

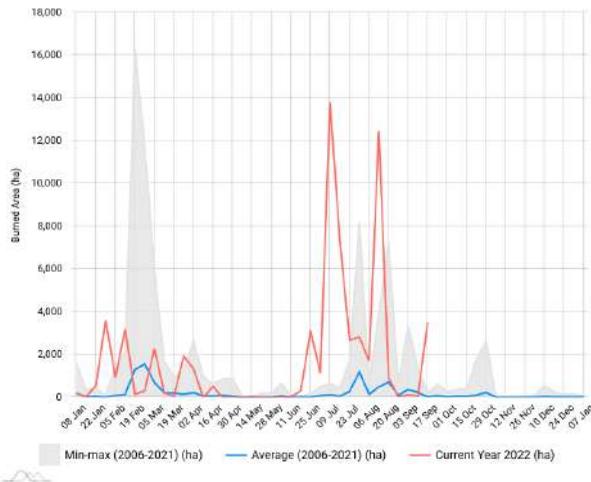
Impact des feux des Landes sur la qualité de l'air

Laurent Menut¹, Arineh Cholakian¹, Guillaume Siour², Rémy Lapère¹,
Romain Pennel¹, Sylvain Mailler¹ et Bertrand Bessagnet³

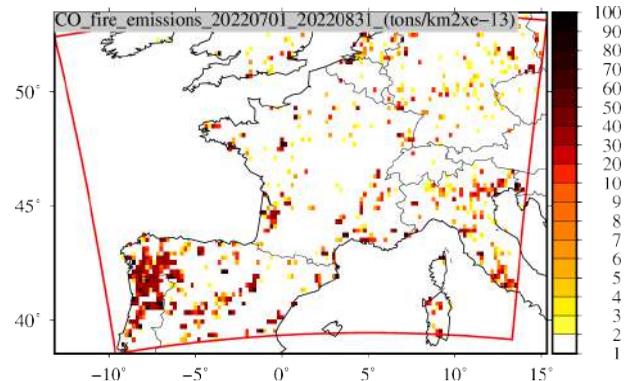
¹: *Laboratoire de Météorologie Dynamique*

²: *Laboratoire Inter-Universitaire des Systèmes Atmosphériques*

³: *Joint Research Center, Ispra*

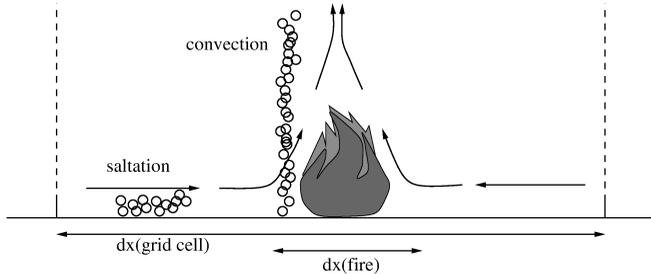


L'année 2022 a connu un plus grand nombre de feux et surfaces brûlées que les années précédentes



Pendant l'été 2022, les feux ont été présents un peu partout, avec notamment des feux importants dans les Landes.

Le processus étudié



Habituellement, les calculs des émissions (feux, aérosols minéraux) sont faits:

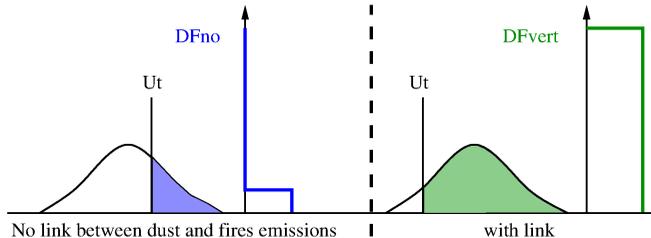
- Indépendamment les uns des autres
- Avec des bases de données de surface statiques

Mais il existe des interactions non considérées entre certains processus.

