



Impacts de l'ozone et du changement climatique sur les forêts du sud-est de la France



Laurence Dalstein (GIEFS)
Anumol G Shashikumar (GIEFS)



G.I.E.F.S

Groupe International d'Etudes
des Forêts Sud-européennes

29 Septembre 2020

Aires d'études du projet MITIMPACT

- **En France:**

- Littoral azuréen
- Moyen-Pays
- Haut-Pays: Parc national du Mercantour



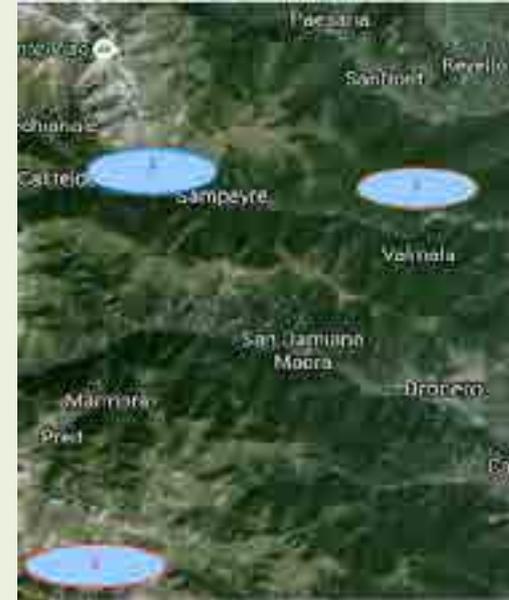
Localisation du territoire étudié en France

Essences suivies

- Pins d'Alep (1): 7 placettes
- Pins sylvestre (2): 7 placettes
- Pins cembro (3): 7 placettes

- **En Italie:**

- Région Piémont – Province de Cuneo
- Vallée Stura di Demonte
- Vallée Varaita

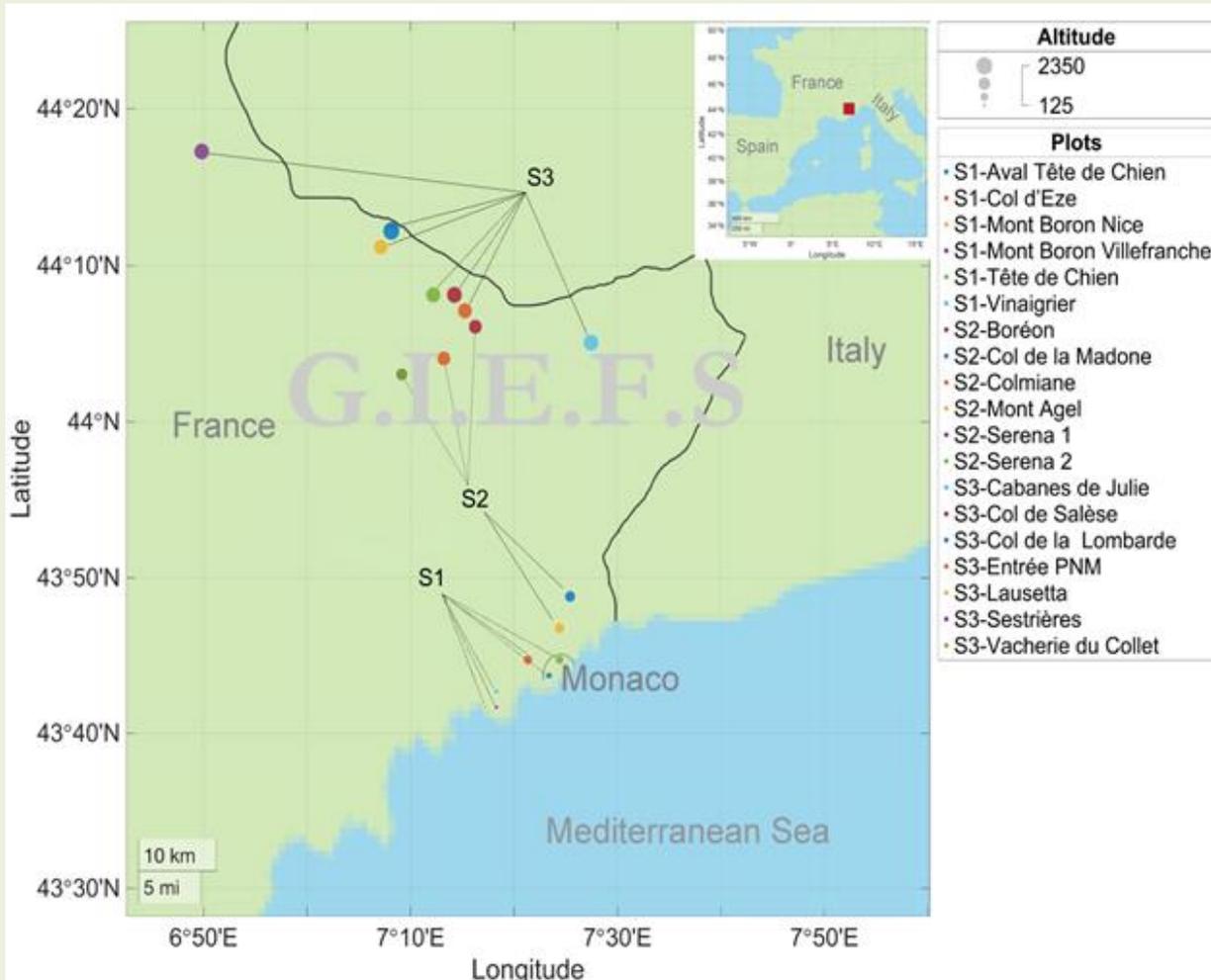


Localisation du territoire étudié en Italie

Essences suivies

- Hêtre (1): 7 placettes
- Pins sylvestre (2): 7 placettes
- Pins cembro (3): 7 placettes

