dans le monde  
(Source : Académie des Sciences, 2015)

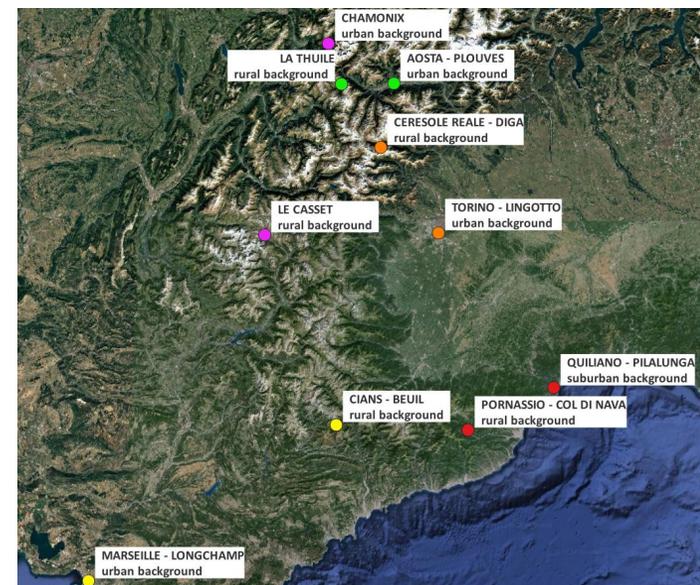
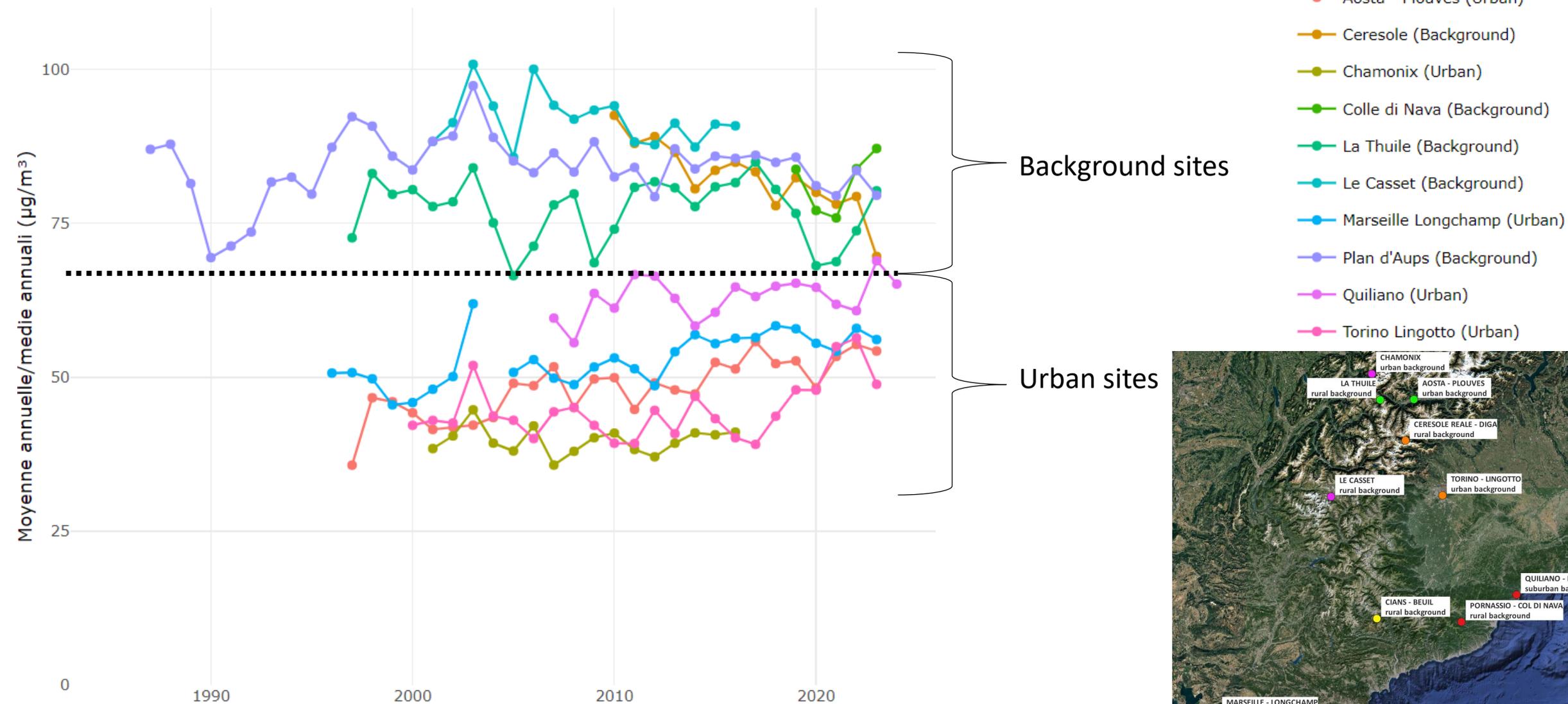
# ÉVOLUTION DE L'OZONE EN FRANCE / EVOLUZIONE DELL'OZONO IN FRANCIA



Évolution des moyennes mensuelles des maximum des moyennes sur 8h sur les sites ruraux nationaux en France/Evoluzione delle medie mensili dei massimi delle medie su 8 ore nei siti rurali nazionali in Francia

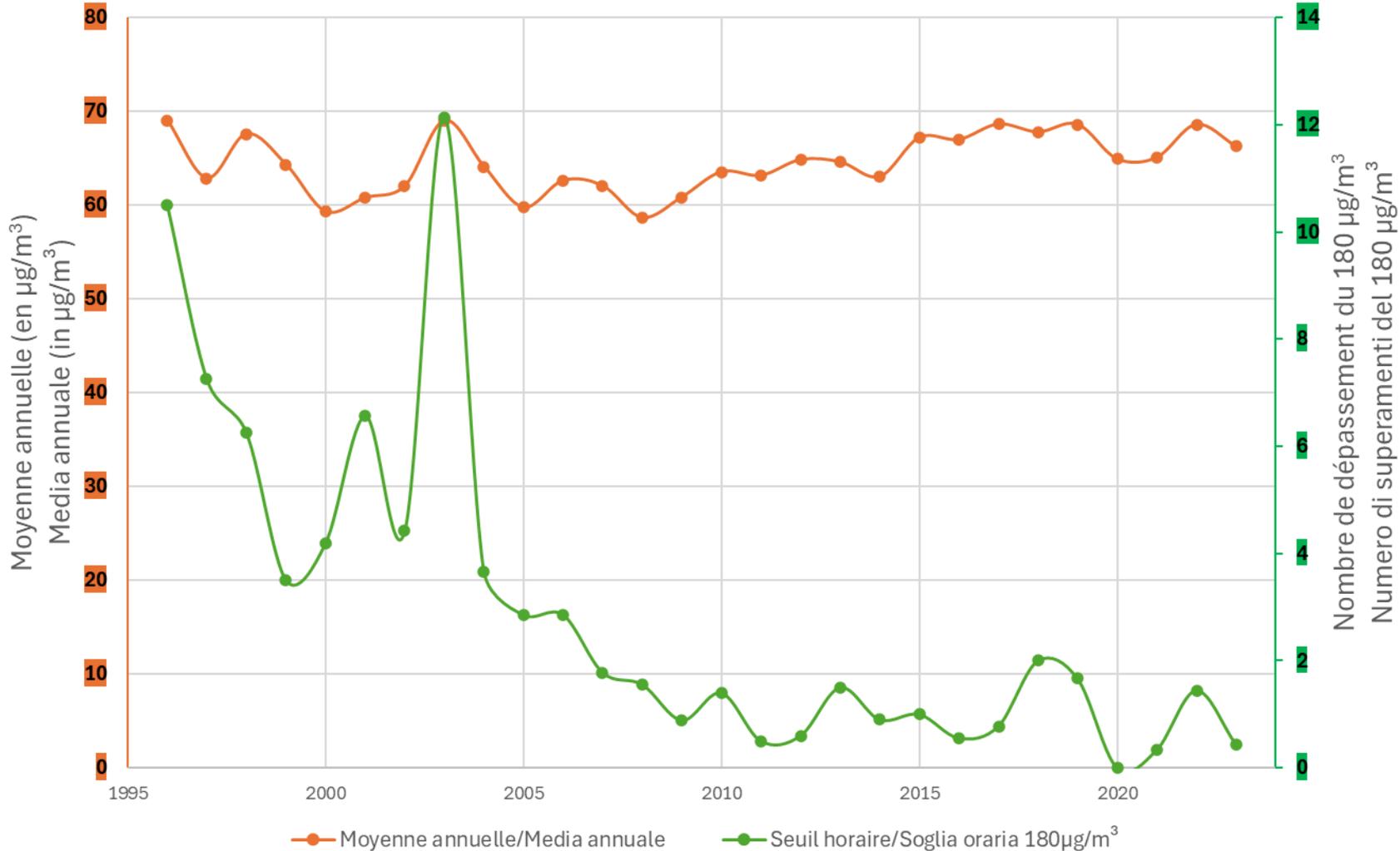
# ÉVOLUTION DE L'OZONE ALCOTRA / EVOLUZIONE DELL'OZONO ALCOTRA

Ozone - Évolution des moyennes annuelles/Variation delle medie annuali



# ÉVOLUTION DE L'OZONE / EVOLUZIONE DELL'OZONO

Évolution des concentrations d'ozone - régions ALCOTRA  
 Evoluzione delle concentrazioni di ozono - regioni ALCOTRA



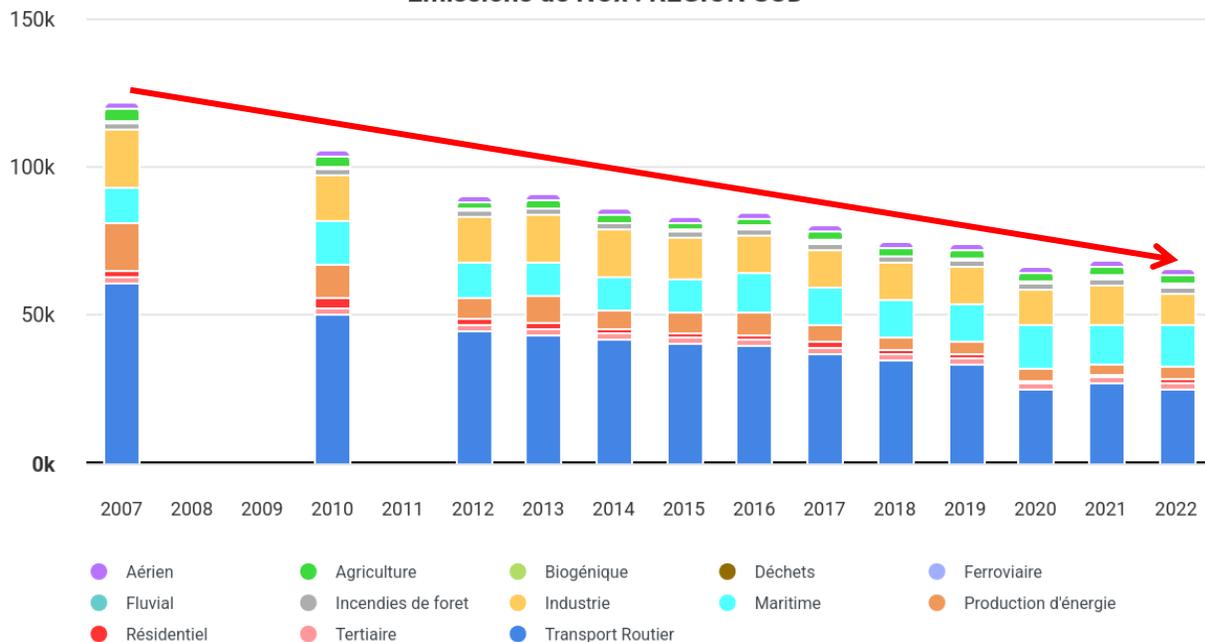
## Moyenne sur 10 stations ALCOTRA/ Medie su 10 stazioni ALCOTRA

- Aosta - Plouves (Urban)
- Cengio (Background)
- Ceresole (Background)
- Chamonix (Urban)
- La Thuile (Background)
- Le Casset (Background)
- Marseille Longchamp (Urban)
- Plan d'Aups (Background)
- Torino Lingotto (Urban)
- Varaldo - Savona (Urban)

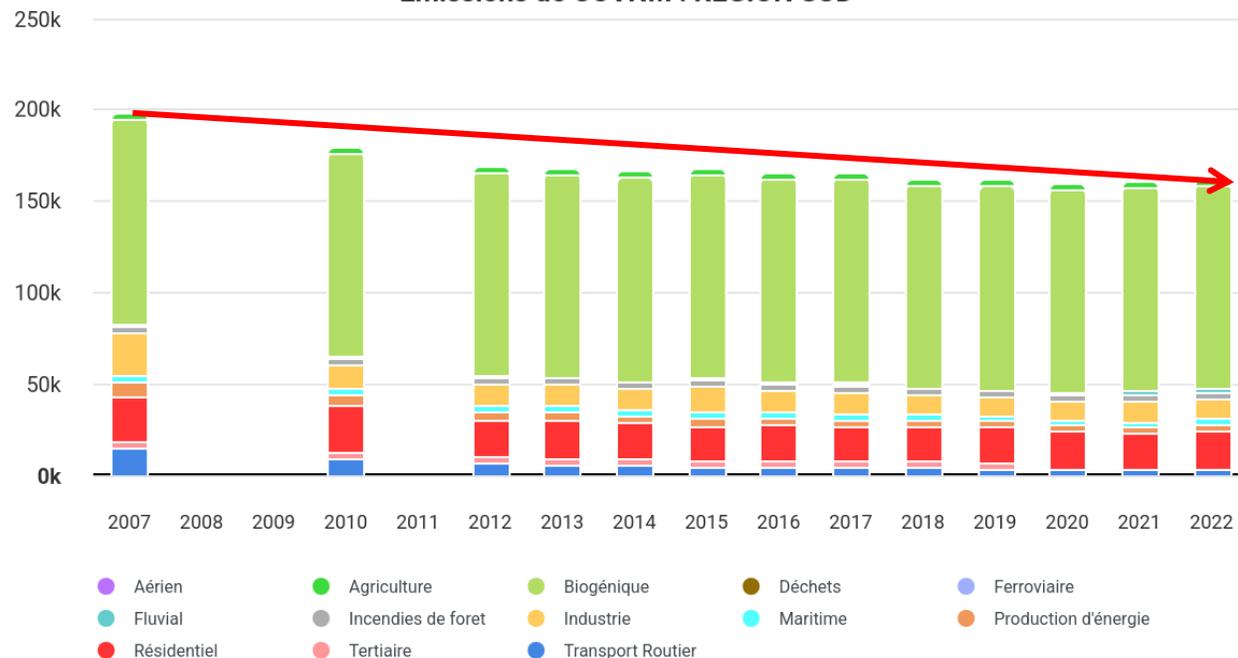
# ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS / EVOLUZIONE DELLE EMISSIONI



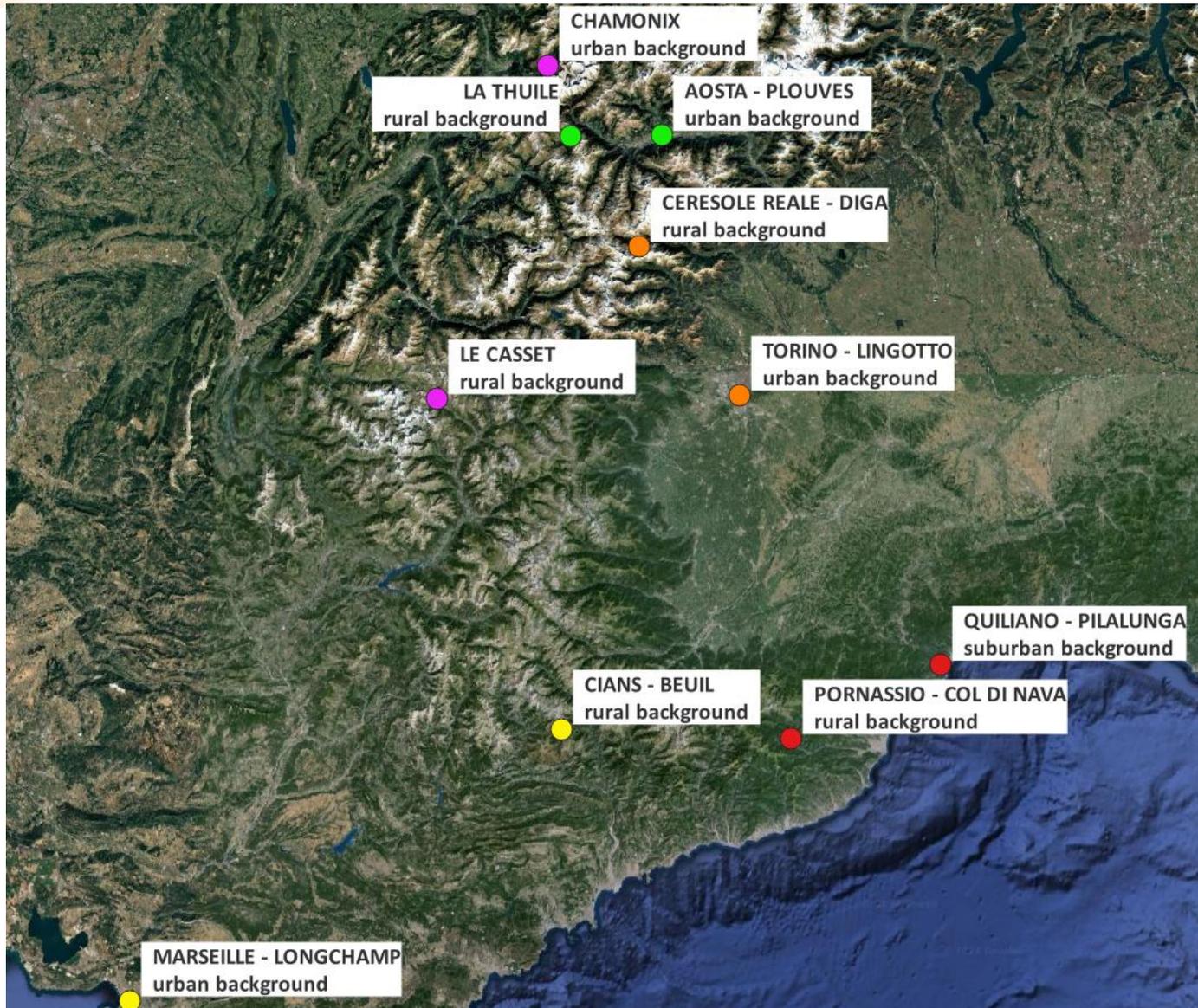
Evolution pluriannuelle (t)  
(Bilan territorial - sans sources additionnelles)  
AtmoSud Version Inventaire : 11.1  
Emissions de NOx : RÉGION SUD



Evolution pluriannuelle (t)  
(Bilan territorial - sans sources additionnelles)  
AtmoSud Version Inventaire : 11.1  
Emissions de COVNM : RÉGION SUD

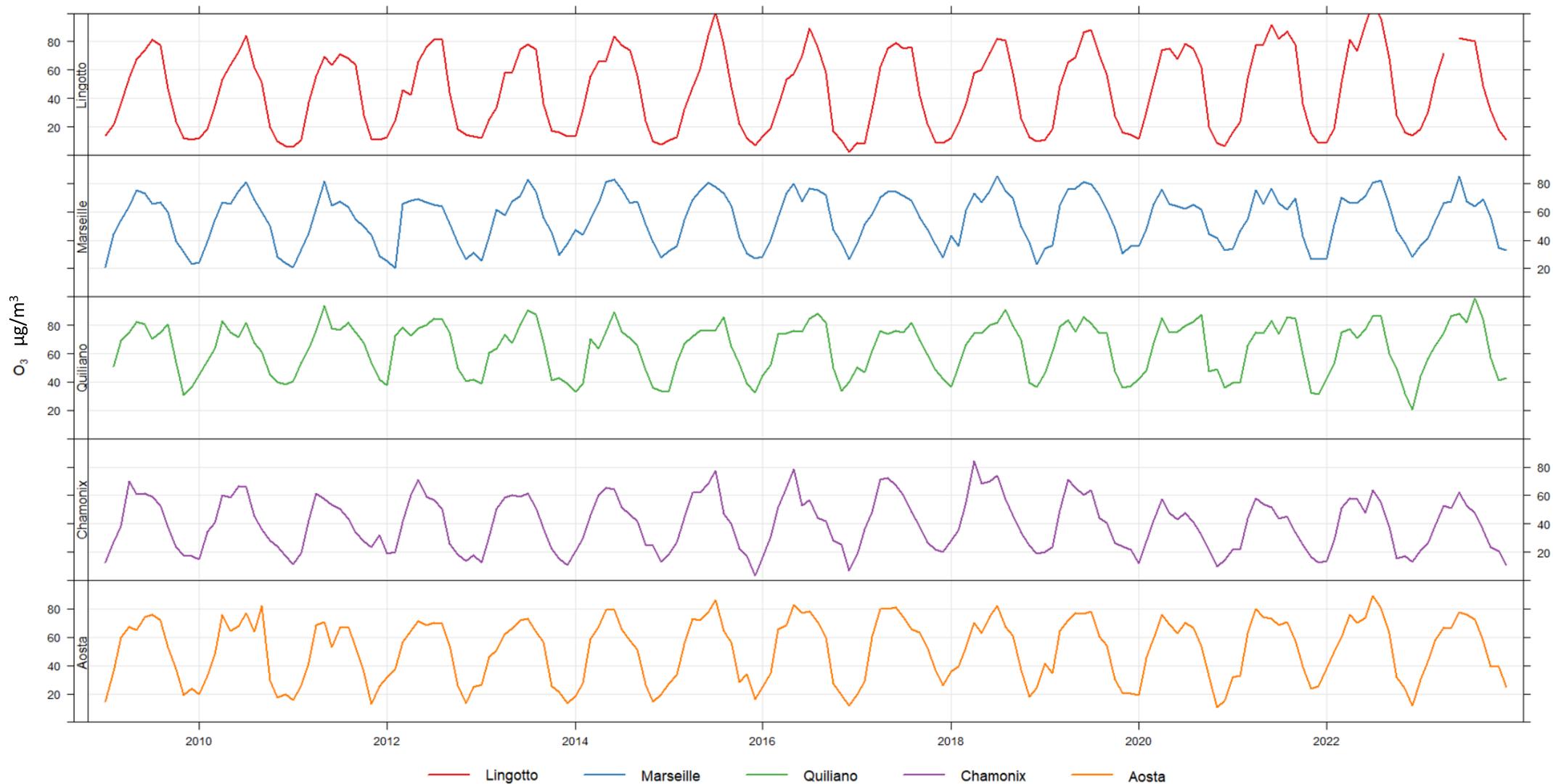


# NIVEAU DE TENDANCE ALCOTRA / LIVELLO DI TENDENZA ALCOTRA



# VARIATION TEMPORELLE / VARIAZIONE TEMPORALE

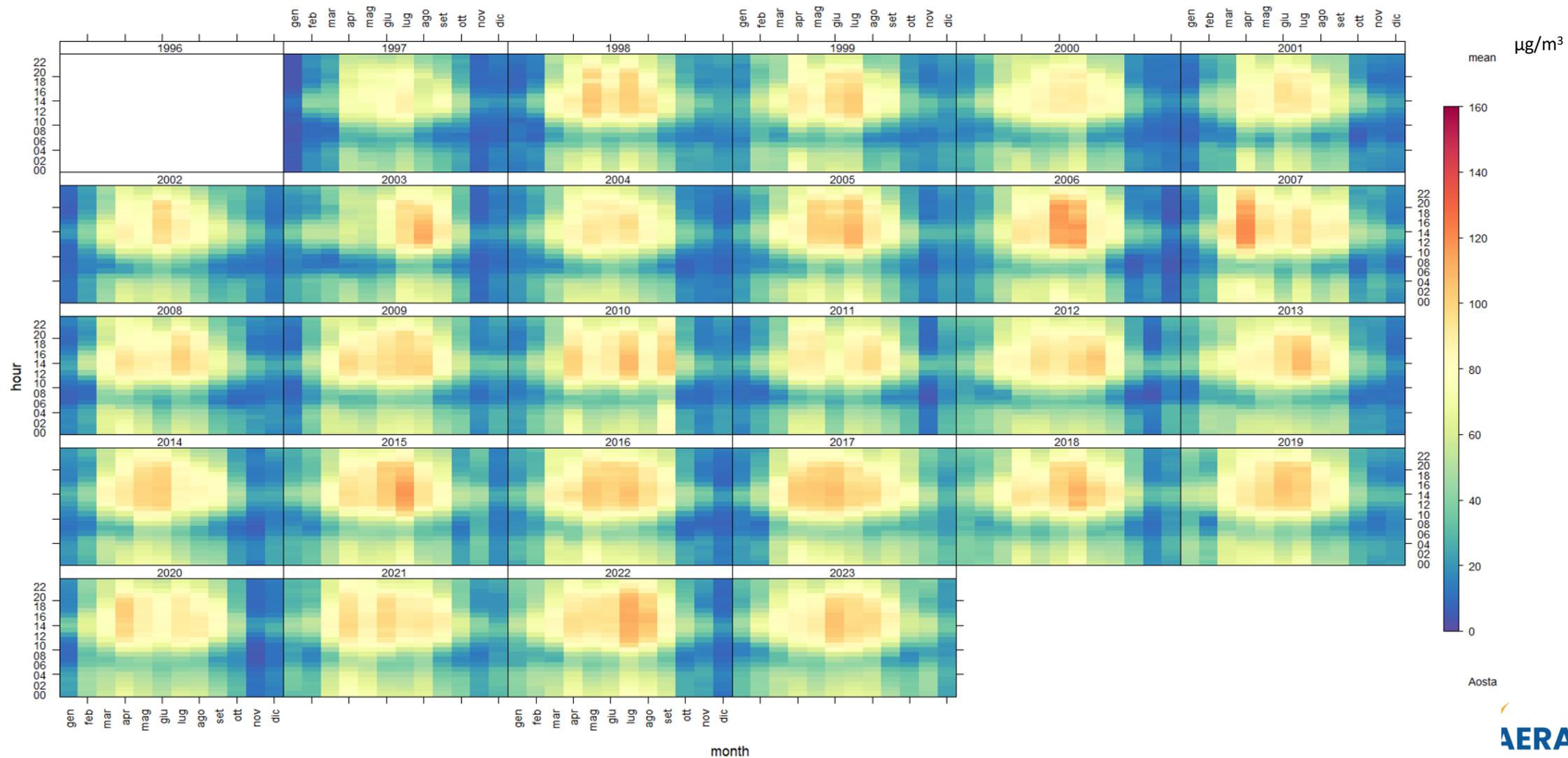
Site de fond urbain/sito di fondo urbano



