

Synergie des effets de la pollution de l'air et du changement climatique sur les forêts - Stratégies de gestion couplée

Dr Pierre Sicard

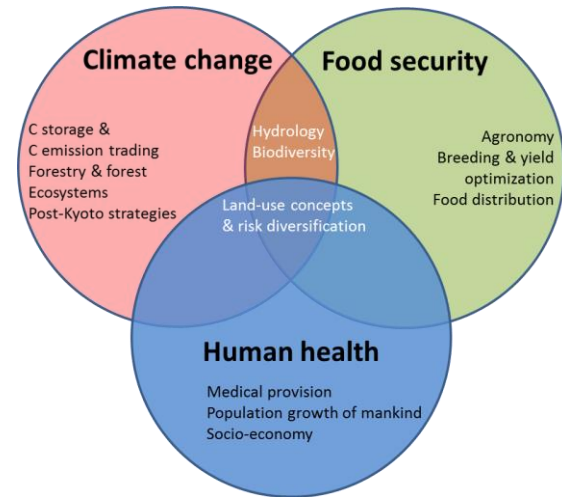


Webinaire européen MITIMPACT
2 octobre 2020

Introduction

Les forêts fournissent et régulent de nombreux **services écosystémiques** importants, par ex.:

- ✓ Séquestration du carbone,
- ✓ Provision de matériaux (ex. construction, chauffage),
- ✓ Agronomie,
- ✓ Provision de médicaments.



Région méditerranéenne = haut lieux de la biodiversité mondiale.

& une des régions dans le monde **souffrant le plus du réchauffement climatique & pollution de l'air.**

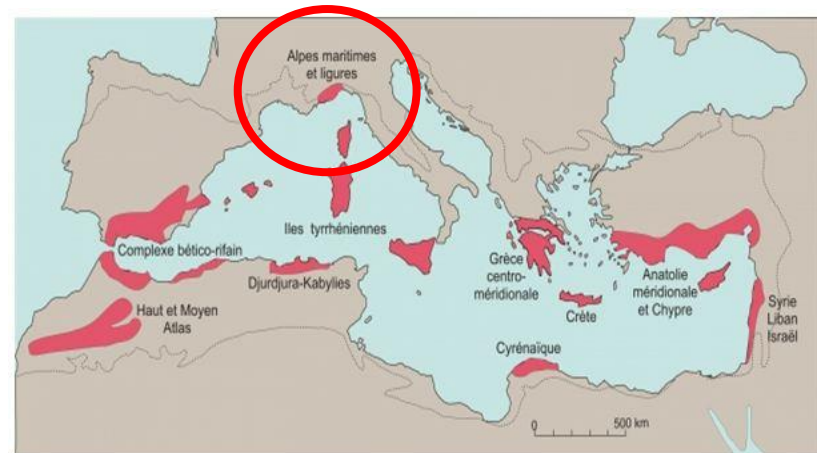


Fig1: Localisation des points-chaud régionaux de biodiversité végétale de la région méditerranéenne. (Quezel et medail, 1997).

Introduction

Pollution de l'air et changement climatique sont étroitement liés

= 2 facteurs de stress majeurs affectant la
santé et la vitalité des forêts

Augmentation CO_2 dans l'atmosphère



Réchauffement



Sécheresse

Changement climatique - Sud-est de la France

Les températures moyennes pourraient augmenter en **région PACA** de **0,9-1,3°C** à **2,6-5,3°C** en été à l'horizon 2080 (GIEC).