Carte de la localisation de la zone d'étude en France



Capteurs passifs d'ozone



S1- Littoral - Côte d'Azur, S2- Moyen-Pays, S3- Pays de Haute-Montagne: Parc national du Mercantour.

Méthodologie

Identification des symptômes foliaires visibles d'ozone

Évaluation des symptômes d'ozone: protocole européen de l'ICP-Forest:

International Cooperative Program on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests-UNECE

Placette de suivi forestier intensif

Prélèvement foliaire sur cinq arbres de chacune des 14 placettes forestières composées de 20 pins.



- Cinq branches/arbre
- 25 aiguilles/branche pour chaque année d'aiguille (C, C+1 et C+2)

Pourcentage moyen d'atteinte foliaire (%) pour chaque année d'aiguille

Herbier, photographie des symptômes d'ozone ,
microscopie dans certains cas
→ **validation**

Suivi sur zone de clairière

Observation des symptômes d'ozone présents sur toutes les espèces de clairière: arbres, arbustes et plantes vivaces.

Liste des espèces présentant des symptômes d'ozone

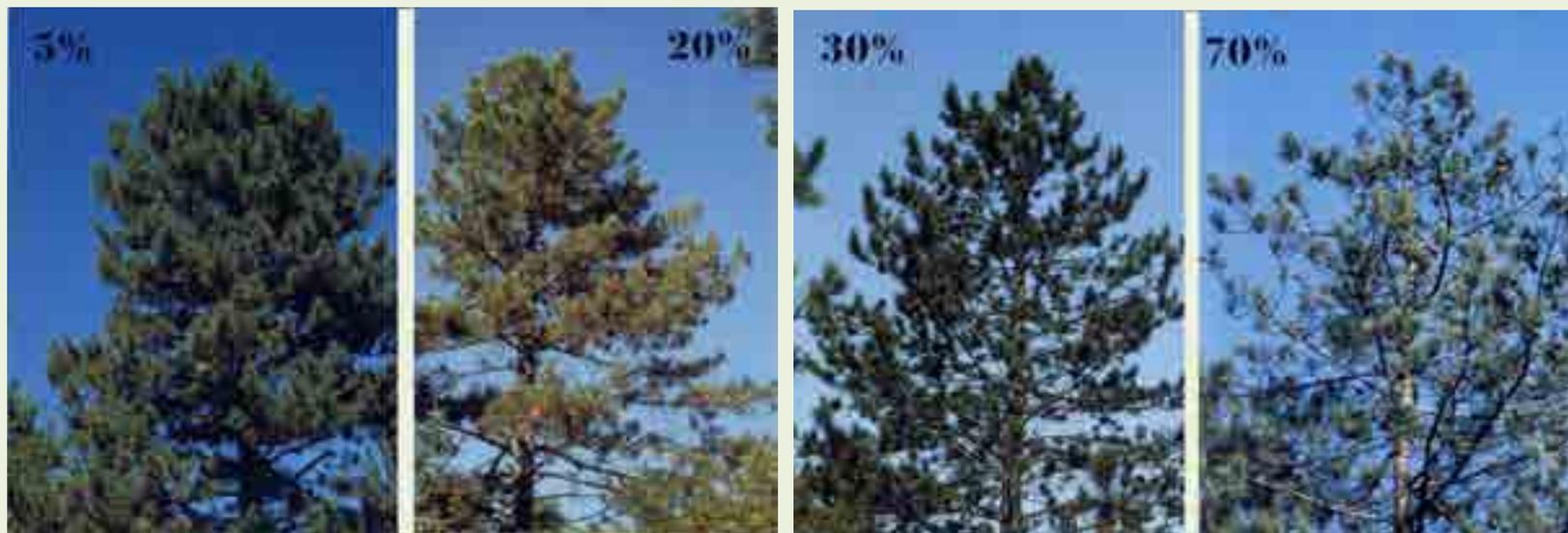
Méthodologie

Évaluation de l'état de santé des Pins

Décoloration: Classes numérotées de 0 (vert) à 4 (jaune).

