

# AtmoSud

Inspirer un air meilleur



## ÉVOLUTION DE L'OZONE EN RÉGION SUD

### Intervenant(s) :

 Yann Channac

 Ingénieur

 04 91 32 38 24

 [yann.channac@atmosud.org](mailto:yann.channac@atmosud.org)



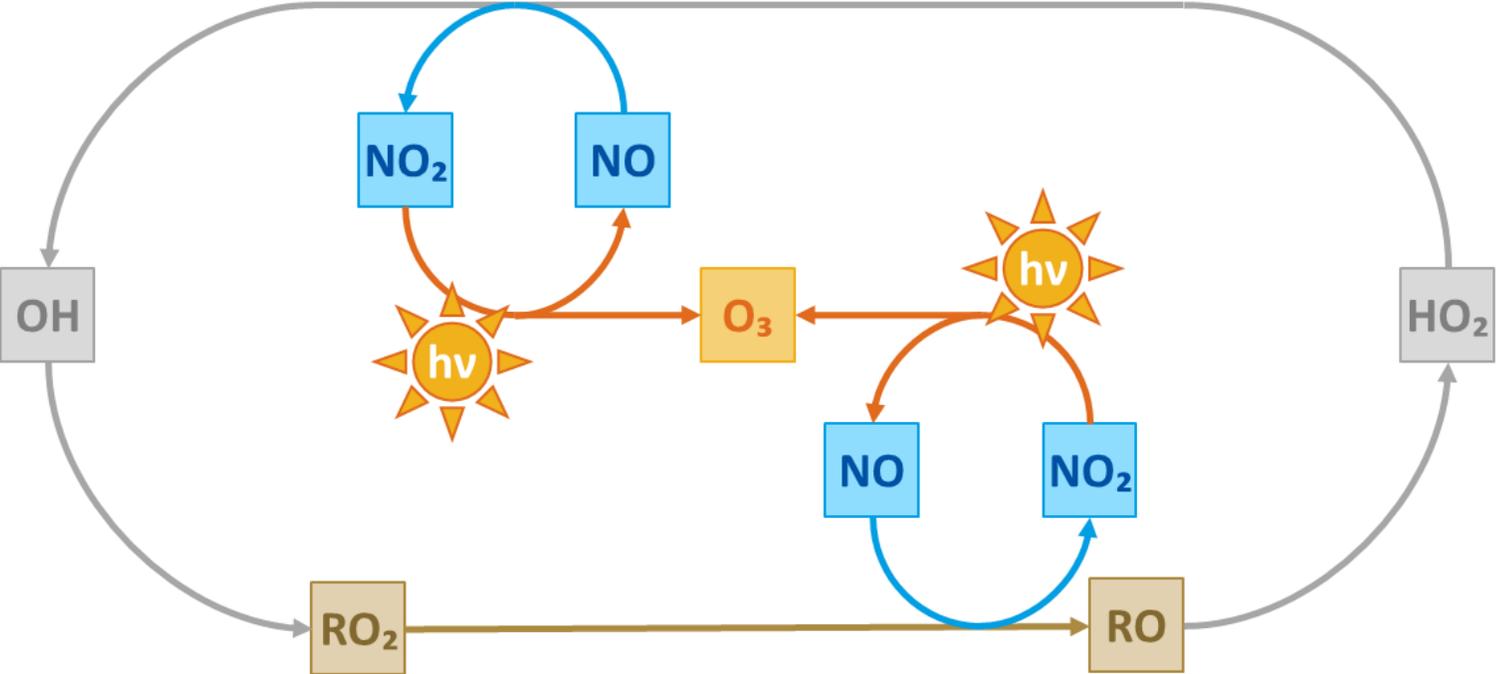
# MÉCANISMES DE LA PHOTOCHEMIE

---

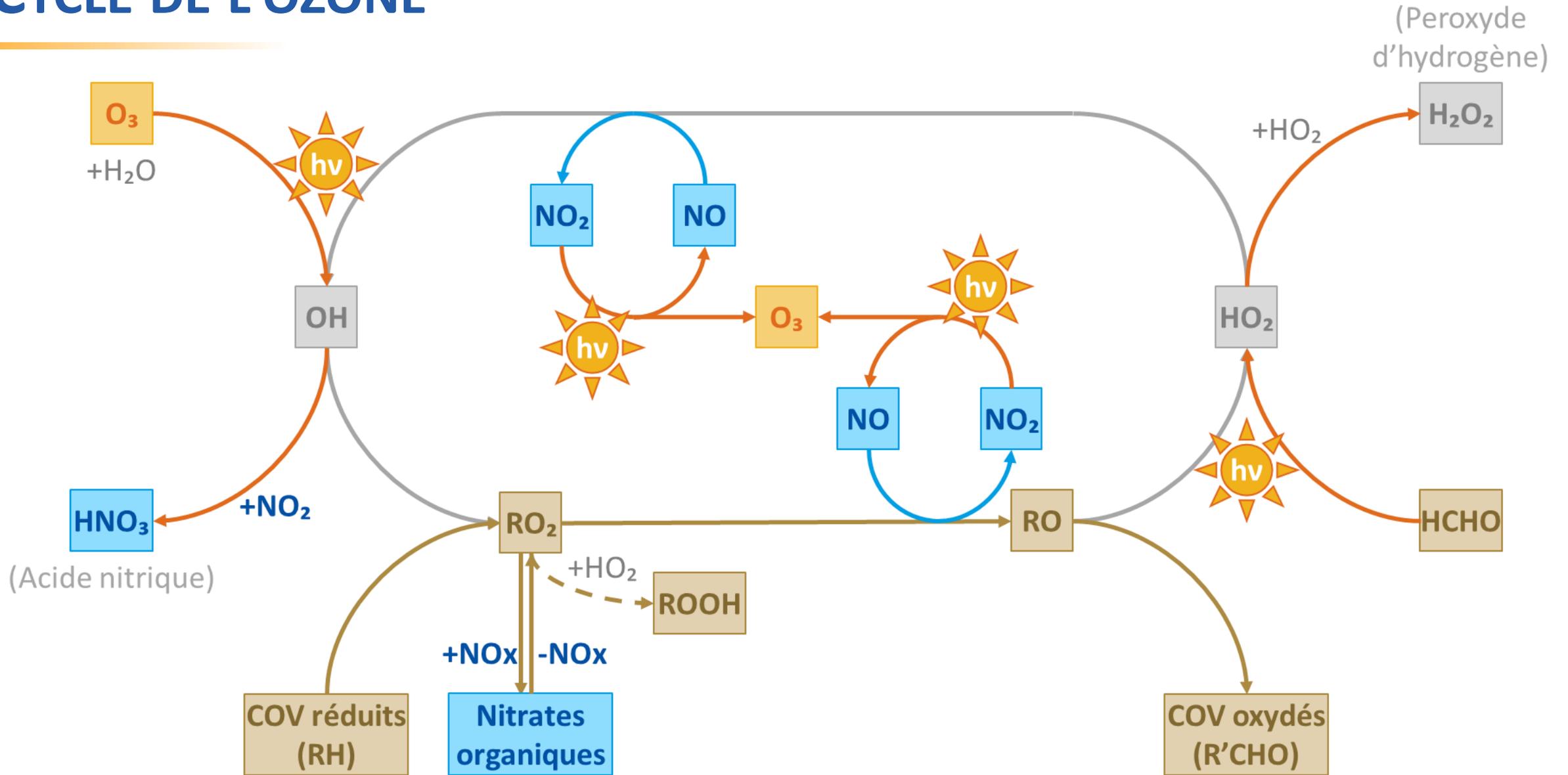
# PHOTOCHEMIE : QUELQUES DÉFINITIONS

- Photochimie :
  - Précurseurs + UV => secondaires
- Polluants précurseurs :
  - Emis par les activités humaines, participent à la photochimie
- Polluants oxydants :
  - Peuvent provoquer une inflammation des muqueuses
- Aérosols Organiques Secondaires (AOS) :
  - Particules carbonées produites par la photochimie

