



anses

Santé des abeilles

Rencontre scientifique

jeudi 7
décembre 2023

Fiap - Paris 14



CENTRE D'ÉCOLOGIE
FONCTIONNELLE
& EVOLUTIVE



Détermination des valeurs seuils d'Exposition à l'Ozone pour la résilience de la communication chimique plantes-insectes (ExpOz)

Magali Proffit, chargée de recherche CNRS,
CEFE- Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Montpellier

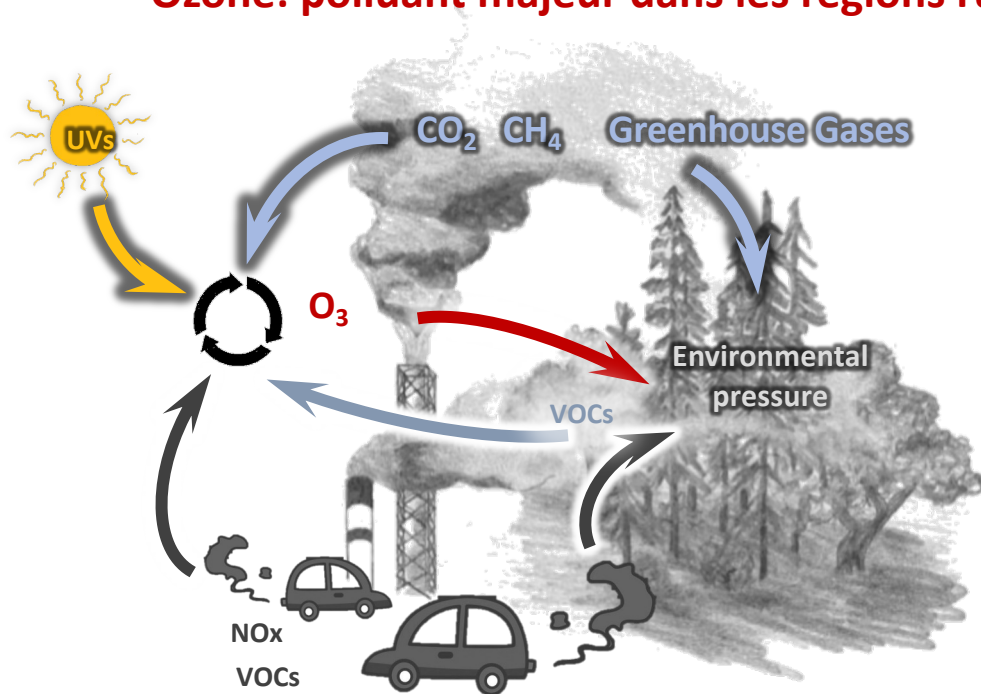


RENCONTRE
SCIENTIFIQUE

Judi 7 décembre ● Fiap

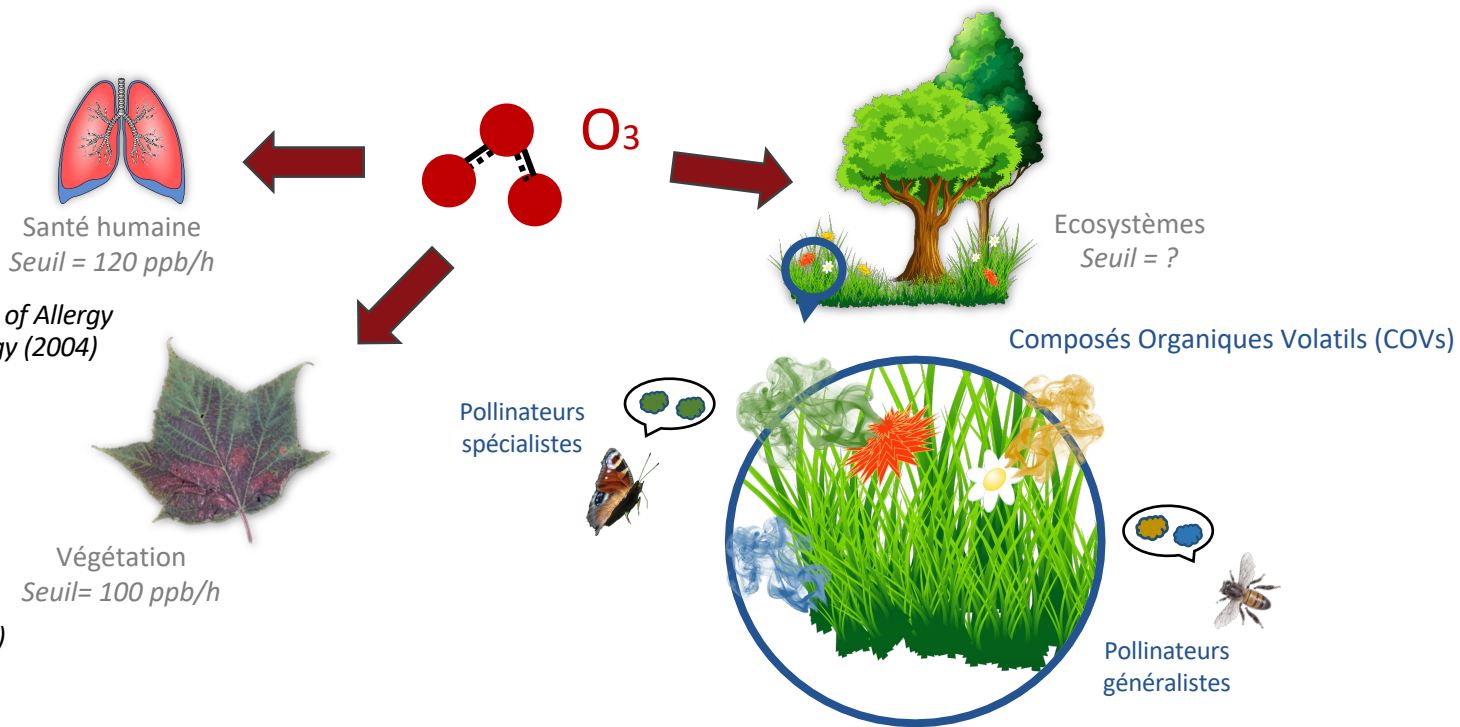
CONTEXTE – POLLUTION DE L'AIR

Ozone: polluant majeur dans les regions rurales

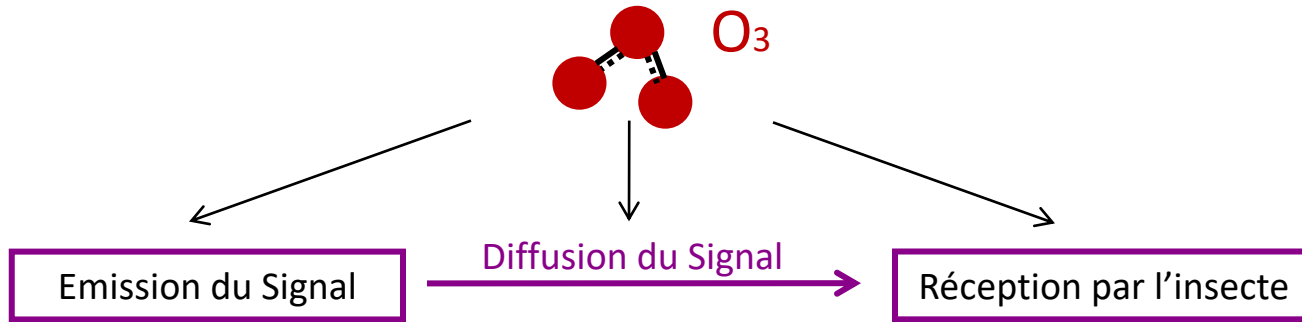


Schema from C. Dubuisson

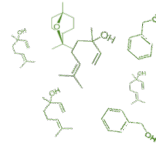
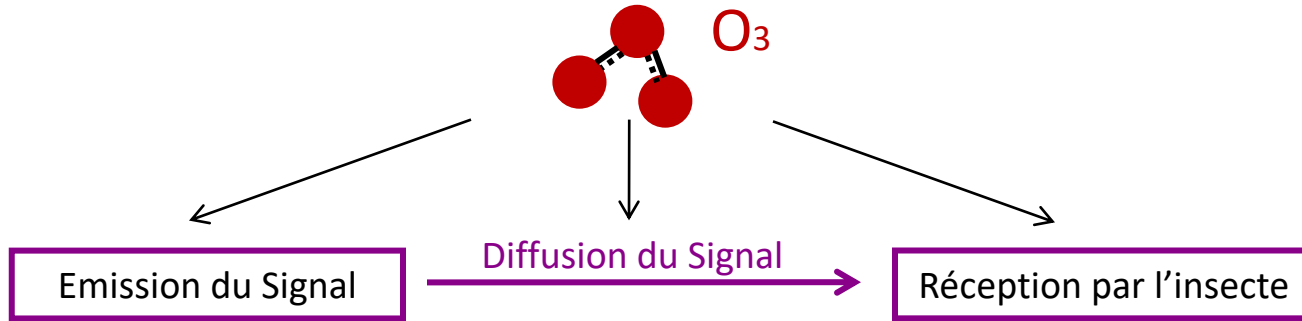
CONTEXTE – IMPACT DE L'O₃ SUR LES ECOSYSTEMES