Déficit foliaire: - Estimé par tranche de 5%

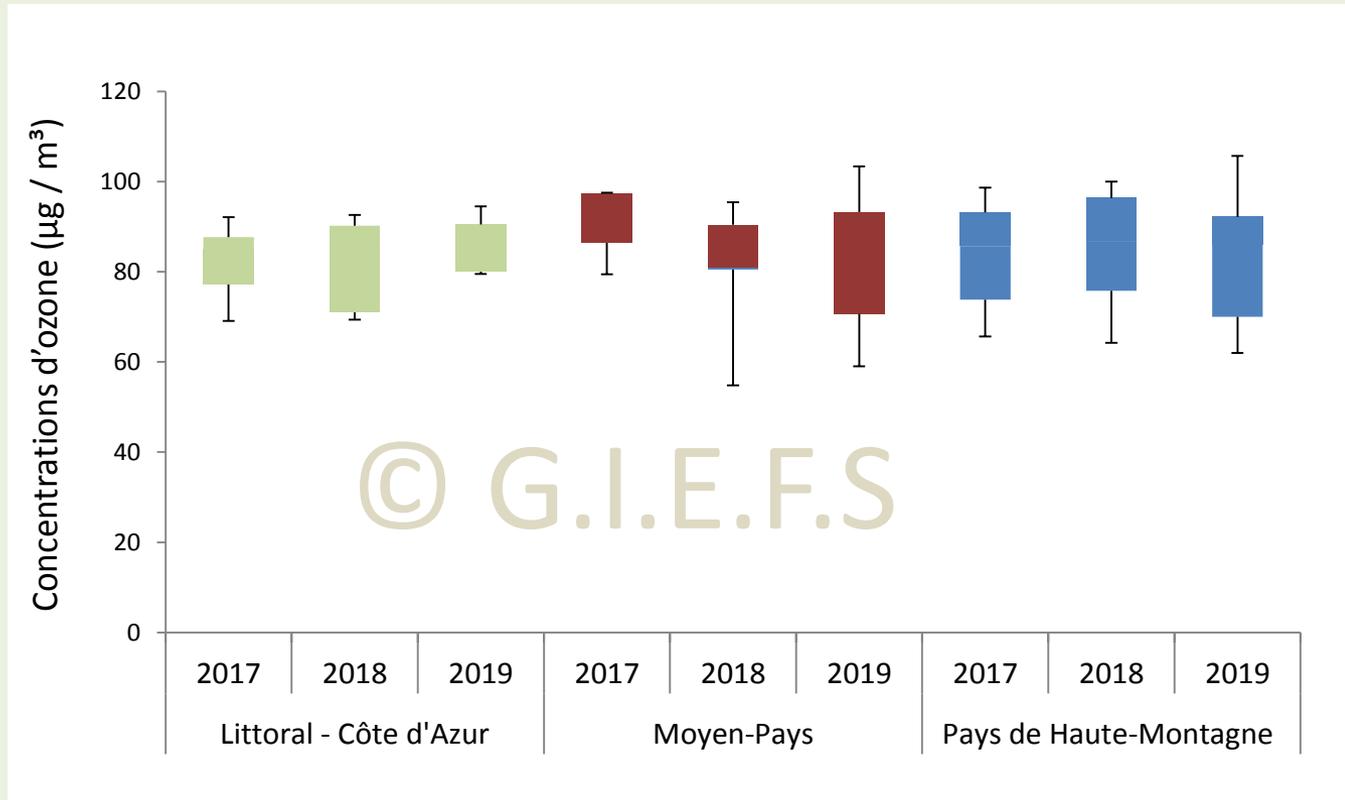
- 4 classes de pourcentage de défoliation: 0-10%: bonne santé ; 15-25%: phase de dégât avéré; d'alarme; 30-60%: si supérieure à 60% critique phase d'alerte.



Pinus nigra

En Europe, la surveillance des forêts se focalise sur le déficit foliaire/décoloration comme indicateur de l'état de santé des forêts, alors que les symptômes visibles sont habituellement le premier marqueur des niveaux d'ozone phytotoxique (Grulke, 2003; Matoušková et al., 2010).