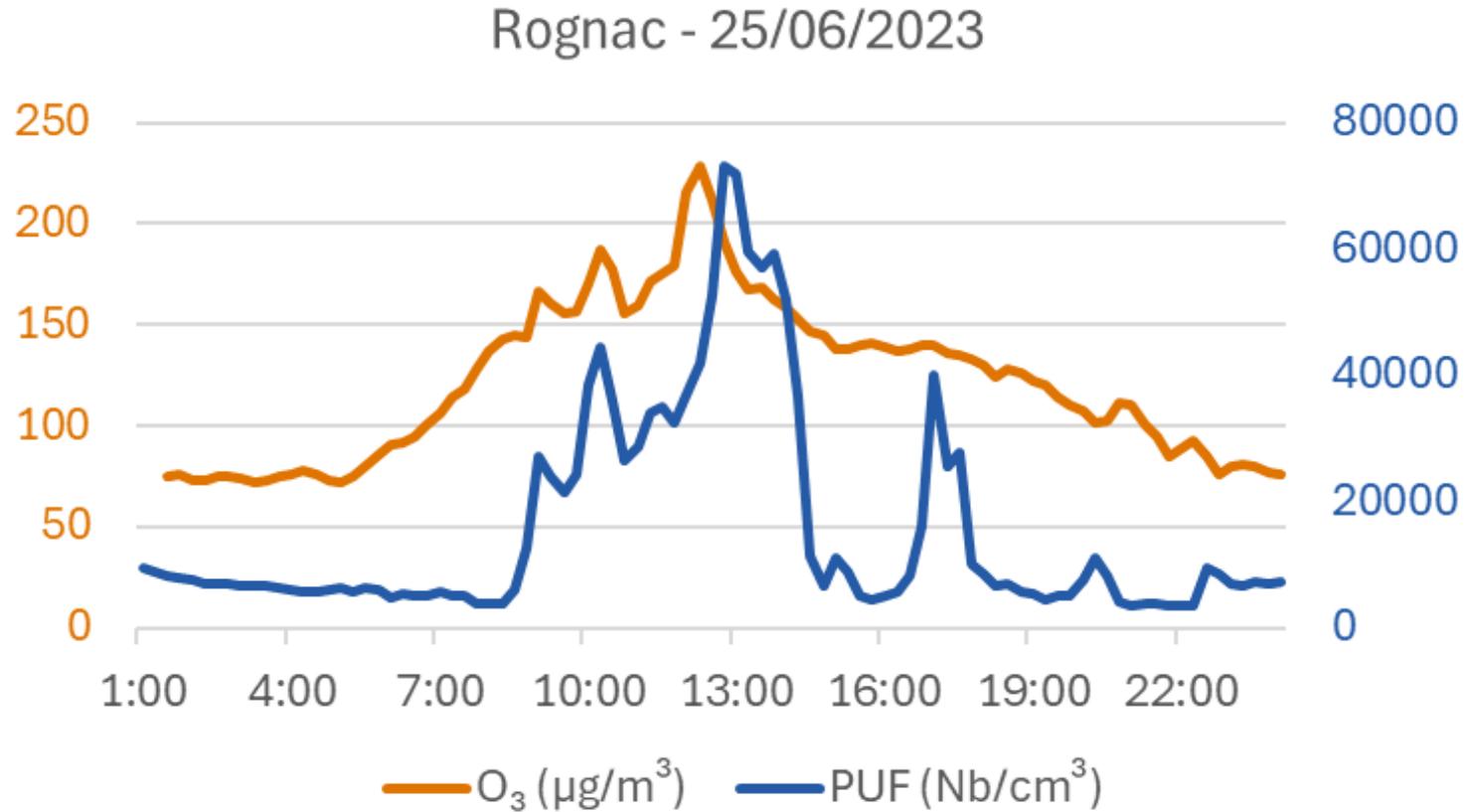
# CYCLE DE L'OZONE



# CYCLE DE L'OZONE



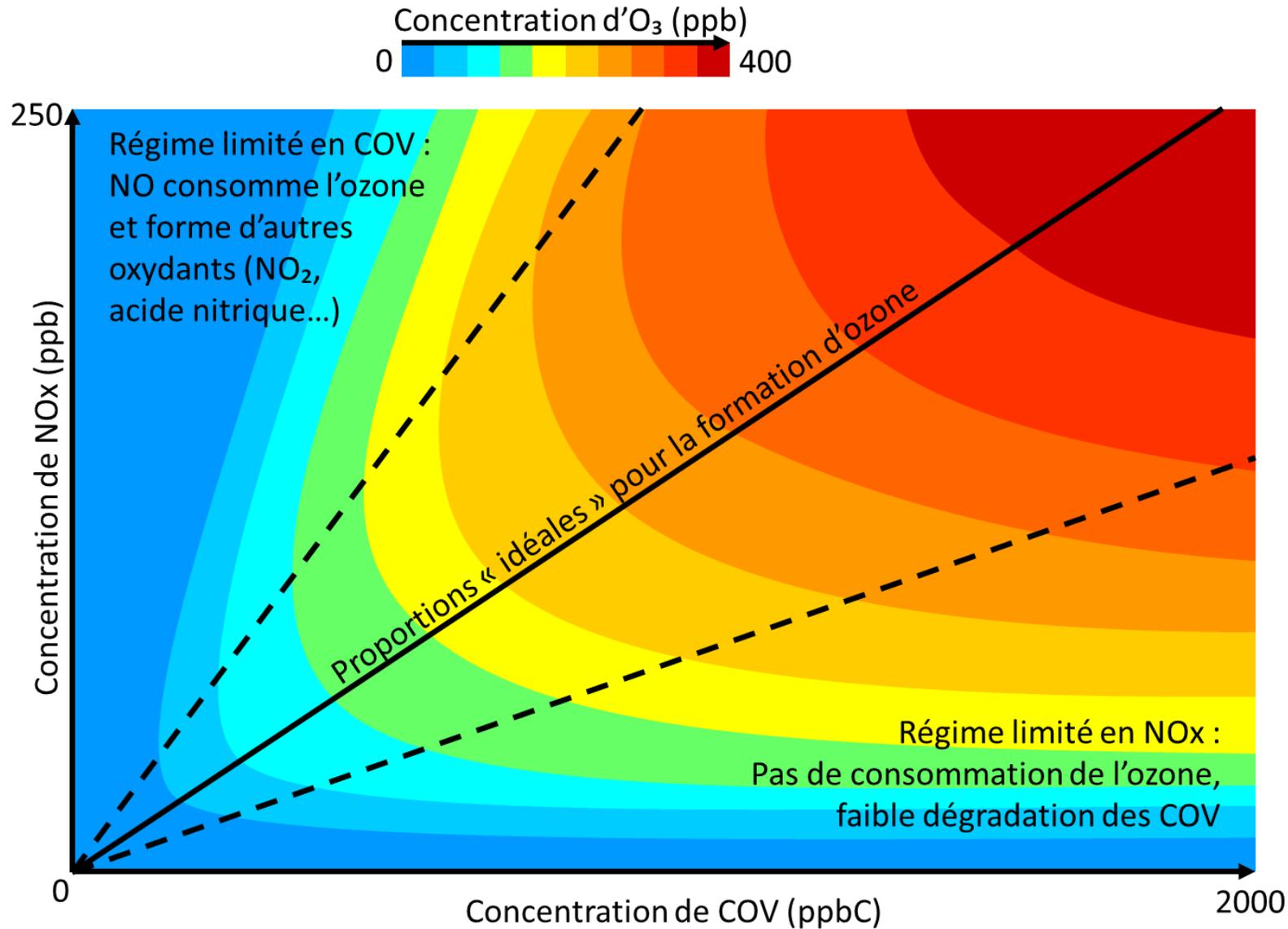
# OZONE ET AOS (MESURES DE PUF)