Notamment, les émissions de biomasse vont modifier la surface et l'atmosphère:

- Augmentation du vent en surface: plus d'émissions de dust
- Augmentation de la convection: injection plus haute des dust dans la troposphère
- Baisse de la rugosité: la surface devient plus érodable
- Moins de végétation: moins d'émissions biogéniques et moins de dépôt sec des gaz

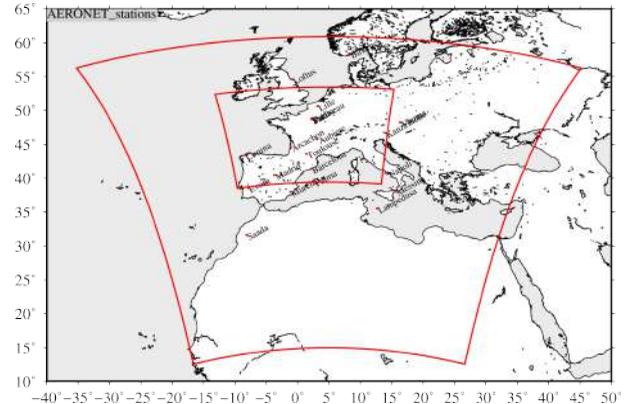
Est-ce que cela va changer les résultats de modélisation de la pollution?



Configuration de la modélisation

Les modèles WRF (v3.7) CHIMERE (v2023) sont utilisés sous différentes configurations:

| Simulation | Fire emis. | Impact on | | |
|------------|------------|-----------|----------|------------|
| | | LAI | | Dust emis. |
| | | Bio emis. | Dry Dep. | |
| nofire | | | | |
| f2no | ✓ | | | |
| f2laibio | ✓ | ✓ | | |
| f2laidd | ✓ | | ✓ | |
| f2dust | ✓ | | | ✓ |
| f2all | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |



Différences:

- f2all-f2no: impact des feux
- f2laibio... - f2no: impact des feux sans rétroaction

Schémas utilisés:

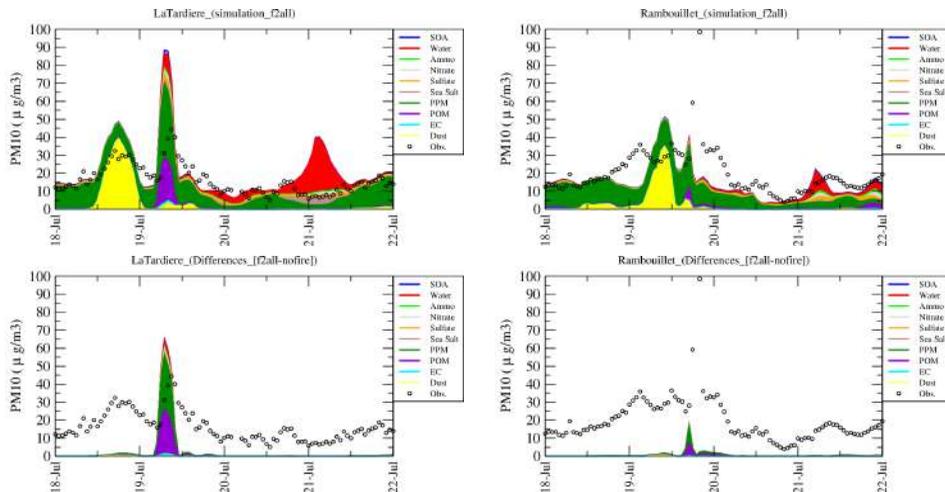
- Feux: offline CAMS Copernicus
- Dust: online [Alfaro and Gomes, 2001]

Ce qui est commun entre les configurations:

- Deux domaines imbriqués avec $\Delta x=50$ km et 15 km, 20 niveaux verticaux de la surface à 300hPa
- Emissions: anthropiques, biogeniques, sea-salt, mineral dust, feux de biomasse, DMS
- Concentrations sauvegardées à fréquence horaire
- Simulations du 15 Juin au 31 Aout 2022.