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

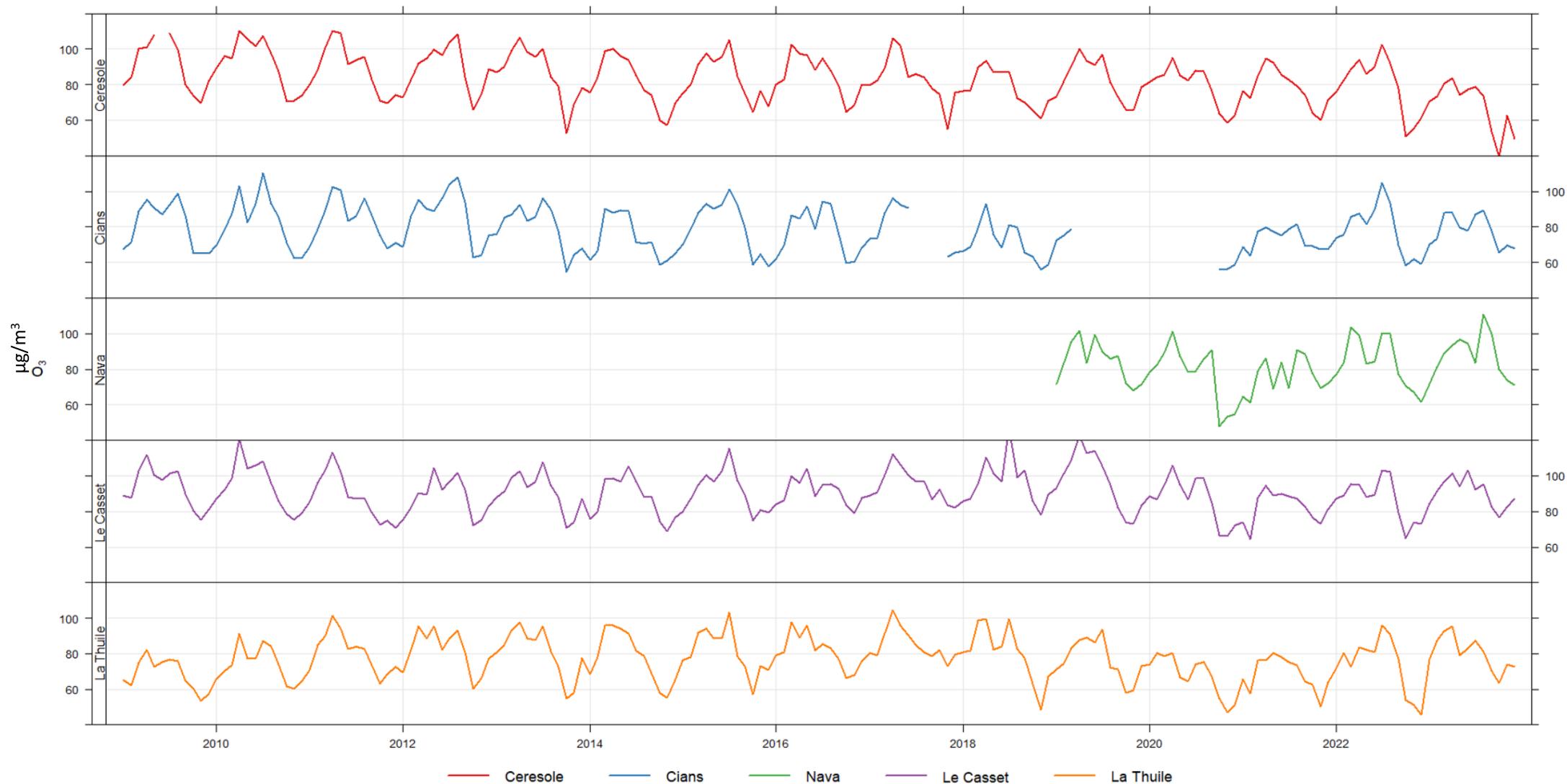
## VALLE D'AOSTA

Site de fond urbain/sito di fondo urbano



# VARIATION TEMPORELLE / VARIAZIONE TEMPORALE

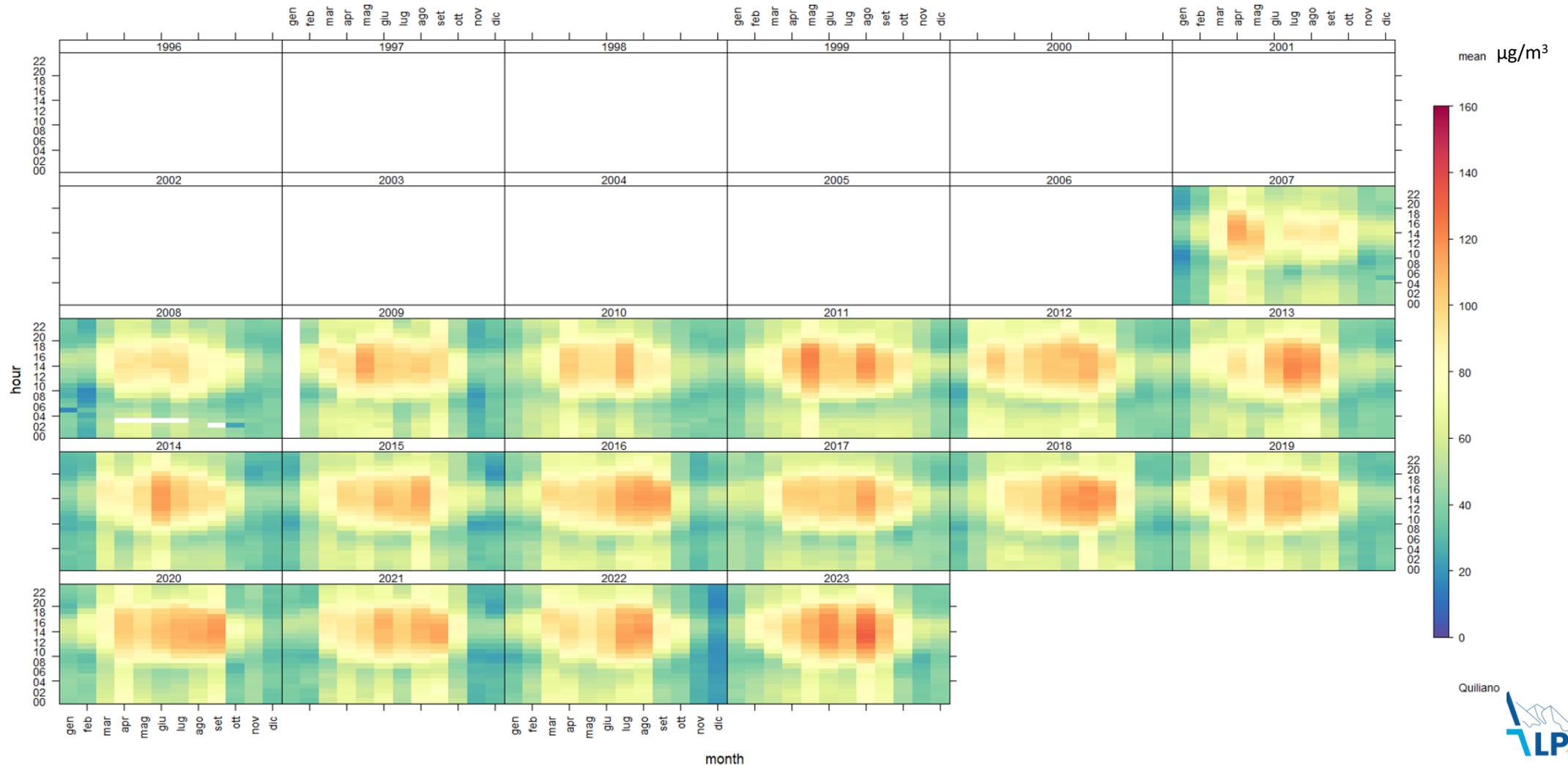
Site rural/sito rurale



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

## LIGURIA

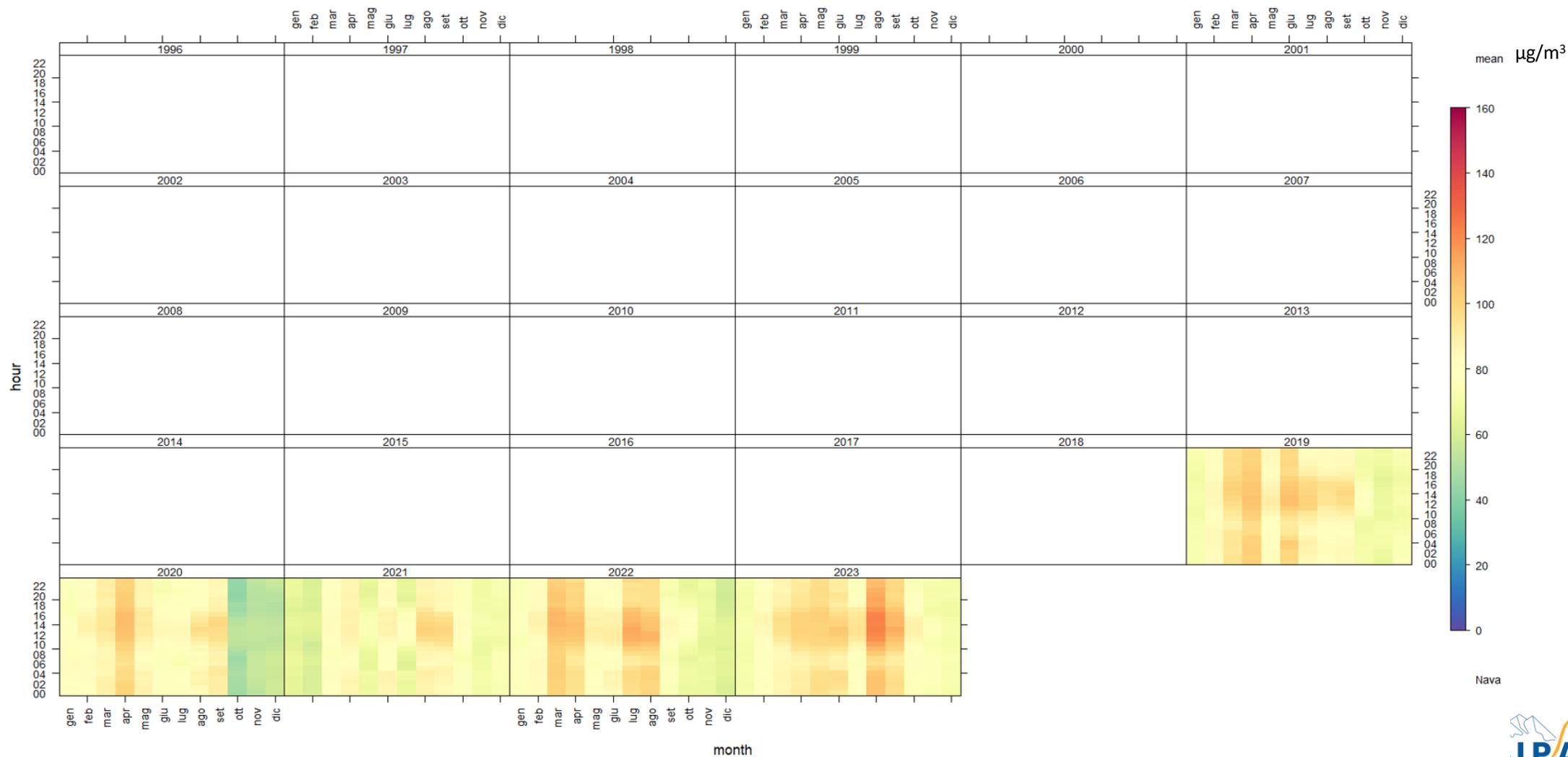
Site de fond urbain/Sito di fondo urbano



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

## LIGURIA

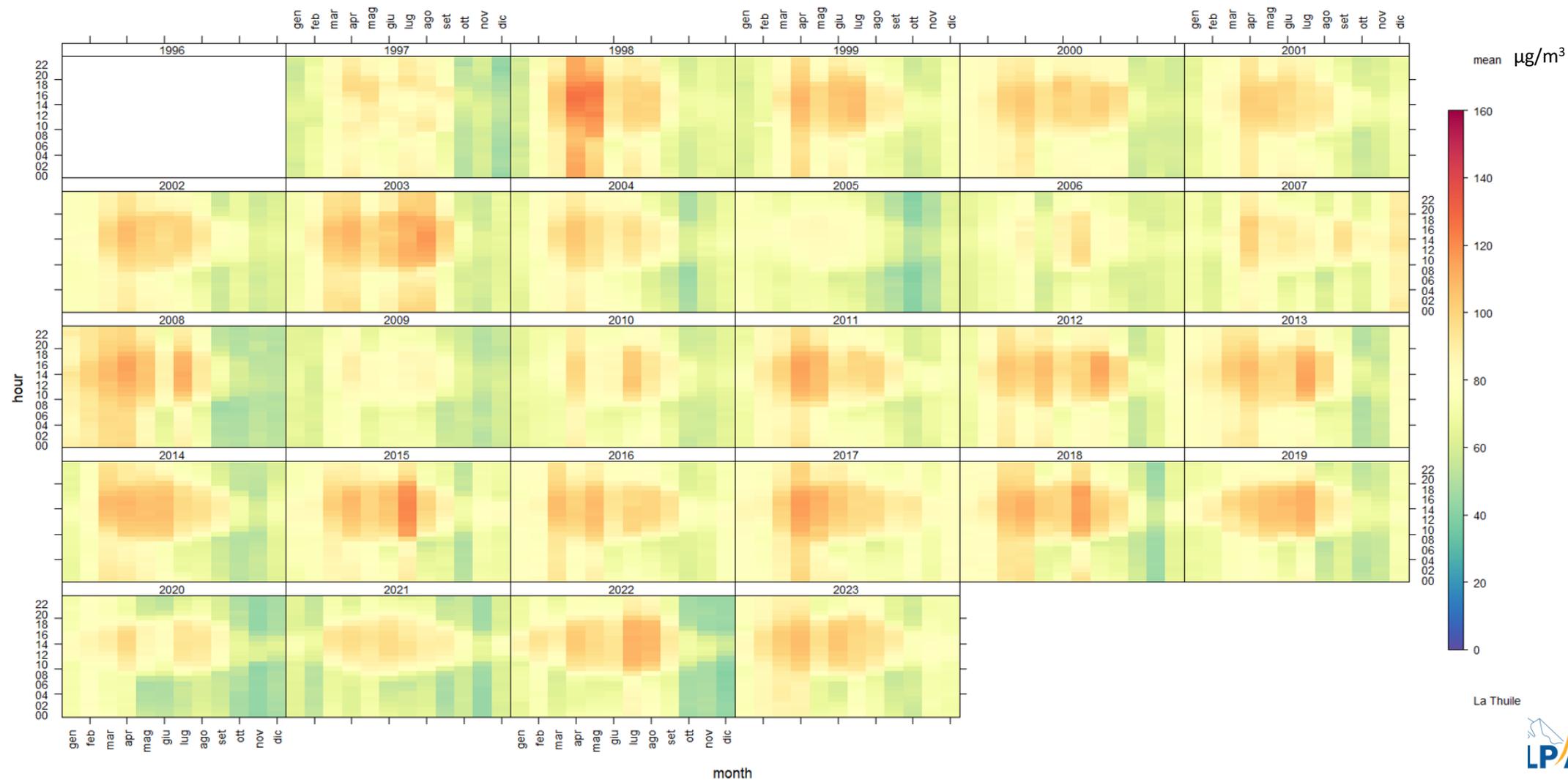
Site rural/sito rurale



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

## VALLE D'AOSTA

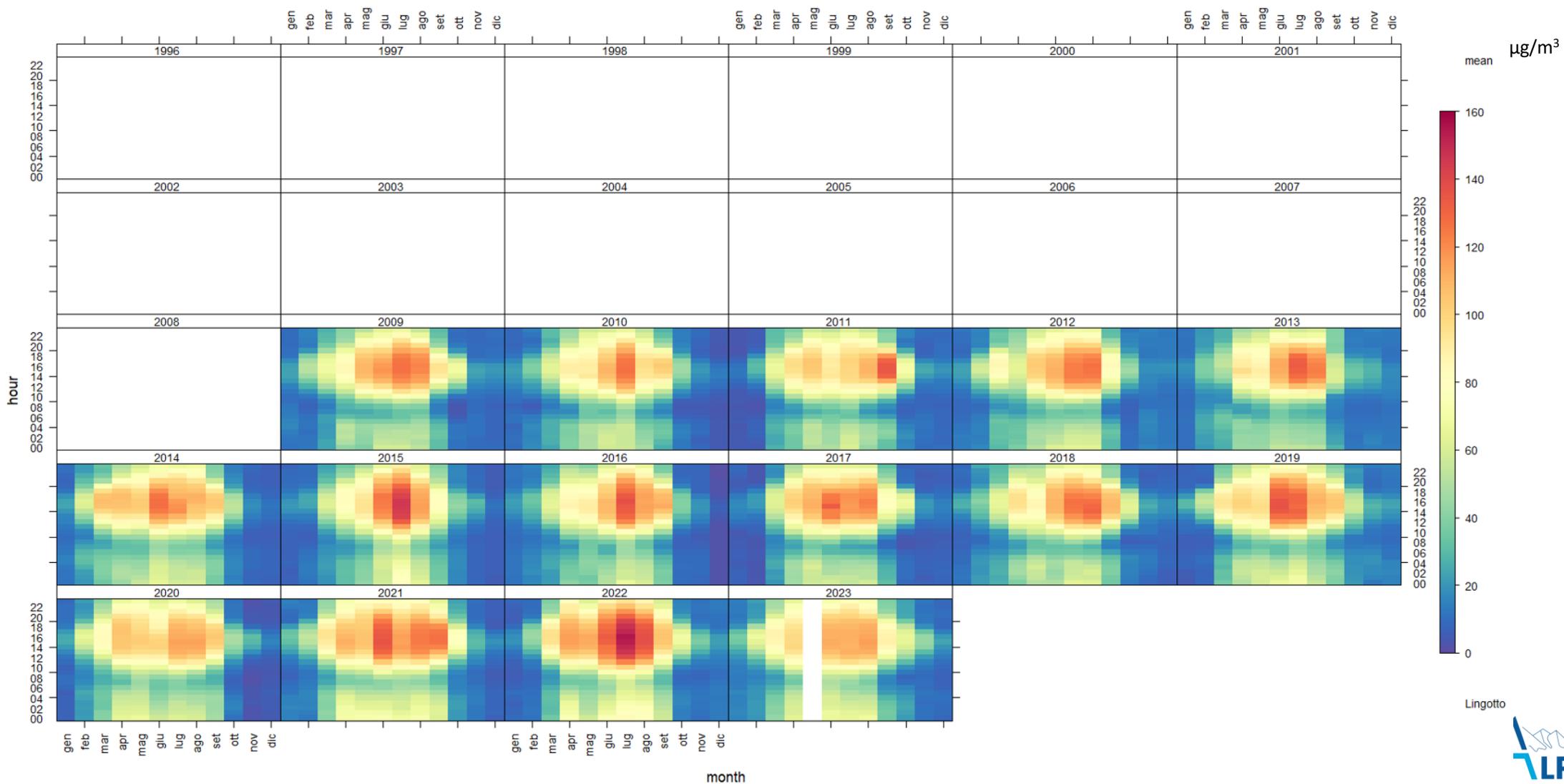
Site rural/sito rurale



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

## PIEMONTE

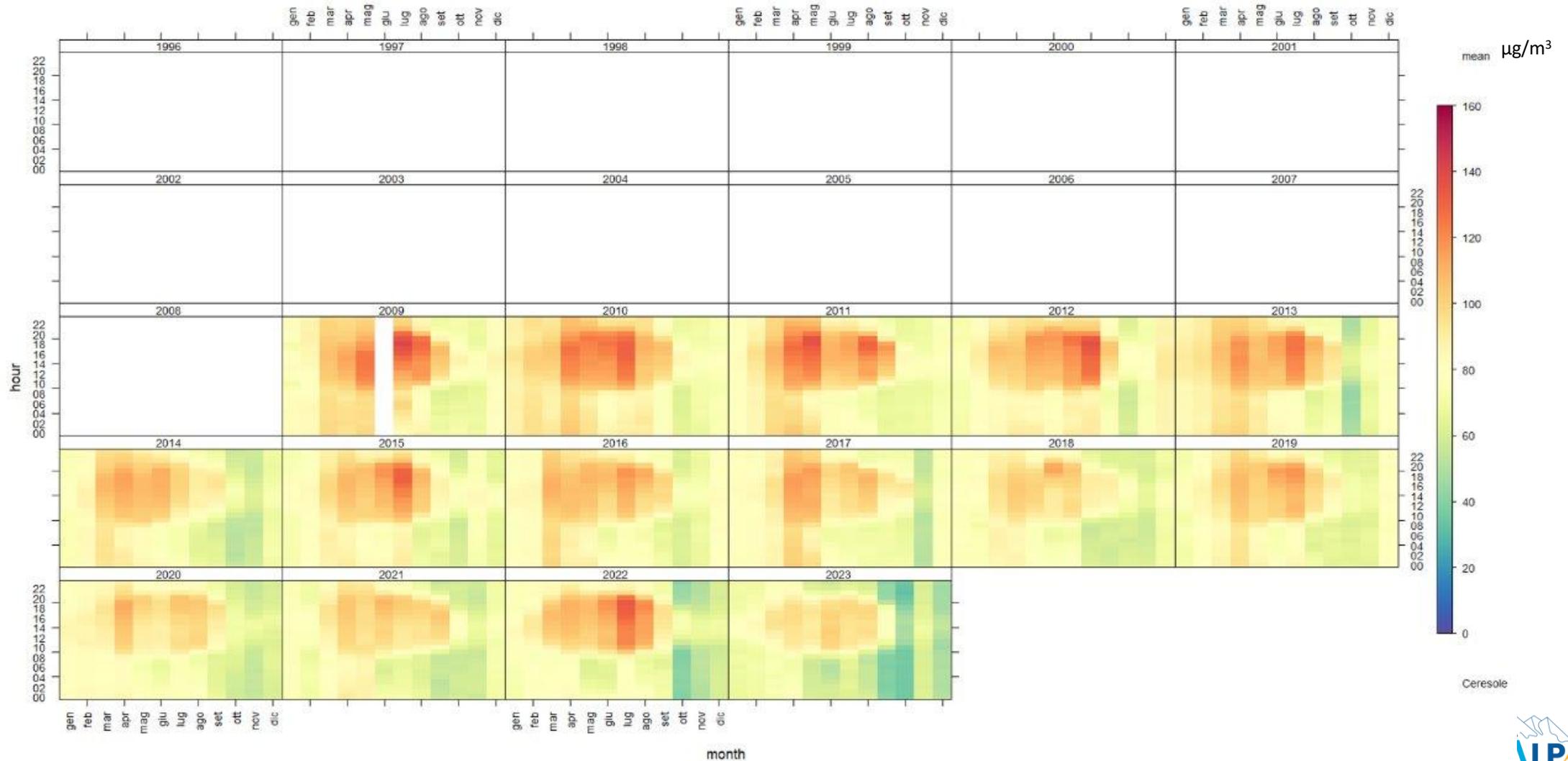
Site urbain de fond/Sito di fondo urbano



