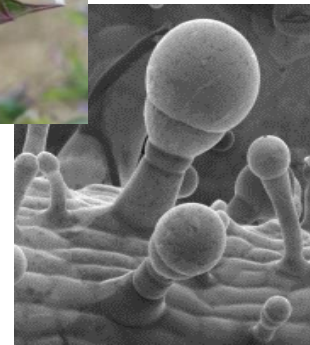
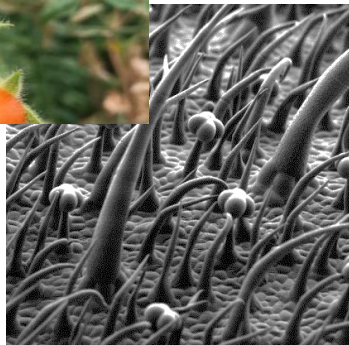
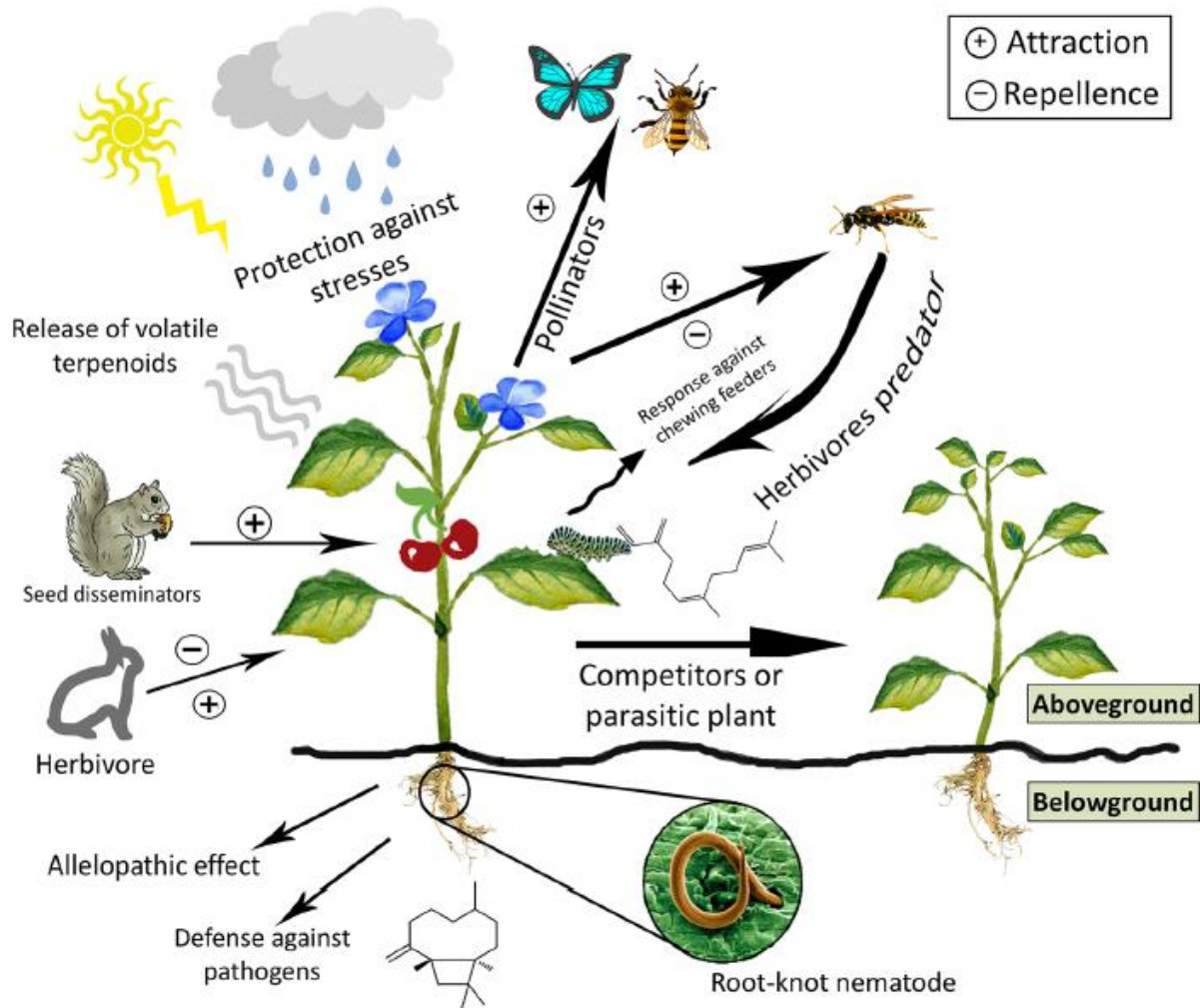