IMPACT DE LA POLLUTION À L'O₃ SUR LA COMMUNICATION CHIMIQUE ENTRE PLANTES-POLLINISATEURS



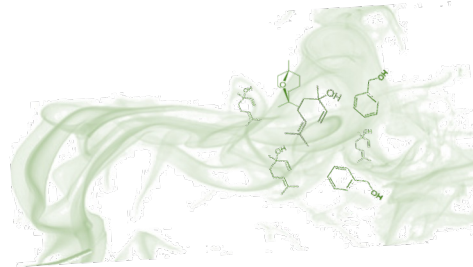
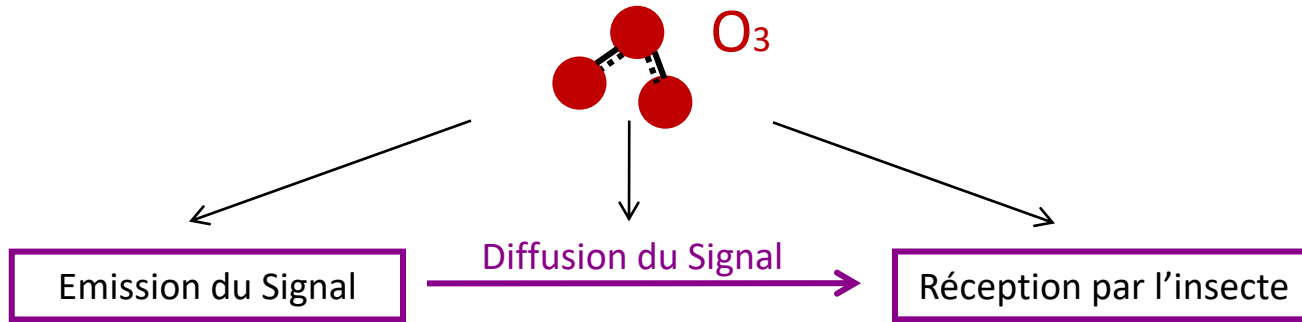
IMPACT DE LA POLLUTION À L'O₃ SUR LA COMMUNICATION CHIMIQUE ENTRE PLANTES-POLLINISATEURS



Émission de COV de stress pour protéger les plantes contre le stress oxydatif

Peñuelas & Staudt, Trends in Plant Science (2010)
Saunier & Blande, Environmental Pollution (2019)

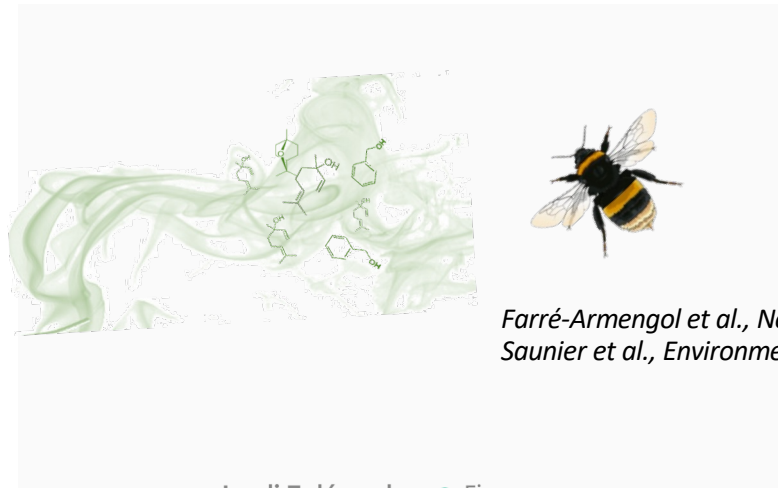
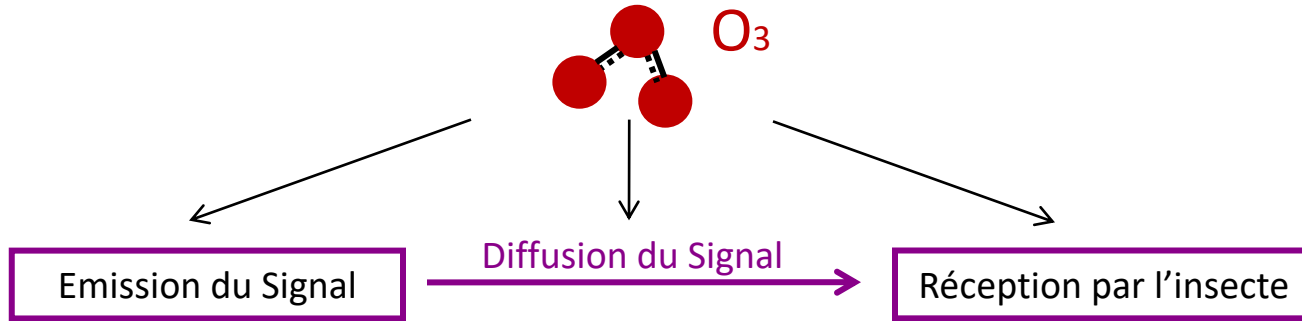
IMPACT DE LA POLLUTION À L'O₃ SUR LA COMMUNICATION CHIMIQUE ENTRE PLANTES-POLLINISATEURS