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

## PIEMONTE

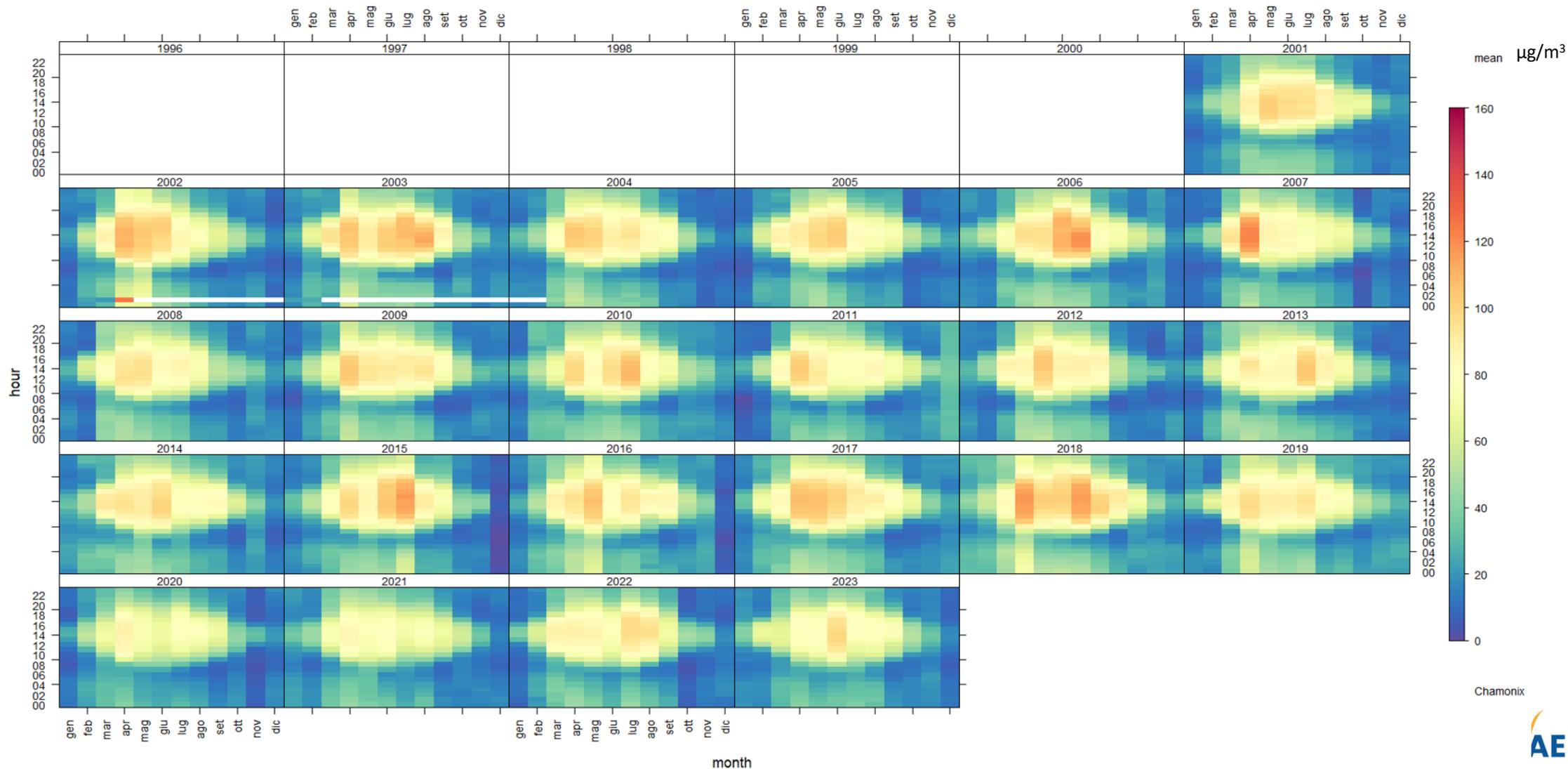
Site rural/Sito rurale



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

## AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

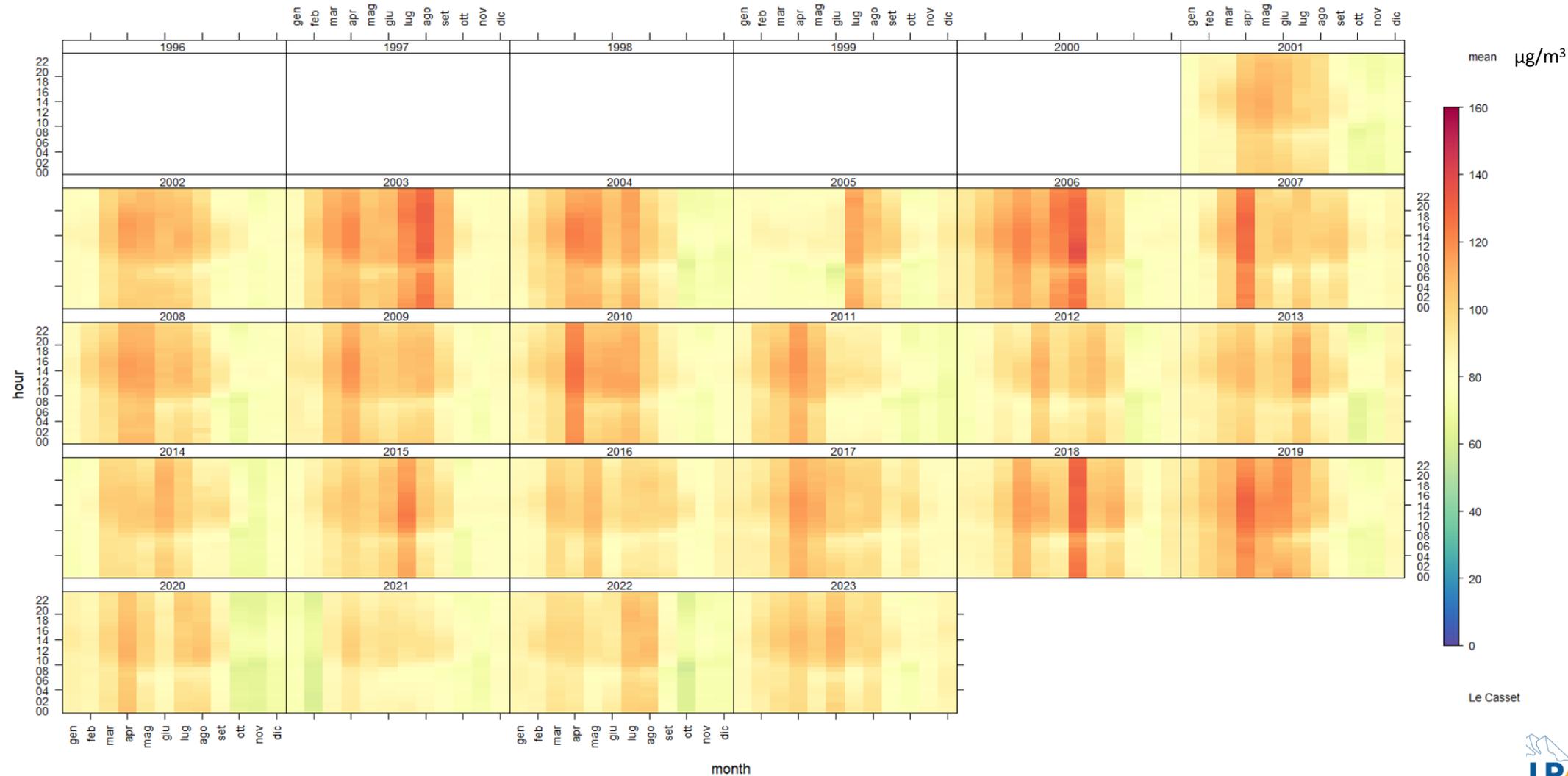
Site urbain de fond/Sito di fondo urbano



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

## AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

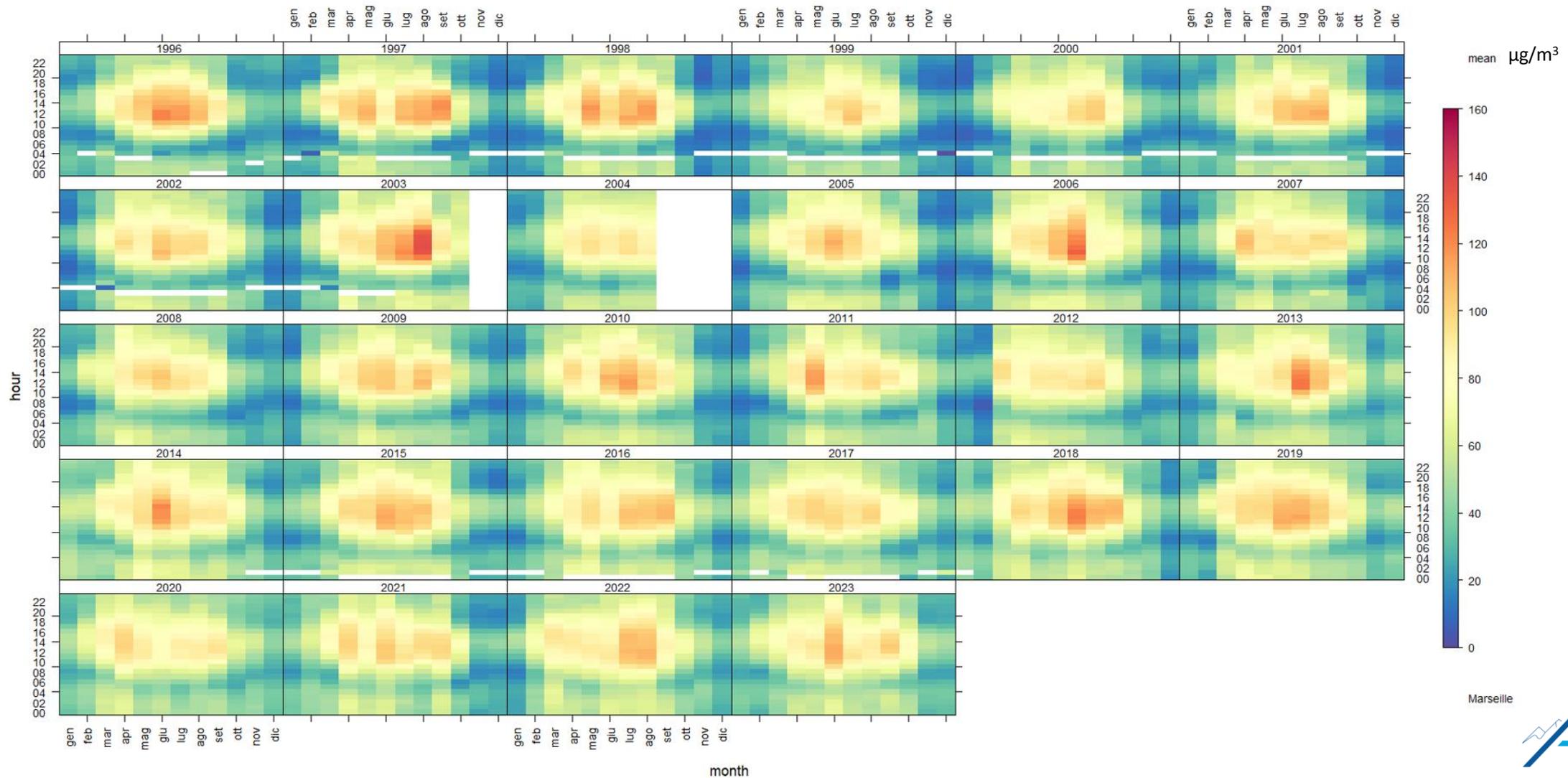
Site rural/Sito rurale



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

## SUD PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

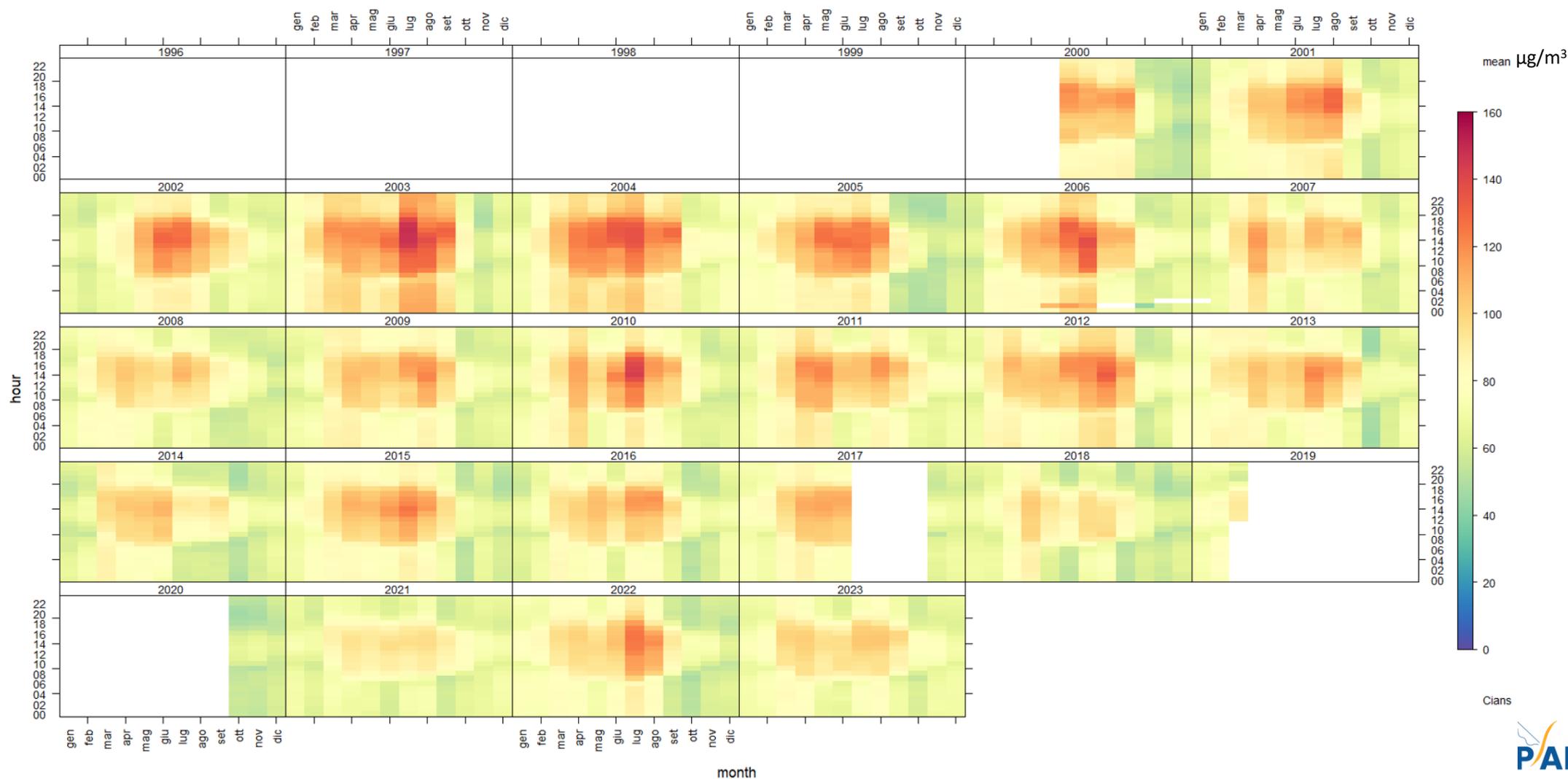
Site urbain de fond/Sito di fondo urbano



# NIVEAU DE TENDANCE / LIVELLO DI TENDENZA

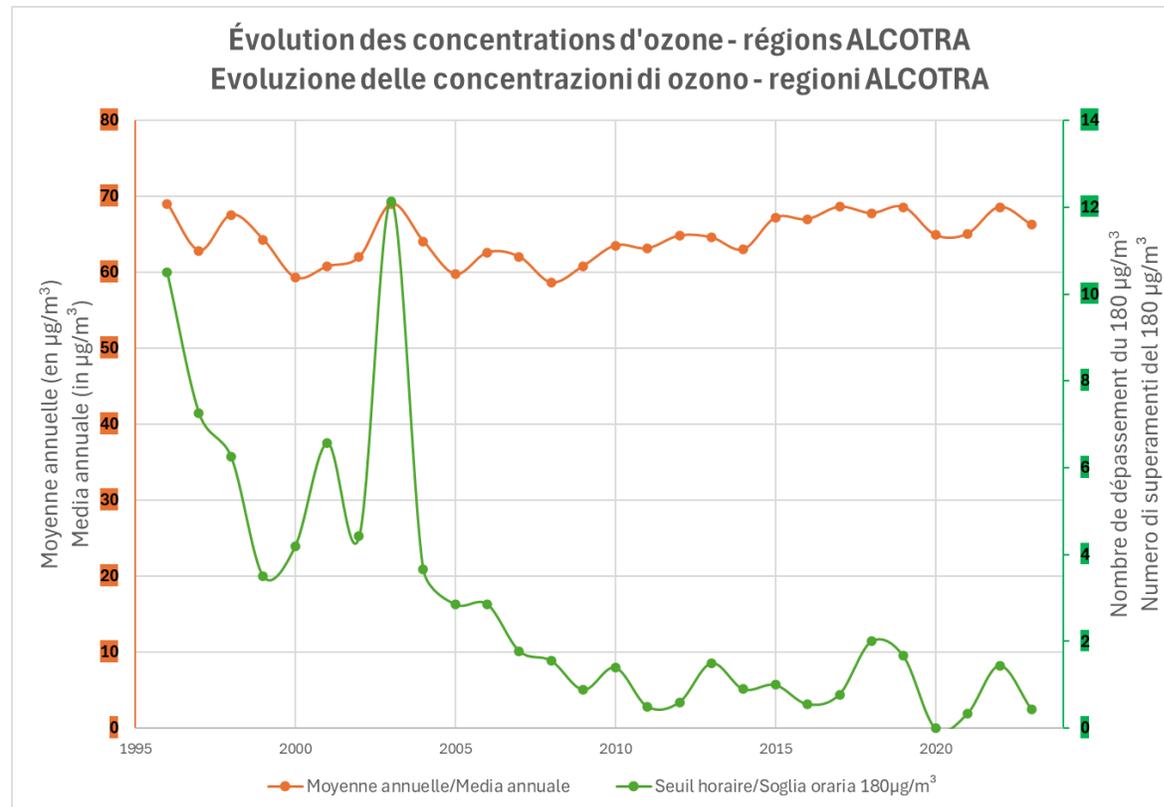
## SUD PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Site rural/Sito rurale



# QUESTION N°1 / DOMANDA 1

Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ? / Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?



# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ?**

**Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?**

**A. Clappier :** L'ozone a un comportement différent entre les zones urbaines et les zones rurales. En zone urbaine, la tendance peut être à la hausse car les oxydes d'azote réagissent avec l'ozone la nuit et le jour en centre-ville, les émissions d'oxydes d'azote ne sont pas propices à la formation d'ozone. Donc avec la diminution des oxydes d'azote, on constate une augmentation d'ozone par ce qu'on a un changement de régime chimique. Dans les prochaines années, ce constat sera irrémédiable avec la baisse continue des oxydes d'azote. En milieu rural, les tendances sont moins claires.

L'ozono si comporta in modo diverso nelle zone urbane e nelle zone rurali. Nelle aree urbane, la tendenza può essere in aumento perché gli ossidi di azoto reagiscono con l'ozono di notte e di giorno in centro città, le emissioni di ossidi di azoto non favoriscono la formazione di ozono. Quindi, con la diminuzione degli ossidi di azoto, si osserva un aumento dell'ozono a causa di un cambiamento nel regime chimico. Nei prossimi anni, questa tendenza sarà inevitabile con la continua riduzione degli ossidi di azoto. Nelle aree rurali, le tendenze sono meno chiare.

**Y. Channac :** En région Sud, on a beaucoup analysé les séries temporelles depuis avant 2000 et on s'aperçoit qu'on a une double tendance : une disparition progressive des valeurs très basses en site urbain la nuit, avec une baisse de la consommation de l'ozone nocturne et donc les valeurs ont tendance de se rapprocher d'une gamme médiane entre 60 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Et l'autre tendance : une disparition des valeurs supérieures à 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  progressivement, la photochimie locale qui diminue depuis plus de 20 ans. Donc moins de pics et moins de valeurs basses.

Si on regarde les indicateurs classiques comme la moyenne, on a une hausse sur les sites urbains mais uniquement tiré par la disparition des valeurs basses nocturnes. Sur les sites ruraux, quasiment pas de tendance. C'est intéressant de regarder l'indicateur de l'OMS (pic saisonnier) qui est la moyenne sur la saison chaude des valeurs diurnes et on s'aperçoit qu'on a une grande stabilité de ces niveaux-là malgré la baisse des émissions.

Nella regione Sud, abbiamo analizzato a lungo le serie temporali fin da prima del 2000 e abbiamo osservato una doppia tendenza. Da un lato una progressiva scomparsa dei valori molto bassi nei siti urbani di notte, con una riduzione del consumo di ozono notturno, e quindi valori che tendono verso un intervallo medio compreso tra 60 e 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; dall'altro una progressiva scomparsa dei valori superiori a 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con una diminuzione della fotochimica locale che dura da oltre 20 anni. Quindi meno picchi e meno valori bassi.

Se consideriamo gli indicatori classici come la media, si osserva un aumento nei siti urbani, ma dovuto esclusivamente alla scomparsa dei valori bassi notturni. Nei siti rurali, invece, non si nota quasi alcuna tendenza. È interessante osservare l'indicatore dell'OMS (picco stagionale), che rappresenta la media dei valori diurni nella stagione calda: si nota una grande stabilità di questi livelli nonostante la riduzione delle emissioni.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ?**

**Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?**

**Y. Channac :** La question est de savoir comment on réconcilie ça avec la tendance à la baisse des émissions de précurseurs ? Il faut aller voir les transferts transfrontaliers et notamment l'étude à la slide. Cette tendance de fond sur l'indicateur de pic saisonnier correspond à quelque chose d'extrêmement homogène sur le territoire français. J'ai regardé comment évoluait les niveaux sur l'ensemble des sites de fond en France et on a une homogénéité. Il peut y avoir des différences par rapport à l'altitude mais pas rapport à la latitude pour les sites de fond français.

La domanda è: come conciliare questo con la tendenza alla diminuzione delle emissioni dei precursori? Bisogna esaminare i trasporti transfrontalieri e in particolare lo studio riportato nella slide. Questa tendenza di fondo dell'indicatore di picco stagionale corrisponde a qualcosa di estremamente omogeneo sul territorio francese. Ho analizzato l'evoluzione dei livelli su tutti i siti di fondo in Francia e si osserva un'omogeneità. Per quanto riguarda i siti di fondo francesi ci possono essere differenze legate all'altitudine, ma non alla latitudine.

**A. Clappier :** Qu'est-il observé en milieu urbain la journée ? **Cosa si osserva in ambiente urbano durante il giorno?**

**Y. Channac :** Globalement une stabilité des valeurs diurnes qui est sans doute une combinaison entre une baisse de la consommation le jour et une baisse de la photochimie. Moins de variabilité à cause de moins de valeurs basses et moins de valeurs hautes.

Globalmente una stabilità dei valori diurni che è di sicuro una combinazione tra una diminuzione del consumo durante il giorno e una diminuzione delle reazioni fotochimiche. Una minore variabilità a causa di un numero inferiore dei valori minimi e massimi.

**A. Armengaud :** Pour la baisse de la photochimie, est-ce que ce n'est pas antinomique ce qu'on attend dans les prévisions climatiques où les étés seront de plus en plus chauds et longs, ce qui est déjà observé aujourd'hui.

Per quanto riguarda la diminuzione delle reazioni fotochimiche, non è forse in contrasto rispetto a quanto previsto dai modelli climatici, dove si prevede che le estati diventeranno sempre più calde e lunghe, cosa che è già stata attualmente osservata?

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ?**

**Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?**

**Y. Channac :** Je vais répondre en allant dans le domaine de l'hypothèse. On a moins de précurseurs d'ozone localement donc moins de consommation. On a moins de production locale d'ozone malgré la hausse des températures parce que pour faire de l'ozone il faut des précurseurs i.e. des carburants de la réaction. Et des carburants on en a moins. Cette baisse est probablement plus lente que si on n'avait pas les effets du changement climatique mais on a quand même une baisse de la production locale je pense. Vu la baisse des écarts jour/nuit, la baisse de la consommation, la baisse du nombre de pointe, l'hypothèse que je formule et qui semble être confirmée par les études que tu nous as partagé récemment, c'est que la baisse de production photochimique locale est une combinaison de la baisse des émissions de précurseurs mais de la hausse des températures mais qui conduit quand même à une baisse compensée par plus d'apport transfrontalier à l'échelle hémisphérique. Ça signifie que cette stabilité des niveaux moyens qu'on observe en diurne est une combinaison complexe entre moins de production locale, moins de consommation nocturne et plus d'apport transfrontalier en intercontinental.

Risponderò ipotizzando. Abbiamo meno precursori di ozono a livello locale, quindi meno consumo. Abbiamo meno produzione locale di ozono nonostante l'aumento delle temperature, perché per produrre ozono sono necessari i precursori, cioè i carburanti della reazione. E i carburanti sono diminuiti. Questa diminuzione è probabilmente più lenta rispetto a quanto sarebbe se non ci fossero gli effetti dei cambiamenti climatici, ma comunque c'è una diminuzione della produzione locale, credo. Visti i cali degli scarti giorno/notte, la diminuzione del consumo, la riduzione del numero di picchi, l'ipotesi che formulo e che sembra essere confermata dagli studi che ci hai condiviso recentemente è che la diminuzione della produzione fotochimica locale è una combinazione della diminuzione delle emissioni di precursori e dell'aumento delle temperature, ma che porta comunque a una diminuzione compensata da un maggiore apporto transfrontaliero su scala emisferica. Ciò significa che questa stabilità dei livelli medi che osserviamo durante il giorno è una combinazione complessa tra meno produzione locale, meno consumo notturno e maggiore apporto transfrontaliero intercontinentale.