Les trichomes glandulaires: usines à Métabolites spécialisés

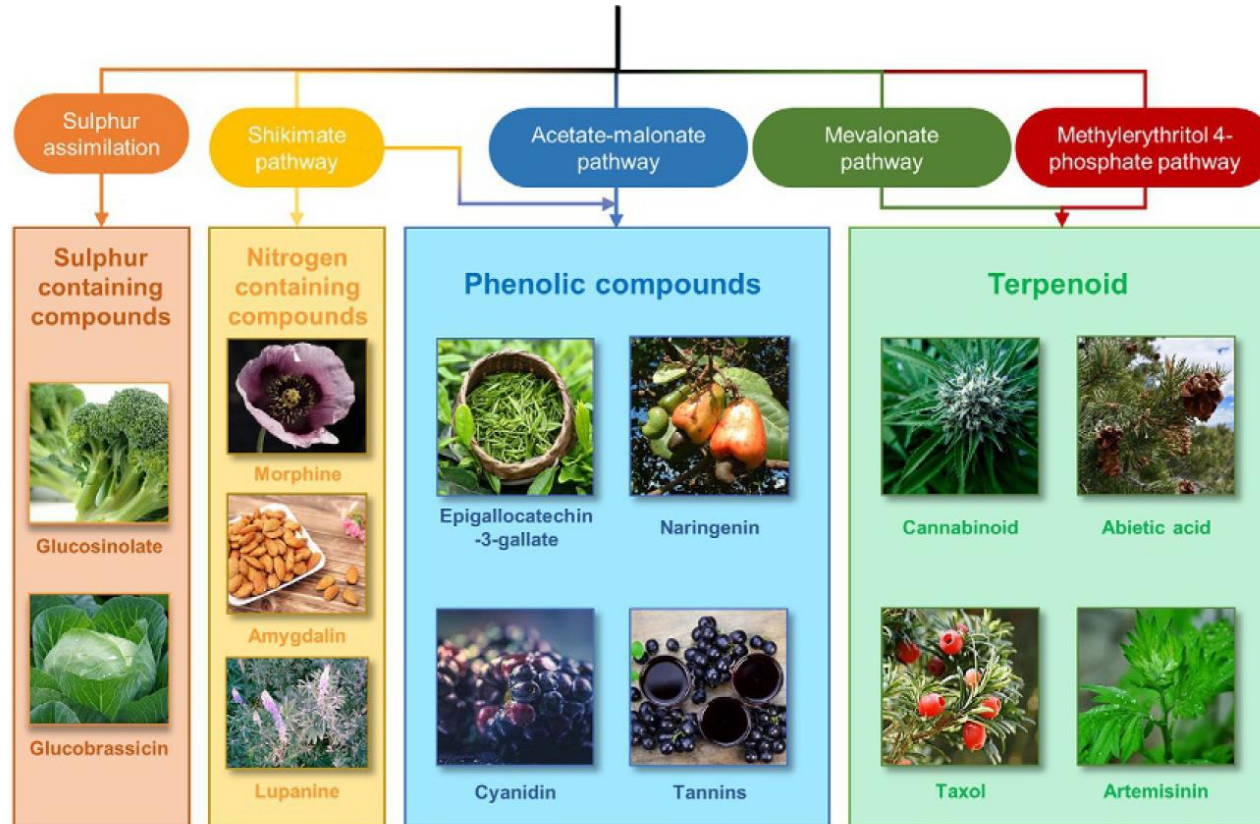


Adnane BOUALEM
23 Avril 2024

Rôle des métabolites spécialisés chez les plantes



Rôle des métabolites spécialisés chez les plantes



- Plant defense
- Anti-UV
- Anti-insects
- Chemical deterrent
- Hormone
- Pigment

- Anti-inflammatory
- Anti-biotic
- Anti-oxidant
- Anti-cancer
- Pain killer
- Detoxification