Impact des feux sur les concentrations de surface d'aérosols

- La prise en compte des effets des feux sur les autres émissions montre que cela permet de simuler les pics observés de PM_{10} pour différents sites en France: La Tardière (Vendée) et Rambouillet (Ile de France).
- L'ajout est principalement de la matière organique primaire (POM) et des particules primaires (PPM): impact des feux.

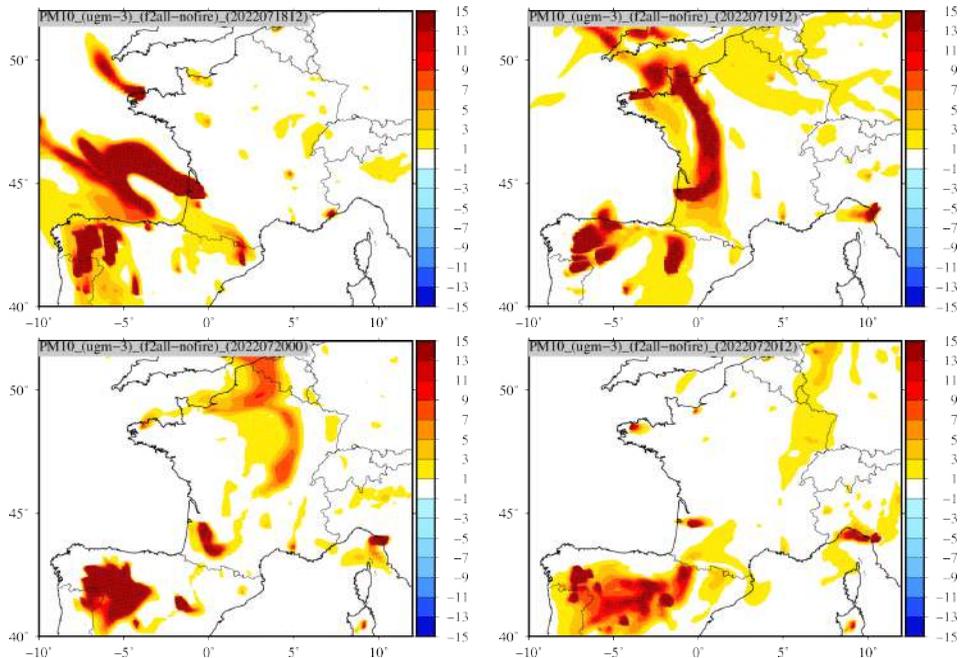


Composition des aérosols, moyenne journalière des concentrations de surface.

Impact des feux sur les concentrations de surface d'aérosols

Cartes de différences ($f2all-f2no$)
Concentrations de surface de PM_{10} ($\mu g.m^{-3}$)

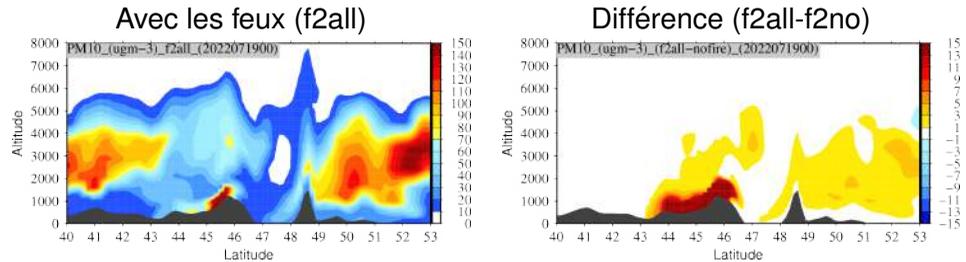
- Les cartes montrent la différence de PM_{10} en surface entre les simulations *avec* et *sans* feux.
- La différence varie de 0 à $+15 \mu g.m^{-3}$.
- Du 18 au 20 Juillet, le panache passe d'une direction vers l'Ouest, au Nord puis au Nord-Est.