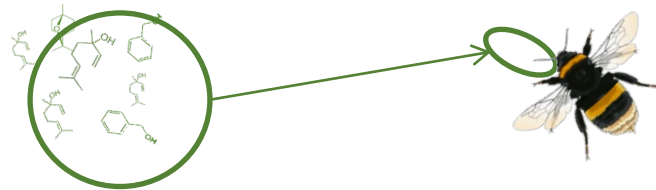
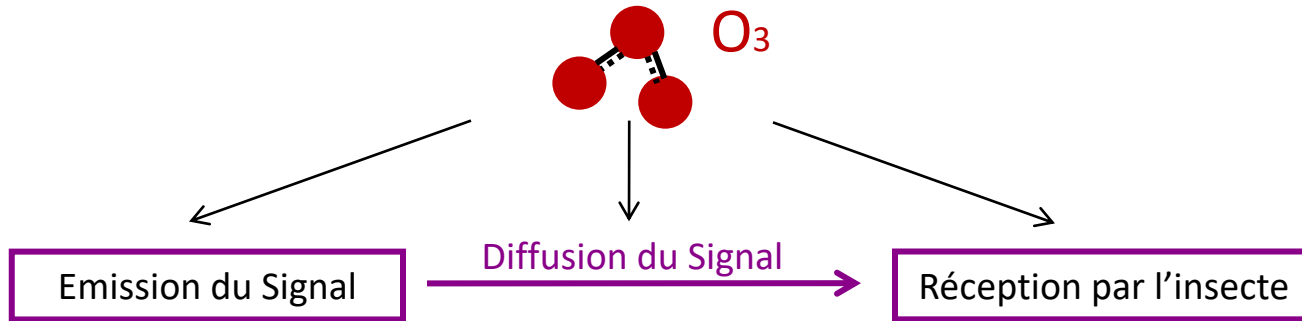
Réduction de la durée de vie des
COVs dans l'atmosphère et
production de COVs secondaires

Atkinson & Arey (2003)

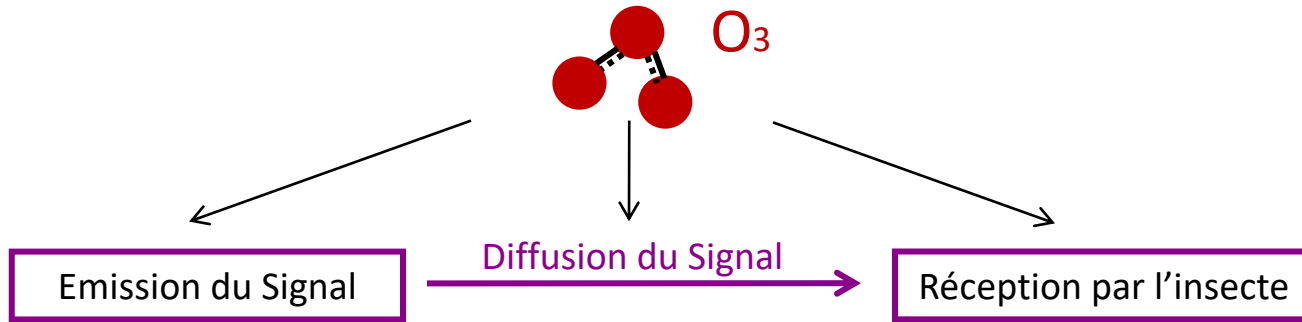
IMPACT DE LA POLLUTION À L'O₃ SUR LA COMMUNICATION CHIMIQUE ENTRE PLANTES-POLLINISATEURS



IMPACT DE LA POLLUTION À L'O₃ SUR LA COMMUNICATION CHIMIQUE ENTRE PLANTES-POLLINISATEURS



IMPACT DE LA POLLUTION À L'O₃ SUR LA COMMUNICATION CHIMIQUE ENTRE PLANTES-POLLINISATEURS



Objectif : étudier les effets d'une augmentation de [O₃] sur chaque étape de la communication chimique plantes-pollinisateurs

MODÈLE D'ÉTUDE

Lavandula angustifolia



Apis mellifera

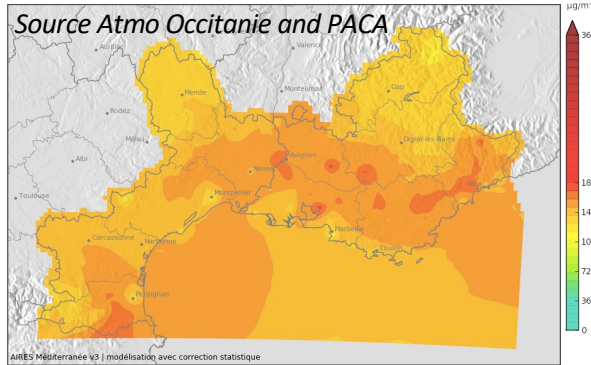
- Systèmes de pollinisation généraliste
- Répartis dans la région méditerranéenne et couramment exposés aux épisodes d'O₃
- En région méditerranéenne française, [O₃]

Moyenne en été : 40 ppb

Pic courant : 80 ppb

Maximum annuel : 120 ppb

Maximum au cours des 20 dernières années : 200 ppb



IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE, *APIS MELLIFERA*



Fabien Démares
(post-doc)



Mémoire Olfactive

- Effets de l'**exposition à l'O₃** sur différentes phases de la **mémoire** (apprentissage et rappel).