**S. Trini Castelli :** J'aimerais savoir à quelle échelle vous considérer que le transport est transfrontalier ? Une autre question sur les zones en altitude, dans les vallées, quel peut être l'apport de l'ozone à ces altitudes ?

Vorrei sapere: a quale scala si considera che il trasporto sia transfrontaliero? Un'altra domanda sulle zone d'alta quota: nelle valli, quale può essere l'apporto di ozono a queste altitudini?

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ?**

**Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?**

**A. Clappier :** Les méthodes utilisées pour par les modélisateurs ne sont pas toujours spécifiées. C'est un point sur lequel nous reviendrons après puisque le 2<sup>ème</sup> thème abordera la question de comment estimer cet apport transfrontalier. Il y a des méthodes de tagging qui ne sont pas forcément reliées aux conséquences d'une réduction d'émission. D'autres méthode permettrait de quantifier l'ozone qui diminuerait si on enlevait les précurseurs des régions qui sont autour d'une région d'intérêt. Ca reste un point d'interrogation. Je propose de recentrer le débat sur la question de l'impact du changement climatique sur l'ozone. Beaucoup de réponses ne sont pas prouvées par des études, il faudrait que les résultats du projet distinguent les effets du changement climatique qui pourrait faire augmenter les températures mais aussi certaines caractéristiques de la dispersion. On avait évoqué récemment que les couches limites devraient se réduire et donc il devrait y avoir moins de mélange et donc plus de concentrations des précurseurs. Tous ces aspects risquent d'avoir des effets qui s'opposent et donc il y aurait un réel besoin de faire des simulations propres à répondre à ces questions là. Les questions que j'aurais pour les participants de ce projet c'est avez-vous l'intention dans le projet d'étudier l'effet du changement climatique d'un point de vue météorologique et aussi du point de vue des émissions.

Le metodologie utilizzate dai modellisti non sono sempre specificate. Questo è un punto su cui torneremo più tardi, poiché il secondo tema tratterà la questione di come stimare questo apporto transfrontaliero. Esistono metodi di tagging che non sono necessariamente collegati alle conseguenze di una riduzione delle emissioni. Altri metodi permetterebbero di quantificare quanto l'ozono diminuirebbe se venissero rimossi i precursori nelle regioni circostanti una regione di interesse. Questo comunque rimane un punto interrogativo. Propongo di riorientare il dibattito sulla questione dell'impatto dei cambiamenti climatici sull'ozono. Molte risposte non sono supportate da studi. Sarebbe necessario che i risultati del progetto riuscissero a distinguere gli effetti dei cambiamenti climatici che potrebbero far aumentare le temperature ma anche (influire sulle?)alcune caratteristiche della dispersione. Avevamo recentemente ricordato che gli strati limite dovrebbero ridursi e quindi ci dovrebbe essere meno rimescolamento e quindi una concentrazione più elevata di precursori. Tutti questi aspetti potrebbero avere effetti oppostici per cui ci sarebbe una reale necessità di fare simulazioni specifiche per rispondere a queste domande. La domande che avrei per i partecipanti sono se avete intenzione nell'ambito del progetto di studiare l'effetto dei cambiamenti climatici sia da un punto di vista meteorologico sia anche dal punto di vista delle emissioni.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ?**

**Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?**

**M. Mircea :** On dispose ici d'un bon aperçu de ce qui se passe et de ce qui s'est passé pour l'ozone dans les stations urbaines et rurales de tous les territoires ALCOTRA, mais il serait bon de comparer ce qui s'est passé pour l'ozone avec ce qui s'est passé pour le NO<sub>2</sub> et la température dans les mêmes territoires urbains, et d'avoir ainsi une compréhension plus complète de la dépendance de l'ozone non seulement à l'égard des concentrations locales de CO<sub>2</sub>, mais aussi à l'égard des températures, étant donné sa dépendance à l'égard des conditions atmosphériques et des émissions, ce qui a déjà fait l'objet de nombreuses discussions. Mais disons que les données et leur compréhension sont très utiles pour rechercher les outils nécessaires à l'étude des différentes contributions. Même une étude des épisodes de forte concentration d'ozone serait très utile dans ce sens, car elle permet ensuite de valider la partie modélisation, et bien sûr nos modèles, même si nous les testons de différentes manières, sont toujours mieux validés pour une certaine application.

Qui c'è stata fatta una bella panoramica di quello che succede e di ciò che è successo all'ozono nelle stazioni urbane e rurali in tutti i territori ALCOTRA però sarebbe bello mettere a confronto quello che è successo all'ozono con quello che è successo all' NO<sub>2</sub> e alla temperatura negli stessi territori urbani e quindi avere una comprensione più completa della dipendenza dell'ozono non solo rispetto alle concentrazioni locali di CO<sub>2</sub> ma anche rispetto alle temperature data la sua dipendenza dalle condizioni atmosferiche e dalle emissioni, cosa già ampiamente discussa. Però, ecco, diciamo che i dati e la comprensione dei dati aiuta molto per poi cercare gli strumenti necessari allo studio dei vari contributi. Anche uno studio degli episodi di ozono alto sarebbe molto utile in questo senso perché esso permetterebbe in seguito di validare la parte modellistica, e ovviamente i nostri modelli, anche se noi li testiamo in modi differenti, sono sempre meglio validati per una certa applicazione.

**A. Armengaud :** Est-ce que ce constat est partagé en Italie ? Questa constatazione è condivisa in Italia?

**S. Bande :** Ainsi, en ce qui concerne les oxydes d'azote, oui, au cours des 15 dernières années, il y a eu une tendance à la baisse, et en ce qui concerne l'ozone, nous n'avons pas de tendances univoques, en ce sens que dans quelques stations de la région, nous avons des tendances significatives de réduction ou d'augmentation. En particulier, il me semble que dans la ville, il n'y a pas de preuve d'une tendance particulière.

Allora, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, sì, negli ultimi 15 anni abbiamo un trend in diminuzione e, per quanto riguarda l'ozono, non abbiamo tendenze univoche nel senso che in poche stazioni sul territorio della regione, abbiamo delle tendenze significative di riduzione o di aumento. In particolare, mi pare che in città non ci siano evidenze di una tendenza particolare.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ?**

**Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?**

**S. Magri :** Je ne me souviens pas d'avoir effectué une analyse portant uniquement sur le niveau de nuit, mais il ne me semble pas qu'il y ait eu une différence particulière. Il est certain que la composante météorologique de la température est fondamentale pour nous et qu'elle est souvent en corrélation avec la quantité d'ozone. Par exemple, l'année dernière a été une année exceptionnelle pour nous, tant du point de vue des températures que de l'ozone. C'est ainsi que l'année dernière a été une année exceptionnelle pour nous en termes de température et donc d'ozone. Disons que la corrélation entre la température et l'ozone est évidente pour nous, et l'année dernière, par exemple, nous avons fait une étude approfondie sur les dépassements d'ozone en octobre, en prenant une série historique de vingt ans et en identifiant deux ou trois années au cours desquelles il y a eu des dépassements en octobre. C'est un peu une anomalie, disons, qui se reproduit au fil des ans chaque fois qu'il y a une période particulièrement chaude en octobre, alors nous avons enquêté et cette corrélation est assez évidente. En ce qui concerne le fait qu'il y ait une contraction de la valeur maximale, de la valeur minimale, comme l'a dit mon collègue français, nous devrions enquêter davantage, mais il ne me semble pas qu'il y ait une valeur nocturne qui reste plus élevée qu'au cours de la période précédente.

Non ricordo di aver effettuato un'analisi che si concentrasse esclusivamente sul livello notturno, ma non mi sembra che ci sia stata una differenza particolare. È certo che la componente meteorologica della temperatura è fondamentale per noi e che spesso è correlata alla quantità di ozono. Ad esempio, l'anno scorso è stata un'annata eccezionale per noi, sia dal punto di vista delle temperature che dell'ozono. È così che l'anno scorso è stata un'annata eccezionale per noi in termini di temperatura e quindi di ozono. Direi che la correlazione tra temperatura e ozono è evidente per noi, e l'anno scorso, ad esempio, abbiamo condotto uno studio approfondito sugli sforamenti di ozono in ottobre, prendendo una serie storica di vent'anni e identificando due o tre anni in cui ci sono stati degli sforamenti in ottobre. È un po' un'anomalia, diciamo, che si ripete ogni anno quando c'è un periodo particolarmente caldo in ottobre, quindi abbiamo indagato e questa correlazione è abbastanza evidente. Per quanto riguarda il fatto che ci sia una contrazione del valore massimo, del valore minimo, come ha detto il mio collega francese, dovremmo indagare ulteriormente, ma non mi sembra che ci sia un valore notturno che resti più alto rispetto al periodo precedente.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ?**

**Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?**

**A. Giordano :** En Ligurie, nous ne constatons pas d'augmentation des concentrations nocturnes d'ozone dans les sites urbains, sachant que nos sites urbains ne sont pas aussi grands que Turin. Il s'agit donc en moyenne de villes plus petites et leurs émissions sont donc plus limitées, bien. Et je voulais poser une question dans ce contexte, en me référant à un site qui ne figure pas sur la carte de notre région, qui est situé à l'intérieur des terres, dans une zone du Val Bormida, une zone artificielle où il y a plusieurs sites industriels. Nous avons cette station rurale à Cengio, qui montre une tendance très particulière dans les concentrations d'ozone, et c'est précisément là que nous remarquons ces diminutions très marquées des concentrations d'ozone nocturnes, et nous voulions demander aux experts si vous aviez une interprétation possible de cette tendance très particulière pour les sites ruraux.

C'est une tendance que nous avons remarquée depuis plus de dix ans maintenant, depuis que le site est actif. Disons que nous pensons qu'il pourrait y avoir une très forte influence du facteur humidité atmosphérique parce que le site est situé dans une zone rurale à l'entrée d'un parc naturel et près d'un ruisseau. L'une des explications possibles que nous nous étions données était l'influence de l'humidité - nous disposons de mesures de ce paramètre, mais malheureusement pas sur le site. Et disons, je suis désolé, que nous ne pouvons pas montrer les diapositives que nous avons montrées lors du dernier COPIL, que nous avons constaté une forte anti-corrélation entre les concentrations d'ozone et l'humidité. Nous voulions vous demander si vous aviez une idée d'une interprétation possible.

In Liguria, non osserviamo un aumento delle concentrazioni notturne di ozono nei siti urbani, considerando che i nostri siti urbani non sono grandi come Torino. Si tratta quindi, in media, di città più piccole e le loro emissioni sono perciò più limitate, bene. E volevo fare una domanda in questo contesto, riferendomi a un sito che non appare sulla mappa della nostra regione, situato nell'entroterra, in una zona della Val Bormida, una zona antropizzata dove ci sono diversi siti industriali. Abbiamo questa stazione rurale a Cengio, che mostra una tendenza molto particolare nelle concentrazioni di ozono, ed è proprio lì che notiamo queste diminuzioni molto marcate delle concentrazioni di ozono notturno, e volevamo chiedere agli esperti se avevate un'interpretazione possibile di questa tendenza anomala per i siti rurali. È una tendenza che abbiamo notato da più di dieci anni ormai, da quando il sito è attivo. Direi che pensiamo che ci possa essere una forte influenza del fattore umidità atmosferica, perché il sito si trova in una zona rurale all'ingresso di un parco naturale e vicino a un ruscello. Una delle spiegazioni possibili che ci eravamo dati era l'influenza dell'umidità – abbiamo delle misure di questo parametro, ma purtroppo non sul sito. Ecco, mi scuso, ma non possiamo mostrare le diapositive che avevamo mostrato all'ultimo COPIL, dove avevamo osservato una forte anti-correlazione tra le concentrazioni di ozono e l'umidità. Volevamo chiedervi se avevate un'idea di un'interpretazione possibile.

# QUESTION N°2 / DOMANDA 2

## Quel impact le changement climatique induit sur l'ozone ? / Che impatto ha il cambiamento climatico sull'ozono?

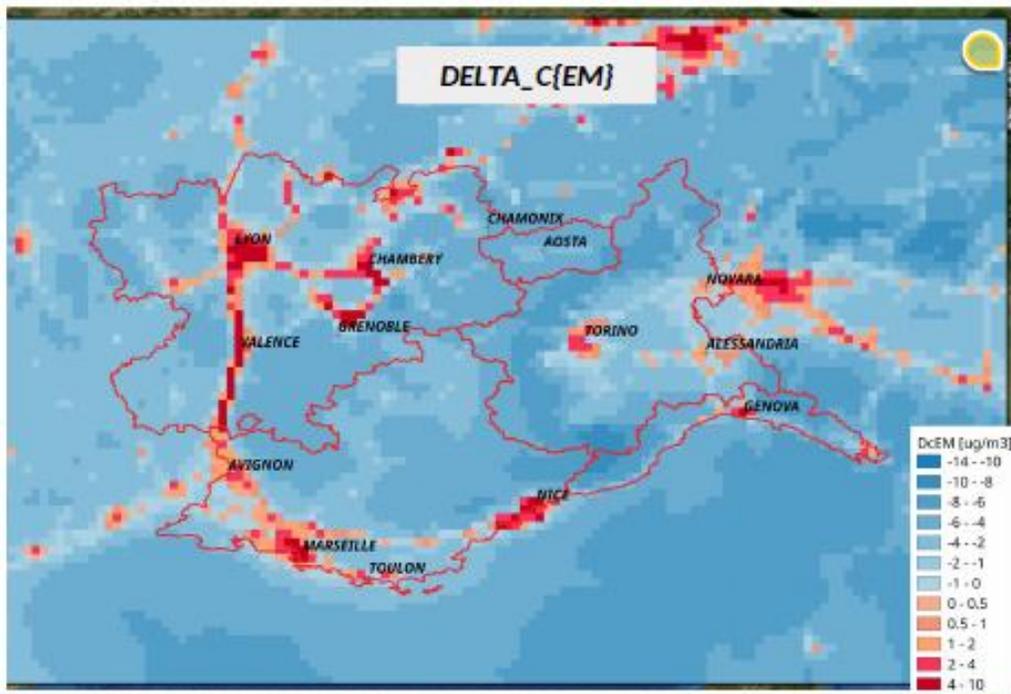
Différence des concentrations moyennes annuelles d'ozone entre 2030 et 2013

Differenza delle concentrazioni medie annuali di ozono tra il 2013 e il 2030

CLIMAERA

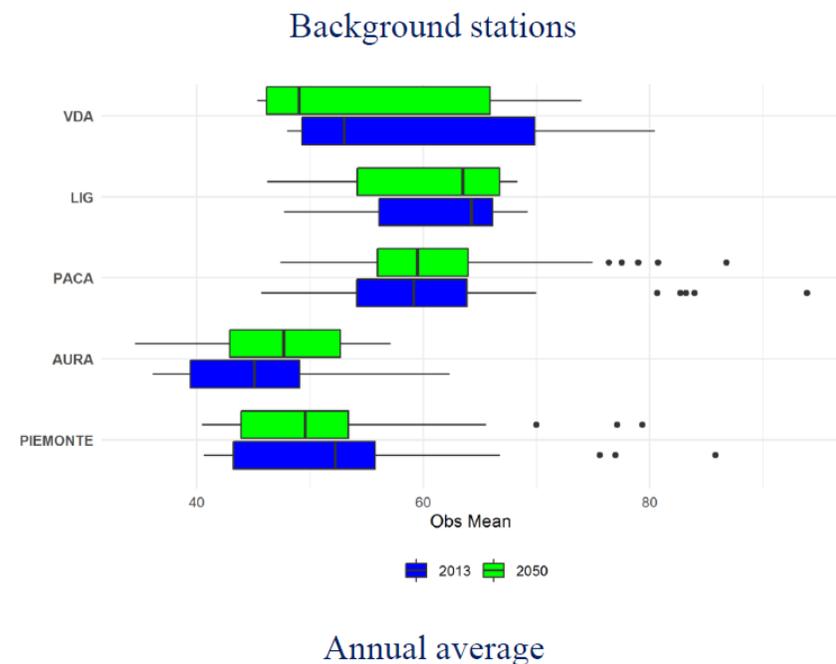
Différence des concentrations moyennes annuelles d'ozone entre 2050 et 2013

Differenza delle concentrazioni medie annuali di ozono tra il 2013 e il 2050



Modèle FARM  
Scénario 2030 :  
émissions GAINS  
2030 et projection  
météo 2030  
Scénarios  
climatiques : RCP  
4.5

Modello FARM  
Scenario 2030:  
GAINS emissioni  
2030 e proiezione  
meteorologica 2030  
Scenari climatici:  
RCP 4.5



# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

## Quel impact le changement climatique induit sur l'ozone ?

### Che impatto ha il cambiamento climatico sull'ozono?

**A. Clappier :** Je pense qu'il faut retenir qu'il y a plusieurs explications possibles. D'abord, la consommation de l'ozone et ensuite on peut mettre en cause l'humidité ou d'autres facteurs mais il faudra qu'on essaie de réfléchir à d'autres facteurs.

Il ne faut pas oublier les COV biogéniques et pour certains réagissent avec l'ozone et notamment le détruisent.

Credo sia importante ricordare che ci sono diverse spiegazioni possibili. In primo luogo, il consumo di ozono e poi possiamo tirare in causa l'umidità o altri fattori, ma dobbiamo cercare di pensarne altri.

Non dobbiamo dimenticare i COV biogenici, alcuni dei quali reagiscono con l'ozono e, in particolare, lo distruggono.

**E. Ormeno :** Dans les modélisations du projet CLIMAERA, est-ce que le verdissement des villes a été pris en compte ? Il y a de plus en plus d'émissions de VOC si on ne choisit pas d'espèces faiblement émettrices

La forestazione urbana è stata presa in considerazione nella creazione dei modelli del progetto CLIMAERA? Le emissioni di COV aumentano sempre di più se non si scelgono specie a basse emissioni.

**A. Armengaud :** On était sur 2030 et nous n'avons pas eu d'augmentation du verdissement dans les villes entre 2013 et 2030. D'ailleurs, on ne l'aurait pas Marseille, je ne pense pas que ce verdissement entre 2013 et 2024 ait été important. Ça dépend de la politique de la ville. C'est vrai qu'à un horizon plus important tel que 2050, ce sont des questions que nous aimerions vous poser. Compte tenu de la température qui va augmenter pendant les étés, est-ce que les COV vont arrêter d'émettre ? Yann l'a évoqué avec la réduction des précurseurs de NOx mais on voit aussi une diminution des COV. Moi je pensais que les COV bio allait prendre le relais i.e. on allait avoir une augmentation des COV biogéniques dans le futur. Si on a plus de températures, on pourrait avoir plus de COV biogéniques. Mais si les étés sont très chauds, est-ce qu'on n'aurait pas des effets qui vont s'opposer.

Considerando il 2030 non abbiamo notato un aumento dell'inverdimento urbano nelle città tra il 2013 e il 2030. Tra l'altro, non credo che a Marsiglia, ad esempio, questo inverdimento tra il 2013 e il 2024 sia stato significativo. Dipende dalla politica della città. È vero che su un orizzonte più lontano, come il 2050, sono domande che vorremmo porvi. Considerando che la temperatura aumenterà durante le estati, i COV smetteranno di essere emessi? Yann ne ha parlato in relazione alla riduzione dei precursori dei NOx, ma vediamo anche una diminuzione dei COV stessi. Io pensavo che i COV biogenici avrebbero preso il loro posto, cioè avremmo visto un aumento dei COV biogenici in futuro. Se le temperature aumentano, potremmo avere più COV biogenici. Ma se le estati sono molto calde, non rischiamo di avere effetti contrari?

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Comment expliquer que les concentrations moyennes d'ozone stagnent dans nos régions malgré la baisse significative des précurseurs ?**

**Perché le concentrazioni medie di ozono restano stabili nelle nostre regioni nonostante il significativo calo dei precursori?**

**E. Ormeno :** Le seuil physiologique pour un arbre pour arrêter de synthétiser des COV est de 40-42°C. Ce sont des seuils qu'on atteint de plus en plus dans les régions méditerranéennes. Dans les bilans annuels, ce n'est pas parce qu'on verdit plus qu'on a plus d'émissions. Ça dépend également des espèces, des projets européens ont pu montrer qu'il y a des efforts dans les grandes métropoles méditerranéennes pour choisir des espèces d'arbres qui limitent les îlots de chaleur et qui émettent peu de volatils. Ce sont des démarches de plus en plus prises en compte. Néanmoins, s'il fait très secs et très chauds, la plante ne va pas être un précurseur très important.

La soglia fisiologica per cui un albero smette di sintetizzare i COV è di 40-42 °C. Queste soglie vengono raggiunte sempre più spesso nelle regioni mediterranee. Nei bilanci annuali, non è perché si piantano più alberi che si hanno più emissioni. I progetti europei hanno dimostrato che nelle principali città mediterranee si sta cercando di scegliere specie arboree che limitino le isole di calore ed emettano poche sostanze volatili. Questi approcci sono sempre più presi in considerazione. Tuttavia, se il clima è molto secco e molto caldo, la pianta non sarà un precursore molto importante.

# 4

## THÉMATIQUE N°2/TEMA 2

---

**Estimation à plus grande échelle : Avec quels outils estimer la part de l'apport d'ozone transfrontalier dans nos concentrations locales ?**

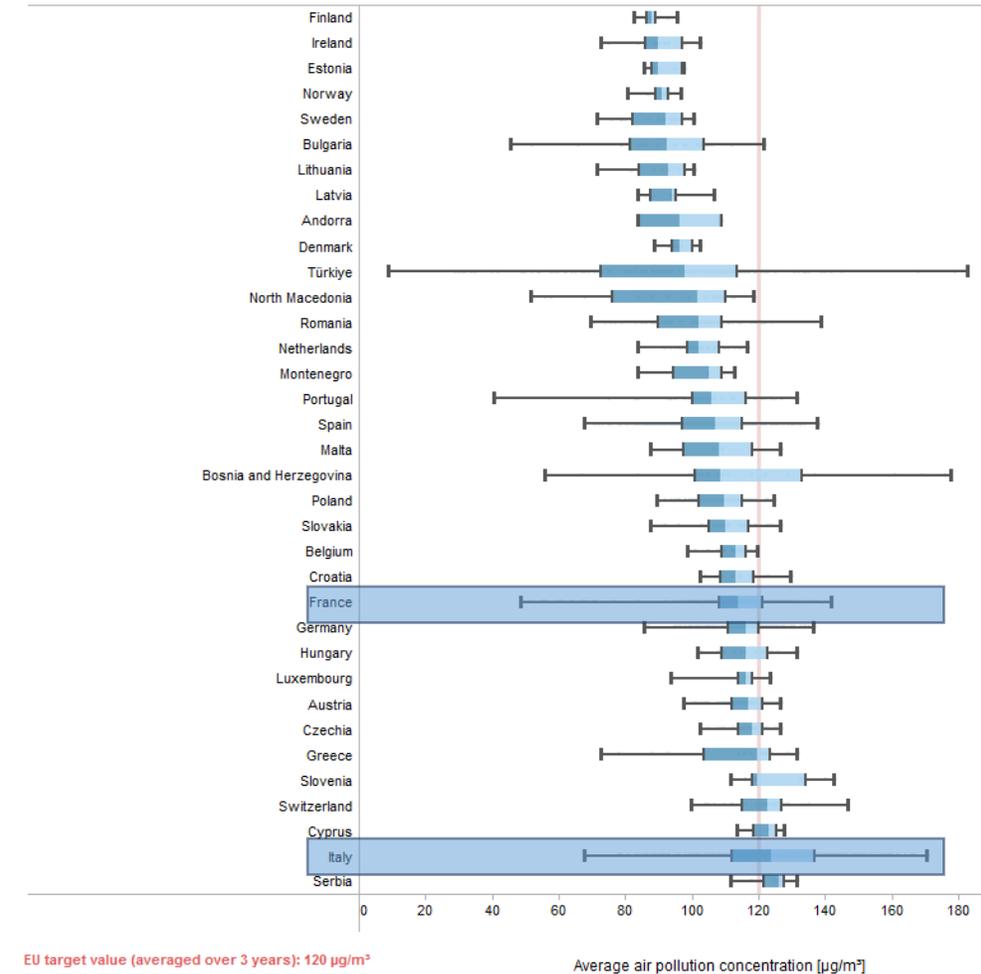
**Stima a larga scala: quali strumenti possono essere utilizzati per stimare il contributo dell'ozono transfrontaliero alle nostre concentrazioni locali?**