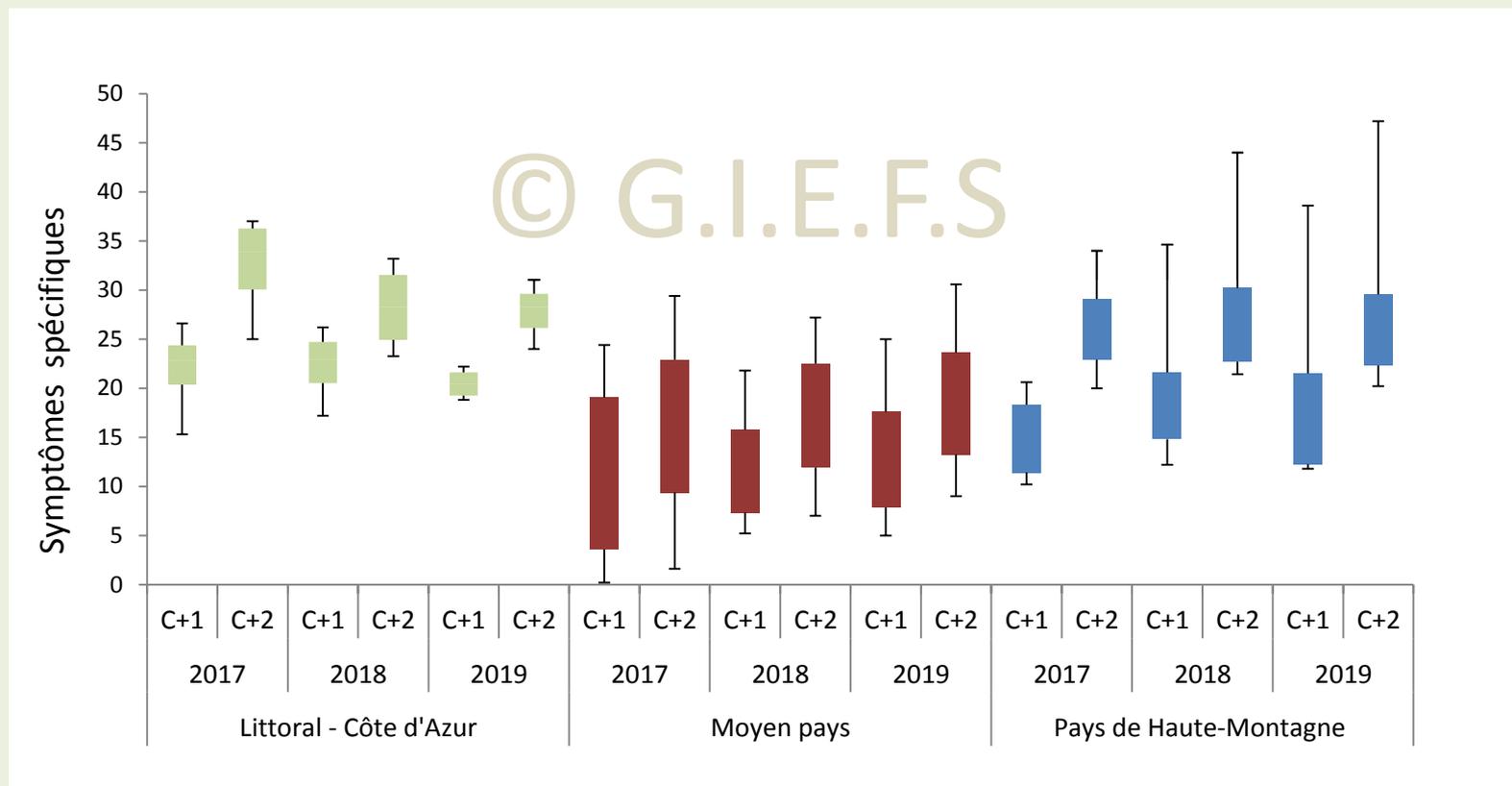
Concentrations moyennes d'ozone ($\mu\text{g} / \text{m}^3$) enregistrées par des capteurs d'ozone passifs de 2017 à 2019



Les graphiques statistiques à moustaches présentent une comparaison de la concentration d'ozone entre les secteurs.

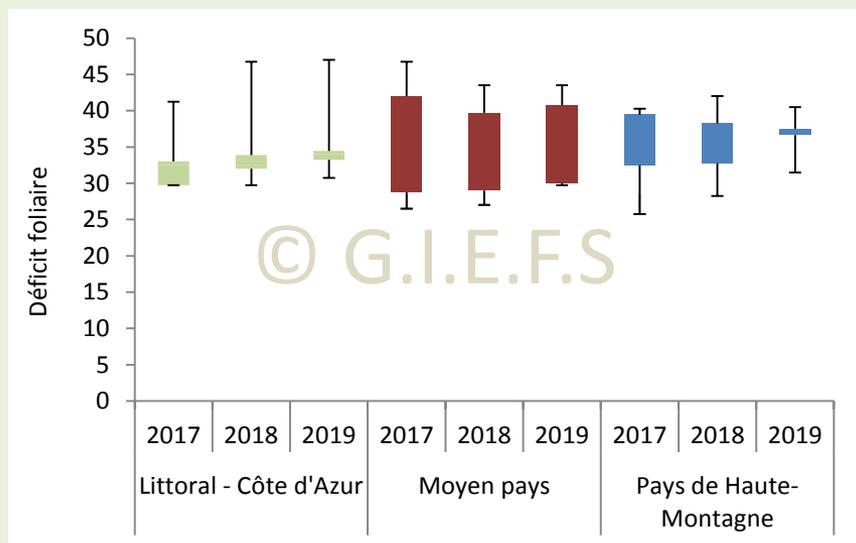
Évolution des dégâts spécifiques d'ozone

Moyenne au cours des trois années d'études

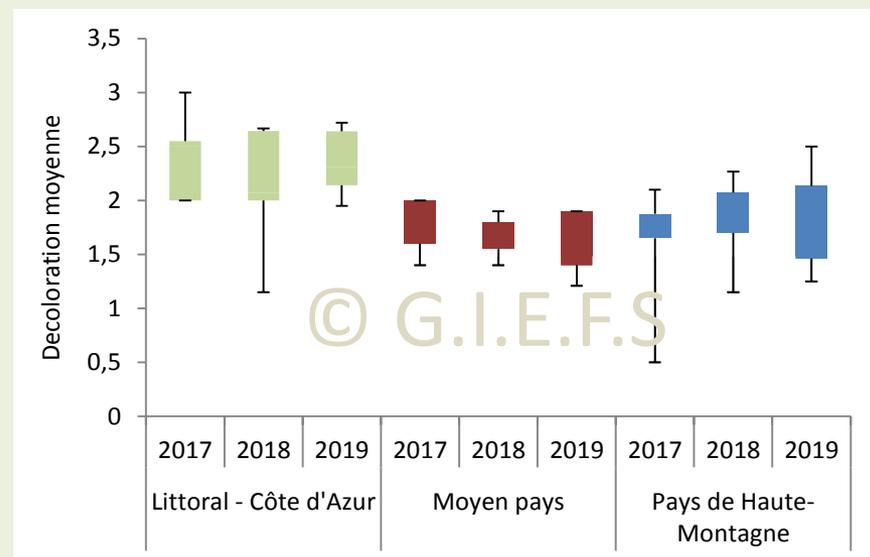


Evolution du déficit foliaire et de la décoloration moyenne au cours des trois années d'étude