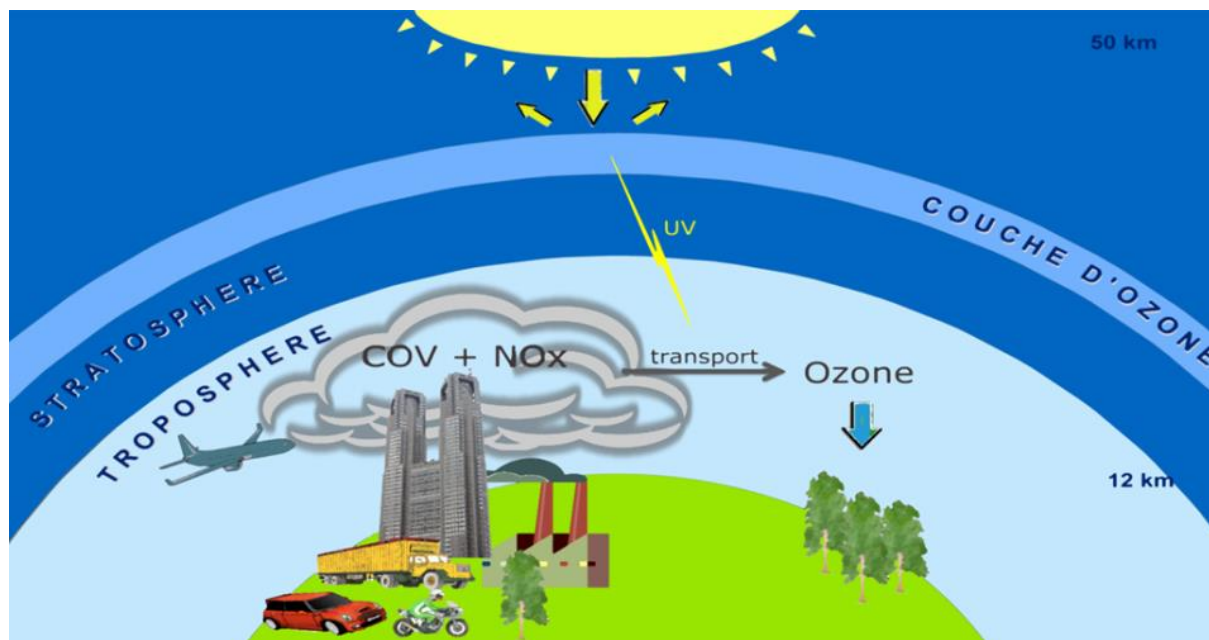


Les **20 dernières années** - Climat plus chaud (+ 0,46 - 1,08°C) et sec (précipitations : - 20%) le long du littoral azuréen.

Le **Sud-est de la France** = **cas d'étude** pour évaluer les impacts du changement global sur les forêts (Sicard et Dalstein-Richier, 2015).

Pollution de l'air - Bon & mauvais ozone

Dans la stratosphère (haute atmosphère): Ozone (O_3) joue un rôle d'écran naturel (couche d'ozone), bénéfique vis-à-vis des UV dangereux pour la matière vivante.



Dans la troposphère (basse atmosphère) = Gaz à Effet de Serre (3^{ème}), polluant produit principalement par transformation des NO_x & COV sous effet du rayonnement solaire.

Pollution de l'air – Ozone (O_3)

Concentrations dans l'air les plus élevées **Sud-est de la France** (développement industriel, trafic routier, fort ensoleillement...) **en zone rurale**, notamment en **haute altitude**, en particulier dans les **Alpes** (> 40 ppb).

Protection de la végétation - La norme européenne **AOT40**: largement dépassée avec des valeurs **5 fois supérieures** aux niveaux critiques.

Sud-Est de la France = **région à haut risque**, et tout particulièrement la région **Sud alpine**.