biopesticide



Dyes

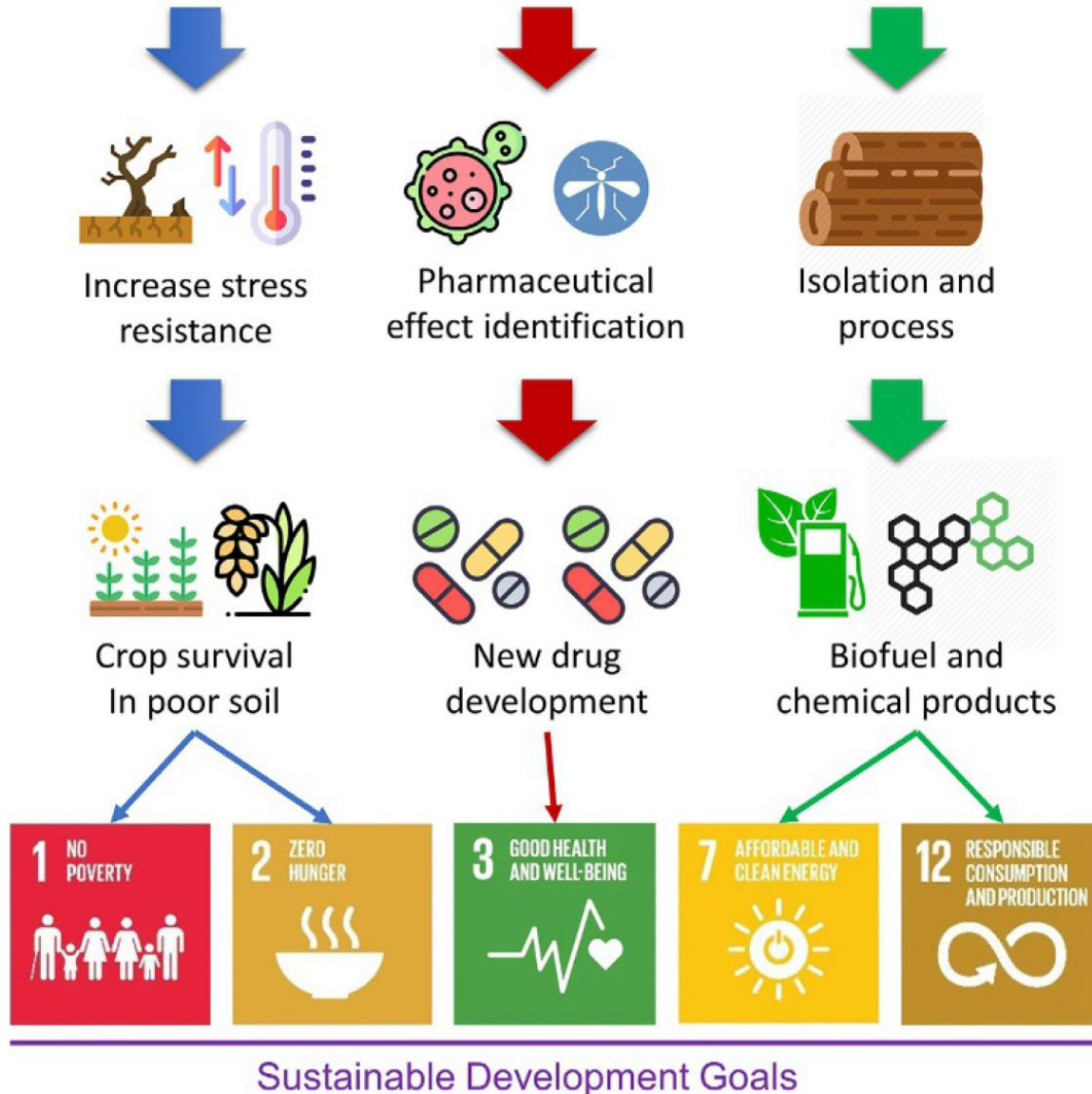


Aromas



cosmetics

Plant secondary metabolites

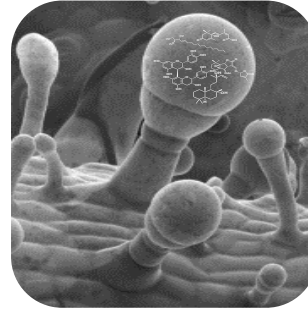


Les trichomes: des organes d'intérêt agronomiques

Non glandulaire



Glandulaire



- Glande spécialisée dans la production et le stockage des métabolites secondaires
- Présents chez plus d' 1/3 des plantes supérieures
- Première ligne de défense pour la plante

Solanaceae



Asteraceae



Lamiaceae



Cannabaceae

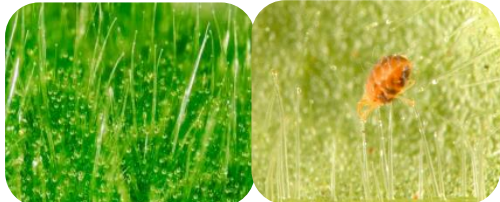


Orchidaceae

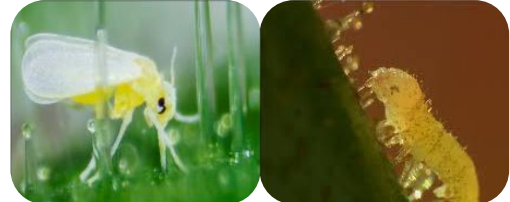


► Améliorer les défenses de la plante pour réduire l'utilisation de pesticides

- Les arthropodes détruisent 1/4 de la production agricole mondiale
- Perte estimée à 470 Mds US \$".