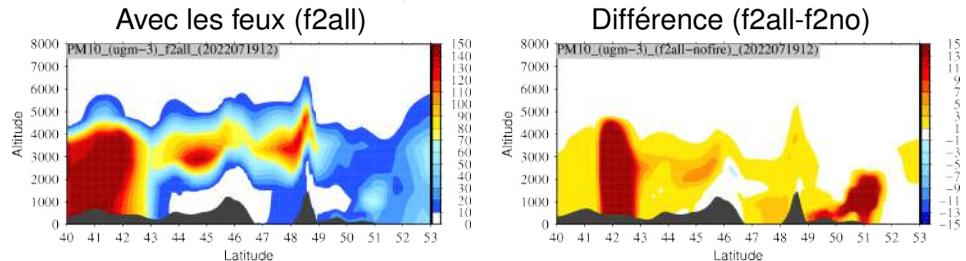
Impact des feux sur les concentrations de surface d'aérosols

- Coupe verticale iso-longitude $\lambda=1^\circ\text{W}$
- Structure verticale: panache d'aérosols entre 2000 et 4000m d'altitude
- Panache sur l'Ouest et Nord de la France mais passe en altitude au niveau de la Bretagne, région Parisienne et Hauts de France

19 juillet 2022: 0h

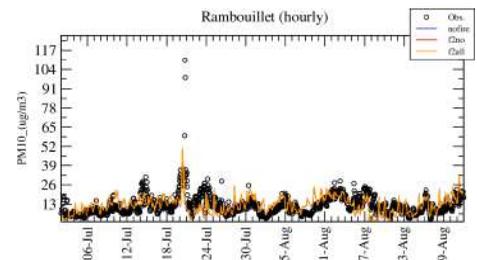
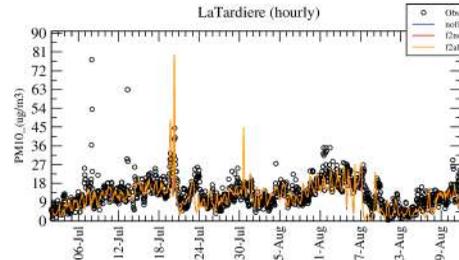
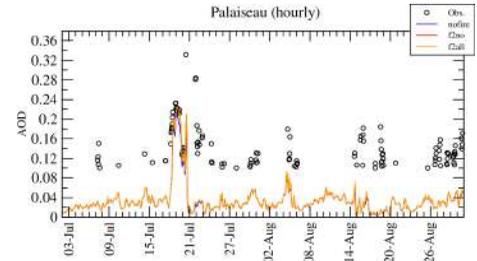
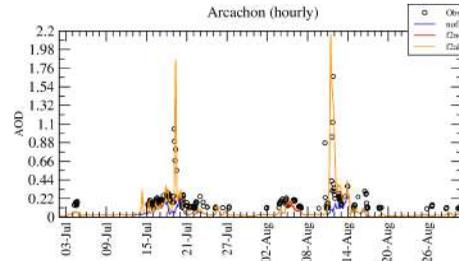