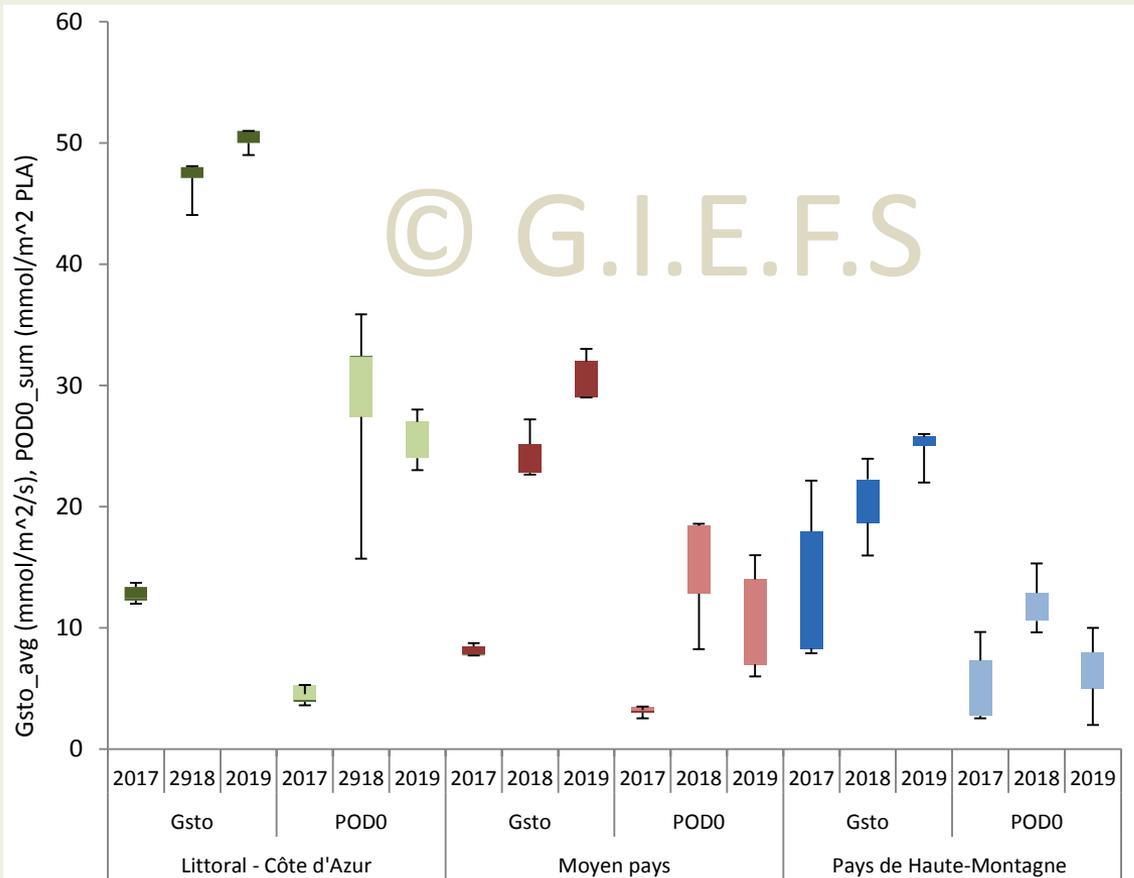
Déficit foliaire



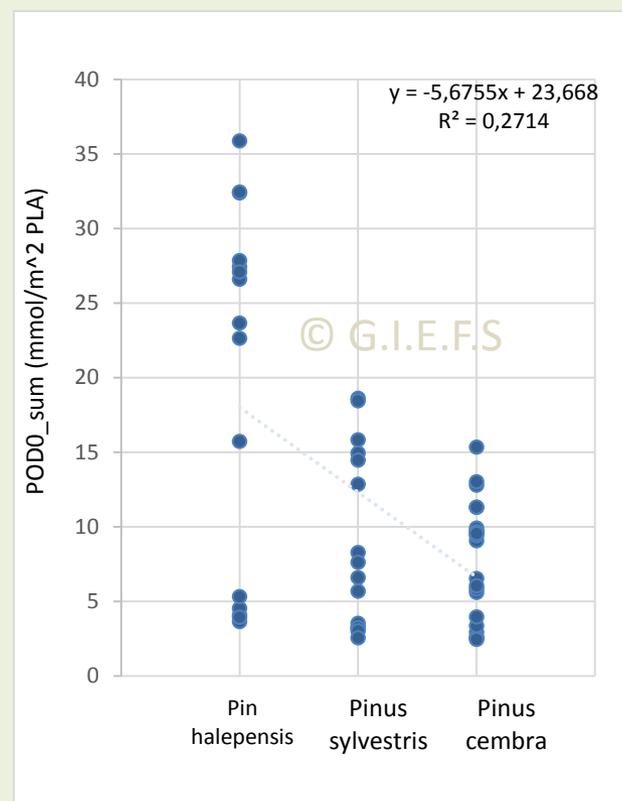
Décoloration foliaire



Résultats des POD0 (mmol/m² PLA-Projected leaf area), modélisation de la conductance stomatique, Gsto a (mmol/m²/s) en 2017-2019.



