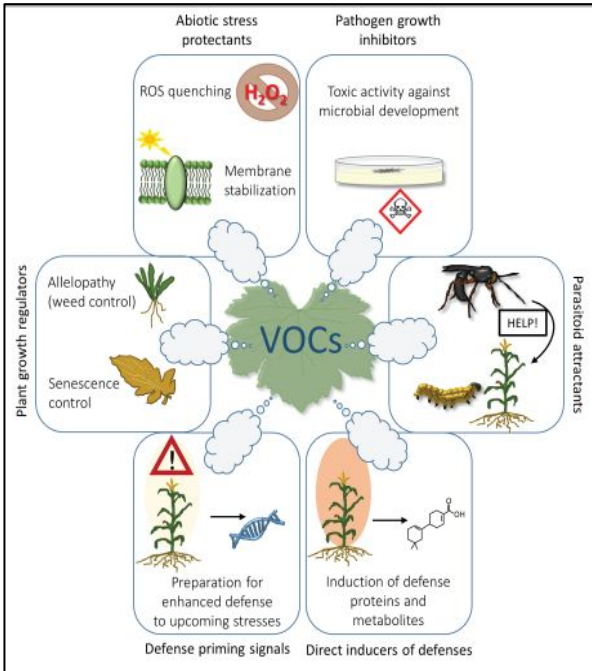


# Améliorer la résistance d'une culture grâce aux auxiliaires attirés par les composés organiques volatiles émis par les plantes

CHAUVIN DELPHINE - GIHAUT CHRISTOPHER - ORVOIRE ANNA - WALTER CHLOÉ - PPE 2020 / 2021 - L'INSTITUT AGRO

## Qu'est-ce qu'un COV ?

LES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILES (COV) SONT DES MÉLANGES DE MOLÉCULES ÉMIS PAR LES PLANTES SOUS DIFFÉRENTES CONDITIONS, SOUVENT COMPOSÉS DE PLUS DE 200 COMPOSANTS DIFFÉRENTS, DONT BEAUCOUP SONT DES COMPOSANTS MINEURS. [1]



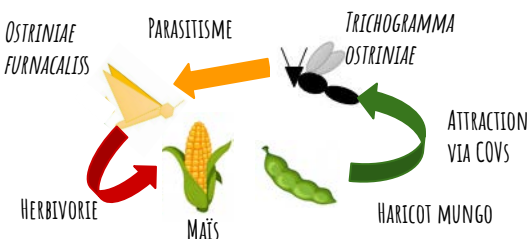
SCHEMA DES DIFFÉRENTS RÔLES DES COVS [2]

## Cas général :

LES PLANTES SONT CAPABLES DE SE PROTÉGER DES HERBIVORES VIA DIFFÉRENTES VOIES MÉTABOLIQUES. CELLE IMPLIQUANT LES COVS VA REMPLIR PLUSIEURS FONCTIONS ASSURANT LA RÉSISTANCE DES PLANTES AUX AGRESSIONS.

BIEN QUE CERTAINS INTERVIENNENT VIA LE SYSTÈME RACINAIRES, CETTE FICHE INFORMATIVE NE CONCERNE QUE LES COVS ÉMIS PAR LES PARTIES AÉRIENNES DE LA PLANTE (AUSSI APPELÉS GLV = GREEN LEAF VOLATILES).

## Systeme étudié :



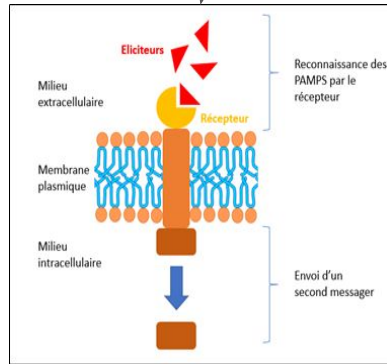
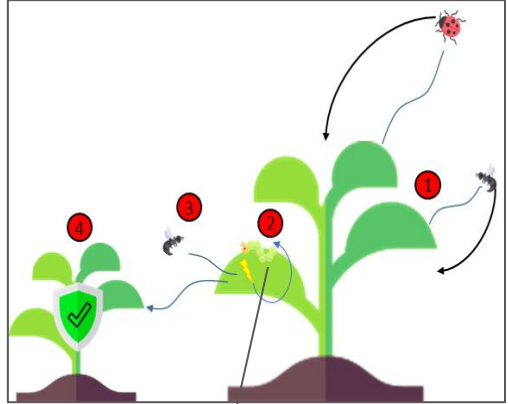
## Problématique :

QUELLE EST LA MEILLEURE ASSOCIATION ENTRE MAÏS ET HARICOT MUNGO POUR LUTTER CONTRE LA PYRALE ASIATIQUE DU MAÏS ?