19 juillet 2022: 12h



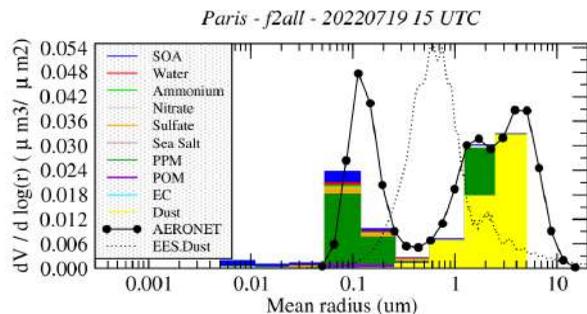
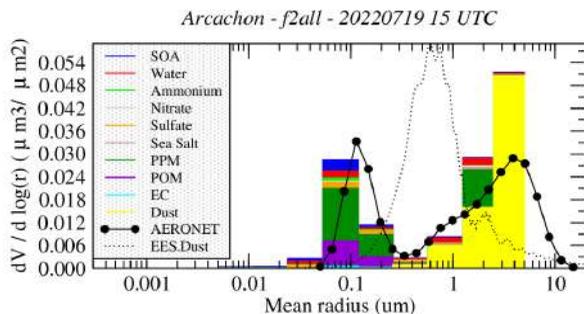
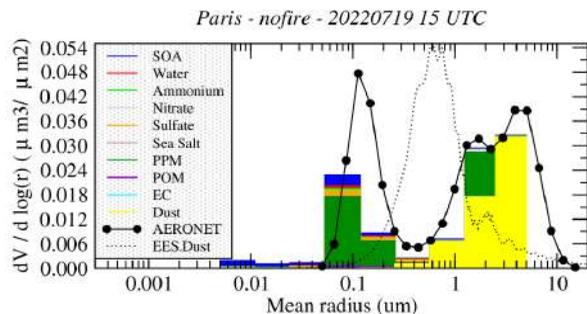
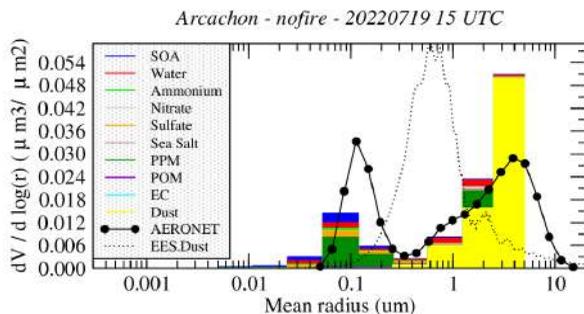
Impact des feux sur l'AOD et les concentrations de surface d'aérosols

- Comparaison aux mesures horaires
- Simulations sans feux (nofire), feux sans interactions (f2no), feux avec interactions (f2all)
- AOD:
 - mesures AERONET
 - Les deux pics à Arcachon sont liés aux feux
 - Pas d'effet significatif à Palaiseau
- PM₁₀:
 - Mesures EEA
 - Le pic du 19 Juillet à La Tardière est dû aux feux
 - Le pic du 20 Juillet à Rambouillet est dû aux feux



Impact des feux sur la composition des aérosols

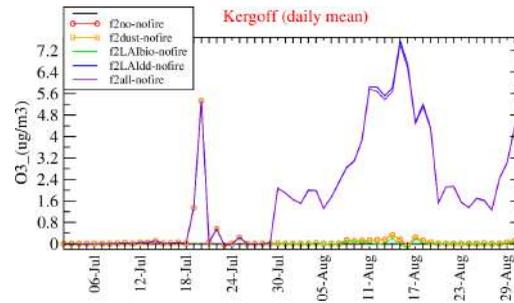
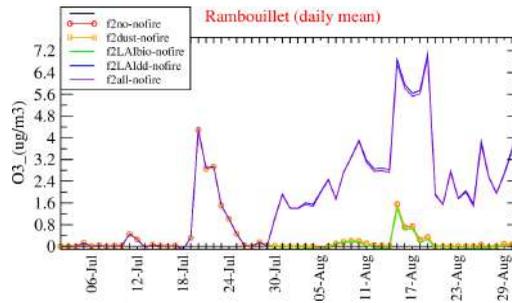
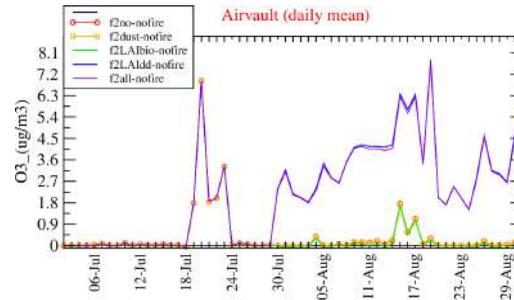
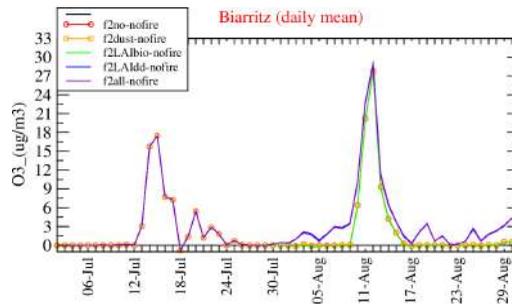
- Aérosols: 10 bins de rayon de 0.005 à 20 μm .
- Feux = ajout de PPM et POM
- principalement mode fin $r \approx 0.1 - 0.5 \mu\text{m}$
- Impact plus fort à Arcachon qu'à Paris