# POURQUOI MODÉLISER L'OZONE ? / PERCHÉ MODELLIZZARE

## L'OZONO?

O<sub>3</sub> concentrations in 2022 by country in relation to the EU target value

value



EU target value (averaged over 3 years): 120 µg/m³

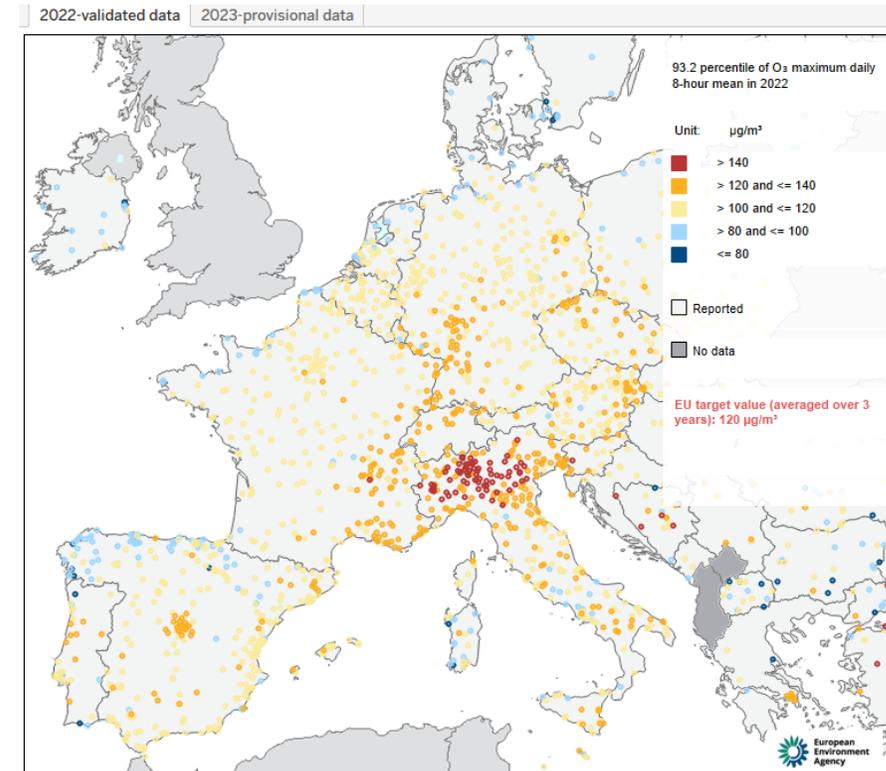
Average air pollution concentration [µg/m³]

Share of the EU urban population exposed to air pollutant concentrations above certain EU standards and WHO guidelines in 2022



Concentrations of O<sub>3</sub> in 2022 and 2023 in relation to the EU target value

value

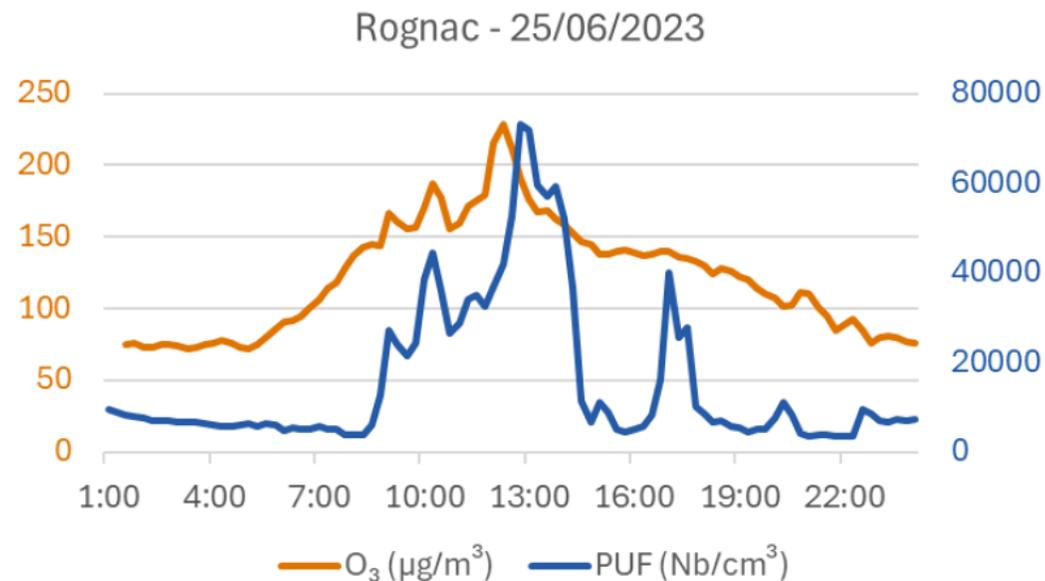
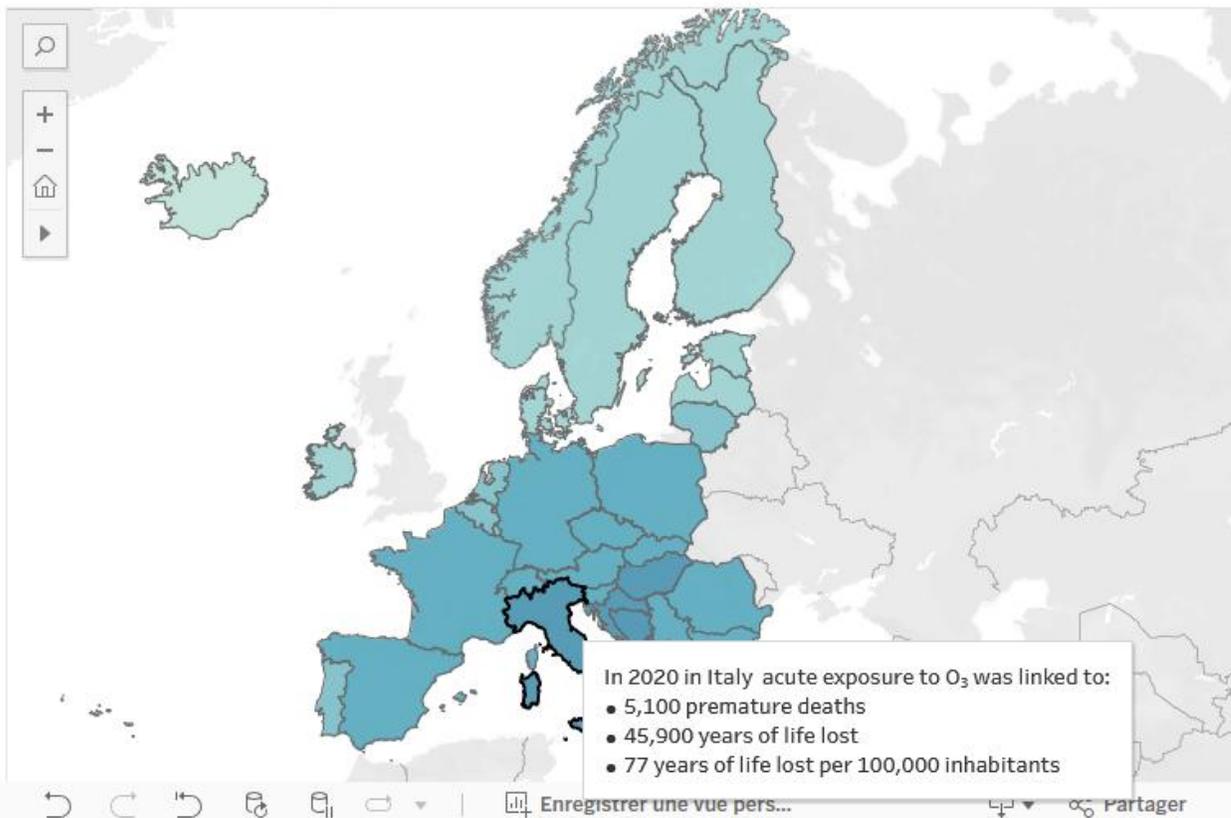


Source : Europe's air quality status 2024, doi: 10.2800/5970

# POURQUOI MODÉLISER L'OZONE ? / PERCHÉ MODELLIZZARE

## L'OZONO?

Map 3. Premature deaths, YLL and YLL/100,000 attributable to acute exposure to O<sub>3</sub> above 70 µg/m<sup>3</sup> (SOMO35) in 2020, by country



L'ozone est le produit de la pollution photochimique qui génère également aérosols organiques secondaires, nitrates organiques...

L'ozono è il prodotto dell'inquinamento fotochimico che genera in egual misura aerosol organici secondari, nitrati organici...

Source : Europe's air quality status 2024, doi: 10.2800/5970

Interreg



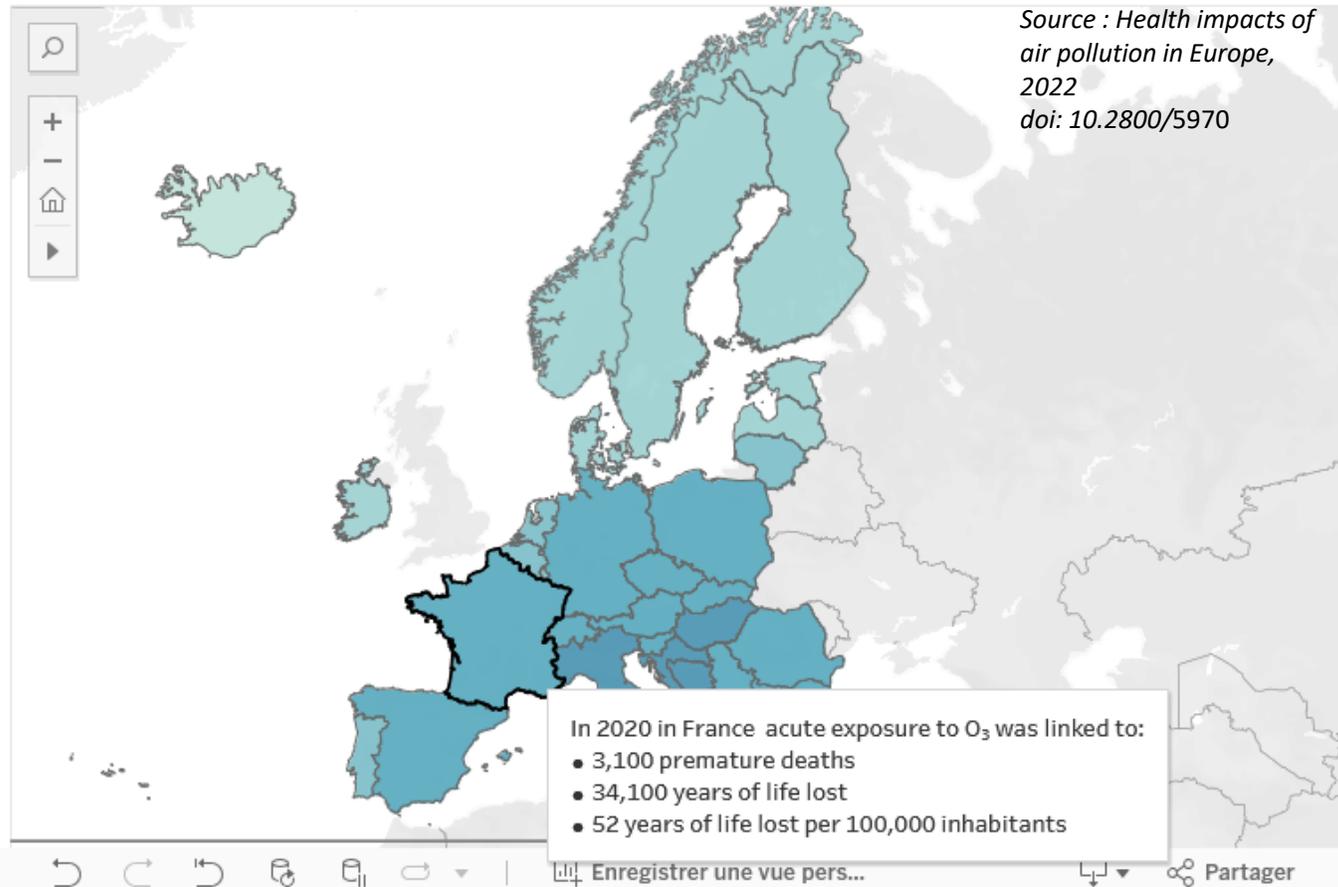
Cofinancié par l'Union Européenne  
Cofinanziato dall'Unione Europea

France - Italia ALCOTRA



# POURQUOI MODÉLISER L'OZONE ? / PERCHÉ MODELLIZZARE L'OZONO?

Map 3. Premature deaths, YLL and YLL/100,000 attributable to acute exposure to O<sub>3</sub> above 70 µg/m<sup>3</sup> (SOMO35) in 2020, by country

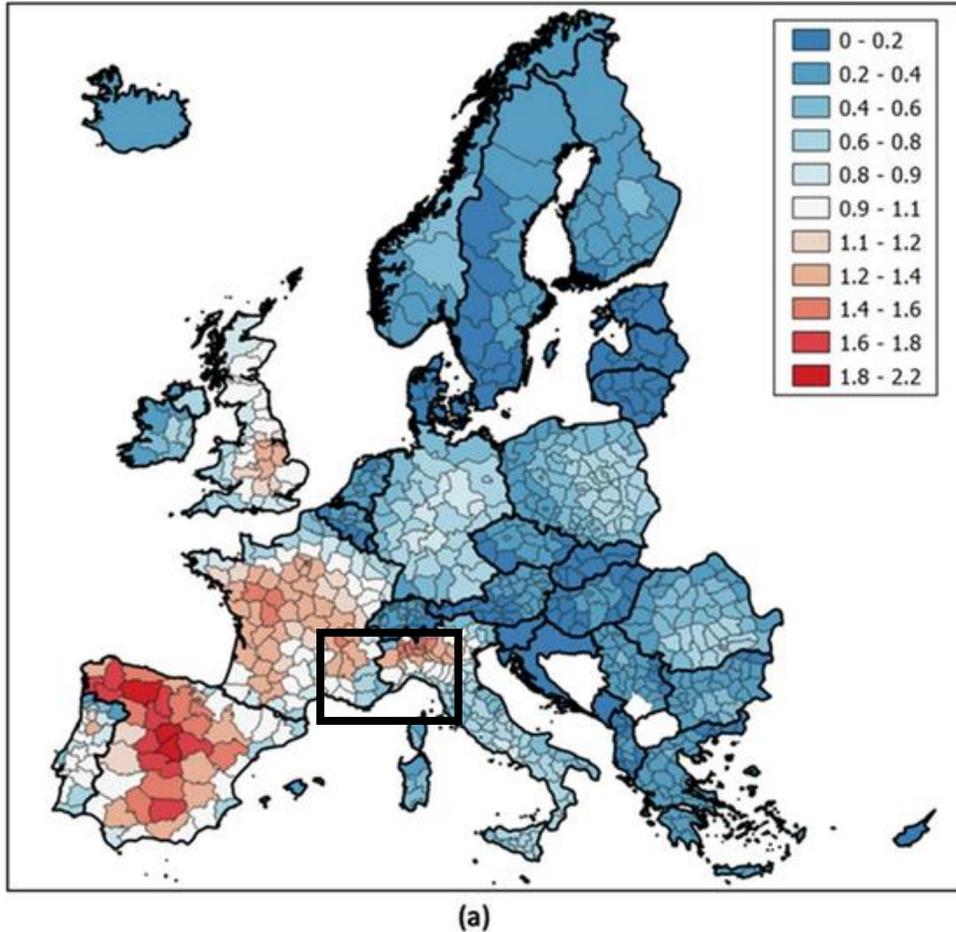


L'ozone est un polluant issu des réactions photochimiques qui produisent également des aérosols et des oxydants. C'est aussi le 3<sup>ème</sup> gaz à effet de serre.

L'ozono è un inquinante derivante da reazioni fotochimiche che producono anche aerosol e ossidanti. È anche il 3° gas ad effetto serra.

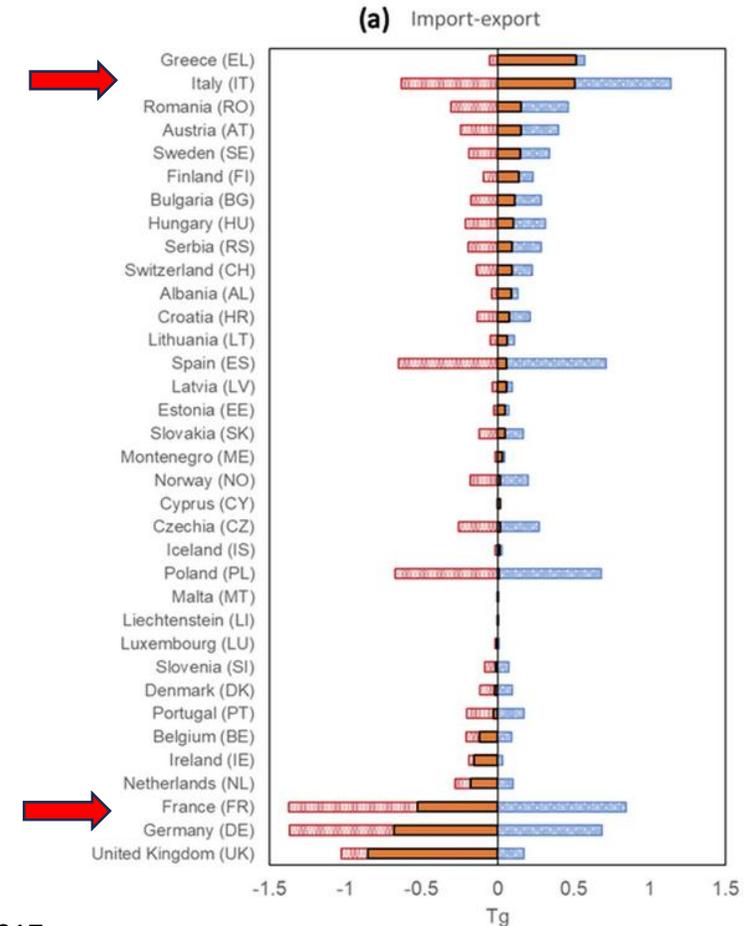
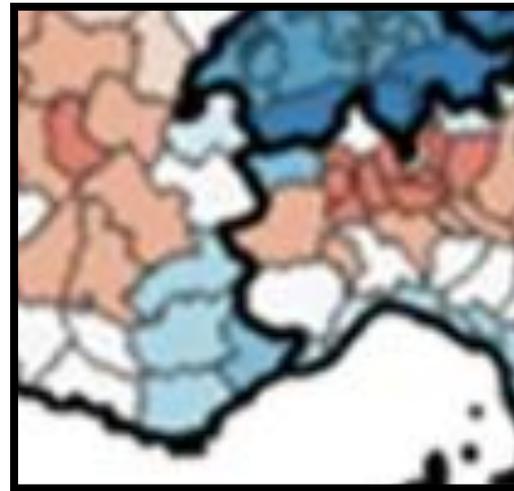
# TRANSPORT EXOGENE ? / TRASPORTO ESOGENO ?

■ import  
 ■ export  
 ■ Import-export



SOURCE : Garatachea, R., Pay, M.T., Achebak, H. *et al.* National and transboundary contributions to surface ozone concentration across European countries. *Commun Earth Environ* **5**, 588 (2024).  
<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01716-w>

En bleu : EU contribution  
 En rouge : contribution nationale

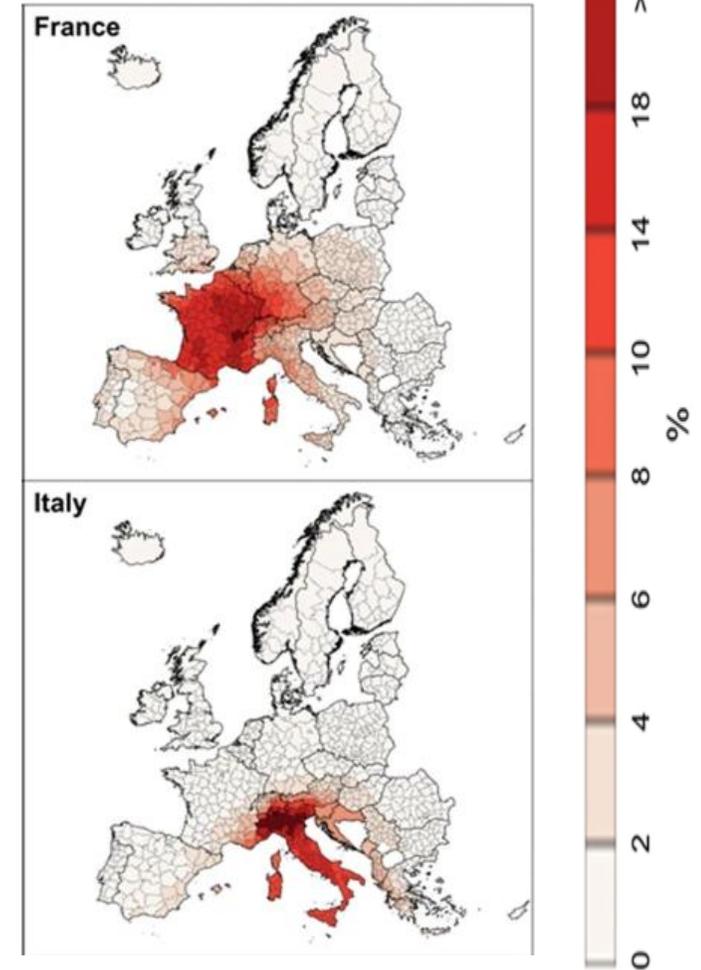
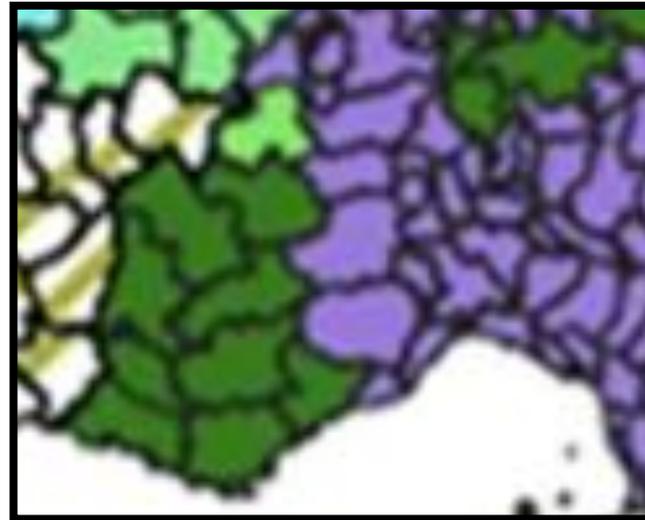
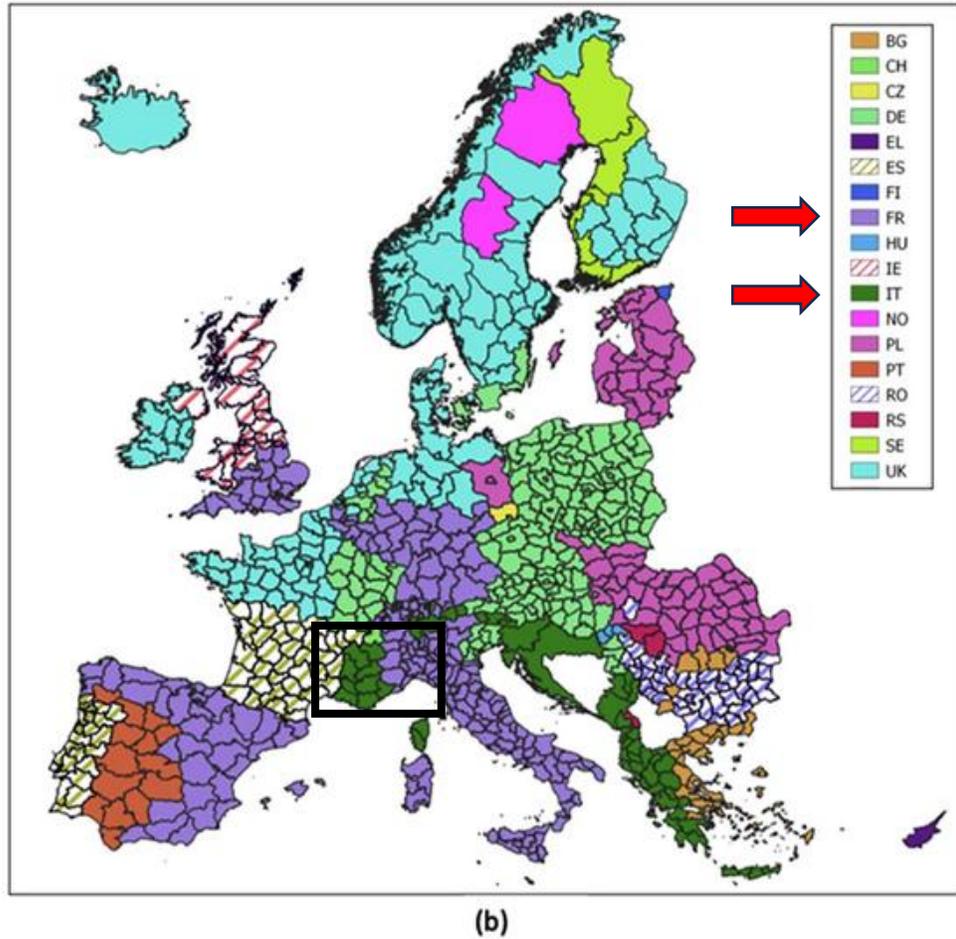


a / Ratio of the average concentrations by nuts between the NATIONAL contribution and the contribution of the other European countries (EUC).  
 2015-2017

Model CMAQ  
 WRF : 2015-2017  
 Émissions CAMS-REG-APv4.2  
 Résolution : 18km

# TRANSPORT EXOGENE ? / TRASPORTO ESOGENO ?

SOURCE : Garatachea, R., Pay, M.T., Achebak, H. *et al.* National and transboundary contributions to surface ozone concentration across European countries. *Commun Earth Environ* 5, 588 (2024).  
<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01716-w>



Principal country contributor in each nut, without considering the national contribution. **2015-2017**