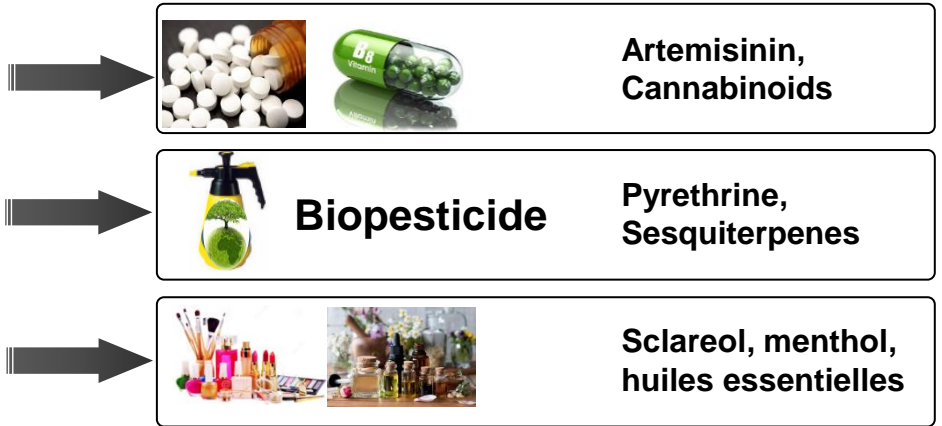
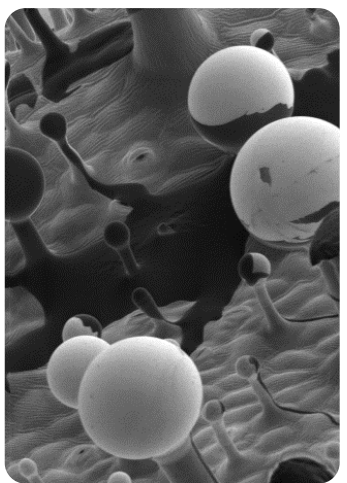
Barrières physiques



Défense chimique & signalisation

Thomas W. Culliney, 2014

► Exploiter les trichomes glandulaires comme bioréacteur pour la production de métabolite d'intérêt

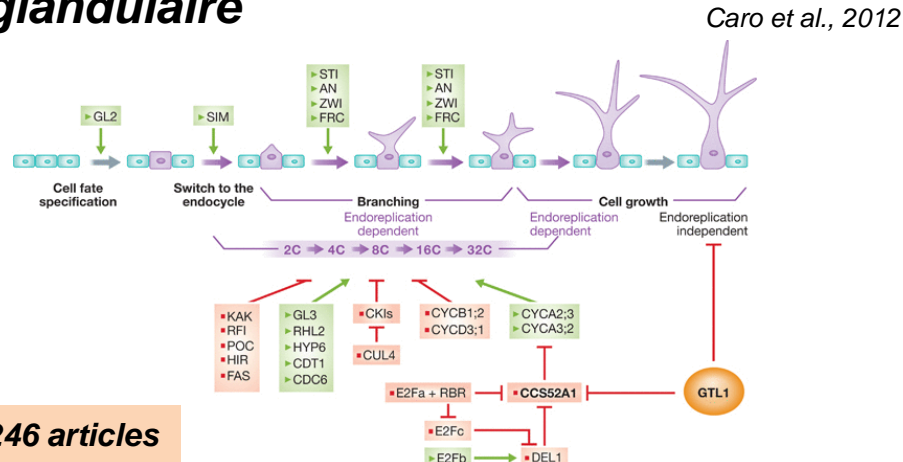
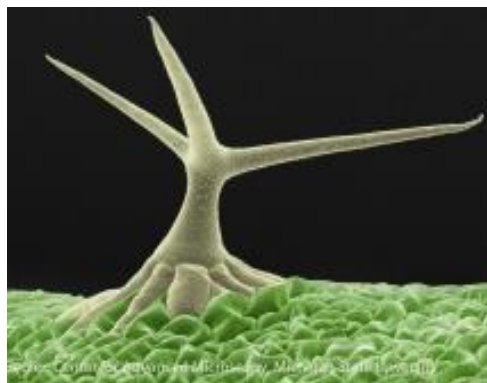