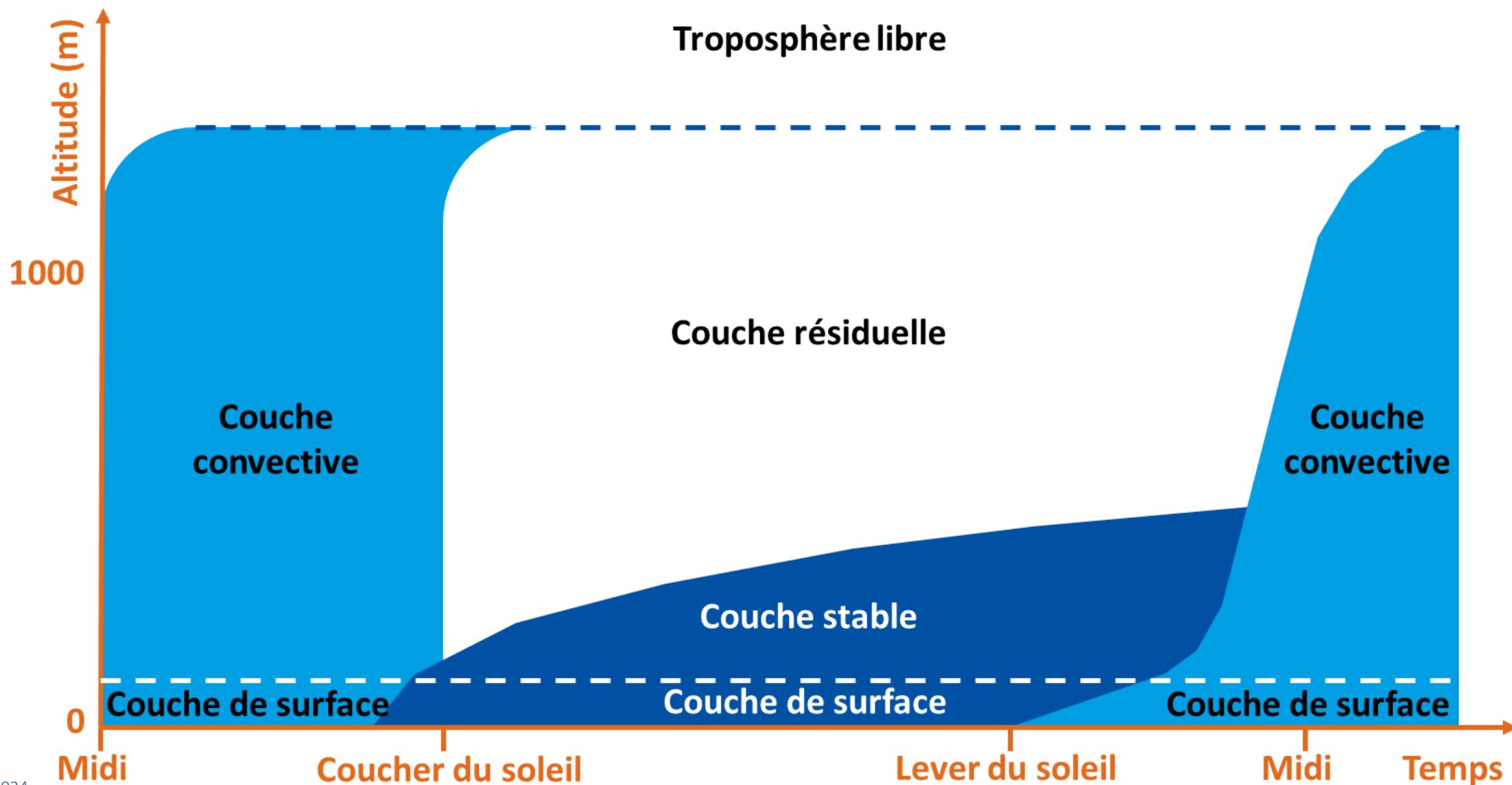
# NOTIONS CLÉS

- NO, NO<sub>2</sub> : « moteur » de la réaction
- COVNM : « carburant » de la réaction
- Production d'autres oxydants : peroxyde d'hydrogène, PAN...
- Consommation de l'ozone >> formation de NO<sub>2</sub>, acide nitrique...
- ... Production d'aérosols organiques secondaires

# PROPORTION D'O<sub>3</sub> SI RÉGIME LIMITÉ EN NOX / EN COV



# CYCLE JOUR / NUIT DE LA COUCHE LIMITE ATMOSPHERIQUE



# SYNTHÈSE DES MÉCANISMES

- Ozone : un des produits de la photochimie, traceur d'une pollution oxydante plus vaste.
- Lorsque les NOx sont élevés, l'ozone représente cette pollution de manière incomplète.
- La contribution de la troposphère libre complique l'interprétation des phénomènes locaux (niveaux plus élevés d'ozone la nuit sur les sommets).