Détection des COVs

- Effets de l'**exposition à l'O₃** sur l'activité antennaire provoquée par les COVs

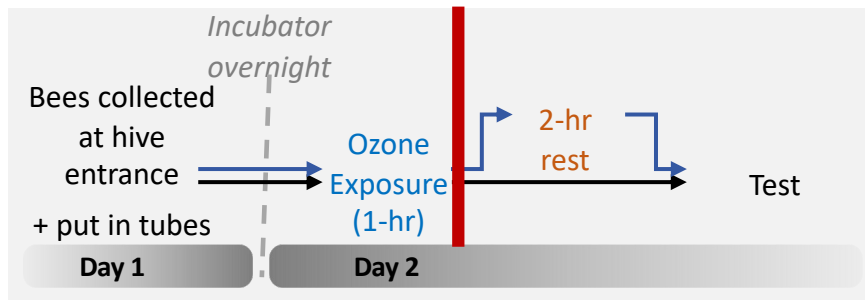
IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Méthode

Exposition à l'ozone

1-hr d'exposition à l'O₃

3 ruches



IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Méthode

Capacités d'apprentissage

Abeilles mellifères placées dans des supports individuels



Proboscis Extension Reflex

Bitterman et al. 1983

Takeda et al. 1961

Proboscis Extension Reflex (PER)



Goûte de sucre



► **PER**



Eucalyptol



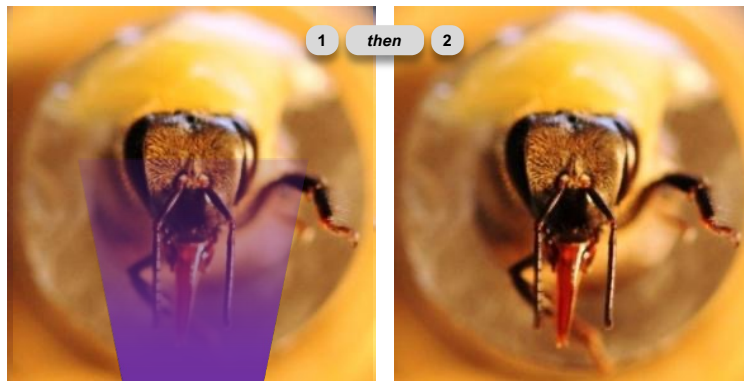
R-Linalool

IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Méthode

Conditionnement classique - Apprentissage associatif (COV + sucre)

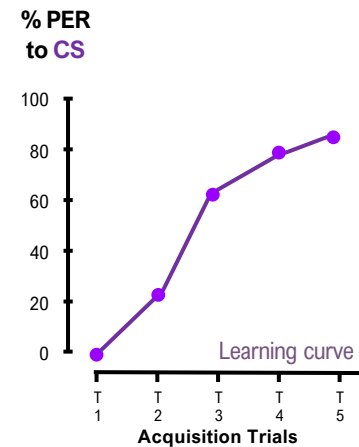
Essais d'acquisition



Conditioned Stimulus (CS)
▶ PER

Unconditioned Stimulus (US)
(Reward) ▶ PER

Mise en place d'une mémoire olfactive



IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

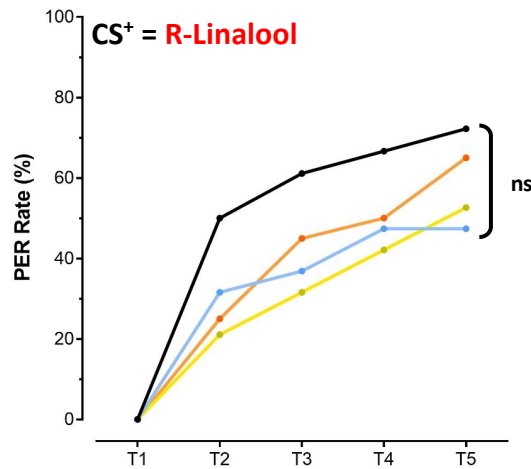
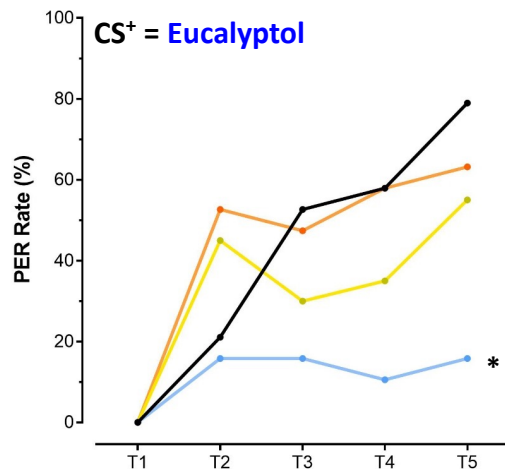
Résultats

Apprentissage associatif

1-hr d'exposition à l'O₃

Ozone Concentrations

- Control (0 ppb)
- 80 ppb
- 120 ppb
- 200 ppb



n = 20/[O₃]

Démare et al., STOTEN (2022)



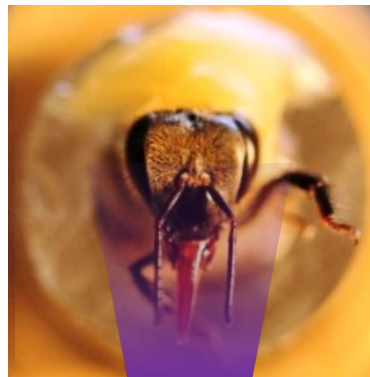
O₃ (80 ppb | Euc.) altère significativement l'apprentissage olfactif mais n'empêche pas l'apprentissage associatif (120 ppb & 200 ppb | les deux COVs)

IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Méthode

Conditionnement classique - Tests de mémoire = Rappel (une heure après l'acquisition)

Présentation du CS + nouveau stimulus,
pour tester la discrimination



Conditioned Stimulus
(Stimulus VOC #1)

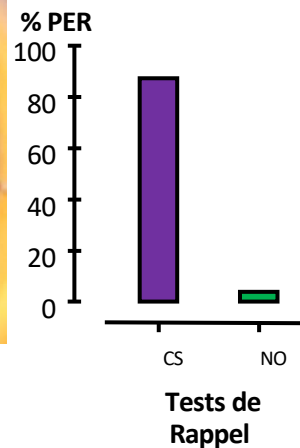
► PER



New Odor
(Stimulus VOC #2)

► no PER

Forte **discrimination**
entre CS et NO



Démares et al., STOTEN (2022)

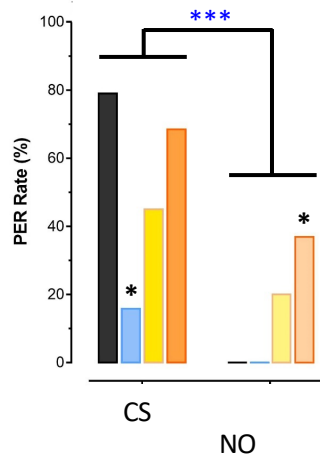
IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Résultats

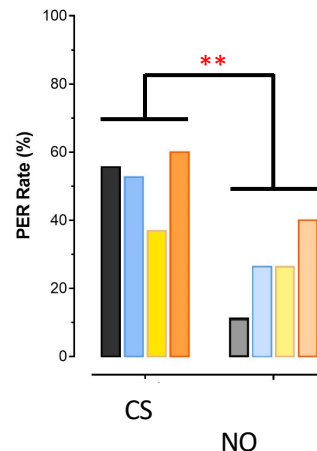
Tests de Mémoire

1-hr d'exposition à l'O₃

CS⁺ = Eucalyptol



CS⁺ = R-Linalool



Ozone Concentrations

- Control (0 ppb)
- 80 ppb
- 120 ppb
- 200 ppb

n = 20/[O₃]

Démares et al., STOTEN (2022)



O₃ affecte le rappel CS⁺ (80 ppb | Euc.)
et augmente la généralisation (taux de réponse NO plus élevé avec une [O₃] plus élevée)

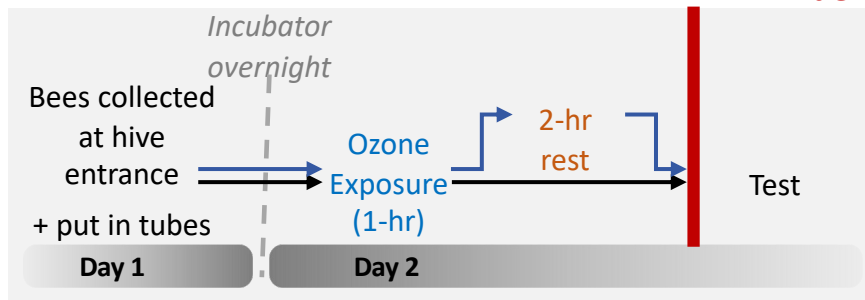
IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Méthode

Exposition à l'ozone

1-hr d'exposition à l'O₃
+ 2-hr de repos

3 ruches

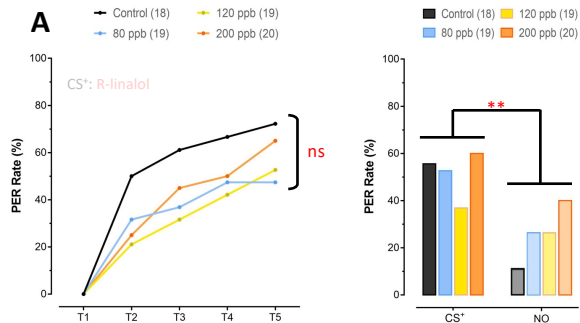


IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Résultats

CS⁺: R-Linalool

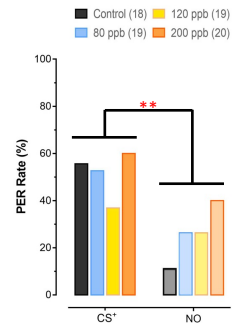
A) 1-hr d'exposition à l'O₃



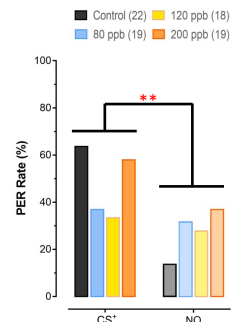
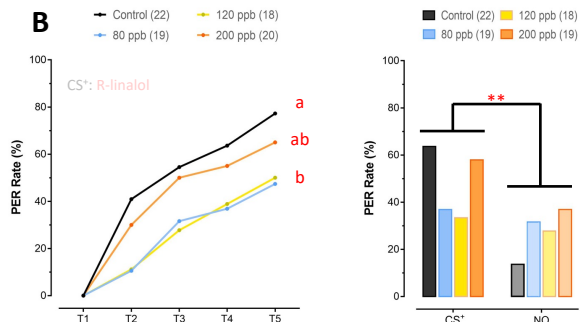
Tests de Mémoire