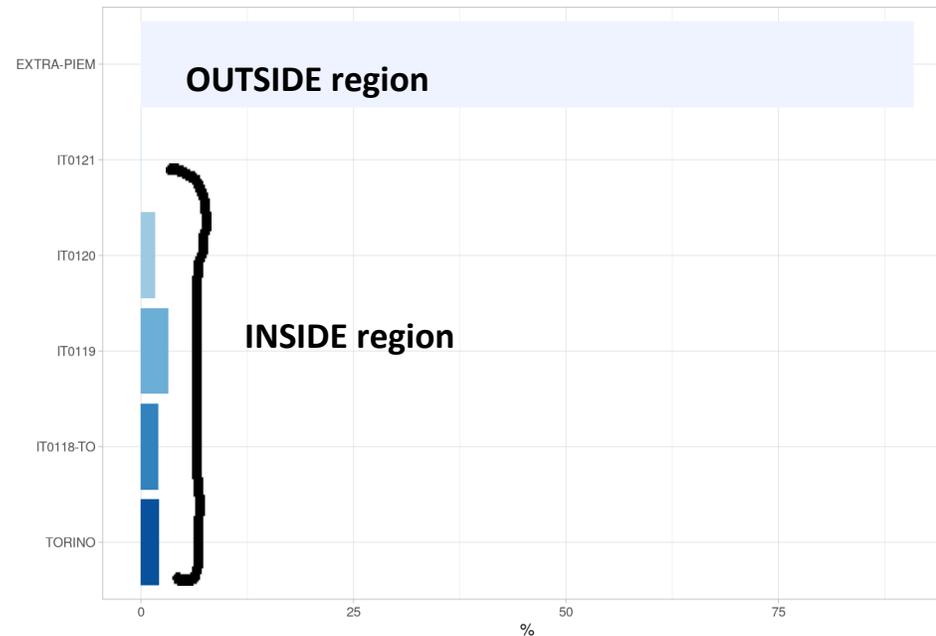
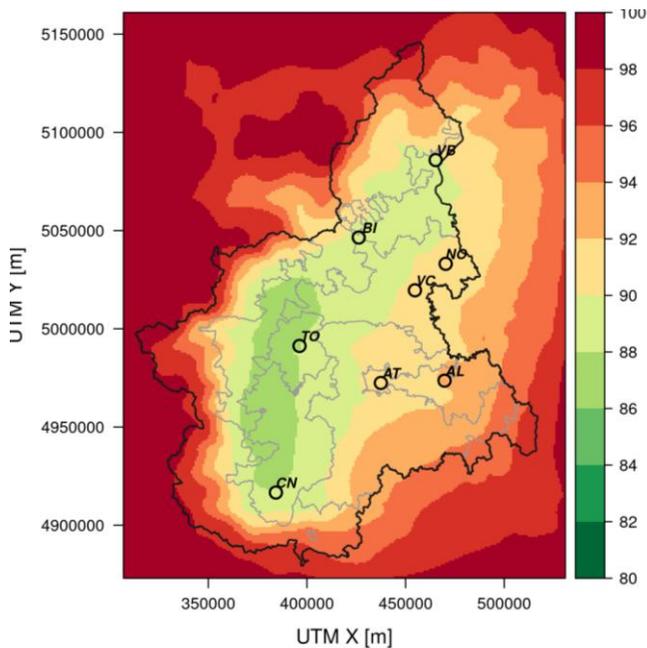
# PIEMONTE (2022)

FARM with ORSA (On-Line Reactive Source Apportionment) tagging algorithm

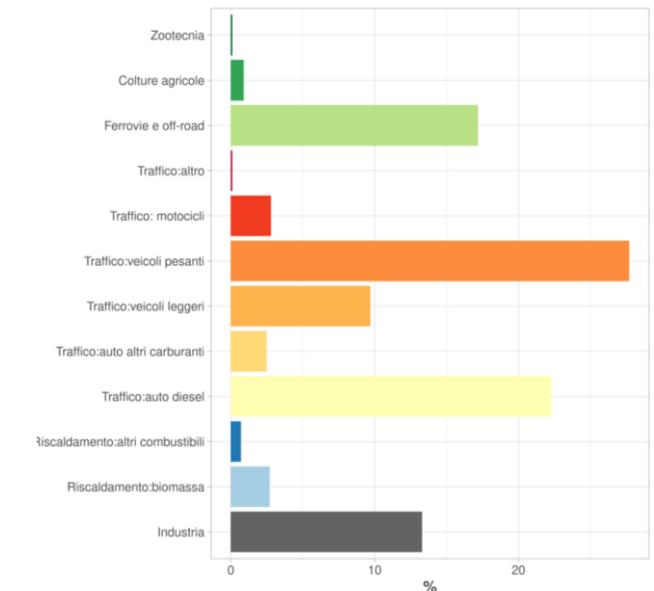
Source apportionment simulations to support the implementation of the Regional Air Quality Plan (referred to year 2022)

Model FARM ORSA  
Emissions 2019/2022  
Meteo : WRF  
Resolution : 4km

**BC contribution to O3 annual mean**



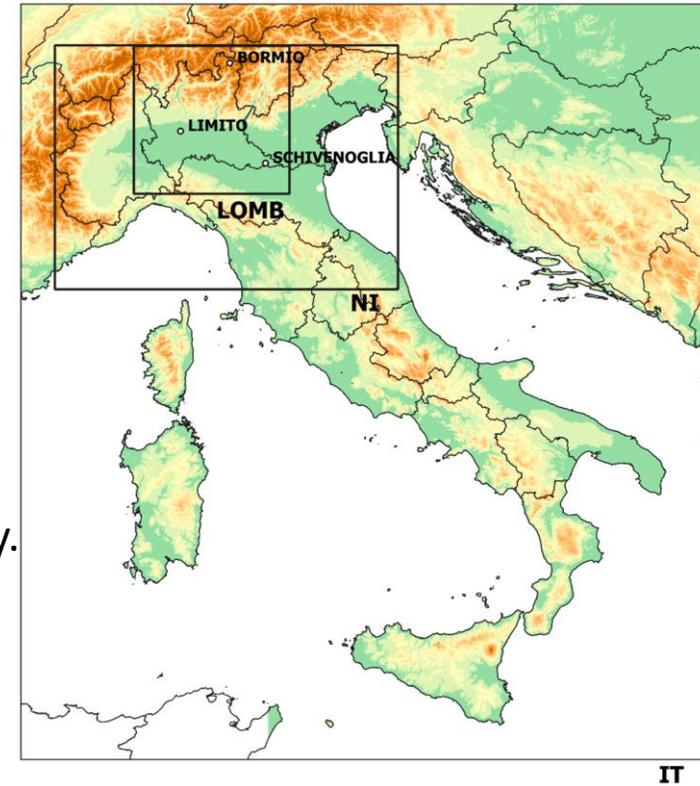
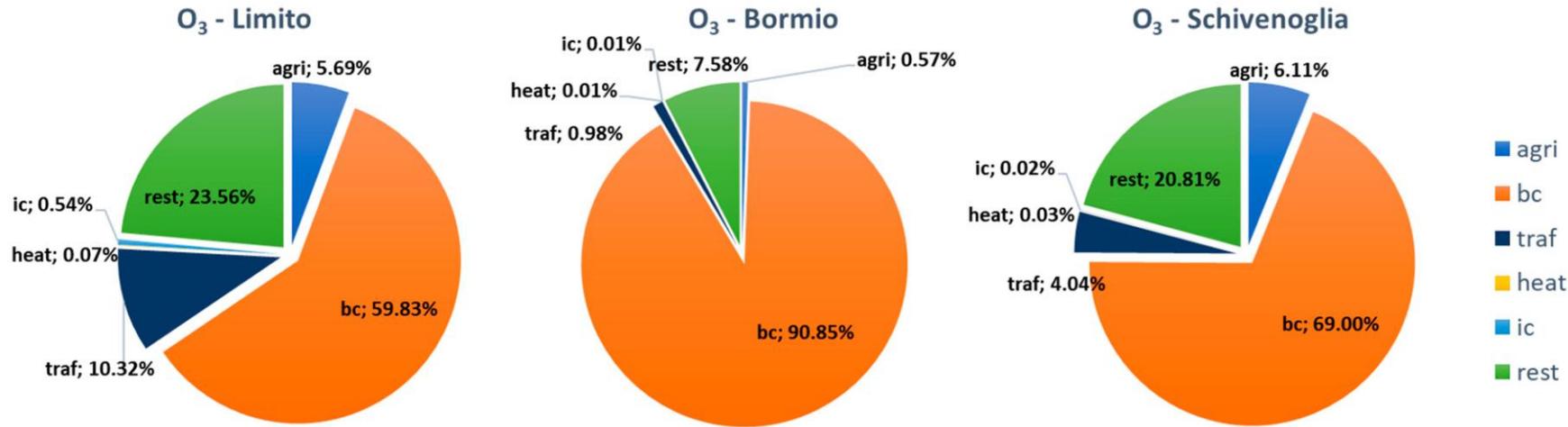
**INSIDE/OUTSIDE region contribution to O3 annual mean (Torino – Lingotto station)**



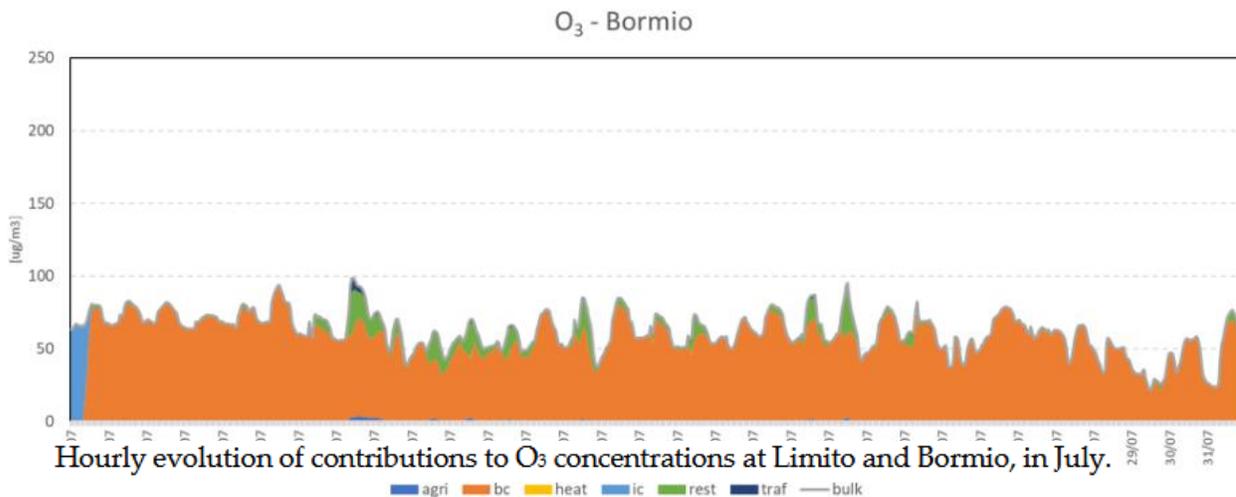
**Sectorial contribution (only inside emissions) to O3 annual mean (Torino – Lingotto station)**

# ITALY WITH FARM - ORSA

FARM with ORSA (On-Line Reactive Source Apportionment) tagging algorithm



Distribution of the average contributions to O<sub>3</sub> concentrations at 3pm for the month of July.



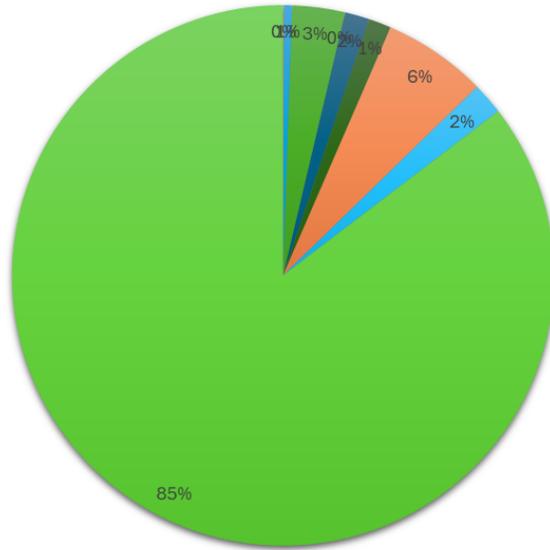
Calori, G., Briganti, G., Uboldi, F., Pepe, N., D'Elia, I., Mircea, M., Marras, G. F., & Piersanti, A. (2024). Implementation of an On-Line Reactive Source Apportionment (ORSA) Algorithm in the FARM Chemical-Transport Model and Application over Multiple Domains in Italy. *Atmosphere*, 15(2), 191. <https://doi.org/10.3390/atmos1502019>

# RÉGION SUD : SOURCE APPORTIONNEMENT AVEC CAMx (2015)



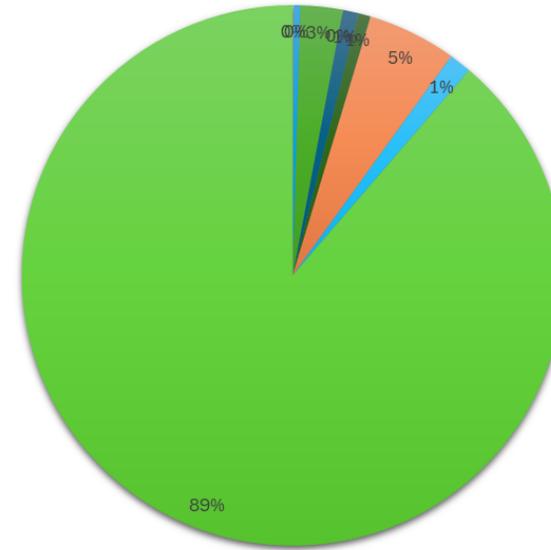
Model CAMx OSAT  
Emissions 2015 EMEP  
Meteo : WRF  
Resolution : 12km

Ozone contribution - summer 2015 - Marseille (Urban)



■ Agriculture ■ Energy ■ Industrial processes ■ Natural sources ■ Non road ■ Residential ■ Road transport ■ Maritime ■ ICBC

Cheiron (Background)



■ Agriculture ■ Energy ■ Industrial processes ■ Natural sources ■ Non road ■ Residential ■ Road transport ■ Maritime ■ ICBC

L'été à Marseille 85% de l'ozone provient du transfrontalier à la région Sud

In estate a Marsiglia l'85% dell'ozono proviene dalla regione transfrontaliera e va verso la regione Sud

# Auvergne-Rhône-Alpes (2018)

Model CHIMEREv2017

Meteo : WRF in 2018

Emissions 2015

Resolution : 3km

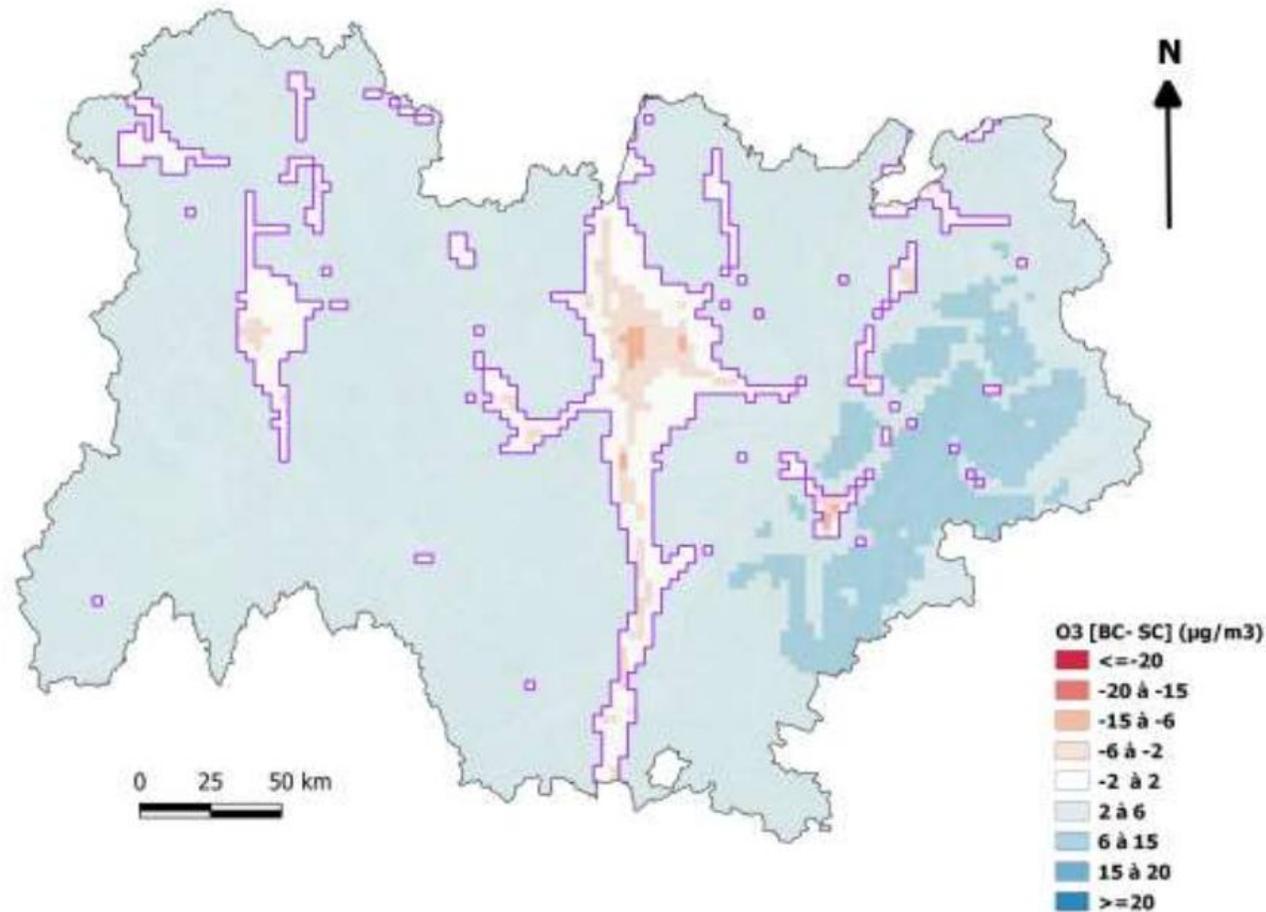


Figure 41 - Répartition spatiale des régimes chimiques de la saison estivale. Délimitation de la zone de passe  $\Delta O_3^{NOx} = \Delta O_3^{COV}$  par iso-contour violet

Dans la zone de fortes émissions (en rouge sur la carte), le régime chimique de formation de l'ozone est limité par les COV toute l'année. Ailleurs, en bleu sur la carte, le régime chimique est limité par les COV d'octobre à mars et alors qu'il est limité par les NOx d'avril à septembre.

Nella zona ad alte emissioni (in rosso sulla mappa), il regime chimico di formazione di l'ozono è limitato dai COV tutto l'anno. Altrove, in blu sulla mappa, il regime chimico è limitato dai COV da ottobre a marzo mentre è limitato dai NOx da aprile a settembre.

Source : Atmo AURA [Ozone troposphérique : état des connaissances et sensibilité de réductions d'émissions de précurseurs](#)

# OUTILS DE MODÉLISATION / MODELLI

## Questions auxquelles nous aimerions répondre :

1. Quelle est la contribution de l'ozone formée à l'extérieur de notre territoire ?
2. Quelle est la part des sources anthropiques et biogéniques locales dans la formation d'ozone ?

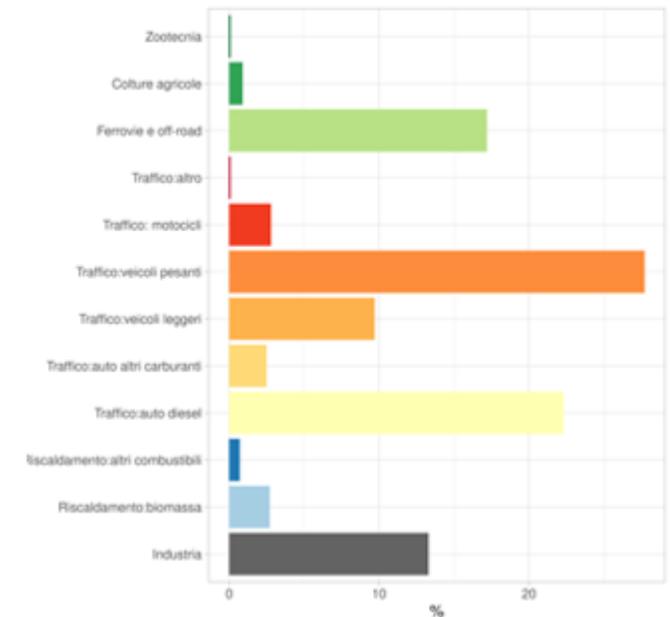
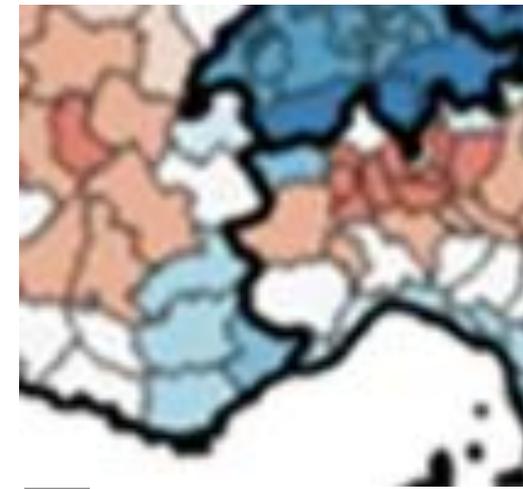
☒ Quel est le meilleur levier pour diminuer les concentrations d'ozone (pics et niveau moyen) ?

## Domande che seguono le nostre risposte:

1 Qual è il contributo dell'ozono formato fuori dal nostro territorio?

2. Qual è il ruolo delle fonti locali antropiche e biogeniche nella formazione dell'ozono?

☒ Qual è la leva il metodo migliore per ridurre le concentrazioni di ozono (picchi e livelli medi)?



# OUTILS DE MODÉLISATION / MODELLI

## Quels outils de modélisation pour estimer la contribution exogène et des sources anthropiques ?

- Scénarios de coupure avec un modèle eulérien (modèle CHIMERE)
- Modélisation avec module de « source apportement » (modèle CAMx)

## Quali strumenti di modellizzazione possono essere utilizzati per stimare il contributo esogeno e quello delle fonti antropiche?

- Scenari di cut-off con un modello Euleriano (modello CHIMERE)
- Modellizzazione con modulo “source apportement” (modello CAMx)

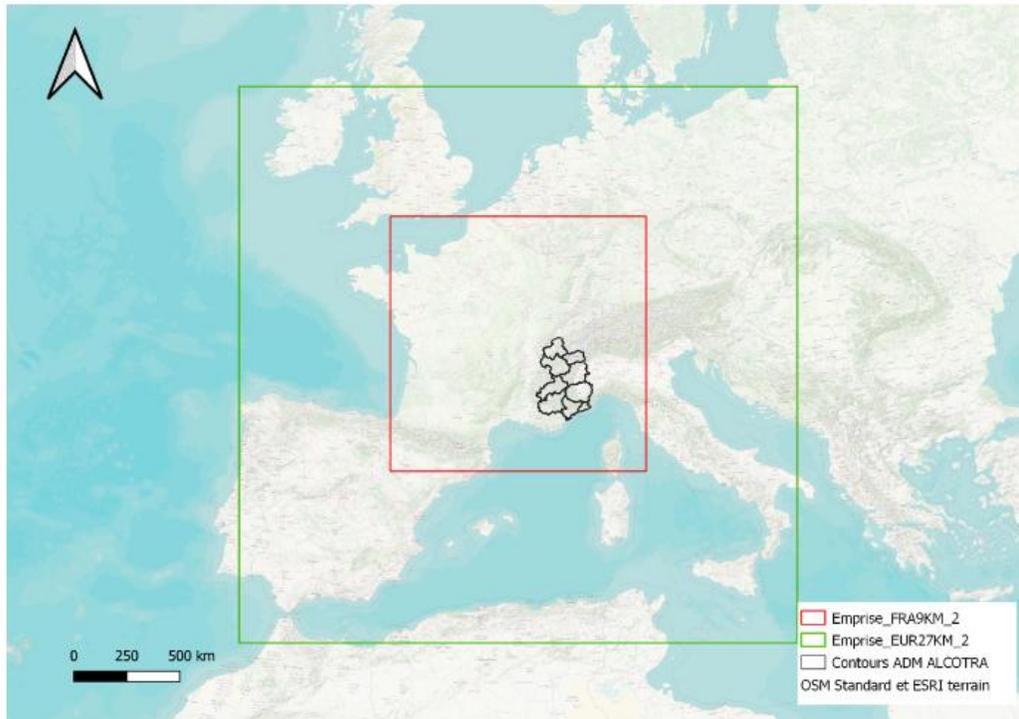
	Increment (INC) $\sum_{Downw} (\bullet + \circ) - \sum_{Bckg} (\circ)$	Contribution (MT) $\sum \bullet$	Impact (ERI) $\sum \{\cancel{\bullet} + \cancel{\circ}\}$
		Receptor models Tagging models	LOW HIGH
Spatial	✓	✗	✓
Sectoral	✗	✓	✓
Usage	Easy to implement. Often used to estimate the regional vs. local component in urban air quality plans.	Source models are widely used to support short-and long term planning. Receptor models can be used to identify new linear emission sources.	Mostly used at country or regional scales to support the design of air quality plans, both short- and long-term.

Fig. Main characteristics of the source apportionment methods, in terms of their ability to distinguish the spatial (e.g. urban vs. regional) and sectoral (e.g. transport vs. residential heating) origin of air pollution.

Source : Thunis, P., Clappier, A., Tarrason, L., Cuvelier, C., Monteiro, A., Pisoni, E., Wesseling, J., Belis, C.A., Pirovano, G., Janssen, S., Guerreiro, C., Peduzzi, E., 2019. Source apportionment to support air quality planning: strengths and weaknesses of existing approaches. *Environ. Int.* 130, 104825. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.019>.