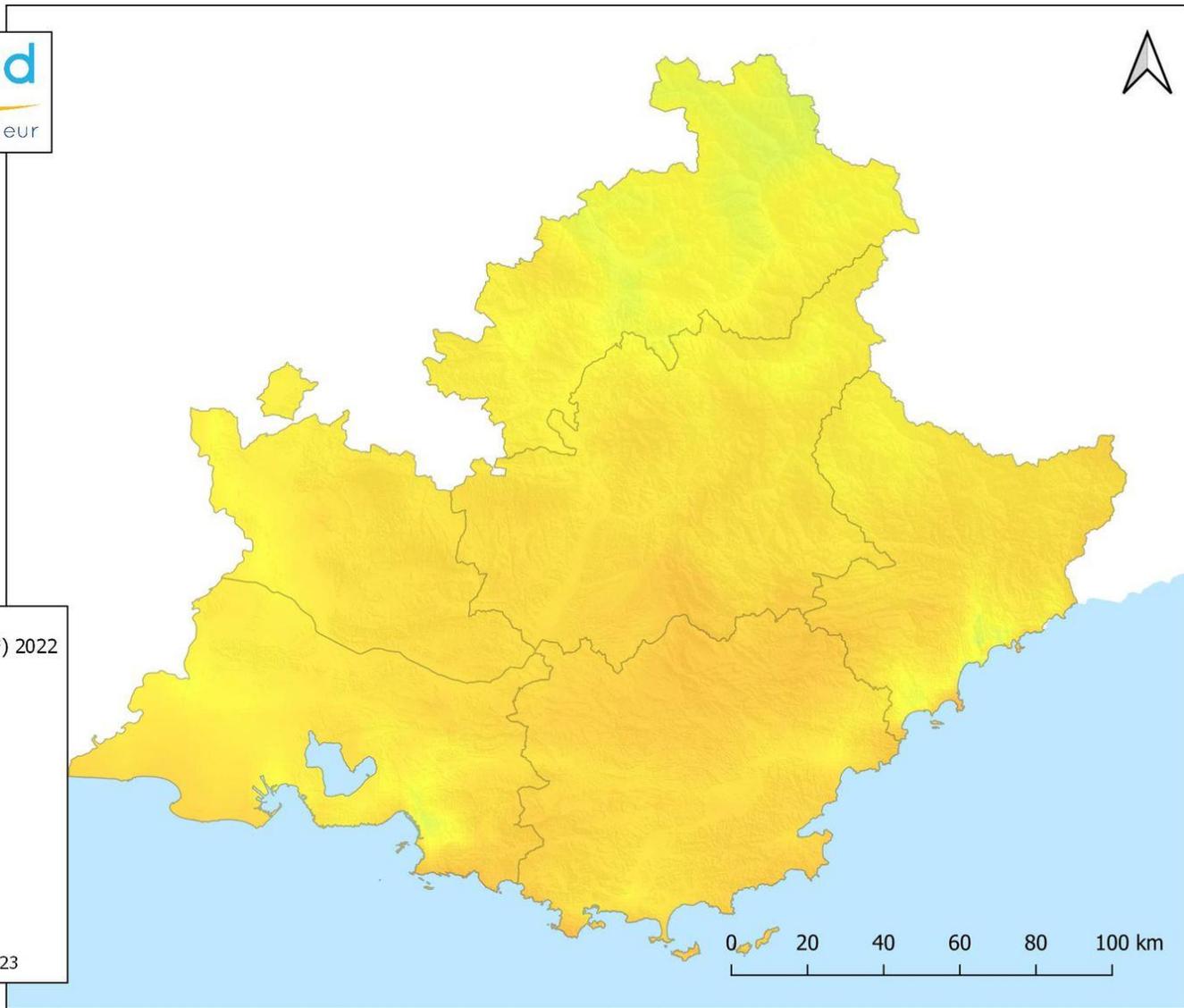
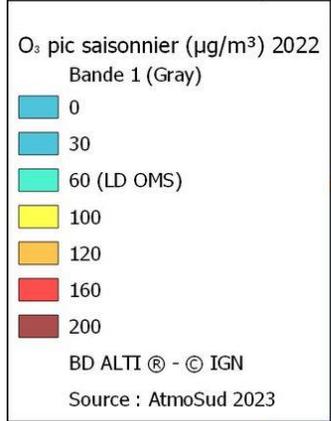


2

# ÉVOLUTION DE L'OZONE EN RÉGION SUD PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

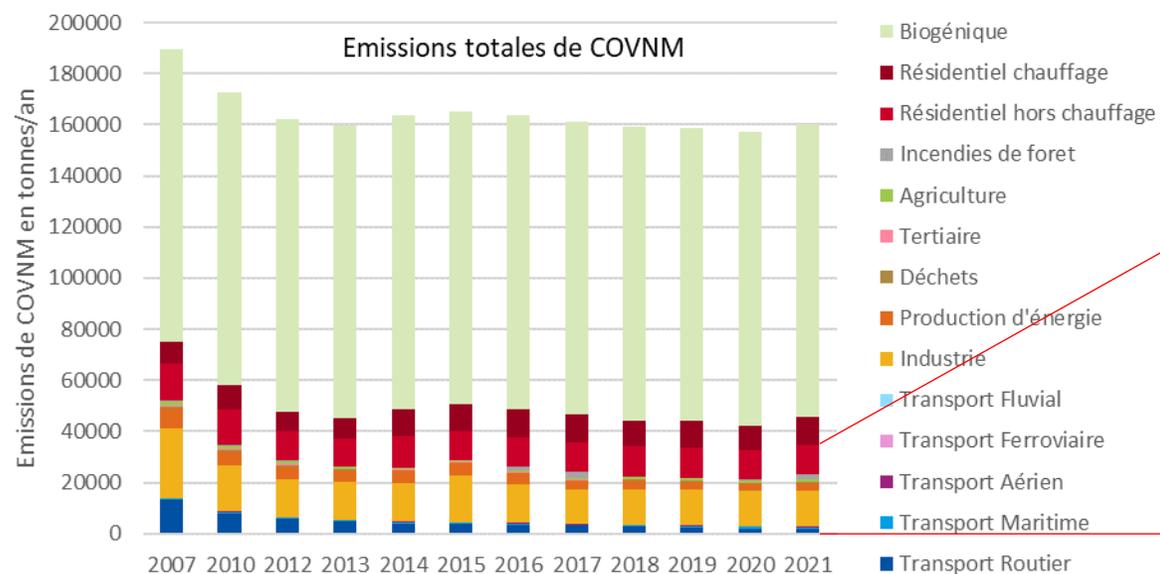
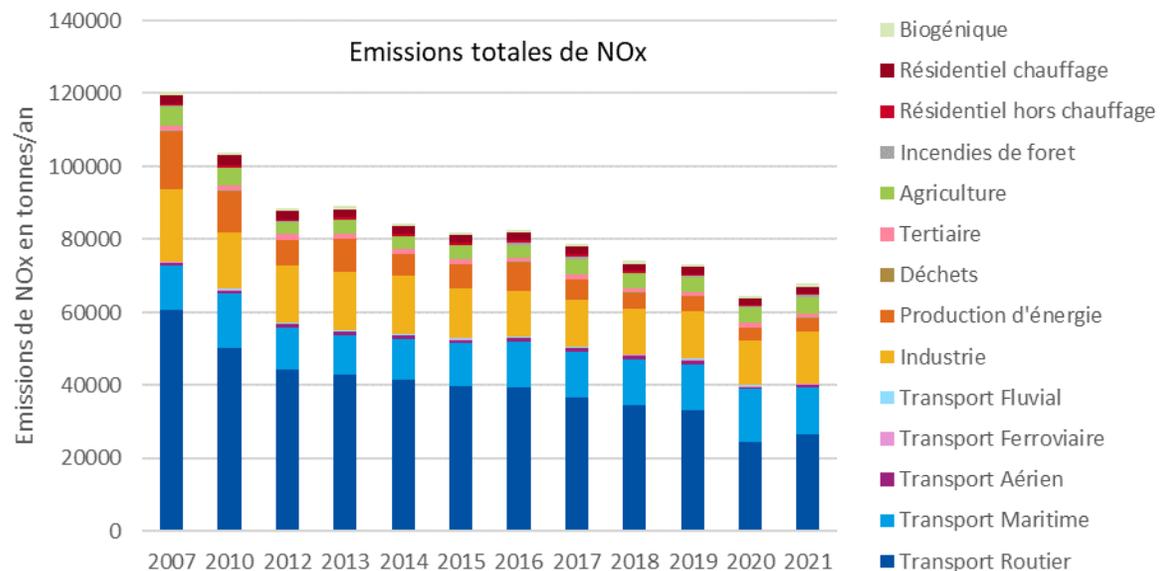
---