# Principe général : l'émission de COVs par les plantes

## Les étapes de l'émission des COVs

1. EMISSION DE MANIÈRE CONSTITUTIVE DES COVS ATTRANT DES AUXILIAIRES (PRÉDATEURS, PARASITOÏDES). [3]
2. LUTTE DIRECTE : LA PLANTE ATTAQUÉE RECONNAÎT DES FACTEURS CHIMIQUES (COMPOSÉS SALIVAIRES) ET PHYSIQUES (LÉSIONS, OVIPOSITION). LA CHAÎNE DE RÉACTION SE TERMINE PAR L'ÉMISSION DE COVS [4] TOXIQUES OU RÉPULSIFS POUR LE BIOAGRESSEUR. [1][5]
3. LUTTE INDIRECTE. LA PLANTE ÉMET DES COVS ATTRANT DES AUXILIAIRES. [6]
4. LA PLANTE ATTAQUÉE ÉMET DES COVS QUI SERONT INTERCEPTÉS PAR D'AUTRES PLANTES (DE LA MÊME ESPÈCE OU NON) COMME SIGNAUX D'ALERTE. ELLES VONT À LEUR TOUR SYNTHÉTISER DES COMPOSÉS DE PROTECTION CONTRE UNE FUTURE AGRESSION. [2]



## Les limites de l'émission des COVs



VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE DE LA PLANTE [7]



PERTURBATION PAR DES FACTEURS EXTERNES (LUMIÈRE, MYCORHIZES) [8][9]



TRADE-OFF ENTRE CROISSANCE ET DÉFENSE [10][11]



ATTRACTION POTENTIELLE D'AUTRES RAVAGEURS [2]



POSSIBLES COMPOSÉS TOXIQUES POUR L'HOMME [2]

## Focus sur : l'attraction des auxiliaires par les COVs

### Variation quantitative et qualitative des COVs en fonction de :

- STADE DE LA PLANTE [2]
- TYPE DE RAVAGEUR [2]
- FACTEURS ABIOTIQUES (ENVIRONNEMENT, ITINÉRAIRES TECHNIQUES) [2]

### Association plante émettrice - auxiliaire :

LES PRÉDATEURS VONT RECONNAÎTRE UN MÉLANGE COMPLEXE DE COVS CORRESPONDANT À UNE PLANTE ATTAQUÉE PAR UN PHYTOPHAGE SPÉCIFIQUE. [6] L'AUXILIAIRE PEUT DONC INDIRECTEMENT REPÉRER SPÉCIFIQUEMENT SA PROIE.

### Avantage sélectif :

UNE PLANTE CAPABLE D'ATTIRER DES AUXILIAIRES VIA DES COVS A PLUS DE CHANCES DE SURVIVRE ET DE PRODUIRE DES DESCENDANTS, DONC DE PÉRENNISER SES GÈNES. [12]

### Limites :



ON NE DISPOSE QUE DE PEU D'INFORMATION CONCERNANT LA DISTANCE QUE PARCOURENT LES COVS ÉMIS PAR LES PLANTES, NI SUR LES DURÉES D'ÉMISSIONS APRÈS L'ATTAQUE DU RAVAGEUR. [13,14,15]