Dose d'ozone phytotoxique avec seuil 0 (POD0, mmol m⁻² PLA) pour chaque espèce d'arbre (*Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris*, *Pinus cembra*) au cours de la période 2017-2019.



Liste des espèces symptomatiques notées dans les zones de clairière au cours de la période d'étude

Espèces Symptomatiques

<i>Acer platanus</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Prunus spinosa</i> (prunellier)
<i>Acer pseudoplatanus</i> (érable sycomore)	<i>Frangula alnus</i> (bourdaine)	<i>Ptelea trifoliata</i> (houblon)
<i>Abies alba</i> (sapin blanc)	<i>Hibiscus syriacus</i> (hibiscus)	<i>Quercus ilex</i>
<i>Ailante</i>	<i>Juniperus communis</i> (genévrier)	<i>Quercus pubescens</i>
<i>Asculus hippocastanum</i> (marronnier)	<i>Larix decidua</i> (mélèze)	<i>Quercus robur</i>
	<i>Hedera helix</i> Lierre	<i>Rosa canina</i> (rosier)
<i>Betula pendula</i> (bouleau)	<i>Lonicera sp.</i> (chèvrefeuille)	<i>Rubus fruticosus</i>
<i>Carpinus betulus</i> (charme)	<i>Picea abies</i> (épicéa)	<i>Rubus idaeus</i> (framboisier)
<i>Castanea sativa</i>		<i>Salvia sp.</i> (sauge)
<i>Quercus ilex</i> (chêne vert)	<i>Pinus pinaster</i> (pin maritime)	<i>Salix caprea</i> (saule marsault)
<i>Clematis vitalba</i> (clématite)	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Sambucus nigra</i> (sureau noir)
<i>Cornus sanguina</i> (cornouiller sanguin)	<i>Populus nigra</i> (peuplier noir)	<i>Sorbus aria</i> (alisier blanc)
<i>Crataegus monogyna</i> (aubépine)	<i>Populus tremula</i> (peuplier tremble)	<i>Sorbus aucuparia</i> (sorbier oiseleurs)
<i>Cupressus sempervirens</i> (cyprès)	<i>Pyrus communis</i>	<i>Tilia</i> (tilleuil)
<i>Cytisus scoparius</i> (genêt à balais)	<i>Prunus sp.</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i> (myrtillier)
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Prunus avium</i> (cerisier)	

© G.I.E.F.S

Analyse des coefficients de Spearman

Corrélation des dommages foliaires avec la concentration d'ozone (ppb) et les facteurs météorologiques au cours des années 2018 et 2019.

Tree species & Ozone injuries	O ₃	T (°C)	Avg_ Ppm (mm)	RH (%)	VPD (kPa)	SWP (MPa)
<i>Pinus halepensis</i>						
Visible ozone injury C+1	0.52	-0.2	ns	0.22	-0.23	
Visible ozone injury C+2	0.58	-0.22	ns	0.22	-0.23	
Foliar deficit	0.35	-0.34	-0.5	ns	ns	
Discoloration	-0.30	0.50	-0.2	-0.2	0.6	
<i>Pinus sylvestris</i>						
Visible ozone injury C+1	-0.22	-0.40	ns	ns	-0.32	0.29
Visible ozone injury C+2	ns	-0.40	-0.20	-0.32	ns	ns
Foliar deficit	0.39	0.72**	-0.29	ns	0.64**	-0.62**
Discoloration	ns	ns	-0.33	ns	0.24	ns
<i>Pinus cembra</i>						
Visible ozone injury C+1	0.63**	-0.71***	ns	0.27	-0.49*	0.41*
Visible ozone injury C+2	0.64**	-0.78***	ns	0.20	-0.49*	0.34
Foliar deficit	ns	0.24	0.39*	-0.21	0.38*	-0.38*
Discoloration	0.81***	-0.83***	ns	ns	-0.47*	0.25

Résultats des observations de symptômes d'ozone sur les Aiguilles de Pins d'alep, sylvestre