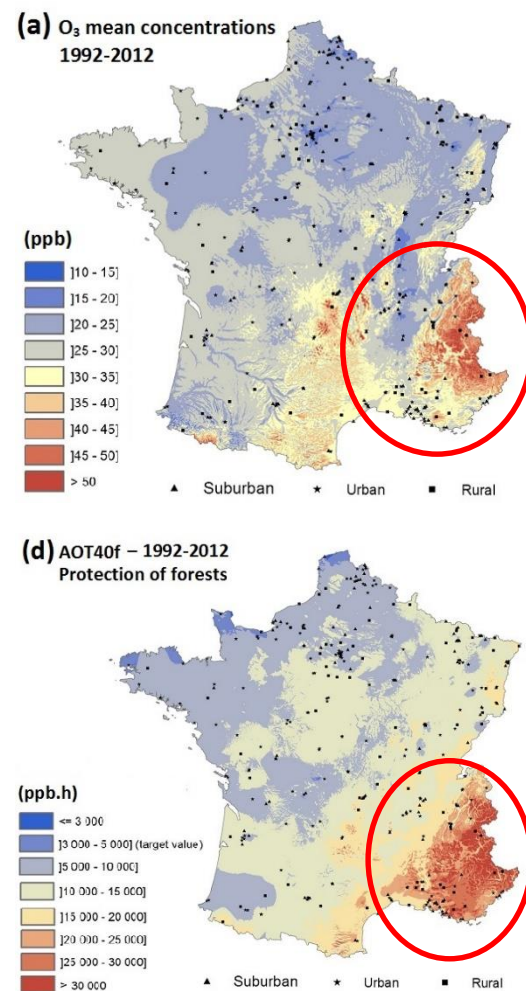


Fig. 2: Concentrations moyennes annuelles (a), AOT40 pour les forêts (d) sur la période 1999-2012 (Sicard et al., 2016).

L'ozone est le polluant atmosphérique **le plus préoccupant pour les forêts.**

- 

The diagram shows a landscape with trees, a sun, and a cloud. A red arrow labeled 'Ozone' points from the sun towards the trees, with a '(+)' sign indicating a positive effect. A green arrow labeled 'COV biogénique' points from the trees towards a cloud, with a '(+)' sign indicating a positive effect. A grey arrow labeled 'NO_x' points from a cloud towards the trees, with a '(+)' sign indicating a positive effect. A grey arrow labeled 'Particules fines, aérosols organiques' points from a cloud towards the trees, with a '(+)' sign indicating a positive effect. A grey arrow labeled 'Changement climatique' points from the sun towards the trees, with a '(+)' sign indicating a positive effect. A grey arrow labeled 'UV' points from the sun towards the trees, with a '(+)' sign indicating a positive effect. A grey arrow labeled 'Senescence, tâches chlorotiques, nécroses, décoloration, déficit foliaire...' points from the trees towards the sun, with a '(+)' sign indicating a positive effect.

Webinaire européen MITIMPACT - 2 octobre 2020

Les effets de l'ozone sur la végétation

Programmes de réduction des émissions de polluants (ex. COV, NO_x) au sein de l'UE => baisse des concentrations en ozone (- 1.6%) et de AOT40 (- 22%) en zone rurale.

Détérioration de la santé/vitalité des arbres est observée & **tâches chlorotiques** (Présentation Dalstein-Richier, GIEFS).



Fig 4 : Tâches chlorotiques – Pin cembro (GIEFS).

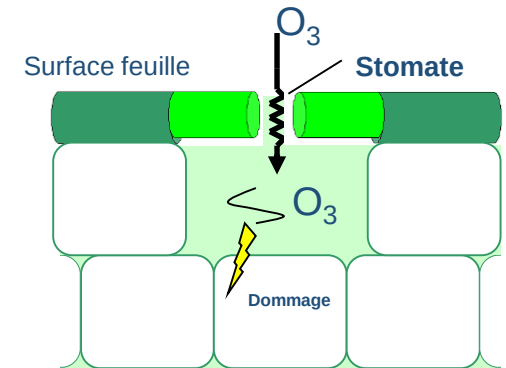


Si O₃ dans l'air ambiant diminue pourquoi observons-nous plus de dégâts ? et ce n'est pas dans les zones où il y a le plus d'ozone qu'il y a le plus de dégâts.