# CONCENTRATIONS ANNUELLES D'OZONE (PIC SAISONNIER)

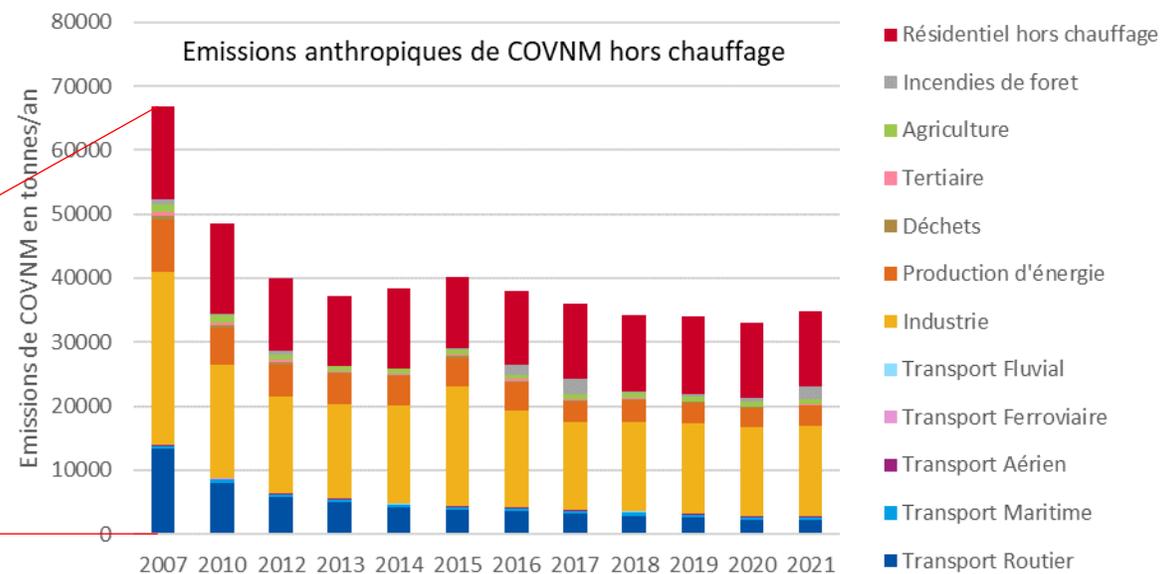


- Homogénéité relative des niveaux
- Supérieures aux LD OMS
- Des valeurs plus élevées dans certains territoires
- Des valeurs plus faibles proches des villes (consommation)

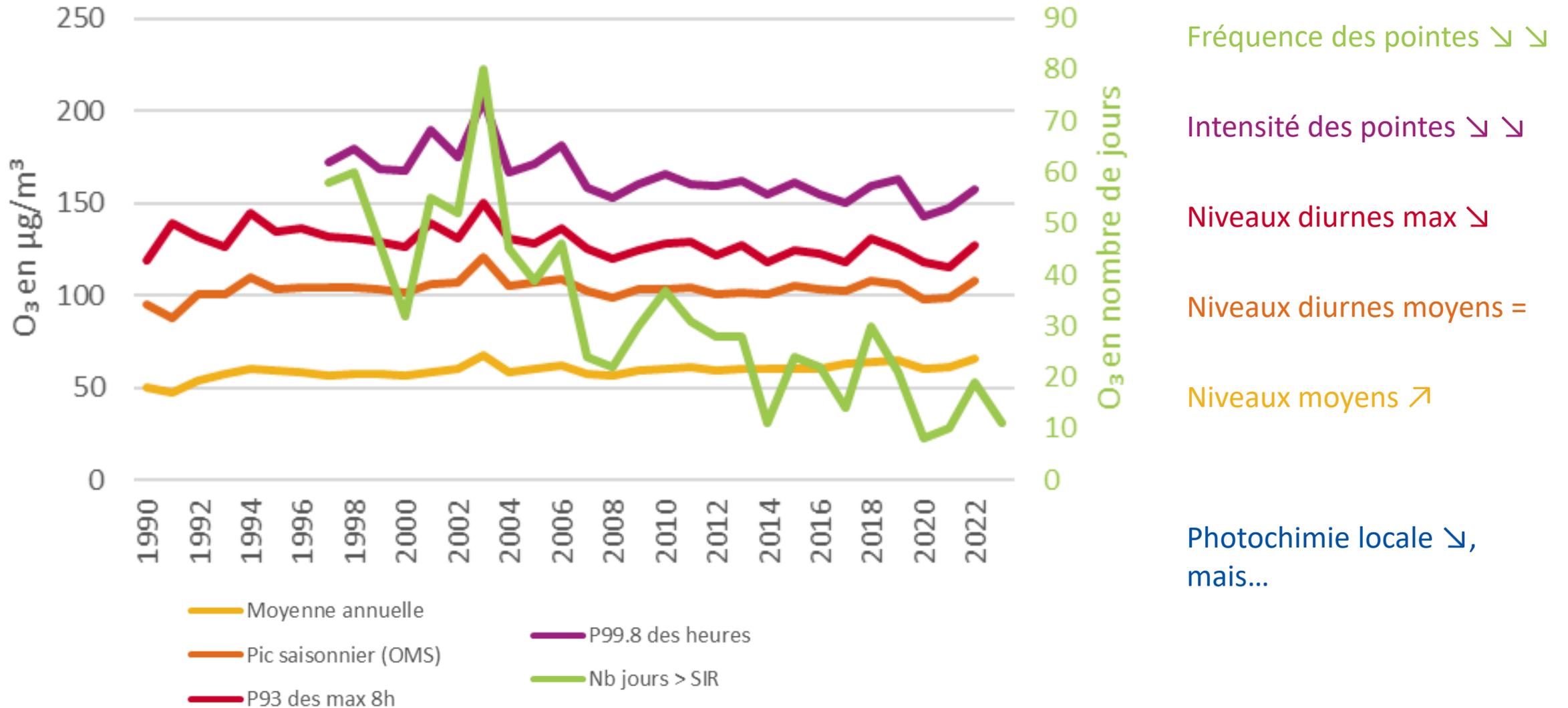
# TENDANCE DES ÉMISSIONS DE PRÉCURSEURS EN RÉGION SUD



- Précurseurs anthropiques en baisse & concentrés sur quelques communes
- Précurseurs naturels stables (COVNM)
- Spécificités locales



# TENDANCE DE L'OZONE SUR 30 ANS EN RÉGION SUD



# COMMENT ÉVOLUE L'OZONE ?

## Fréquence de valeurs horaires (%)

	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	2011-2013	2014-2016	2017-2019	2020-2022
<b>Plan d'Aups (rural)</b>									
0-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-40	2	2	1	2	2	4	3	3	3
40-60	10	14	10	12	10	16	11	12	14
60-80	29	31	28	35	33	28	29	29	33
80-100	26	25	24	24	29	25	28	29	29
100+	33	28	36	26	25	27	27	27	20
<b>Longchamp (urbain)</b>									
0-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25	25	19	21	19	18	15	15	14
20-40	18	19	15	17	18	18	15	15	16
40-60	20	22	21	21	23	23	23	22	24
60-80	16	19	20	20	20	21	24	24	25
80-100	11	10	15	12	12	13	15	16	14
100+	10	6	10	8	7	6	8	9	7