Pins d'alep,



Aiguilles asymptotiques



Aiguilles symptomatiques

Pins sylvestre



Résultats des observations de symptômes d'ozone sur les Pins cembro

Aiguilles symptomatiques



Aiguilles asymptomatiques



Mottling= petites taches jaunes claires



Résultats des observations de symptômes d'ozone sur les zones de clairière- 2017



Peuplier Tremble

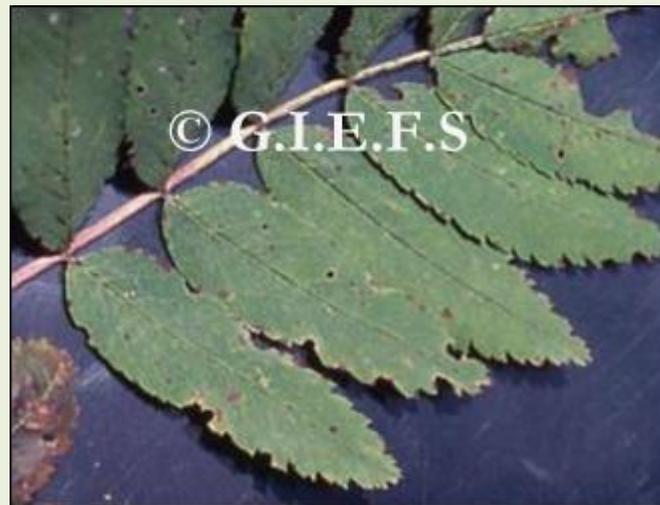


Mélèze



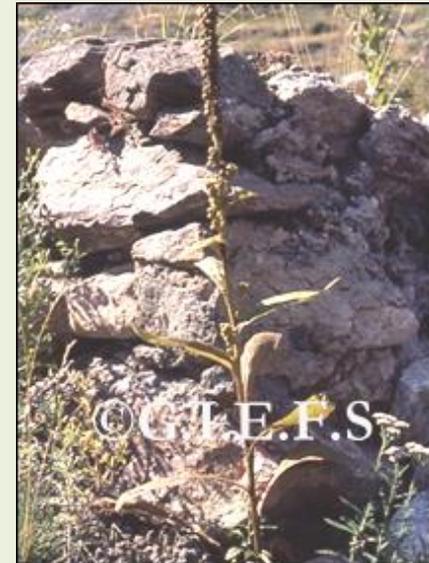
Alisier blanc

Quelques photos de symptômes foliaires d'ozone chez différentes essences



Saule Marsault

Sorbier des oiseleurs

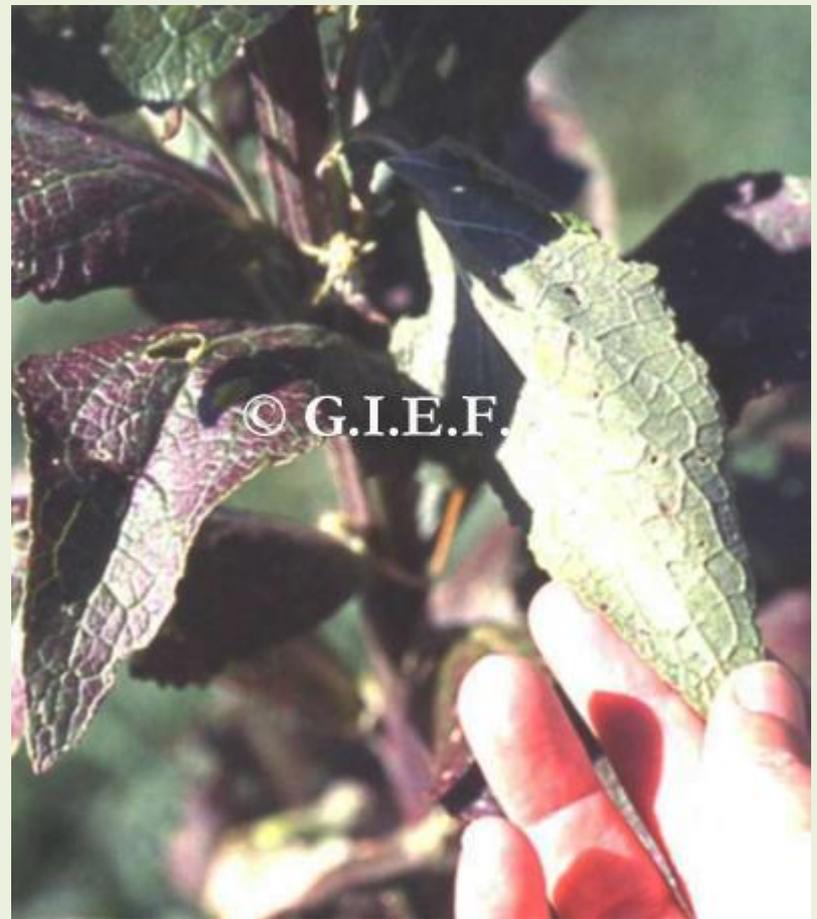


Laitue des murs

Molène lychnite



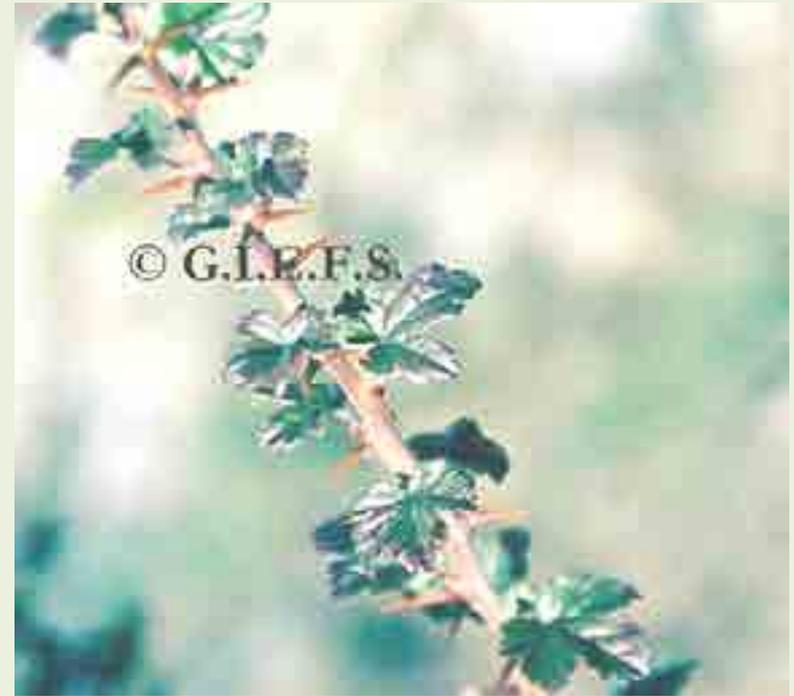
Cytise des Alpes



Chénopode bon-Henri



Myrtille



Groseillier



Sureau à grappes



Noisetier



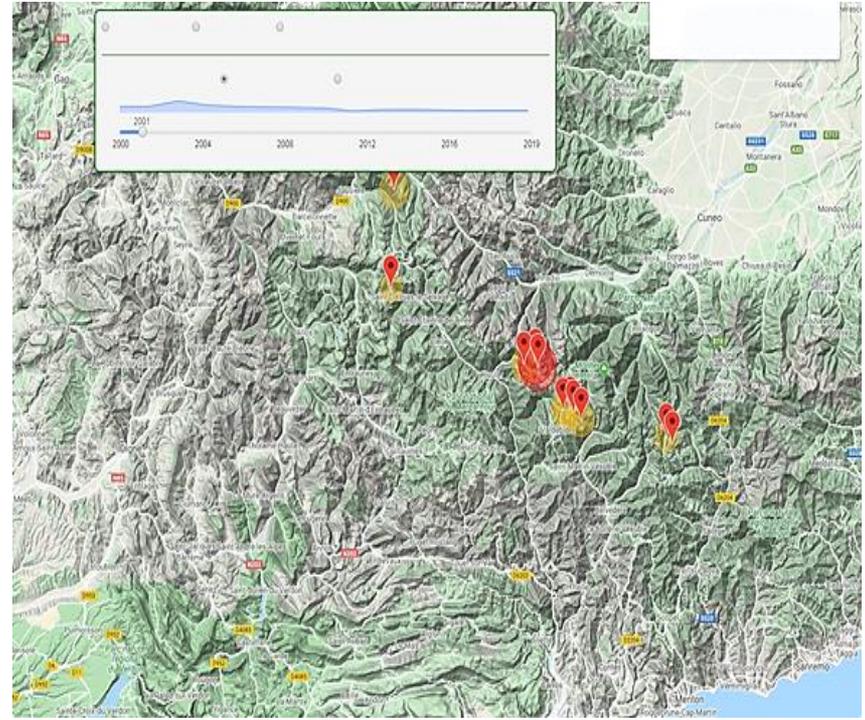
Aulne vert

Carte interactive pour le grand public

Lien des cartes interactives:

<http://mitimpact.com/maps/map-mitimpact.html>

<http://www.mitimpact.com/maps/mercantour.html>



Conclusion

- L'avenir de certains peuplements est incertain et même compromis, avec des symptômes de dépérissement très marqués , probablement accentués aussi par les sécheresses récurrentes de ces dernières années.
- Une politique de reforestation est nécessaire avec des essences choisies spécifiquement pour leur plus grande résistance à ce type de pollution, même si la biodiversité en sera impactée. Les forêts bien gérées permettront de jouer leur rôle de puits de carbone pour limiter les GES à l'origine des nuisances sur les écosystèmes