3,2 Mds US \$ (2017)
6,6 Mds US \$ (2022)
www.marketsandmarkets.com

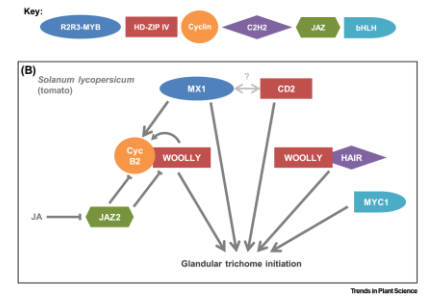
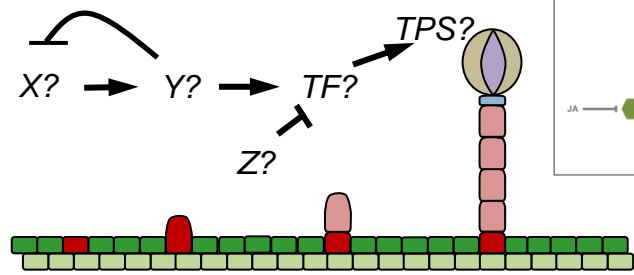
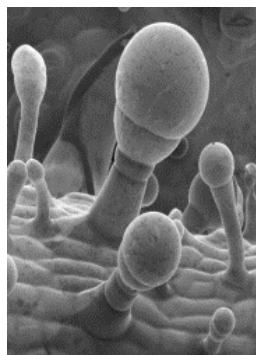
220,6 Mds US \$ (2015)
<https://comtrade.un.org/pb/>