# QUESTION / DOMANDA

Quelle modélisation employée pour estimer la part de l'ozone exogène à nos territoires ? / **Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono che si forma fuori dalle nostre regioni?**



Influence of stratosphere-troposphere exchange on long-term trends of surface ozone in CMIP6

Yetong Li <sup>a</sup>, Yan Xia <sup>a b</sup> 人 信, Fei Xie <sup>a</sup> 人 信, Yingying Yan <sup>c</sup>

## Highlights

- Stratosphere-troposphere exchange (STE) of ozone is an important source of surface ozone, especially during winter.
- The changes in STE tend to decrease surface ozone during 1960–1997 and increase surface ozone during 1997–2014 in the SH.
- In the NH, STE contributes to positive trends in surface ozone over both 1960–1997 and 1997–2014.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l'ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**Y. Channac :** Une remarque par rapport à l'ozone et la santé. Quand on a une augmentation de l'ozone la nuit parce qu'on a moins de consommation, qu'on a des actions sur le trafic automobile qui entraînent une augmentation locale des concentrations, il faut garder en mémoire que ce n'est pas une augmentation de la pollution dans son ensemble. S'il y a plus d'ozone parce qu'on réduit la consommation de l'ozone, sur le cycle de Chapman ça veut dire qu'il y a moins d'acide nitrique, d'aldéhyde, d'oxydes azote, de composés oxygénés, moins de formation de particules ultrafines liées à la réaction de l'acide nitrique avec les COV et que d'une manière générale la charge oxydante de l'air ambiant diminue. Donc l'ozone de ce point de vue est un mauvais indicateur car on peut avoir une augmentation de l'ozone alors que la charge oxydante diminue et qu'il ne faut pas confondre l'indicateur qu'on utilise l'ozone avec l'impact de la pollution photochimique sur la santé. Il faut être attentif à ce biais. Quand il y a moins de consommation d'ozone, quand on réduit d'oxydes d'azote et que ça entraîne une diminution de la consommation d'ozone y compris en journée, c'est quand même une diminution de la charge oxydante totale de l'atmosphère.

Un commento su ozono e salute. Quando si registra un aumento dell'ozono di notte perché si consuma meno, o quando si interviene sul traffico automobilistico che porta a un aumento locale delle concentrazioni, dobbiamo ricordare che non si tratta di un aumento dell'inquinamento nel suo complesso. Se c'è più ozono perché se si riduce il consumo, nel ciclo Chapman questo significa che c'è meno acido nitrico, aldeidi, ossidi di azoto, composti ossigenati, meno formazione di particelle ultrafini legate alla reazione dell'acido nitrico con i COV e che, in generale, diminuisce il carico ossidante dell'aria ambiente. Da questo punto di vista, quindi, l'ozono è un indicatore inadeguato, in quanto si può avere un aumento dell'ozono mentre il carico ossidante diminuisce, e non dobbiamo confondere l'indicatore che utilizziamo, l'ozono, con l'impatto dell'inquinamento fotochimico sulla salute. Dobbiamo essere consapevoli di questo pregiudizio. Quando si consuma meno ozono, quando si riducono gli ossidi di azoto e questo porta a una riduzione del consumo di ozono, anche durante il giorno, significa comunque una riduzione del carico ossidante totale nell'atmosfera.

**A. Armengaud :** Les épidémiologues disent que le plus important c'est d'agir sur les concentrations de particules car c'est ce polluant qui a des liens évidents notamment les particules ultrafines sur la santé. Ce lien épidémiologique existe aussi sur l'ozone. C'est un effet cumulatif qu'il faut prendre en compte. J'ai une question pour Elena, sur les plantes, l'ozone est plus délétère pour la plante que ne le sont les particules ? Les stomates pourraient être mises à mal avec des concentrations d'ozone très importantes induisant une feuille abimée.

Gli epidemiologi affermano che la cosa più importante è agire sulle concentrazioni di particolato particelle, perché è questo inquinante che ha chiari legami con la salute, in particolare le particelle ultrafini. Questo legame epidemiologico esiste anche per l'ozono. È un effetto cumulativo che deve essere preso in considerazione. Ho una domanda per Elena: sulle piante, l'ozono è più dannoso del particolato fine? Gli stomi potrebbero essere danneggiati da concentrazioni di ozono molto elevate, con conseguenti danni alle foglie?

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**E. Ormeno :** C’est vrai qu’on parle beaucoup des facteurs climatiques et moins des autres facteurs qui impactent la plante. L’ozone est le principal oxydant du végétal i.e. en quelques heures si les concentrations sont supérieures à  $600\mu\text{g}/\text{m}^3$  comme en Asie, elle noircit en 24h. C’est immédiat. Elle va perdre toute sa capacité à émettre des COV biogéniques mais aussi à assimiler l’ozone, une petite fraction seulement. La question sur est-ce que les particules sont plus impactantes n’est pas tranchée, il manque des études sur le sujet. On peut imaginer que les particules très fines obstruent les stomates et de ce fait obstruent la capacité du végétal à piéger le  $\text{CO}_2$  et produire les COV biogéniques. C’est un champ à explorer. Les plus grands travaux proviennent de chercheurs italiens comme Silvano Fares qui ont beaucoup travaillé sur ces aspects là.

È vero che si parla molto di fattori climatici e meno di altri fattori che hanno un impatto sulle piante. L'ozono è il principale ossidante per le piante, cioè in poche ore se le concentrazioni sono superiori a  $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ , come in Asia, queste diventano nere in 24 ore. È una cosa immediata. Perdono tutte le loro capacità di emettere COV biogenici e anche di assimilare l'ozono se non una piccola parte. La questione se le particelle fini abbiano un impatto maggiore non è chiara, poiché mancano studi in merito. È ipotizzabile che le particelle molto fini ostruiscano gli stomi, ostacolando così la capacità della pianta di intrappolare la  $\text{CO}_2$  e produrre COV biogeni. È un campo che merita di essere esplorato. I lavori più importanti provengono da ricercatori italiani come Silvano Fares, che hanno lavorato molto su questi aspetti.



**Fares et al., « Testing Removal of Carbon Dioxide, Ozone, and Atmospheric Particles by Urban Parks in Italy ».**

**S. Magri :** Dans un cours, on disait que les plantes d'Europe du Nord ayant des stomates plus grands étaient plus sujettes au dépérissement que le type de végétation que l'on trouve en Europe centrale et méridionale.

In un corso veniva spiegato che le piante del nord Europa avendo degli stomi più grandi erano più soggette al degrado rispetto al tipo di vegetazione presente nel centro sud Europa.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**A. Clappier :** C’est vrai qu’en milieu urbain, il y a des tendances opposées entre l’ozone et les précurseurs puisque quand on va diminuer les NOx, l’ozone va avoir tendance à augmenter. Donc si on regardait que ça, on serait amené à ne pas prendre de décisions. Les effets de l’ozone sur la santé semblent moins importants que ceux des particules et des NOx ce qui fait que ces dernières années l’ozone a été délaissé. Pour des raisons politiques peut-être , il revient. Il peut risquer de diminuer les rendements agricoles d’après de récentes études. Ça a un effet économique et on touche dans le milieu rural mais d’abord comprendre si cet ozone il augmente ou pas. Par rapport à la question d’Alexandre sur les méthodes de tagging et de coupure, on voit bien la contradiction à laquelle on peu aboutir avec l’augmentation d’ozone. Car en termes de calcul d’impact de réduction, on va avoir un résultat négatif i.e. l’ozone va augmenter ce qui donnerait des impacts négatifs ce qui est impossible dans le cadre d’un calcul de tagging où les contributions par construction sont toujours positives. Donc comment faire pour interpréter les résultats des modèles ? Ce constat illustre la difficulté qu’on a à avoir une approche cohérente. Un travail conséquent à été fait sur les particules mais sur l’ozone on n’a pas assez progressé.

È vero che negli ambienti urbani ci sono tendenze opposte tra ozono e precursori, perché quando si riducono i NOx, l'ozono tende ad aumentare. Quindi, se ci limitassimo a questo, non saremmo in grado di prendere alcuna decisione. Gli effetti dell'ozono sulla salute sembrano essere meno significativi di quelli del particolato e dei NOx, motivo per cui l'ozono è stato trascurato negli ultimi anni. Ora, forse per ragioni politiche, sta tornando in auge. Secondo studi recenti, l'ozono può ridurre i rendimenti agricoli. Ha un effetto economico e colpisce le aree rurali, ma prima dobbiamo capire se l'ozono sta aumentando o meno. Per quanto riguarda la domanda di Alexandre sui metodi di tagging e di cut off, possiamo vedere chiaramente la contraddizione che si può creare con l'aumento dell'ozono. In termini di calcolo dell'impatto della riduzione, il risultato sarà negativo, cioè l'ozono aumenterà, il che avrebbe un impatto negativo, cosa impossibile in un calcolo di tagging dove i contributi sono sempre positivi. Come interpretare quindi i risultati del modello? Questa osservazione illustra la difficoltà di avere un approccio coerente. È stato fatto molto lavoro sul particolato, ma non sono stati fatti sufficienti progressi sull'ozono.

**P. Thunis :** Le travail de 2019 été focalisé sur les PM et on n’a pas eu le temps de regarder sur l’ozone. La motivation de ce travail c’est qu’en utilisant pour le même modèle le tagging et la méthode de coupure, les résultats diffèrent. Sur la réaction de l’ammoniac, il y a un facteur 3 entre les deux modèles. On s’est posé la question et il s’avère que le tagging ne peut pas être utilisé pour interpréter les résultats en termes de planning. Les contributions de tagging ne nous donneront jamais l’impact que pourra avoir une réduction. C’est le cas quand ce sont des phénomènes non-linéaires.

Il lavoro del 2019 si è concentrato sul PM e non abbiamo avuto il tempo di esaminare l'ozono. Il motivo di questo lavoro è che utilizzando lo stesso metodo di tagging e cut-off per lo stesso modello, i risultati differiscono. Per quanto riguarda la reazione dell'ammoniaca, c'è un fattore di 3 tra i due modelli. Ci siamo posti questa domanda ed è emerso che il tagging non può essere utilizzato per interpretare i risultati in termini di pianificazione. I contributi del tagging non ci daranno mai l'impatto che potrebbe avere una riduzione.

Questo accade quando sono coinvolti fenomeni non lineari.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**P. Thunis :** On utilise la méthode de coupure dans le cadre de FairMod pour supporter les plans de qualité de l’air, car ils vont nous donner directement les réactions à une réduction d’émission. Ainsi, les méthodes de tagging ne vont pas permettre d’être utilisée mais cette méthode sera intéressante pour évaluer les responsabilités de chaque source dans la formation d’ozone.

Sur les contributions exogènes de l’ozone, le JRC a fait une étude où on avait réduit toutes les émissions en Europe. Il nous restait encore 50% de l’ozone partout. Ca montrait ou bien que le modèle EMEP ne fonctionne pas, ou bien il y a un import extra européen. Ca avait été aussi confirmé par la taskforce HTAP sur le transport hémisphérique et la conclusion disait que réduire les émissions aux USA étaient plus efficaces pour abattre les concentrations en Europe. Sur la moyenne d’ozone, le transport était très important. L’impact du méthane est aussi à questionner. Tout ce qui est mesure locale est absolument inefficace, 10 à 20% de diminution de pics d’ozone et même en diminuant en Europe on garde 50%.

Il metodo del cut-off è utilizzato nel FairMod per supportare i piani di qualità dell'aria, in quanto ci darà una risposta diretta alla riduzione delle emissioni. Non verranno quindi utilizzati metodi di tagging, ma questo metodo sarà interessante per valutare le responsabilità di ciascuna fonte nella formazione dell'ozono. Per quanto riguarda i contributi esogeni all'ozono, il JRC ha condotto uno studio in cui sono state ridotte tutte le emissioni in Europa. Il 50% dell'ozono era ancora presente ovunque. Questo dimostra che il modello EMEP non funziona o che c'è un'importazione da fuori Europa. Ciò è stato confermato anche dalla task force HTAP sul trasporto emisferico, che ha concluso che la riduzione delle emissioni negli Stati Uniti era più efficace della riduzione delle concentrazioni in Europa. Il trasporto è molto importante per i livelli medi di ozono. Anche l'impatto del metano deve essere messo in discussione. Tutte le misure locali sono assolutamente inefficaci, con una riduzione del 10-20% dei picchi di ozono, e anche con una riduzione in Europa, il dato rimane al 50%.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**Y. Channac :** Sur l’étude, pour les différents départements de la région Sud, il y a une contribution hors Europe notamment d’Amérique du Nord, qui est de 50% sur les Bouches-du-Rhône, le département le plus émetteur. Ca monte à 68% dans les Hautes-Alpes où il y a moins d’émissions locales et où la composante de l’altitude qui fait que les territoires sont plus près de la troposphère libre ce qui facilite les échanges. Donc après si on rajoute à cette part qui de toute façon est supérieure à la moitié, il y a encore une quinzaine de % qui est issu du secteur du transport maritime en mer. On a encore 10 et 20% des pays limitrophes ce qui fait que la contribution locale est limité à 10-20% en fonction des zones y compris quand on parle des zones les plus fortement émettrices comme les Bouches-du-Rhône donc les leviers d’actions sont extrêmement limités.

Nello studio, per i vari dipartimenti della regione meridionale, c'è un contributo extraeuropeo, in particolare dal Nord America, che è del 50% in Bouches-du-Rhône, il dipartimento con le emissioni più elevate. Sale al 68% nelle Hautes-Alpes, dove ci sono meno emissioni locali e dove la componente dell'altitudine fa sì che i territori siano più vicini alla troposfera libera, il che facilita gli scambi. A questa quota, che comunque è superiore alla metà, si aggiunge un altro 15% circa che proviene dal settore del trasporto marittimo. Un altro 10-20% proviene dai Paesi confinanti, il che significa che il contributo locale si limita al 10-20% a seconda della zona, comprese le aree con le emissioni più elevate, come le Bouches-du-Rhône, per cui le leve di azione sono estremamente limitate.

**P. Thunis :** Ca confirme que les méthodes de tagging et de coupure sont assez consistantes et arrivent sur ces valeurs. C’est logique ça dépend des conditions aux limites qu’on va fixer à l’Europe.

Questo conferma che i metodi di tagging e cut-off sono abbastanza coerenti e arrivano a questi valori. Logicamente, dipende dalle condizioni al contorno che imposteremo per l'Europa.

**A. Armengaud :** Il faudra tester les conditions aux limites qu’on utilise dans ces tests. Si effectivement le forçage qu’on a sur l’Amérique du Nord est important, on aura des contributions importantes. J’ai eu des discussions avec Barbara d’Anna sur la durée de vie de l’ozone. On a bien vu qu’en Chine on avait des précurseurs qui continuaient à augmenter contrairement à ce qui se passe à l’est des USA et en Europe où les NOx diminuent. C’est quelques jours voire semaines. Est-ce qu’on peut avoir un apport de la Chine ?

Le condizioni al contorno utilizzate in questi test dovranno essere verificate. Se la forzante che abbiamo sul Nord America è davvero significativa, saremo in grado di dare un contributo importante. Ho discusso con Barbara d’Anna sulla durata dell’ozono. Abbiamo visto chiaramente che in Cina i precursori continuano ad aumentare, a differenza degli Stati Uniti orientali e dell’Europa, dove i livelli di NOx stanno diminuendo. È una questione di giorni o settimane. Possiamo avere qualche indicazione dalla Cina?

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**A. Clappier :** Il y a deux facteurs qui jouent : la durée de vie de la molécule d’ozone qui est relativement faible de l’ordre de quelques jours mais néanmoins il y a tout le potentiel de précurseurs qui va former l’ozone et notamment le méthane qui a une longue durée de vie. L’ozone est un polluant qui se renouvelle. Quand on parle de contribution de l’extérieur , on ne parle pas seulement de l’ozone qui se déplace mais aussi de précurseurs qui vont venir alimenter la formation. S’il faut le garder en tête. Il faudra qu’on réfléchisse aux réponses qu’on a à donner sur nos régions, vous avez la maîtrise de l’outil local mais vous n’avez pas la maîtrise de l’extérieur. Il faudra réfléchir de manière commune avec les chercheurs pour avoir accès à des résultats de modèles plus grandes échelle.

I fattori in gioco sono due: la durata di vita della molecola di ozono, che è relativamente breve, solo pochi giorni e il potenziale dei precursori che formano l'ozono, in particolare il metano, che ha una lunga durata di vita. L'ozono è un inquinante che si rinnova. Quando parliamo di contributi dall'esterno, non parliamo solo dell'ozono che si sposta, ma anche dei precursori che ne alimentano la formazione. Dobbiamo tenerlo presente. Dobbiamo pensare alle risposte che dobbiamo dare nelle nostre regioni: abbiamo il controllo sullo strumento locale, ma non sul mondo esterno. Dobbiamo collaborare con i ricercatori per avere accesso ai risultati dei modelli su scala più ampia.

**J. Beaumet :** Je voulais réagir au propos d’Alain sur le rôle du méthane dans la formation de l’ozone. Dans les projets récents d’Atmo AURA, on a fait une simulation sur le long terme où la météo change suivant un scénario climatique mais pas les conditions aux limites ni le méthane. L’ozone c’est facile de calculer la pénalité qui est liée à l’augmentation de la température qui est à peu près d’1 à 1,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d’ozone en plus par degré de réchauffement. Y a-t-il des études qui ont été faites pour le méthane et de se dire 100 ou 200 ppb à l’échelle mondiale de méthane en plus, ça donne pour telle région la pénalité associée à l’augmentation du niveau de méthane ?

Volevo rispondere alle osservazioni di Alain sul ruolo del metano nella formazione dell'ozono. Nei recenti progetti di Atmo AURA, abbiamo effettuato una simulazione a lungo termine in cui il tempo cambia in base a uno scenario climatico, ma non le condizioni al contorno o il metano. Per quanto riguarda l'ozono, è facile calcolare la penalizzazione associata all'aumento della temperatura, che è di circa 1-1,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di ozono in più per ogni grado di riscaldamento. Sono stati fatti studi sul metano e sull'eventualità che 100 o 200 ppb di metano in più su scala globale potrebbero generare per un certa regione una penalità associata all'aumento dei livelli di metano?

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**P-V. Messina :** À l’INERIS, on a le projet SCALAIR où on va faire des simulations et faire un lien avec HTAP ? en faisant des simulations hémisphériques avec CHIMERE, pas tout à fait globale mais ça peut répondre à la question de l’apport transfrontalier. On va faire également sur l’Europe et la France. On pourrait dans quelques mois répondre à quelques questions et des liens à faire avec le projet ALP’AERA. SCALAIR est un projet ADEME AQACIA coordonné par le LMD et Sylvain Mailler. Il n’y aura pas de tagging mais on va faire des scénarios où on baisse les concentrations de méthane notamment mais aussi des scénarios sur les émissions.

Presso INERIS, abbiamo il progetto SCALAIR, in cui effettueremo simulazioni e creeremo un collegamento con il HTAP eseguendo simulazioni emisferiche con CHIMERE, che non è del tutto globale, ma può rispondere alla domanda sul contributo transfrontaliero. Lavoreremo anche sull'Europa e sulla Francia. Tra qualche mese saremo in grado di rispondere ad alcune domande e di creare dei collegamenti con il progetto ALP’AERA. SCALAIR è un progetto ADEME AQACIA coordinato dal LMD e da Sylvain Mailler. Non ci sarà alcuna etichettatura, ma verranno elaborati scenari in cui si ridurranno in particolare le concentrazioni di metano, oltre a scenari di emissione.

**A. Clappier :** Je voulais revenir sur la tendance inverse qu’on observe entre l’ozone, les NOx et les particules dans les centres villes. Quand on parle de l’effet de l’ozone sur les plantes, ça peut affecter les rendements agricoles mais pour les particules, les tendances sont que les concentrations en particules primaires vont se réduire au fur et à mesure qu’on s’éloigne des sources ce qui n’est pas le cas de l’ozone. Quand on est dans le panache urbain, c’est là où l’ozone peut être le plus élevé. La plante ne devrait pas être très impactée pas les particules. L’ozone risque d’être un sujet par rapport au rendement agricole dans un contexte de changement climatique où la sécheresse affaiblit les plantes.

Sur les aspects transfrontaliers, c’est plus crucial pour l’ozone que pour les PM. Une remarque par rapport à ce qu’on disait, il faut bien clarifier quelle réponse vous voulez obtenir ? Une réponse par rapport aux leviers sur lesquels agir pour réduire la pollution ou trouver la responsabilité des différentes sources. On peut imaginer qu’en centre ville, les émissions locales sont responsables d’une partie de l’ozone qui est présent. Par contre, en termes de leviers, les émissions en ville vont avoir un effet inverse qui sera bénéfique.

Volevo tornare sulla tendenza inversa che stiamo osservando tra ozono, NOx e particelle nei centri urbani. Quando parliamo dell'effetto dell'ozono sulle piante, esso può influire sui raccolti agricoli, ma per quanto riguarda le particelle, la tendenza è che le concentrazioni di particelle primarie si riducono quanto più ci si allontana dalle fonti, cosa che non accade per l'ozono. Quando ci si trova nel pennacchio urbano, è lì che i livelli di ozono possono essere più elevati. Le piante non dovrebbero essere molto influenzate dalle particelle. L'ozono potrebbe essere un problema in relazione alle rese agricole nel contesto del cambiamento climatico, dove la siccità indebolisce le piante. In termini di aspetti transfrontalieri, l'ozono è più importante del PM. Un commento in relazione a ciò che stavamo dicendo: dobbiamo essere chiari su quale risposta volete ottenere. Una risposta in termini di leve su cui agire per ridurre l'inquinamento o per individuare le responsabilità delle diverse fonti? Possiamo immaginare che nel centro città le emissioni locali siano responsabili di una parte dell'ozono presente. Tuttavia, in termini di leve, le emissioni in città avranno l'effetto opposto, che sarà positivo.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**S. Oppo :** Les questions auxquelles nous voulons répondre sont celles que tu viens de lister. Nous avons des questions de la part de nos agences environnementales sur les dépassements d’ozone estivaux et les niveaux moyens qui ne baissent pas malgré la baisse conséquente des précurseurs. La première question est de quantifier avec les modèles la part de l’ozone formé localement afin de comprendre si des leviers pourraient être activés. Si plus de 85% de l’ozone est formé à l’extérieur de notre région, on va avoir du mal à identifier des leviers locaux qui auront un impact significatif. Le tagging et les scénarios de coupure semblent des méthodes qui permettraient de répondre à ces questions.

Le domande a cui vogliamo rispondere sono quelle che avete appena elencato. Abbiamo domande da parte delle nostre agenzie ambientali sui superamenti estivi dell'ozono e sui livelli medi che non scendono, nonostante il calo significativo dei precursori. La prima domanda è quella di quantificare con i modelli la percentuale di ozono che si forma localmente, per capire se si possono attivare delle leve d'azione. Se oltre l'85% dell'ozono si forma al di fuori della nostra regione, sarà difficile individuare leve locali che abbiano un impatto significativo. Gli scenari di tagging e cut-off sembrano essere metodi che potrebbero aiutare a rispondere a queste domande.

**A. Clappier :** Sur les particules, on a bien fait la distinction maintenant, la contribution et les effets d’une réduction ne sont pas la même chose quand les processus ne sont pas linéaires. On le voit bien parfois quand on limite les oxydes d’azote du trafic et qu’on a peu d’agriculture, au total on ne va pas voir de nitrate d’ammonium car il y avait un excédent d’oxydes d’azote. Ça montre bien qu’il y a une différence entre la quantité de masse de précurseurs qui arrive quelque part et les diminutions. Si on regarde des moyennes sur des longues périodes, on constate que les contributions et les impacts ne sont pas toujours très différents. C’est surtout dans le cas d’épisodes, si on veut savoir quoi faire sur une échelle d’une demi-journée. C’est cette incohérence qu’il faudrait mettre en forme pour mieux la faire comprendre. Si le souci du décideur c’est de comprendre sur quel levier agir, c’est les scénarios de coupure qui vont nous aider. Mais dans le cas de l’ozone, la conclusion sera qu’en milieu urbain, l’ozone va augmenter.

Per quanto riguarda il particolato, il contributo e gli effetti di una riduzione non sono la stessa cosa quando i processi non sono lineari. Possiamo notare che a volte, quando limitiamo gli ossidi di azoto del traffico e c'è poca agricoltura, alla fine non vedremo nitrato di ammonio perché c'era un eccesso di ossidi di azoto. Questo dimostra chiaramente che c'è una differenza tra la quantità di massa di precursori che arriva da qualche parte e le diminuzioni. Se osserviamo le medie su lunghi periodi, vediamo che i contributi e gli impatti non sono sempre molto diversi. Questo è particolarmente vero nel caso degli episodi, se vogliamo sapere cosa fare su scala di mezza giornata. È questa incoerenza che deve essere esposta in modo da renderla più comprensibile. Se la preoccupazione dei decisori è capire su quale leva agire, gli scenari di cut-off ci aiuteranno. Ma nel caso dell'ozono, la conclusione sarà che in ambiente urbano l'ozono aumenterà.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**P. Thunis :** Pour résumer la différence principale entre les deux méthodes, le tagging est proportionnel aux émissions et les scénarios de coupure sont proportionnels aux changements d’émissions. Ce qui explique qu’on peut avoir des différences aussi importantes. Les deux méthodes vont sans doute être relativement en accord sur la part extérieure de l’ozone car c’est directement déterminé par les conditions aux frontières du modèle.