- Les résultats du projet Mitimpact montrent clairement que la pollution à l'ozone directement liée aux activités anthropiques a un impact réel sur les écosystèmes forestiers, même situés à grande échelle et dans des sites naturels hyper protégés, loin des grandes agglomérations urbaines : Parc national du Mercantour.
- La stratégie nationale bas carbone adoptée par la France et les Plans Climat intègrent les mesures à prendre concrètement pour limiter les émissions de polluants primaires à l'origine de ces dysfonctionnements.



G.I.E.F.S

LISTE DES PUBLICATIONS

2020

- **Svetlana Bičárová, Anumol Shashikumar, Laurence Dalstein- Richier, Veronika Lukasová, Katarína Adamčíková, Hana Pavlendová, Zuzana Sitková, Anna Buchholcerová, Dušan Bilčík.** The response of Pinus species to ozone uptake in different climate regions of Europe. *Central European Forestry Journal*. FORESTRYJOURNAL-D-20-00031. (Accepted).

2018-2019

- **Dalstein, L., Ciriani, M.-L., 2019.** Ozone foliar damage and defoliation monitoring of *P. cembra* between 2000 and 2016 in the southeast of France. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)* 244, 451.
- **Ciriani, M.-L., Dalstein, L., 2018.** Forest Health Monitoring Highlights Progress in Forest Deterioration in France. *Water, Air, & Soil Pollution* 229, 311.
- **Bicarova s., Sitkova Z., Pavlendova H., Fleischer P.jr., Fleischer P.sr., Dalsterin L., Ciriani M.L., Bytnerowicz A., 2018.** Comment la disponibilité en eau du sol contrôle-t-elle la dose d'ozone phytotoxique des pins de haute montagne ?. *Forêt méditerranéenne* 31-44.

*Merci de votre
attention*

Contact du GIEFS: legiefs@aol.com