Le trichome glandulaire, un organe méconnu

► Développement du trichome non glandulaire



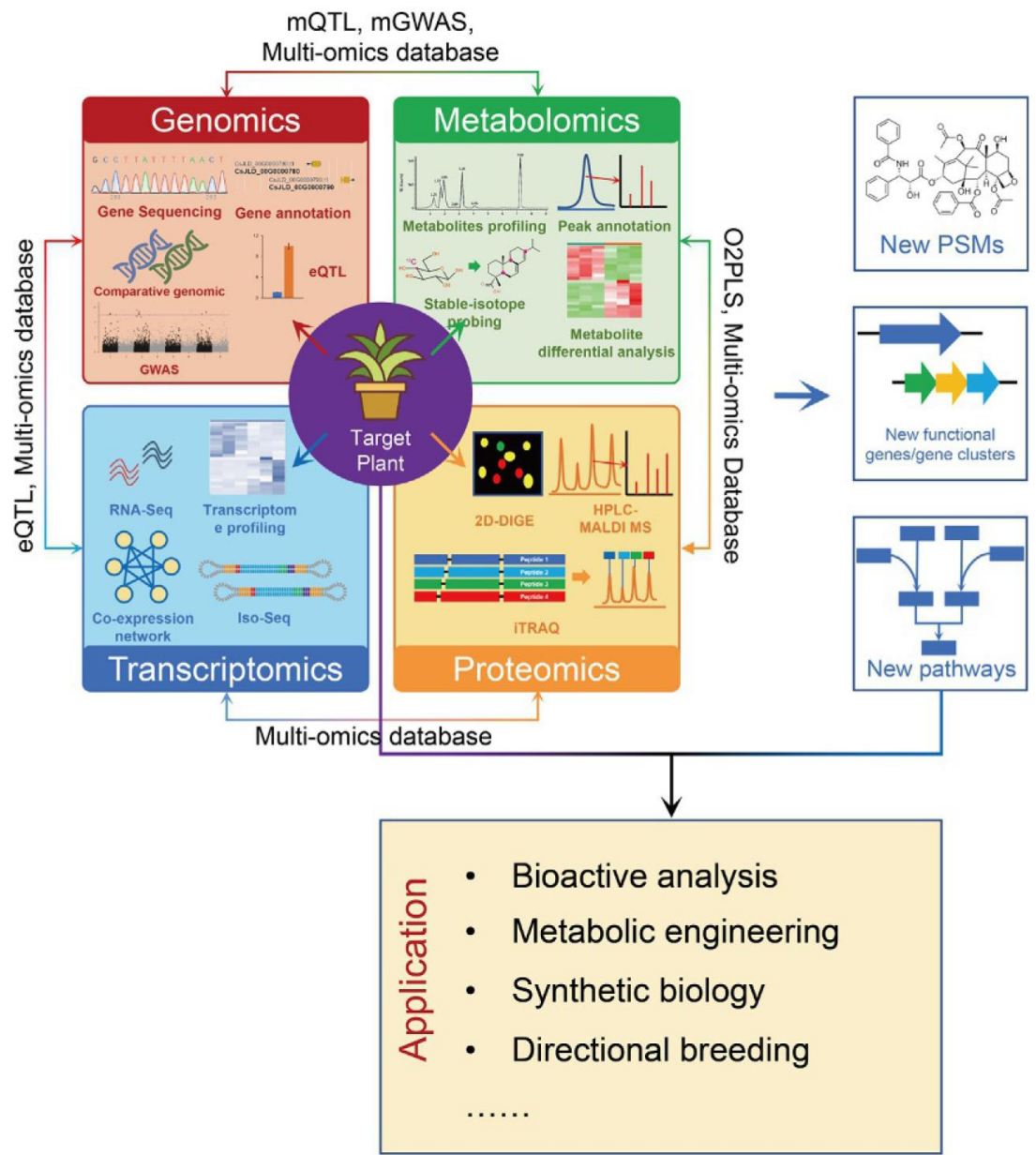
► Développement du trichome glandulaire



Chalvin et al., 2020

PubMed: 299 articles

Quelles approches pour appréhender le métabolisme et le développement du trichome glandulaire





le métabolisme spécialisé du trichome glandulaire: exemple de la production de terpène d'intérêt chez une plante à parfum

L'initiation et le développement du trichome glandulaire

L'ambre gris: un ingrédient animal devenu vegetal

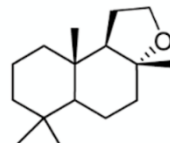
Amber gris :

- concrétion intestinale du cachalot
- Très rare (donc très cher...)
- Utilisé depuis des siècles en cosmétique parfumerie



Ambergris

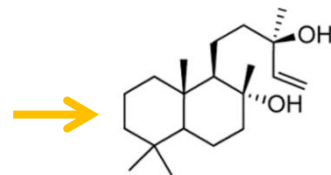
< 0,3% ambrox



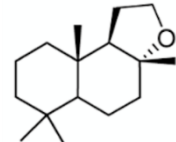
L'ambre gris: un ingrédient animal devenu vegetal

Sclareol :

- Diterpène extrait de la sauge sclarée
- Précurseur pour l'hémisynthèse de l'ambrox®
- Ingrédient à forte valeur ajoutée pour l'industrie de la parfumerie fine



Sclareol

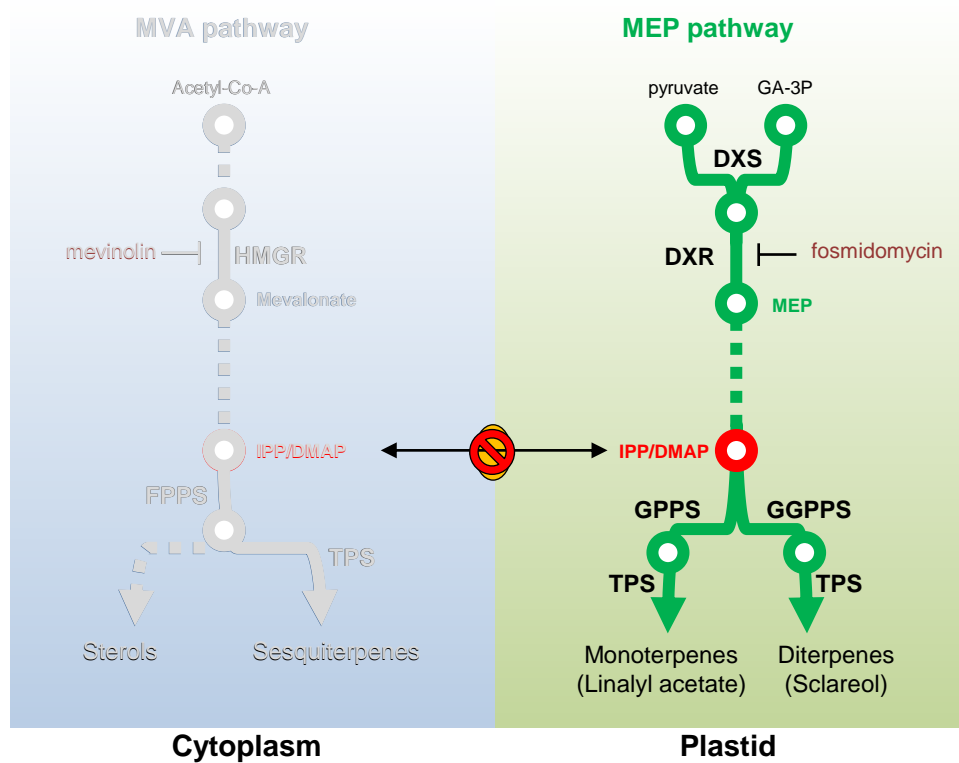


Ambrox®

(amber
scent,
fixative for
perfumes)