Per riassumere la principale differenza tra i due metodi è che il tagging è proporzionale alle emissioni e gli scenari di cut-off sono proporzionali alle variazioni delle emissioni. Questo spiega perché ci possono essere differenze così significative. I due metodi saranno senza dubbio in relativo accordo sulla quota esterna di ozono, poiché questa è direttamente determinata dalle condizioni ai confini del modello.

**A. Clappier :** Le tagging peut analyser les secteurs mais les scénarios de coupure également puisqu’on peut désigner les sources que l’on veut. Soit on les désigne en abattant les émissions et ça va être proportionnel aux différences d’émissions qui généreront des différences de concentrations soit on va tracer la masse en marquant les émissions pour voir comment elles se retrouvent dans les concentrations.

Il tagging può analizzare i settori, ma anche gli scenari di cut-off, poiché possiamo designare le fonti che desideriamo. Possiamo designarle riducendo le emissioni, e ciò sarà proporzionale alle differenze di emissioni che genereranno differenze di concentrazioni, oppure tracciamo la massa segnando le emissioni per vedere come si riflettono nelle concentrazioni.

**S. Oppo :** C’est seulement que pour les scénarios de coupure, il faudrait faire autant de scénario qu’il y a de secteurs à investiguer alors que le tagging il y a qu’un seul scénario. Dans le cadre d’un projet, le temps de calcul est un paramètre à prendre en compte. L’idée c’est de ne pas opposer les méthodes mais de savoir quelle méthode utilisée pour répondre à nos questions.

È solo che per gli scenari di cut-off è necessario creare tanti scenari quanti sono i settori da indagare, mentre per il tagging c’è un solo scenario. Nel contesto di un progetto, il tempo di calcolo è un parametro da tenere in considerazione. L’idea non è quella di contrapporre i metodi, ma di sapere quale metodo utilizzare per rispondere alle nostre domande.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**A. Clappier :** Chaque méthode a ses faiblesses, par exemple pour les scénarios de coupure, quand on est en situation de saturation comme beaucoup de COV, ils ne vont pas forcément montrer l’impact de toutes les sources. Ces sources ne vont pas abattre assez les COV pour que ça ait un impact. Avec le tagging, ça montrera toujours ce qui arrive de la source. Par contre le tagging ne montre pas l’impact d’un scénario de réduction. Il existe des modules du type PSAT pour faire des études de sensibilité (DDM par exemple) qui permet en un seul run de faire une estimation des réductions de concentrations. C’est moins populaire que PSAT qui peut faire une analyse avec moins de calcul.

Ogni metodo ha i suoi punti deboli: ad esempio, nel caso degli scenari di cut-off, quando c’è saturazione, come nel caso di molti COV, essi non mostreranno necessariamente l’impatto di tutte le fonti. Queste fonti non ridurranno i COV a sufficienza per avere un impatto. Con il tagging viene sempre indicato ciò che proviene dalla fonte. Tuttavia, il tagging non mostra l’impatto di uno scenario di riduzione. Esistono moduli di tipo PSAT per l’esecuzione di studi di sensibilità (DDM, ad esempio) che consentono di stimare le riduzioni di concentrazione in un’unica esecuzione. È meno diffuso di PSAT, che può eseguire un’analisi con un minor numero di calcoli.

**A. Armengaud :** Dans le projet ALP’AERA, nous aimerions aussi avoir une résolution plus importante que l’étude de Garatachea. On a des grosses différences à l’intérieur du territoire ALCOTRA et il serait intéressant de faire des simulations à 3km pour être plus précis que ces travaux. Est-ce que la résolution spatiale à laquelle nous allons travailler va avoir un impact important ?

Nel progetto ALP’AERA, vorremmo anche avere una risoluzione più alta rispetto allo studio di Garatachea. Ci sono grandi differenze all’interno del territorio di ALCOTRA e sarebbe interessante eseguire simulazioni a 3 km per essere più precisi di questo lavoro. La risoluzione spaziale a cui lavoriamo avrà un impatto importante?

**P. Thunis :** Il faudra faire attention à la figure de cette étude de Garatachea et regarder les valeurs absolues qu’il y a derrière cette carte. Celle de notre étude avait une résolution de 7km et avec de faibles résolutions, les phénomènes de titration vont apparaître de manière plus nette dans les villes. Pour l’ozone rural, on risque de ne pas avoir beaucoup de différences.

Dobbiamo prestare attenzione alla figura dello studio di Garatachea e osservare i valori assoluti dietro questa mappa. La mappa del nostro studio aveva una risoluzione di 7 km e con risoluzioni basse i fenomeni di titolazione appaiono più chiaramente nelle città. Per l’ozono rurale, potrebbe non esserci molta differenza.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l'ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**A. Clappier :** Ces aspects de résolution sont liés avec la dynamique du polluant qu'on étudie. Typiquement, les NOx et les PM primaire vont être très sensible à la résolution, il va falloir utiliser des résolutions très élevé pour bien représenter les gradients de concentrations. Avec les PM secondaires, on peut déjà passer à des mailles kilométriques sans que ça affecte les résultats i.e. les concentrations sont plus lisses car elles se forment chimique sur plus de temps et de distance. L'ozone se comporte de cette manière là. Idéalement, il faudrait descendre à 5km pour l'ozone.

Questi aspetti della risoluzione sono legati alla dinamica dell'inquinante studiato. In genere, gli NOx e il PM primario sono molto sensibili alla risoluzione e sono necessarie risoluzioni molto elevate per rappresentare i gradienti di concentrazione. Con il PM secondario, possiamo già passare a griglie chilometriche senza influenzare i risultati, cioè le concentrazioni sono più uniformi perché si formano chimicamente in un arco di tempo e di distanza maggiore. L'ozono si comporta in questo modo. Idealmente, la risoluzione per l'ozono dovrebbe essere ridotto a 5 km.

**P. Thunis :** Oui entre 5 et 10km c'est tout à fait raisonnable. On n'est pas vraiment intéressés aux concentrations d'ozone en milieu urbain car elles ne sont pas très hautes. Il faut regarder ce qui a été conseillé dans le guide qui support la directive de qualité de l'air.

Sì, tra i 5 e i 10 km è abbastanza ragionevole. Non siamo interessati alle concentrazioni di ozono nelle aree urbane perché non sono molto elevate. Dobbiamo considerare quanto raccomandato nella guida che supporta la direttiva sulla qualità dell'aria.

**A. Clappier :** Sur l'étude qu'on avait fait sur le développement du panache sur Milan, effectivement si les résolutions ne sont pas assez fines, on perd le régime chimique de saturation en Nox et le panache diminue en intensité. Mais l'ozone est toujours là et il est bon endroit ? et se dilue un peu plus.

Per quanto riguarda lo studio che abbiamo fatto sullo sviluppo del pennacchio sopra Milano, se le risoluzioni non sono abbastanza fini, il regime chimico di saturazione dell' NOx viene meno e il pennacchio diminuisce di intensità. Ma l'ozono continua ad esserci, è nel posto giusto e si diluisce un po' di più.

**P. Thunis :** Vous êtes intéressé aux épisodes ou aux moyennes annuelles ? Siete interessati agli episodi o alle medie annuali?

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**A. Armengaud :** On s’intéresse aux deux. On a vu une réduction drastique de ces épisodes même en région Sud, région où il y a le plus d’épisode en France métropolitaine. J’ai été très surpris en étant prévisionniste, c’était plus facile dans les années 2000 que maintenant. On savait que lorsqu’il faisait au-delà de 28°C sans beaucoup de vent, on était quasiment sûr qu’on allait avoir des valeurs qui dépassait le 180µg/m<sup>3</sup>. Maintenant, il peut faire 40°C-45°C dans l’arrière-pays l’été avec des vents calmes comme des régimes de brises et bien on ne dépassera pas 150µg/m<sup>3</sup> en Avignon (hors émissions industrielles importantes dans la matinée). Ce constat est surprenant avec cette réduction aussi importante personnellement. C’est une bonne nouvelle par certain côté mais par ailleurs, les moyennes ne diminuent pas.

Siamo interessati a entrambi. Abbiamo assistito a una drastica riduzione di questi episodi anche nel Sud, la regione con il maggior numero di episodi nella Francia continentale. Sono rimasto molto sorpreso quando facevo le previsioni; negli anni 2000 era più facile di adesso. Sapevamo che quando c'erano più di 28°C senza molto vento, eravamo abbastanza sicuri che avremmo avuto valori superiori a 180µg/m<sup>3</sup>. Ora, nell'entroterra possono esserci 40°C-45°C in estate, con venti calmi e brezze, e non si superano i 150µg/m<sup>3</sup> ad Avignone (escludendo le grandi emissioni industriali del mattino). Questo risultato è sorprendente, vista la riduzione così significativa. Da un lato è una buona notizia, ma dall'altro le medie non si abbassano.

**H. Dupont :** À Atmo AURA, il y a aussi beaucoup de personnes qui font la relation température—ozone comme il y a une corrélation. Nous aussi on est surpris que ce modèle ne marche plus aujourd’hui notamment grâce à la baisse des précurseurs. Pour les pics, on observe aussi cette diminution et aussi l’augmentation de la moyenne. A quel moment l’augmentation de la moyenne si elle monte encore, fera qu’on refera des pics derrière ? Pour la moyenne, comment dire aux décideurs d’agir en sachant que 80% de l’ozone ne dépend pas de nos moyens de gouvernance ? Sur les 20%, que peut-on dire et mener comme politique pour atténuer les effets? Le projet cherche aussi à se projeter vers l’avant avec des conditions météorologiques vont changer. Ces questions restent en suspens. Dans les simulations, on a besoin d’avoir des conditions aux limites réalistes.

Anche in Atmo AURA sono in molti a fare il collegamento temperatura-ozono, poiché esiste una correlazione. Anche noi siamo sorpresi che questo modello non funzioni più, soprattutto grazie al calo dei precursori. Per quanto riguarda i picchi, stiamo assistendo anche a questa diminuzione e a un aumento della media. A che punto l'aumento della media, se continua a salire, porterà a ulteriori picchi? Per quanto riguarda la media, come possiamo dire ai responsabili delle decisioni di agire sapendo che l'80% dell'ozono non dipende dai nostri mezzi di governo? Cosa possiamo dire e fare per il restante 20% in termini di politiche per mitigare gli effetti? Il progetto guarda avanti, a quando avverrà anche al cambiamento delle condizioni meteorologiche. Queste domande rimangono senza risposta. Nelle simulazioni, abbiamo bisogno di condizioni al contorno realistiche.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**Y. Channac :** D’une part, les pics aujourd’hui ne suivent plus la température mais j’irai au-delà quand on essaie de prévoir correctement les pics, il faut regarder les niveaux de COV le matin. Il y a 20 ans on était météo dépendant, maintenant on est source-dépendant. En termes de message, l’exposition à la qualité de l’air en termes de santé c’est une synthèse de pleins de choses et se focaliser sur la baisse de l’expositions aux PM et aux NO<sub>2</sub> et quelques COV réactifs vont de toute façon baisser l’exposition globale des populations. Le fait d’avoir baisser les niveaux de NOx et de COV par rapport à leur impact direct, aura comme cerise sur le gâteau d’avoir un impact sur la part de l’ozone qui est encore actionnable en région. C’est du bonus. Aujourd’hui, les indicateurs de suivi des leviers d’action pour les décideurs ça ne peut plus être l’ozone, on a dépassé ce stade là. C’était vrai il y a 20 ans. Aujourd’hui les indicateurs vont être sur les particules ultrafines, les PM2.5 ou le potentiel oxydant des particules, les oxydes d’azote qui sont encore une réalité 30 ans plus tard mais plus sur l’ozone directement.

Da un lato, i picchi odierni non seguono più la temperatura, ma andrei oltre se dicessi che quando cerchiamo di prevedere correttamente i picchi, dobbiamo guardare ai livelli di COV al mattino. 20 anni fa dipendevamo dalle condizioni atmosferiche, ora dipendiamo dalle fonti. In termini di messaggio, l'esposizione alla qualità dell'aria, per quanto riguarda la salute, è una sintesi di molti fattori e concentrarsi sulla riduzione dell'esposizione a PM e NO2 e ad alcuni COV reattivi ridurrà in ogni caso l'esposizione complessiva della popolazione. L'abbassamento dei livelli di NOx e COV in relazione al loro impatto diretto avrà il vantaggio di avere un impatto sulla percentuale di ozono ancora gestibile nella regione. Questo è un vantaggio. Oggi gli indicatori utilizzati dai decisori per monitorare le leve d'azione non possono più essere l'ozono, siamo andati oltre. Questo era vero 20 anni fa. Gli indicatori di oggi si concentreranno sulle particelle ultrafini, PM2,5 o sul potenziale ossidante delle particelle, gli ossidi di azoto, che sono ancora una realtà 30 anni dopo, ma non più sull'ozono direttamente.

**A. Armengaud :** Il faut aussi s’intéresser à l’ozone sur la partie agricole et foret. Les impacts à venir avec le changement climatique vont être important.

Dobbiamo anche considerare l'ozono nei settori agricolo e forestale. L'impatto del cambiamento climatico sarà significativo.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**Y. Channac :** D’une part il faut rappeler que l’ozone est un gaz à effet de serre et que réduire les précurseurs de l’ozone permet aussi d’atténuer le problème en amont. D’autre part, l’ozone qu’on produit localement peut représenter uniquement 15% mais ce qu’on produit sur l’Etang de Berre il contribue aussi aux concentrations en Auvergne-Rhône-Alpes et en Italie. On a aussi besoin d’avoir cette action volontaire non dépendante du territoire sur lequel on est . C’est une logique de pensée qui s’apparente à celle qu’on a sur les gaz à effet de serre. On réduit localement pour réduire l’impact globalement. Si on regarde l’étude précédente, l’impact de la France sur les autres pays européens est significatif. Les pays qui impactent le plus sont la GB, la France, l’Espagne, l’Allemagne et l’Italie. Cela signifie que si on veut avoir une réduction de l’exposition à l’ozone (végétation ou santé) à l’échelle de l’Europe, c’est sur l’ensemble des émissions de ces pays là qu’il faut agir mais pas avec des indicateurs de suivi locaux. On va réduire les émissions de précurseurs pour avoir un impact global à l’échelle continental et au-delà. Il ne faut pas espérer une relation linéaire entre les deux. Si on dit de baisser les émissions pour baisser l’ozone, ça va être extrêmement démobilisateur parce que l’ozone va continuer à stagner voire augmenter.

Da un lato, va ricordato che l'ozono è un gas a effetto serra e che la riduzione dei precursori dell'ozono contribuisce anche ad alleviare il problema a monte. D'altra parte, l'ozono prodotto localmente può rappresentare solo il 15%, ma quello prodotto nell'Etang de Berre contribuisce anche alle concentrazioni in Auvergne-Rhône-Alpes e in Italia. Dobbiamo anche intraprendere azioni volontarie che non dipendano dall'area in cui operiamo. È un modo di pensare simile a quello che abbiamo per i gas ad effetto serra. Riduciamo a livello locale per ridurre l'impatto globale. Se guardiamo allo studio precedente, l'impatto della Francia sugli altri Paesi europei è significativo. I Paesi con l'impatto maggiore sono Regno Unito, Francia, Spagna, Germania e Italia. Ciò significa che, se vogliamo ridurre l'esposizione all'ozono (vegetazione o salute) su scala europea, dobbiamo agire su tutte le emissioni di questi Paesi, ma non con indicatori di monitoraggio locali. Ridurremo le emissioni dei precursori per avere un impatto globale su scala continentale e oltre. Non dobbiamo aspettarci una relazione lineare tra le due cose. Se diciamo che dobbiamo ridurre le emissioni per ridurre l'ozono, sarà estremamente demotivante perché l'ozono continuerà a ristagnare o addirittura ad aumentare.

# RÉPONSES DES EXPERTS/LE RIPOSTE DEGLI ESPERTI

**Quelle modélisation employer pour estimer la part de l’ozone exogène à nos territoires ?**

**Quale modello viene utilizzato per stimare la percentuale di ozono esterna alle nostre regioni?**

**Y. Channac :** On va quand même vers une situation où on a plus de pics d’ozone donc on va s’intéresser à d’autres indicateurs comme la moyenne 8h et on sera sur une stabilité soit une augmentation. Donc avoir ses indicateurs là de suivi ça va être extrêmement démobilisateur parce que les actions n’auront pas d’efficacité.

C’est pourquoi il est important que les indicateurs de suivi en termes d’actions soient sur des polluants directs comme les NOx, les PM et éventuellement certains COV. Les acteurs du territoire pourront à ce moment là voir l’efficacité de leurs actions. En revanche, il y a cette nécessité qui est pour moi rattaché avec les actions gaz à effet de serre d’action globale. Quand on regarde l’efficacité des actions de ce point de vue là et notamment les émissions de gaz à effet de serre sur les 10 dernière années dans la région, on a très peu baissé. On sait bien que ce n’est pas mobilisateur et que ça ne marche pas mais ça n’empêche que c’est à cette échelle là qu’il faut regarder. Pour moi, il y a deux logiques d’action qu’il faut bien identifier et séparer car ce ne sont pas les mêmes discours.

Stiamo ancora andando verso una situazione in cui ci sono più picchi di ozono, quindi guarderemo altri indicatori come la media di 8 ore, e vedremo una stabilità o un aumento. Quindi avere questi indicatori di monitoraggio sarà estremamente demotivante, perché le azioni intraprese non saranno efficaci.

Ecco perché è importante che gli indicatori di monitoraggio in termini di azioni si concentrino su inquinanti diretti come NOx, PM e possibilmente alcuni COV. Ciò consentirà agli attori locali di verificare l’efficacia delle loro azioni. D’altra parte, è necessaria un’azione globale, che credo sia legata alle azioni sui gas serra. Se si guarda all’efficacia delle azioni da questo punto di vista, e in particolare alle emissioni di gas ad effetto serra negli ultimi 10 anni nella regione, la riduzione è stata minima. Sappiamo bene che questa non è una forza mobilitante e che non funziona, ma ciò non toglie che questa è la scala a cui dobbiamo guardare. A mio avviso, ci sono due linee d’azione che devono essere chiaramente identificate e separate, perché non sono la stessa cosa.

**J. Beaumet :** Par rapport aux actions à mener, au niveau de la commission européenne, ils se sont dotés d’une stratégie pour faire baisser les émissions de méthane mais pas que sur l’UE mais aussi en dehors en donnant des normes contraignantes aux entreprises pétrolières car le méthane peut être issu des forages pétroliers. Il faut rappeler qu’à ce niveau là ça a été compris donc les actions sur l’ozone doivent s’aligner là-dessus. Il y a un double enjeu de limiter l’augmentation en ozone et de lutter contre les émissions de gaz à effet de serre.

In termini di azioni da intraprendere, la Commissione europea ha adottato una strategia per ridurre le emissioni di metano, ma non solo nell’UE, bensì anche al di fuori di essa, imponendo standard restrittivi alle compagnie petrolifere, poiché il metano può derivare dalle trivellazioni petrolifere. Va ricordato che questo è stato compreso a questo livello, quindi l’azione sull’ozono dovrebbe essere allineata con esso. La sfida è duplice: limitare l’aumento dell’ozono e combattere le emissioni di gas serra.

# 5

## RESTITUTION DES ÉCHANGES

### BREVE RIASSUNTO DELLE DISCUSSIONI

---

# RESTITUTION DES ÉCHANGES

Ce qui est observé, du moins en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, c'est une augmentation des concentrations d'ozone nocturnes et en milieu urbain. Ces tendances ne sont pas confirmées par les collègues italiens. La Ligurie a mentionné un site en particulier où l'ozone était faible la nuit mais plusieurs explications ont pu être fournies.

On a évoqué qu'il était important pour expliquer l'évolution des concentrations de regarder les tendances de températures voire d'humidité. On a discuté de l'influence des COV biogéniques, notamment dans le cadre du changement climatique, qui pourrait impacter les émissions biogéniques. Si les températures augmentent, ça augmente aussi la sécheresse et le stress hydrique et les végétaux vont donc émettre moins de COV.

L'ozone n'est pas le meilleur indicateur pour évaluer le cocktail de pollution i.e. que ce sont plutôt les précurseurs, polluants primaires comme les NOx et le PM qu'il faut utiliser. L'ozone est un indicateur de ce qui se produit à des échelles plus larges. Il faut distinguer l'échelle locale où il faut prendre des indicateurs qui portent sur les précurseurs et pour ce qui est de l'ozone, plutôt réserver ça pour une estimation, une analyse de ce qui se passe à une échelle plus large.

Aussi, les pics sont plus difficiles à prévoir notamment si l'ozone vient de l'extérieur il va être beaucoup moins impacté par des changements locaux. Il faudra donc aller chercher des informations à l'extérieur pour expliquer ces pics ou l'absence de ces pics.

On a aussi eu une discussion sur les méthodes à utiliser pour étudier ces problèmes d'échelles. On a évoqué avec Philippe qu'une des grandes différences avec l'ozone c'est que les contributions sont forcément positives et donc avec les scénarios de coupure, on aura de l'ozone qui va augmenter suite à nos réductions et donc forcément on est en train de parler de deux choses différentes. Néanmoins, les méthodes de tagging permettent d'avoir des résultats plus rapidement. Philippe avait signalé qu'à de grandes échelles, les contributions des conditions limites du modèle donneront des résultats assez proches pour les deux approches.

On constate que le levier sur lequel on peut agir même au niveau de l'Europe est relativement faible. Même des simulations européennes où toutes les émissions sont coupées on constate encore que 50% de l'ozone est encore présent. Reste à savoir d'où vient cet ozone. L'INERIS va commencer des simulations à l'échelle hémisphériques qui pourraient servir à répondre à cette question. Il est important de pouvoir communiquer des informations entre les utilisateurs grande échelle et vous qui utilisez les modèles à plus petite échelle. Il serait intéressant qu'on réfléchisse à comment des résultats produits par l'INERIS pourraient être transmis de façon à vous donner la possibilité d'intégrer ça dans vos analyses.

Enfin, la difficulté d'expliquer ce qui se passe aux décideurs dans la mesure où les leviers d'action sont faibles sur des tendances à la hausse est bien présent. Il faudrait bien distinguer les indicateurs pour mieux distinguer les échelles.



# BREVE RIASSUNTO DELLE DISCUSSIONI

Ciò che si osserva, almeno nella regione Provenza-Alpi-Costa Azzurra, è un aumento delle concentrazioni di ozono notturno e nelle aree urbane. Queste tendenze non sono confermate dai colleghi italiani. La Liguria ha menzionato un sito in particolare dove l'ozono era basso di notte, ma sono state fornite diverse spiegazioni.

Si è discusso del fatto che, per spiegare l'evoluzione delle concentrazioni, sia importante osservare le tendenze delle temperature e dell'umidità. È stata discussa anche l'influenza dei COV biogenici, in particolare nel contesto del cambiamento climatico, che potrebbe influenzare le emissioni biogeniche. Se le temperature aumentano, aumenta anche la siccità e lo stress idrico, e le piante emetteranno quindi meno COV.

L'ozono non è il miglior indicatore per valutare il cocktail di inquinamento, cioè sono piuttosto i precursori, come i NOx e il PM, che vanno utilizzati. L'ozono è un indicatore di ciò che accade su scale più ampie. È necessario distinguere tra la scala locale, dove è utile considerare indicatori relativi ai precursori, e l'ozono, che dovrebbe essere utilizzato piuttosto per una stima o un'analisi su una scala più ampia. Inoltre, i picchi sono più difficili da prevedere, soprattutto se l'ozono proviene dall'esterno, poiché sarà molto meno influenzato dai cambiamenti locali. Sarà quindi necessario cercare informazioni esterne per spiegare questi picchi o la loro assenza.

Abbiamo anche discusso dei metodi da utilizzare per studiare questi problemi di scala. Con Philippe abbiamo parlato del fatto che una delle grandi differenze con l'ozono è che i contributi sono necessariamente positivi e quindi, con gli scenari di riduzione, l'ozono aumenterà a seguito delle nostre riduzioni, quindi stiamo parlando inevitabilmente di due cose diverse. Tuttavia, i metodi di tagging permettono di ottenere risultati più rapidamente. Philippe aveva sottolineato che su scale ampie i contributi delle condizioni al contorno del modello daranno risultati abbastanza simili per entrambe le approcci.

Si osserva che il margine su cui possiamo agire, anche a livello europeo, è relativamente limitato. Anche nelle simulazioni europee dove tutte le emissioni sono ridotte, si nota ancora che il 50% dell'ozono è presente. Resta da capire da dove proviene questo ozono. L'INERIS inizierà delle simulazioni a scala emisferica che potrebbero servire a rispondere a questa domanda. È importante poter comunicare informazioni tra gli utenti che lavorano su scala ampia e voi che utilizzate modelli su scala più piccola. Sarebbe interessante riflettere su come i risultati prodotti dall'INERIS potrebbero essere trasmessi in modo da darvi la possibilità di integrarli nelle vostre analisi.

Infine, la difficoltà di spiegare ai decisori ciò che sta accadendo, dato che i margini di azione sono limitati su tendenze in aumento, è chiaramente presente. Sarebbe opportuno distinguere bene gli indicatori per meglio definire le scale.

# 6

## CONCLUSION/**CONCLUSIONI**

---

Envoi de la synthèse des échanges/**Sintesi delle discussioni inviate**

Merci à tous pour ces échanges/**Grazie a tutti**

Merci aux interprètes, Maura et Federica/

**Grazie agli interpreti Maura e Federica**