Ozone Concentrations

■ Control (0 ppb)
■ 80 ppb
■ 120 ppb
■ 200 ppb



B) 1-hr d'exposition à l'O₃
+ 2-hr de repos



Pas de récupération 2 heures après l'exposition

IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

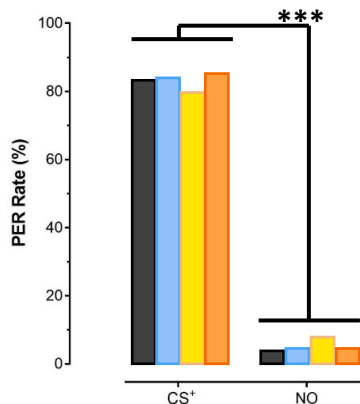
Résultats

Tests de Mémoire



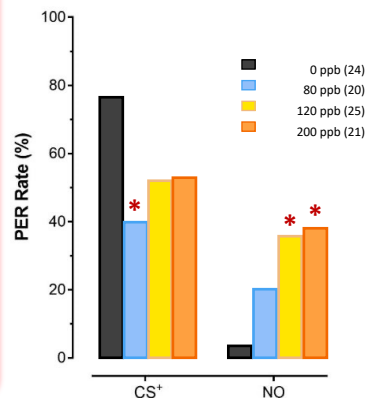
Laëtitia
GIBERT
MSc.

Test de rappel 15mn
après l'acquisition



Exposition
à l'ozone
1 hour

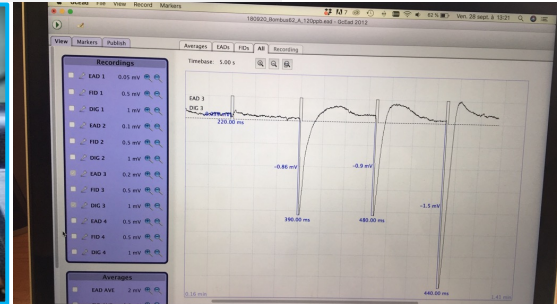
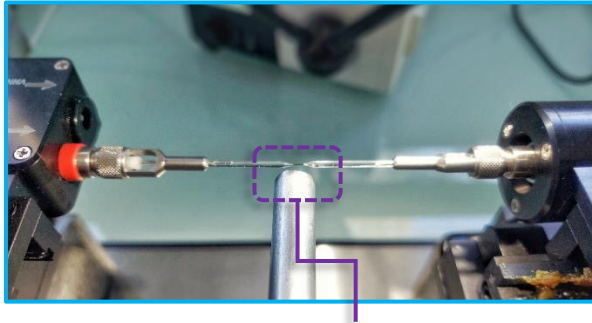
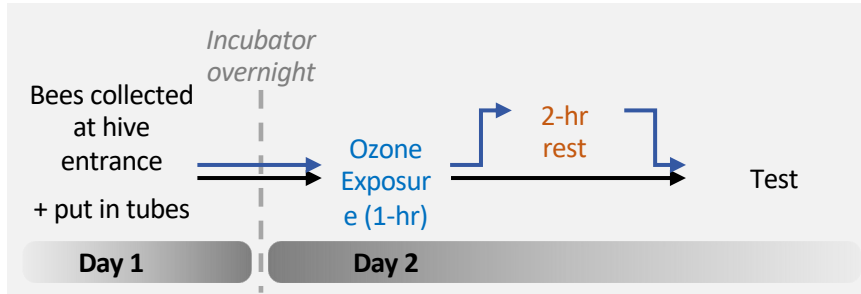
Test de rappel 1,5 heure
après l'acquisition



Effet cohérent de l'exposition à l'O₃, diminution significativement le rappel CS+ et augmente à nouveau la généralisation.

IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Méthodes Electroantennographie (EAG)



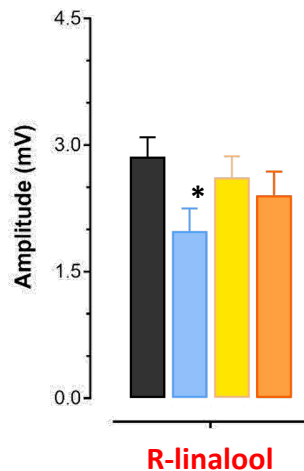
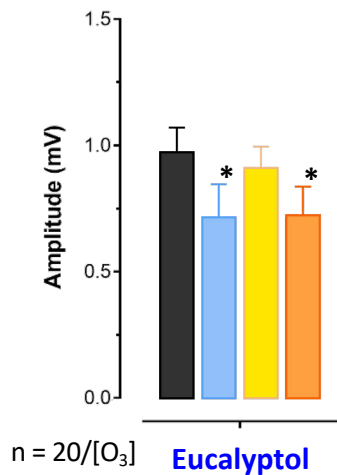
- Quatre traitements d'O₃
- Deux COVs testés (**R-LIN** & **EUC**)