Impact des feux sur les concentrations de surface d'ozone

Comparaison des impacts un par un:

- Juillet, début de période: augmentation liée aux feux, pas d'impact significatif des interactions
- En Août et à Biarritz: feux et impact faible des interactions
- En Août et à Airvault (Centre-Ouest), Rambouillet (IdF), Kergoff (Finistère): impact majoritaire des interactions, principalement la réduction du LAI et le dépôt sec.



Dépassements de seuil pour l'ozone

- Unité: nombre de jours sur la période
1er Juillet → 31 Août 2022 (62 jours)
- Calcul du dépassement des seuils de
120 et 180 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pour les
concentrations d'ozone de surface (1h
par jour).
- Calcul pour les observations et les
simulations *nofire*, *f2no* et *f2all*
- En **vert**: quand $N_{f2no} > N_{nofire}$
- En **rouge**: quand $N_{f2all} > N_{f2no}$

| Location | obs | | <i>nofire</i> | | <i>f2no</i> | | <i>f2all</i> | |
|---------------|-----|-----|---------------|-----|-------------|-----|--------------|-----|
| | 120 | 180 | 120 | 180 | 120 | 180 | 120 | 180 |
| Airvault | 12 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 |
| LaTardiere | 9 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 9 | 0 |
| Rambouillet | 19 | 0 | 9 | 0 | 9 | 0 | 10 | 0 |
| Peyrusse | 14 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 |
| Kergoff | 12 | 1 | 5 | 0 | 7 | 0 | 7 | 0 |
| StMalo | 6 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 | 9 | 0 |
| Mera | 14 | 0 | 5 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 |
| StDenisAnjou | 18 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 9 | 0 |
| Aytre | 9 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| Zoodyss | 10 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 |
| Biarritz | 13 | 0 | 5 | 0 | 9 | 1 | 10 | 1 |
| Brotonne | 14 | 2 | 6 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 |
| Fontainebleau | 29 | 1 | 6 | 1 | 6 | 1 | 8 | 1 |
| Rageade | 20 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| Verneuil | 11 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 7 | 0 |
| Tremblay | 19 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 14 | 0 |
| Vosges | 24 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 |
| OHP | 42 | 1 | 20 | 0 | 22 | 0 | 27 | 0 |
| Carling | 36 | 0 | 28 | 0 | 28 | 0 | 34 | 0 |
| MontsecOAM | 30 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 | 7 | 0 |
| Zorita | 10 | 0 | 8 | 0 | 9 | 0 | 10 | 0 |
| Valderas | 23 | 0 | 7 | 0 | 10 | 0 | 11 | 0 |
| PuertoCotos | 45 | 0 | 19 | 0 | 21 | 0 | 21 | 0 |
| Vredepeel | 12 | 1 | 14 | 2 | 15 | 2 | 15 | 2 |
| Moerkerke | 13 | 0 | 12 | 0 | 13 | 0 | 15 | 0 |
| Solling | 20 | 1 | 7 | 0 | 7 | 0 | 9 | 0 |
| Gartringen | 45 | 2 | 13 | 1 | 13 | 1 | 17 | 1 |
| Payerne | 27 | 0 | 18 | 0 | 18 | 0 | 22 | 0 |
| Diga | 49 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Hunsr | 28 | 0 | 11 | 0 | 12 | 0 | 16 | 0 |