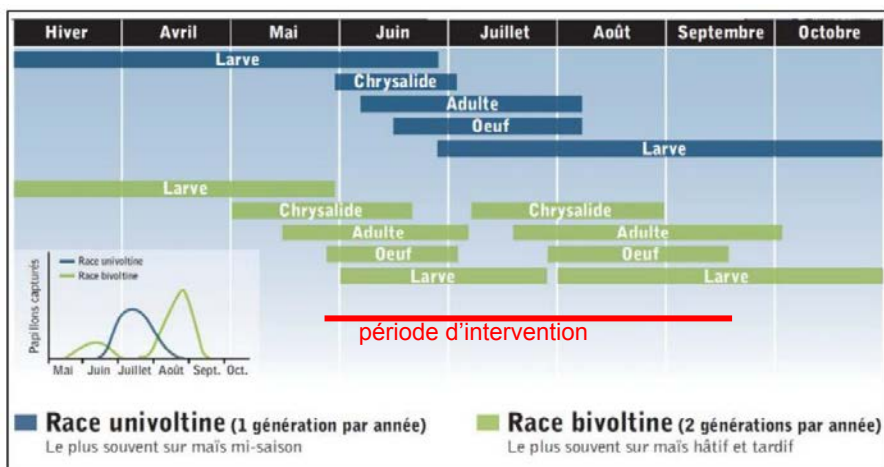
LES AUXILIAIRES PEUVENT ÊTRE POLYPHAGES ET DEVENIR UNE MENACE POUR D'AUTRES CULTURES. IL EST DONC NÉCESSAIRE DE VÉRIFIER L'ABSENCE DE CULTURE SENSIBLE AUX ALENTOURS DE LA PARCELLE. [1][16]

# Application sur le maïs ravagé par la pyrale du maïs

EN CHINE, LA PYRALE ASIATIQUE DU MAÏS, *OSTRINIA FURNACALIS* EST CONSIDÉRÉE COMME L'UN DES RAVAGEURS LES PLUS DESTRUCTEURS DU MAÏS. CE RAVAGEUR CAUSE DES DÉGÂTS IRRÉVERSIBLES DANS LES TIGES DE MAÏS ET MALGRÉ PLUSIEURS MESURES DE CONTRÔLE, ON ESTIME QU'ELLE CAUSE ENTRE 6 ET 9 MILLIONS DE TONNES DE PERTES PAR AN. [17]

## Cycle du ravageur :

- GÉNÉRATION UNIVOLTINE OU BIVOLTINE
- CULTURES DE MAÏS MENACÉES DÈS LE STADE LARVAIRE, SOIT DE FIN MAI À MI-SEPTEMBRE

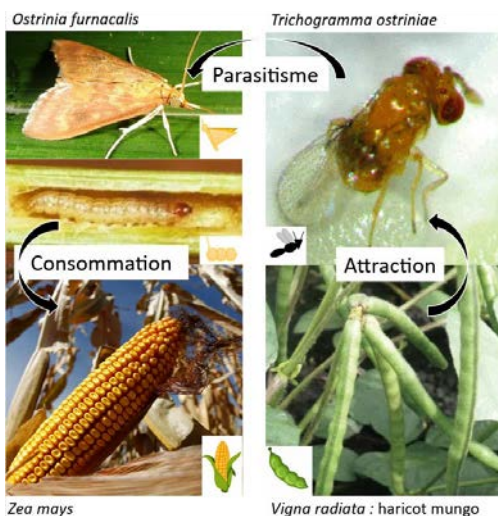


(Jean et Boisclair, 2009)

⇒ UTILISATION DE *TRICHOGRAMMA OSTRINIAE*, UN PARASITOÏDE DES OEUFS DU RAVAGEUR PRÉSENT NATURELLEMENT EN CHINE. SON CYCLE CORRESPOND À CELUI DU RAVAGEUR ET PERMET DONC DE RÉDUIRE LA POPULATION DE RAVAGEURS SUR LA CULTURE.

## Modèle d'étude:

- ON S'INTÉRESSE ICI AU QUATOR SUIVANT DANS LEQUEL LE HARICOT PERMET L'ATTRACTION DU *TRICHOGRAMMA OSTRINIAE* AFIN DE PROTÉGER LE MAÏS FACE AU RAVAGEUR *OSTRINIA FURNACALIS*. [18]
- LE HARICOT POURRAIT ÉGALEMENT INDUIRE LES DÉFENSES DU MAÏS EN ÉMETTANT DE L'ÉTHYLÈNE. [19][20]



LE BUT DES EXPÉRIMENTATIONS SUIVANTES EST DONC DE VÉRIFIER L'EFFICACITÉ DE L'ASSOCIATION MAÏS-HARICOT SUR LA DIMINUTION DU TAUX D'ÉMERGENCE DU RAVAGEUR MAIS ÉGALEMENT DE VÉRIFIER L'INDUCTION DES DÉFENSES DU MAÏS PAR L'ÉMISSION D'ÉTHYLÈNE PAR LE HARICOT.