- Rural : peu de valeurs basses  $<40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (peu de consommation) - peu d'évolution
- Urbain : plus de valeurs  $<40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mais proportion en baisse

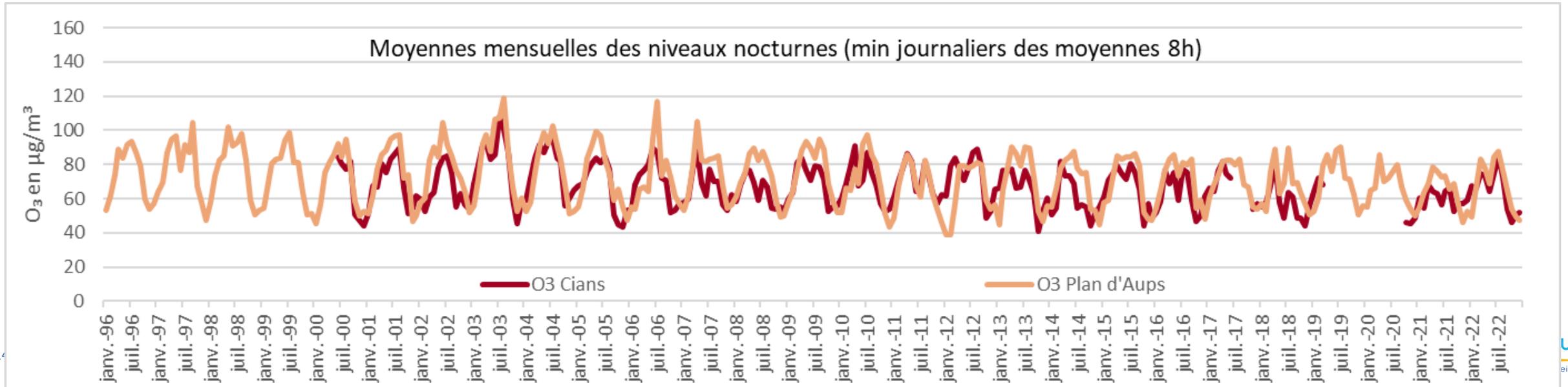
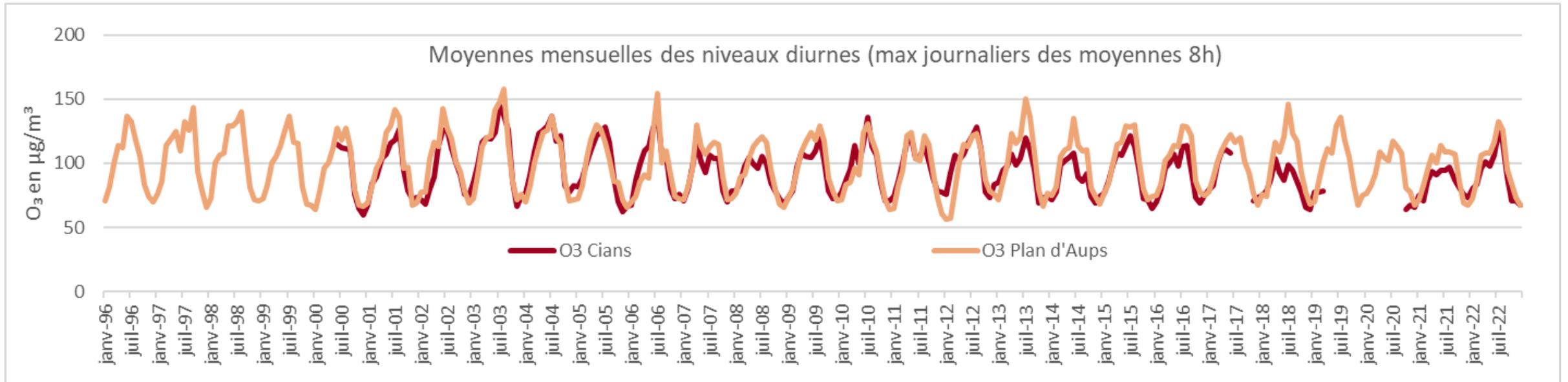
# COMMENT ÉVOLUE L'OZONE ?

Variation de la fréquence d'apparition des valeurs par classe de concentration, par site, entre 1996-1998 et 2020-2022

	Plan d'Aups (rural)	Longchamp (urbain fond)	Martigues (urbain indus)	Huveaune (périurb. indus)	Sausset (périurb. fond)	Moyenne
0-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	-11	-7	-11	-5	-7
20-40	1	-1	-5	2	-7	-2
40-60	5	4	-2	5	-4	1
60-80	4	9	7	4	10	7
80-100	3	3	5	3	7	4
100+	-13	-3	1	-3	-1	-4

- Baisse de la fréquence des valeurs hautes ( $>100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) : **baisse de la photochimie locale**
- Baisse de la fréquence des valeurs basses ( $0-40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en zone urbaine : **baisse de la consommation** par les NOx (car la pollution NOx diminue)