Les effets de l'ozone sur la végétation



Effets sur la végétation ne dépendent pas seulement des concentrations en O_3 dans l'air (AOT40) mais à la quantité d' O_3 pénétrant dans le feuillage = dose d' O_3 phytotoxique (PODy).



* petit orifice à la surface des feuilles

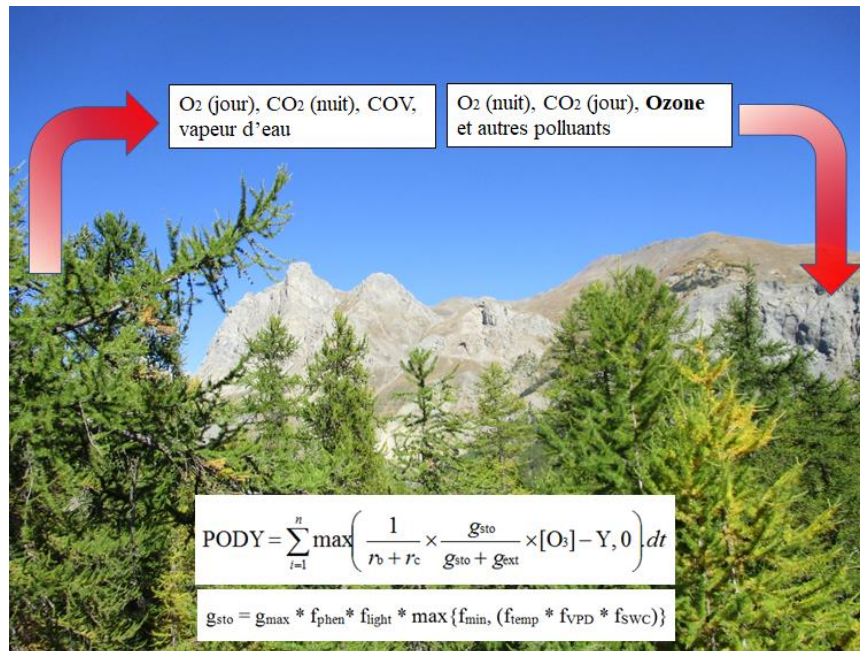


Fig 5: Echanges gazeux atmosphère-végétation (Sicard et al.).

Région alpine: climat frais & humide
=> ouverture des stomates => plus grande quantité d'ozone absorbée => cellules plus nécrosées.

Les effets de l'ozone sur la végétation

Dans le contexte de changement climatique, même si les concentrations en ozone diminuent, du fait de l'augmentation des **températures de l'air** & allongement de la **période végétative** (~ 7 jours par décennie), les arbres absorberont une quantité d'ozone plus importante (POD1 +5.9%).