Dépassements de seuil pour l'ozone

- 1 Plus de dépassements dans les observations que dans le modèle
- 2 Obs: Quelques stations avec des dépassements 120 presque tous les jours: Diga (49), Gartringen et PuertoCotos (45), OHP (42).
- 3 Obs: Peu de stations avec dépassement de 180: Kergoff (1), Brotonne (2), Fontainebleau (1), OHP (1), Vredepeel (1), Gartringen (2), Diga (1)
- 4 *f2fire*: Nombreux dépassements: les feux ne sont pas seuls responsables des excès d'ozone estivaux
- 5 *f2no*: Augmentation du nombre de dépassements 120 dans la moitié des stations disponibles.
- 6 *f2all*: Augmentation des dépassements 120 liés aux impacts des feux sur la surface
- 7 Pas d'impact notable sur les dépassements 180.

| Location | obs | | <i>nofire</i> | | <i>f2no</i> | | <i>f2all</i> | |
|---------------|-----|-----|---------------|-----|-------------|-----|--------------|-----|
| | 120 | 180 | 120 | 180 | 120 | 180 | 120 | 180 |
| Airvault | 12 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 |
| LaTardiere | 9 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 9 | 0 |
| Rambouillet | 19 | 0 | 9 | 0 | 9 | 0 | 10 | 0 |
| Peyrusse | 14 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 |
| Kergoff | 12 | 1 | 5 | 0 | 7 | 0 | 7 | 0 |
| StMalo | 6 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 | 9 | 0 |
| Mera | 14 | 0 | 5 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 |
| StDenisAnjou | 18 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 9 | 0 |
| Aytre | 9 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| Zoodyss | 10 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 |
| Biarritz | 13 | 0 | 5 | 0 | 9 | 1 | 10 | 1 |
| Brotonne | 14 | 2 | 6 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 |
| Fontainebleau | 29 | 1 | 6 | 1 | 6 | 1 | 8 | 1 |
| Rageade | 20 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| Verneuil | 11 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 7 | 0 |
| Tremblay | 19 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 14 | 0 |
| Vosges | 24 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 |
| OHP | 42 | 1 | 20 | 0 | 22 | 0 | 27 | 0 |
| Carling | 36 | 0 | 28 | 0 | 28 | 0 | 34 | 0 |
| MontsecOAM | 30 | 0 | 6 | 0 | 7 | 0 | 7 | 0 |
| Zorita | 10 | 0 | 8 | 0 | 9 | 0 | 10 | 0 |
| Valderas | 23 | 0 | 7 | 0 | 10 | 0 | 11 | 0 |
| PuertoCotos | 45 | 0 | 19 | 0 | 21 | 0 | 21 | 0 |
| Vredepeel | 12 | 1 | 14 | 2 | 15 | 2 | 15 | 2 |
| Moerkerke | 13 | 0 | 12 | 0 | 13 | 0 | 15 | 0 |
| Solling | 20 | 1 | 7 | 0 | 7 | 0 | 9 | 0 |
| Gartringen | 45 | 2 | 13 | 1 | 13 | 1 | 17 | 1 |
| Payerne | 27 | 0 | 18 | 0 | 18 | 0 | 22 | 0 |
| Diga | 49 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Hunsr | 28 | 0 | 11 | 0 | 12 | 0 | 16 | 0 |

Conclusion

- Les feux de végétation ont eu un impact sur les concentrations (y compris les pics de gaz et aérosols atmosphériques)
- Sud de la France: les feux des Landes s'ajoutent aux panaches de feux en Espagne et au Portugal.
- Augmentation de l'ozone au maximum de $\approx 6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en période de feux
- Pour l'ozone, l'impact est différent en fonction de la période:
 - 1 Juillet: impact direct des feux de végétation
 - 2 Août: Impact secondaire des feux sur la surface et le LAI et la végétation
- Modélisation: la prise en compte des feux et impacts des feux augmente la corrélation et diminue les biais.