# L'OZONE EN ZONE RURALE – TENDANCE SUR 25 ANS



# L'OZONE EN ZONE RURALE

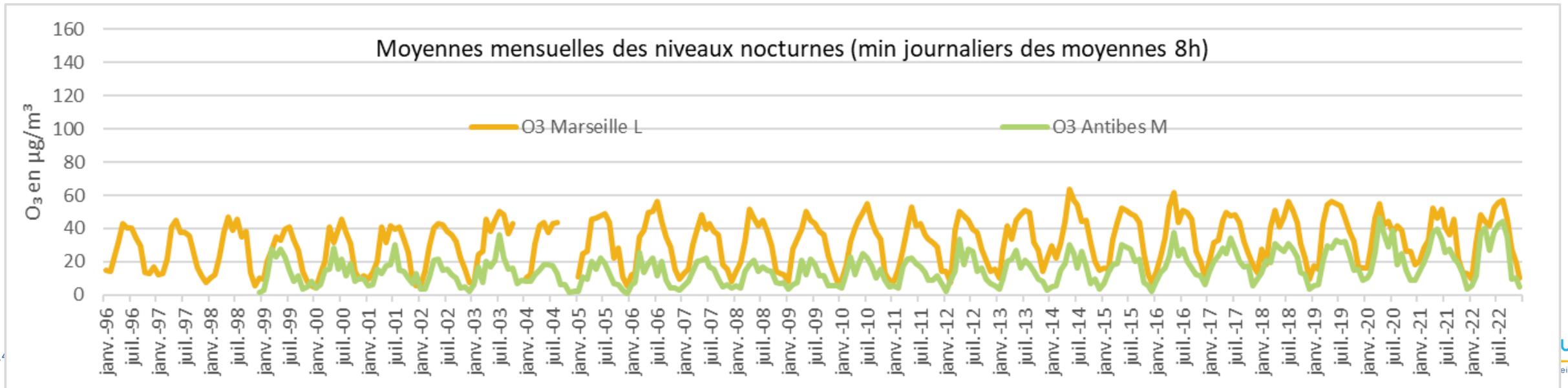
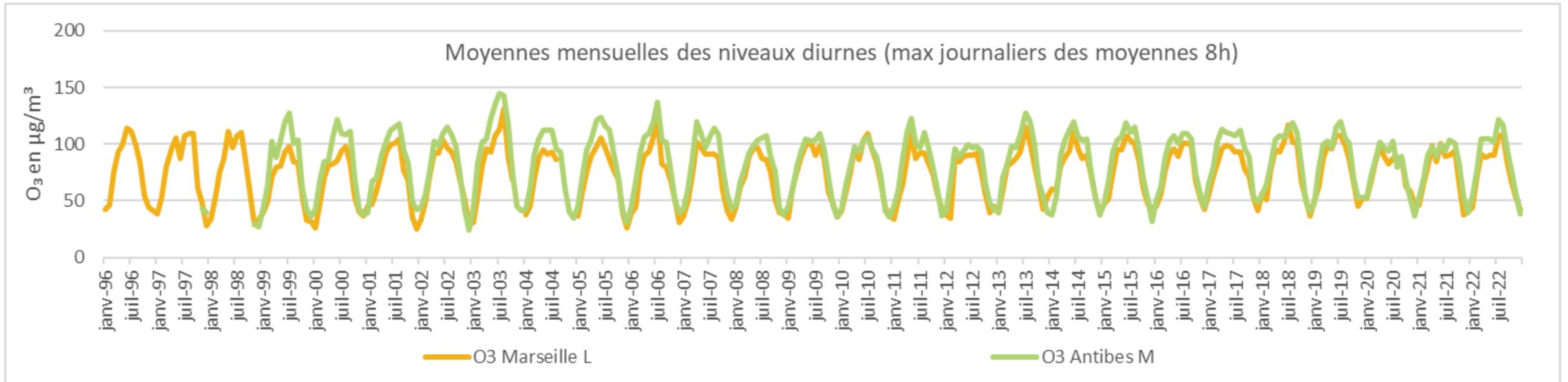
Sur les sites ruraux, les concentrations d'ozone sont issues :

- Du niveau de fond naturel
- Des transferts de pollution régionale (photochimie régionale)
- Des apports transfrontaliers (par la troposphère libre)
- Du dépôt sec local (réduction des concentrations)

**Les niveaux ruraux stables sont un équilibre entre :**

- La baisse des émissions régionales de précurseurs, donc de la photochimie régionale
- La hausse des apports transfrontaliers (non quantifiée)

# L'OZONE EN ZONE URBAINE - TENDANCE SUR 25 ANS



# L'OZONE EN ZONE URBAINE

Sur les sites urbains, les concentrations d'ozone sont issues :

- Du niveau de fond naturel
- Des transferts de la photochimie régionale (photochimie régionale)
- Des apports transfrontaliers (par la troposphère libre)
- Du dépôt sec local (réduction des concentrations)

PLUS :

- De la photochimie locale (le jour, principalement en été)
- De la consommation locale par le monoxyde d'azote (émis localement)

**>> Maximums urbains stables & minimums urbains en hausse**

# SYNTHÈSE TENDANCE DE L'OZONE SUR 30 ANS EN RÉGION SUD

Baisse des émissions de précurseurs >> réduction de la photochimie locale  
(baisse de l'intensité et de la fréquence des valeurs élevées)

## MAIS

Baisse des émissions de NOx >> diminution de la consommation d'ozone et de la production d'oxydants secondaires en ville

## PAR AILLEURS

Stabilité des niveaux moyens d'ozone en cours de journée : incohérent avec la seule photochimie régionale mais hausse des apports transfrontaliers

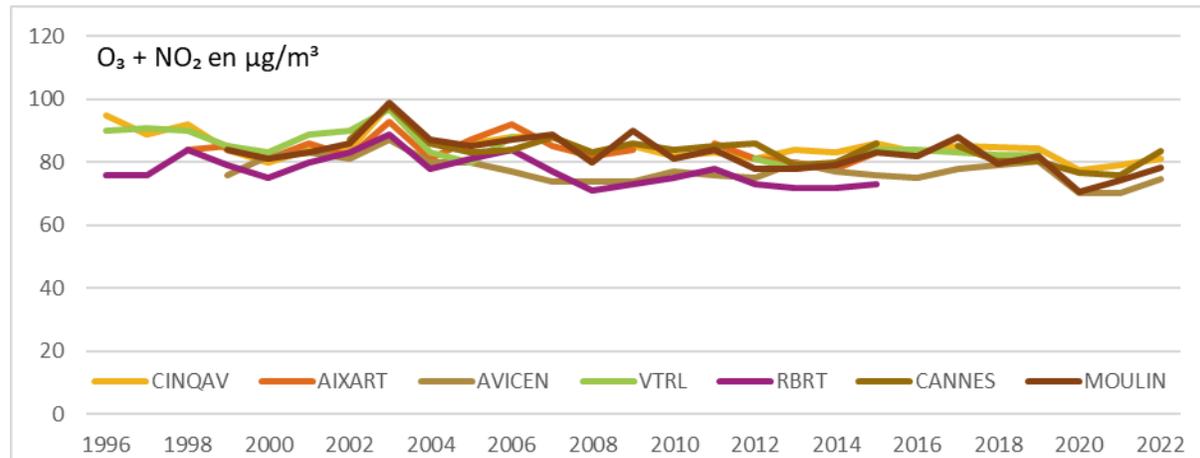
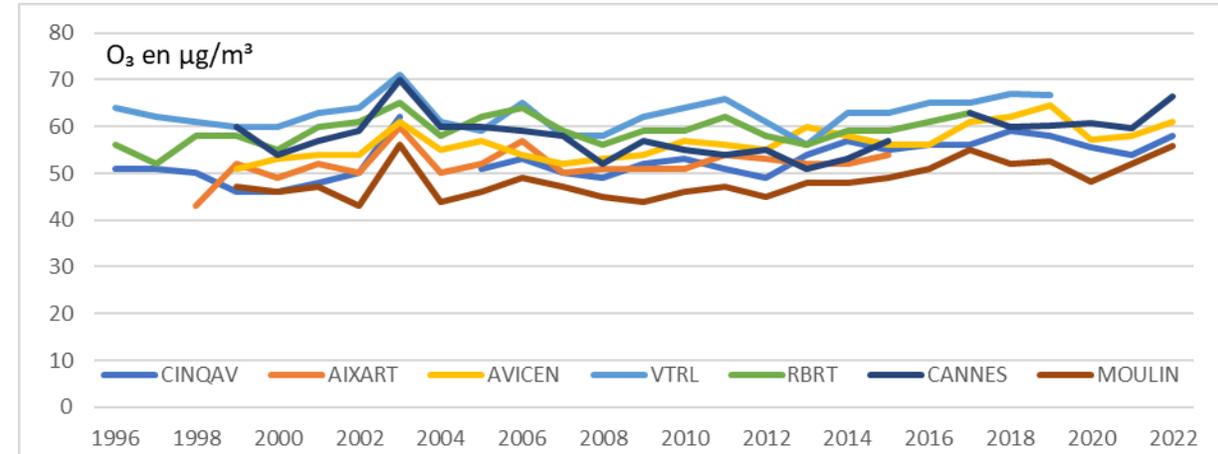
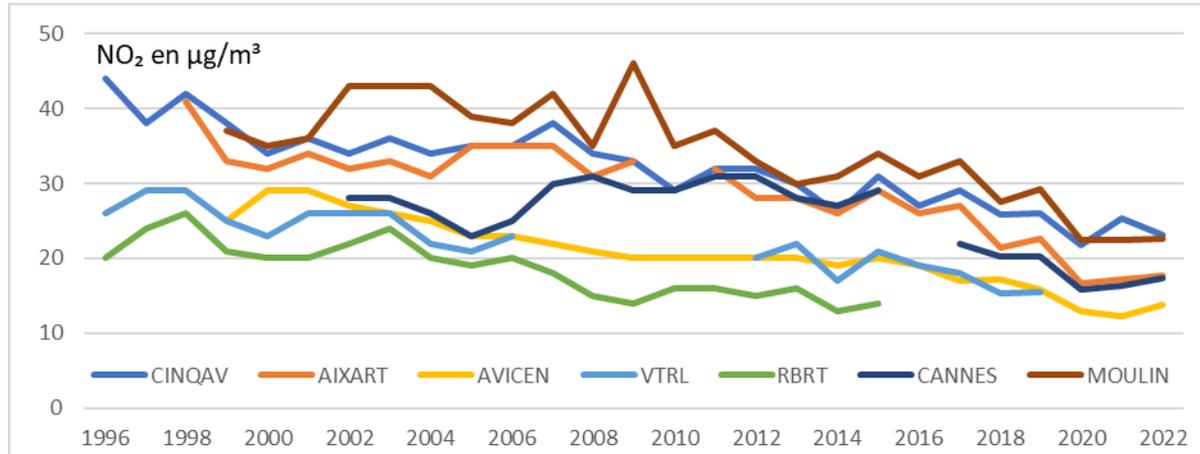
L'échelle actuelle de l'indice européen (et d'Atmo) intègre mal ces notions >> indices au minimum « moyens » en hiver et « dégradés » en été