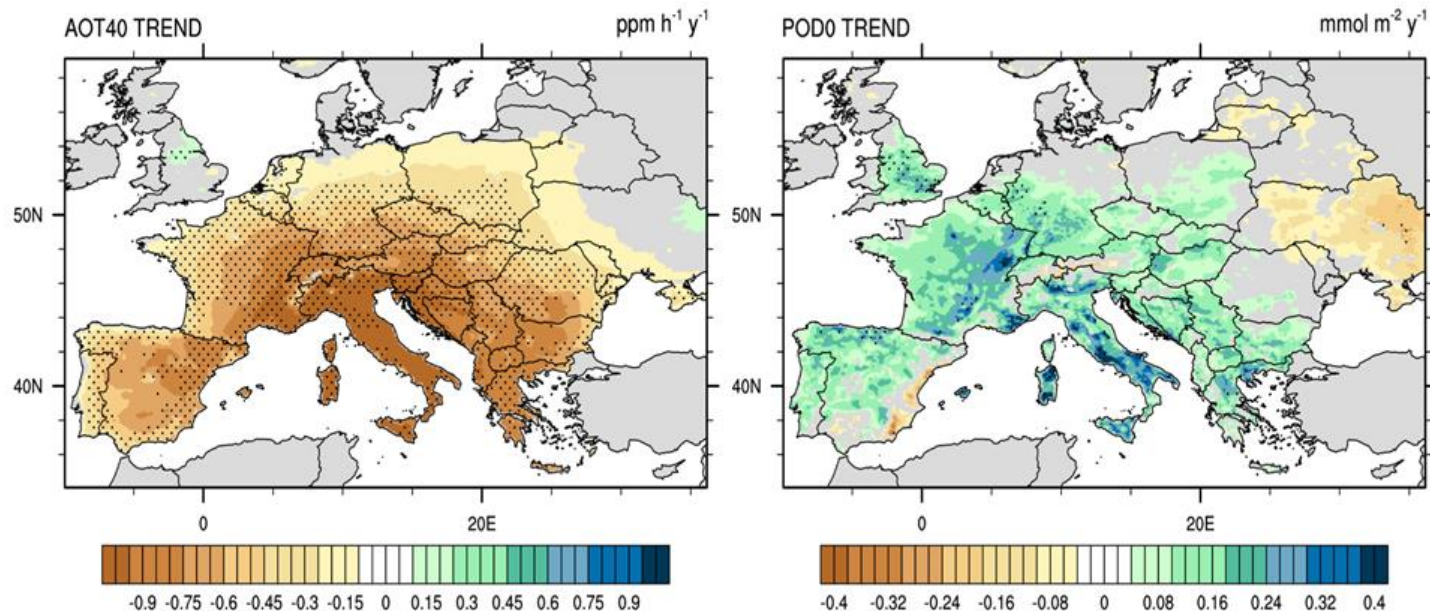
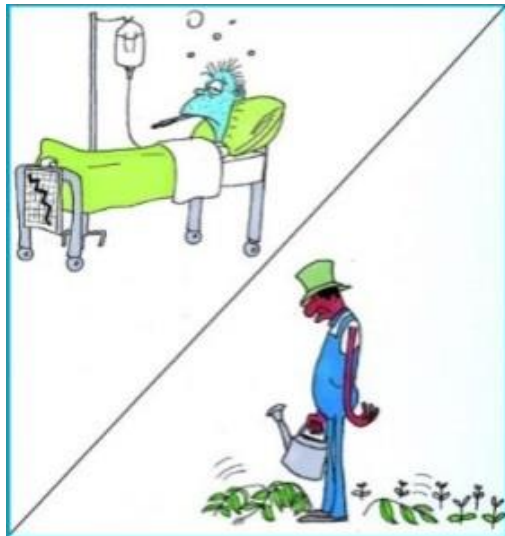


Fig 6: Tendances concentrations en ozone et POD (Anav et al., 2019).

Mesures pour atténuer les impacts sur les forêts alpines

PODY = Possible **nouvelle norme** législative Européenne réaliste.

Etablir des **seuils appropriés**, basés sur PODY, pour la protection des forêts.



Etudes épidémiologiques => informations utiles pour établir des **seuils appropriés** pour la protection des forêts face à l'ozone.

Si les seuils sont dépassés = **obligation des états membres** de réduire leurs émissions et/ou niveaux de pollution par des mesures/stratégies d'atténuation.

Gestion durable des forêts - Actions d'adaptation

Actions d'adaptation = pratiques de gestion pour réduire la vulnérabilité des forêts à de multiples facteurs de stress (ex. changement climatique, ozone).

Programmes de plantation:

- ✓ Planter & maintenir des arbres sains dans les zones polluées;
- ✓ Eviter les espèces sensibles à l'ozone;
- ✓ Sélectionner des essences peu émettrices de COV biogénique;
- ✓ Sélectionner des espèces adaptées aux conditions climatiques locales;
- ✓ Sélectionner des espèces résistantes à la sécheresse et aux maladies;
- ✓ Sélectionner des espèces à longue durée de vie et à faible entretien;
- ✓ Sylviculture adaptative - Adaptation génétique & plasticité phénotypique.