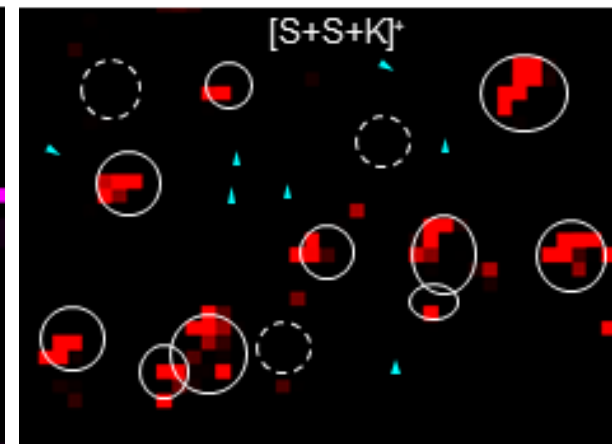
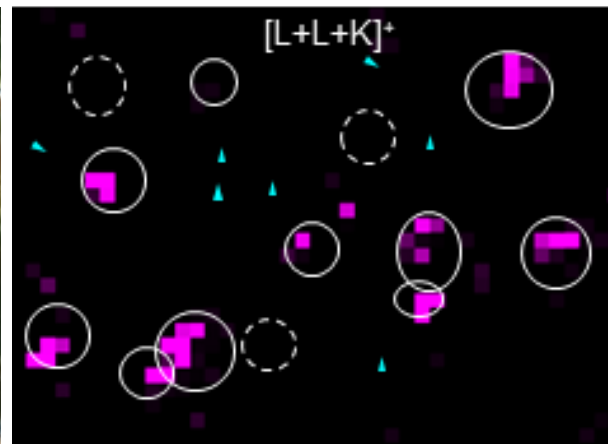
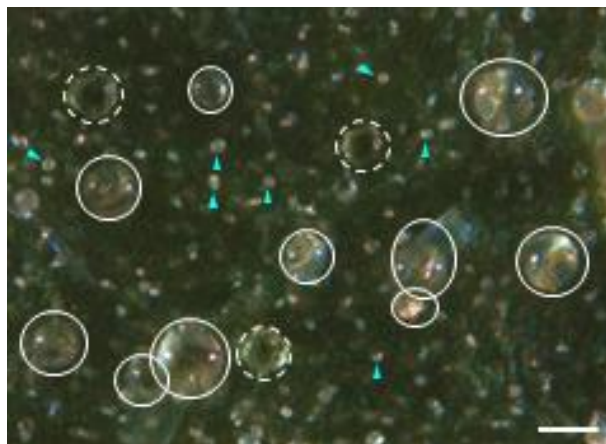
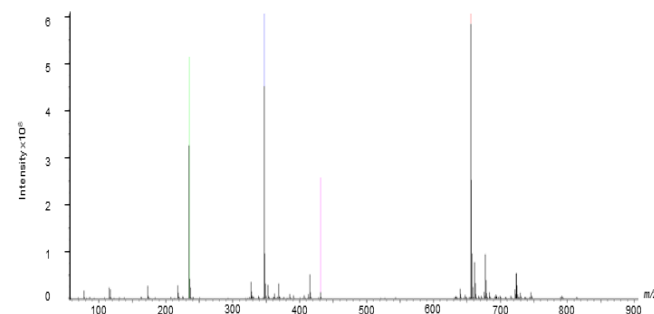
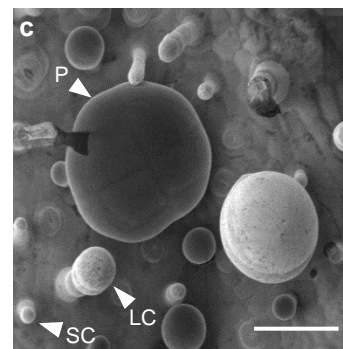
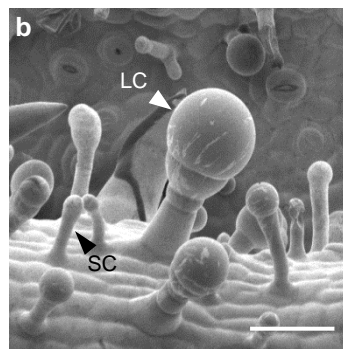
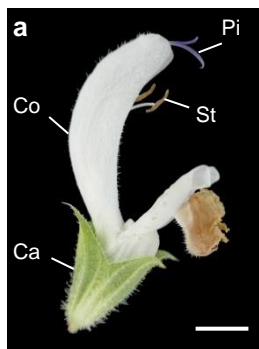
Le sclareol and le linalyl acetate sont produits à partir de IPP synthésisé dans les plastis