# AUTRES OXYDANTS EN RÉGION SUD PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

---

# TENDANCE DES OXYDANTS EN VILLE



**Autres oxydants probablement en baisse**  
(acide nitrique, nitrates organiques, AOS, COV oxygénés...)

D'où... **ICAIR**



# CONCLUSION

# CONCLUSION : LE PARADOXE DE L'OZONE

## Baisse des pointes :

- Baisse de la photochimie locale

## Stabilité des niveaux diurnes de fond :

- Baisse de la photochimie locale...
- ... Compensée par une hausse des apports transfrontaliers de l'hémisphère Nord

## Légère hausse des moyens en ville :

- Stabilité des niveaux diurnes de fond
- Augmentation des niveaux nocturnes (moins de consommation d'ozone, moins de production d'oxydants secondaires)

**Ozone SEUL : pas un bon indicateur de cette pollution => cumul des différents oxydants**



# RÉDUIRE LA POLLUTION PHOTOOXYDANTE

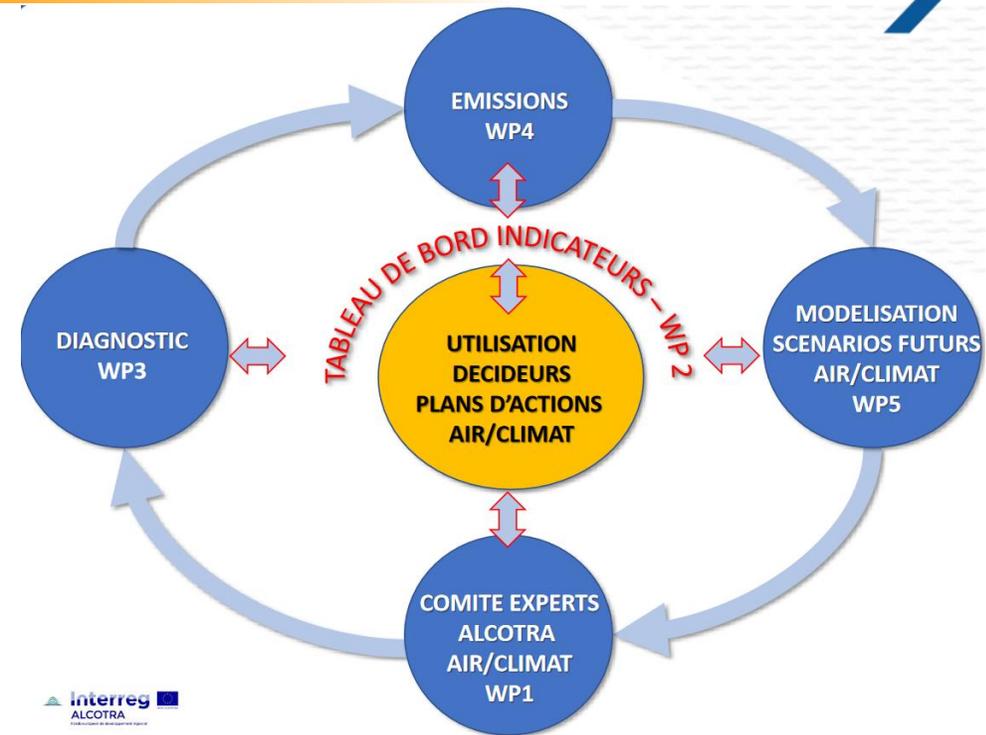
---

# PRIORISATION DES ACTIONS

- Sur les pôles urbains/industriels
- Baisse des NOx accompagnée d'une baisse des COVNM
- Rappel : impact sanitaire direct du NO<sub>2</sub> supérieur à celui de l'ozone
  
- Pour baisser l'exposition de la population aux oxydants (ozone et autres), réduire :
  - Les émissions de NOx du transport routier, transport maritime, et industrie
  - Les émissions de COVNM de l'industrie en priorisant les COV les plus réactifs
  - Les usages de solvant dans le résidentiel

L'ozone baissera plus lentement que d'autres oxydants (baisse de consommation et de l'augmentation des apports transfrontaliers) >> envisager d'autres indicateurs que les concentrations d'ozone

# PROJET ALP'AERA



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.

**Le + du projet : Animation d'un comité scientifique transfrontalier** composé d'experts scientifiques, observatoires et directions régionales environnement pour répondre aux questions suivantes:

- Quelle est la part transfrontalière de l'ozone troposphérique?
- Quelle sera l'évolution du régime chimique (oxydants) dans le futur?
- Quelle sera l'évolution des concentrations d'ozone en 2030 et 2070 dans un contexte de changement climatique ?



## Objectifs :

- Aider à la gouvernance pour s'adapter aux conséquences du changement climatique dans les vallées alpines franco-italiennes
- Mieux caractériser les impacts futurs de l'évolution climatique sur la qualité de l'air dans les Alpes, notamment :
  - Part de l'ozone transfrontalier
  - Evolution des concentrations d'ozone et des autres oxydants d'ici 2070
- Définir des indicateurs de suivi du climat et de la qualité de l'air sur le territoire ALCOTRA

# AtmoSud

Inspirer un air meilleur

**Présenté par :** Yann Channac  
**Coordonnées :**

 04 91 32 38 00

 [yann.channac@atmosud.org](mailto:yann.channac@atmosud.org)

 [Consulter le site web AtmoSud](#)