Gestion durable des forêts - Stratégies d'atténuation

Elles impliquent la **réduction des émissions** dues à la déforestation & dégradation des forêts et à l'**amélioration des puits** de carbone forestier.

En **captant le CO₂ atmosphérique** les forêts contribuent à la lutte contre le changement climatique à travers 2 leviers:

- 1) la séquestration du carbone,
- 2) la réduction des émissions de GES par l'utilisation du bois matériau et énergie en alternative aux matériaux plus énergivores et aux énergies fossiles.

L'**expansion des forêts** (ex. reboisement) permet d'augmenter les stocks de carbone & peut permettre de compenser une partie des émissions de GES d'un territoire (FAO, 2013).

Gestion forestière - Recommandations

Tableau 1: Gestion forestière pour maximiser les **services écosystémiques forestiers** - Recommandations axées sur l'ozone (Sun et al. 2015; Dubois, 2016; Paoletti et al. 2017; Hansen et al. 2018).

Recommandations
Forêts matures - Les jeunes plantes sont plus sensibles à l'ozone en raison d'une plus grande absorption stomatique de l'ozone (conductance stomatique plus élevée).
Eclaircies / Densité moyenne - La concentration en ozone diminue rapidement sous la canopée. Une densité des arbres modérée réduit l'exposition à l'ozone à l'intérieur de la canopée mais réduit également la compétition arbre-arbre pour l'eau et les nutriments.
Structure inégale - Réduit l'exposition à l'ozone à l'intérieur de la canopée, car les arbres des couches inférieures ont une exposition plus faible à l'ozone.
Mixité - Un mélange d'espèces tolérantes et non sensibles à l'ozone contribue au maintien des services écosystémiques.
Brûlage - Les feuilles endommagées par l'ozone se décomposent plus lentement, ce qui entraîne une accumulation de litière. Cette pratique peut réduire les risques d'incendie.
Fertilité des sols - Les plantes sont moins sensibles à l'ozone, lorsqu'elles sont accompagnées de quantités optimales d'azote et phosphore.
Législation - Il est essentiel de définir des normes/seuils appropriées pour la protection des forêts et améliorer les services écosystémiques forestiers.

Conclusions

En région méditerranéenne, l'ozone est un problème sanitaire, affectant les arbres, la biodiversité + le **bien-être des citoyens** (ex. problèmes cardiovasculaires, crises d'asthme).

Le **changement climatique** devrait:

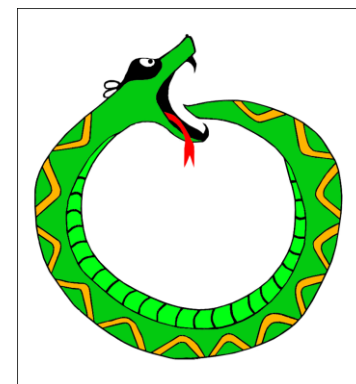
- Réduire les avantages des politiques de réduction des émissions de polluants => absorption plus importante de l'ozone par les végétaux.
- Engendrer des difficultés supplémentaires pour la **gestion forestière** => impacts socio-économiques et environnementaux importants.

Conclusions

Les **pratiques sylvicoles** représentent l'une des clefs pour **atténuer les impacts** du changement climatique & pollution de l'air sur les forêts.

La forêt agit comme un **puits de CO₂ / O₃** (GES).

Si les forêts dépérissent du fait du changement climatique
=> augmentation des niveaux d'O₃ & CO₂ dans l'atmosphère et *vice versa*.



Pour atténuer les effets du changement climatique & pollution, il faut:

- ✓ Eviter la déforestation,
- ✓ Reboiser les forêts endommagées par les tempêtes, sécheresses et incendies,
- ✓ Sylviculture adaptative,
- ✓ Elaborer des politiques coordonnées de **réduction des émissions**.

Merci de votre attention
psicard@argans.eu