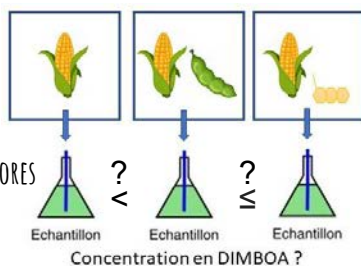
## Propositions d'expérimentation :

1. VÉRIFICATION DE L'ATTRACTION DE *TRICHOGRAMMA OSTRINIAE* PAR LES COVS DU HARICOT MUNGO GRÂCE À UN OLFACOMÈTRE.

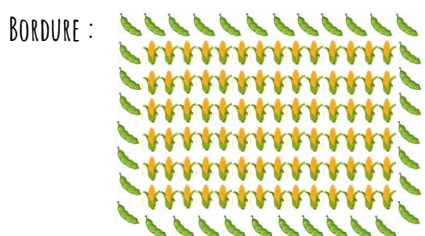
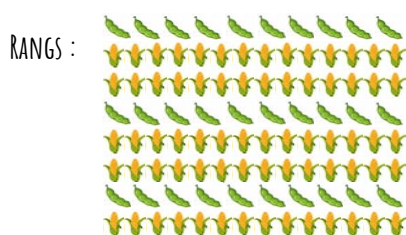


Olfactomètre, source : simonleather.wordpress.com

2. VÉRIFICATION DE L'INDUCTION DES DÉFENSES DU MAÏS PAR LES COVS (ETHYLÈNE) DU HARICOT [19,20] GRÂCE À UNE HPLC SUR DIMBOA, UN ACIDE HYDROXAMIQUE DE DÉFENSE INDUIT CONTRE LES HERBIVORES [21] [22] [23].



3. LES SCHÉMAS D'ASSOCIATIONS À METTRE EN PLACE EN PLEIN CHAMP SONT LES SUIVANTS :



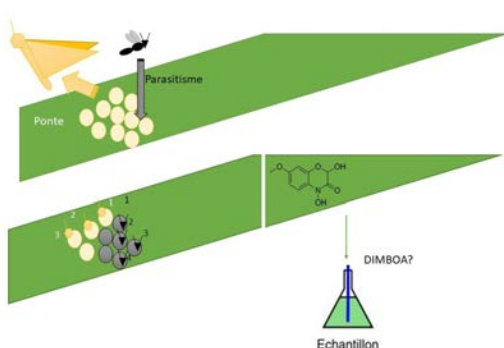
4. ÉCHANTILLONNAGE DES FEUILLES: TOUS LES 3 JOURS, FIN MAI À MI-SEPTEMBRE

Individu	Date collecte	Distance au haricot	Nombre oeufs pyrale	Nombre émergence pyrale	Nombre oeufs parasités	Concentration en DIMBOA
Feuille 1						