@100µg/µL dans un solvant

IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Résultats EAG

1-hr d'exposition à l'O₃



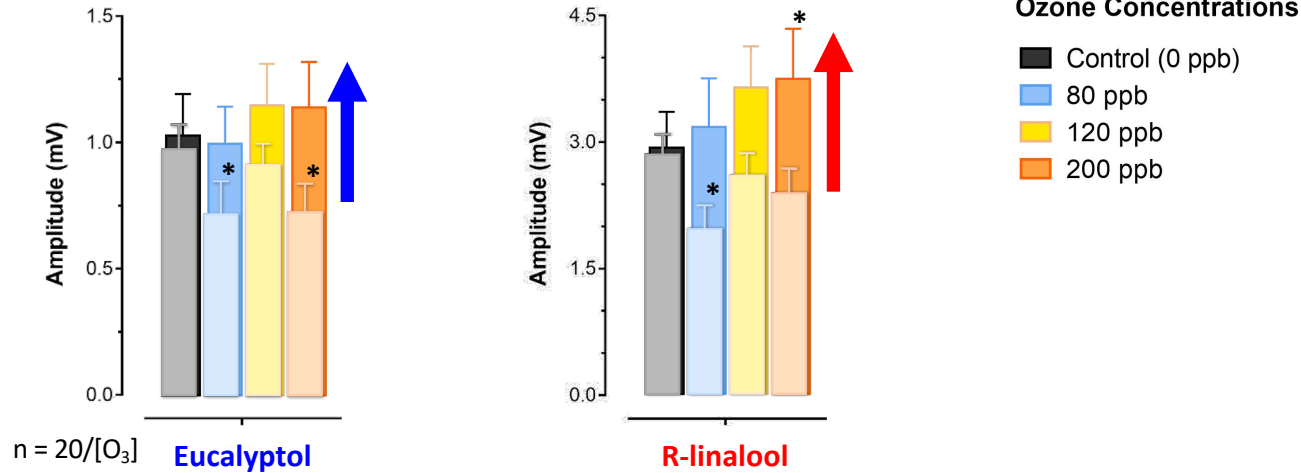
Ozone Concentrations

- Control (0 ppb)
- 80 ppb
- 120 ppb
- 200 ppb

IMPACTS DE L'O₃ SUR LES CAPACITES OLFACTIVES DE L'ABEILLE MELLIFERE

Résultats EAG

1-hr d'exposition à l'O₃
+ 2-hr de repos



➔ [O₃] affecte de manière significative la détection des COVs par les antennes des pollinisateurs avec un effet différent 1 heure après l'exposition et après 2 heures de repos

CONCLUSION



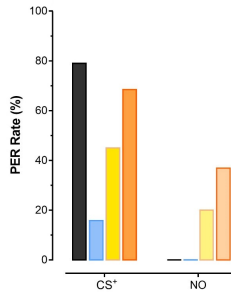
Un court épisode d'O₃ :

- Diminue le rappel olfactif
- Augmente la généralisation à de nouvelles odeurs
- Modifie l'activité antennaire de l'abeille domestique

Vanderplanck et al., Antioxidant (2021)

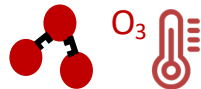


- Réponse bi-phasique à l'exposition à l'O₃ (réponse hormétique)

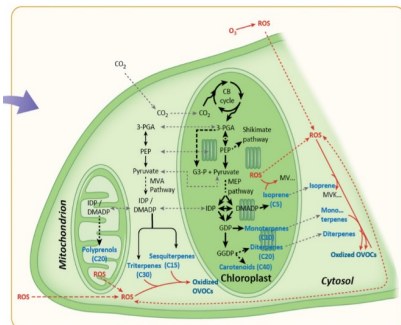


Ecosystèmes, *Seuil = ?*

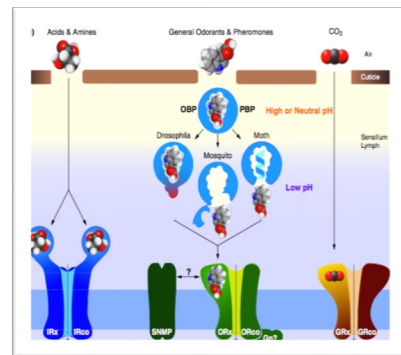




- Exposition chronique à l'O₃
- Déterminer les effets de l'O₃ sur la pollinisation
- Déterminer les mécanismes d'action de l'O₃ sur la biosynthèse des COVs et le système olfactif des insectes



Wedow et al., 2021



Suh et al., 2014

REMERCIEMENTS



Florence Nicolé
Elena Ormeño
Henri Wortham
Maryse Vanderplanck
Martine Hossaert-McKey
David Renault

Candice Dubuisson
Benoit Lapeyre
Fabien Démares
Michael Staudt
Bruno Buatois
Laetitia Gibert
Pierre Creusot



MONTPELLIER UNIVERSITÉ D'EXCELLENCE



PACE for chemical analysis

Terrain d'expérience

GDR MediatEC



RENCONTRE
SCIENTIFIQUE

Judi 7 décembre ● Fiap