MÉTHODE DE COMPTAGE DES OEUFS ET D'ÉMERGENCE

+

ANALYSE DE L'INDUCTION DES DÉFENSES SUR FEUILLE DE MAÏS : HPLC DE LA CONCENTRATION EN DIMBOA



## Bibliographie

- 1: Dudareva N., Negre F., Nagegowda D.A., Orlova I., 2007. Plant Volatiles: Recent Advances and Future Perspectives, *Critical Reviews in Plant, Sciences*, volume 25:5, p.417-440.
- 2: Brilli F., Loreto F., Baccelli I., 2019. Exploiting Plant Volatile Organic Compounds (VOCs) in Agriculture to Improve Sustainable Defense Strategies and Productivity of Crops, *Frontier in plant science*, volume 10, article 264.
- 3: Coppola M., Cascone P., Bossi S., Corrado G., Garonna A.P., Maffei M., Rao R., Guerrieri E., 2018. TPS Genes Silencing Alters Constitutive Indirect and Direct Defense in Tomato, *International Journal of Molecular Sciences*, volume 19:2748.
- 4: Halitschke R., Stenberg J.A., Kessler D., Kessler A., Baldwin I.T., 2008. Shared signals – alarm calls from plants increase apparency to herbivores and their enemies in nature, *Ecology Letters*, volume 11, p.24–34.
- 5: Bruinsma M., Dicke M., 2008. Herbivore-Induced Indirect Defense: From Induction Mechanisms to Community Ecology, *Induced Plant Resistance to Herbivory*, chapitre 2, p. 31-60.
- 6: Turlings T.C.J., Tumlinson J.H., Lewis W.J., 1990. Exploitation of Herbivore-Induced Plant Odors by Host-Seeking Parasitic Wasps, *Science*, volume 250, p. 1251-1253.
- 7: Wason E.L., Hunter M.D., 2013. Genetic variation in plant volatile emission does not result in differential attraction of natural enemies in the field, *Oecologia*, volume 174, p. 479–491.
- 8: Meier A.R., Hunter M.D., 2019. Mycorrhizae Alter Constitutive and Herbivore-Induced Volatile Emissions by Milkweeds, *Journal of Chemical Ecology*.
- 9: Kegge W., Weldegergis B.T., Soler R., Eijk M.V., Dicke M., Voeselek L.A.C.J., Pierik R., 2013. Canopy light cues affect emission of constitutive and methyl jasmonate-induced volatile organic compounds in *Arabidopsis thaliana*, *New Phytologist*, volume 200, p. 861–874.
- 10: Fernandez C., Monnier Y., Santonja M., Gallet C., Weston L.A., Prévosto B., Saunier A., Baldy V., Bousquet-Mélou A., 2016. The Impact of Competition and Allelopathy on the Trade-Off between Plant Defense and Growth in Two Contrasting Tree Species, *Frontiers in Plant Science*, volume 7, article 594.
- 11: Karasov T.L., Chae E., Herman J.J., Bergelson J., 2017. Mechanisms to Mitigate the Trade-Off between Growth and Defense, *The Plant Cell*, volume 29, p. 666–680.
- 12: Unsicker S.B., Kunert G., Gershenson J., 2009. Protective perfumes: the role of vegetative volatiles in plant defense against herbivores, *Current Opinion in Plant Biology*, volume 12, p. 479–485.
- 13: Muroi A., Ramadan A., Nishihara M., Yamamoto M., Ozawa R., Takabayashi J., Arimura G., 2011. The Composite Effect of Transgenic Plant Volatiles for Acquired Immunity to Herbivory Caused by Inter-Plant Communications, *PLOS ONE*.
- 14: Karban R., Shiojiri K., Huntzinger M., McCall A.C., 2006. Damage-induced resistance in sagebrush: volatiles are key to intra- and interplant communication, *Ecology*, volume 87(4), p. 922–930.

- 15: Hei M., Adame-Álvarez R.M., 2010. Short signalling distances make plant communication a soliloquy, *Biology Letters*, volume 6(6), p. 843–845.
- 16: Piesik D., Lemńczyk G., Skoczek A., Lamparski R., Bocianowski J., Kotwica K., Delaney K.D., 2011. Fusarium infection in maize: Volatile induction of infected and neighboring uninfected plants has the potential to attract a pest cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*, *Journal of Plant Physiology*, volume 168(13), p. 1534–1542.
- 17: He K., Wang Z., Zhou D., Wen L., Song Y., Yao A., 2003. Evaluation of transgenic Bt corn for resistance to the Asian corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, volume 96, p.935–940.
- 18: Bai S., Wang Z., He K. I.D., 2011. Olfactory Response of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to Volatiles Emitted by Mungbean Plants, *Agricultural Sciences in China*, volume 10:4, p. 560-565.
- 19: Yoshi H.i, Watanabe A., Imaseki H., 1980. Biosynthesis of auxin-induced ethylene in mung bean hypocotyls, *Plant and Cell Physiology*, volume 21(2), p. 279–291.
- 20: Harfouche A.L., Shivaji R., Stocker R., Williams P.W., Luthe D.S., 2006. Ethylene Signaling Mediates a Maize Defense Response to Insect Herbivory, *Molecular Plant-Microbe Interactions®*, volume 19(2), p. 189–199.
- 21: Niemeyer H.M., 2009. Hydroxamic acids derived from 2-hydroxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one: key defense chemicals of cereals, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, volume 57(5), p.1677-1696.
- 22: Song Y.Y., Cao M., Xie L.J., Liang X.T., Zeng R. S., Su Y.J., Huang J.H., Wang R.L., Luo S.M., 2011. Induction of DIMBOA accumulation and systemic defense responses as a mechanism of enhanced resistance of mycorrhizal corn (*Zea mays* L.) to sheath blight', *Mycorrhiza*, volume 21(8), p. 721–731.
- 23: Santiago R., Cao A., Butrón A., López-Malvar A., Rodríguez V.M., Sandoya G.V., Malva S.A., 2017. Defensive changes in maize leaves induced by feeding of Mediterranean corn borer larvae, *BMC Plant Biology*, volume 17(1), p. 44.