NMR
¹³C plant feeding
GC-MS
Pharmacological

Chalvin et al. 2021

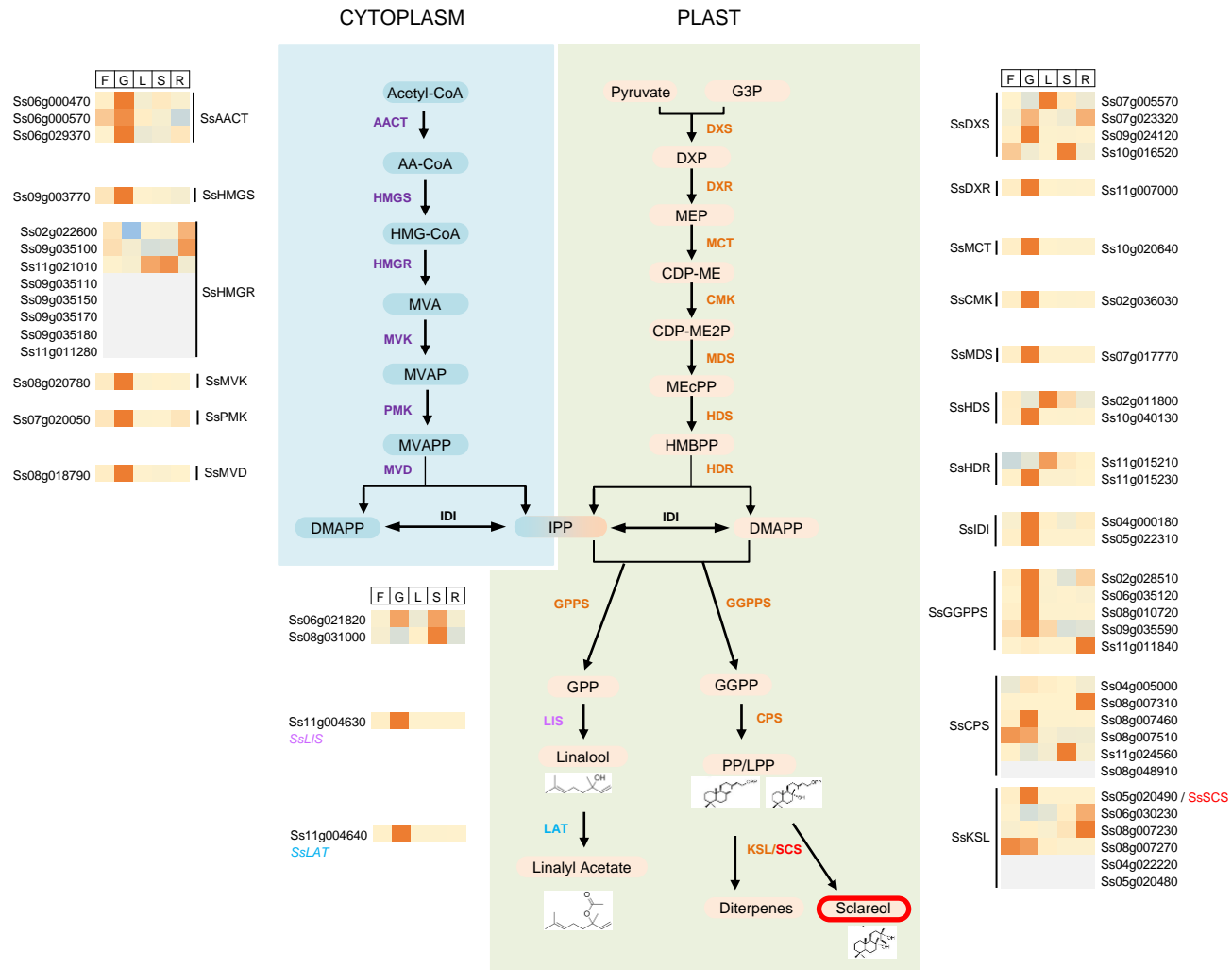
Les trichomes glandulaires capités sont le siège de la production du sclareol et du linalyl acetate



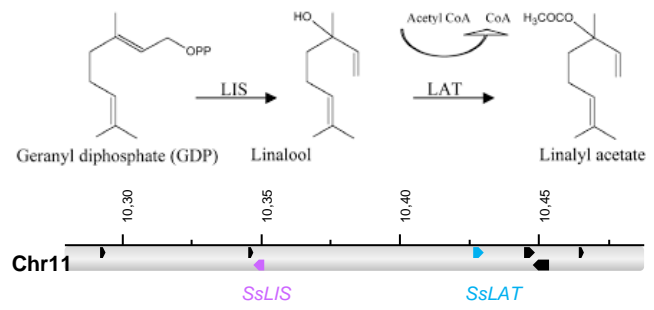
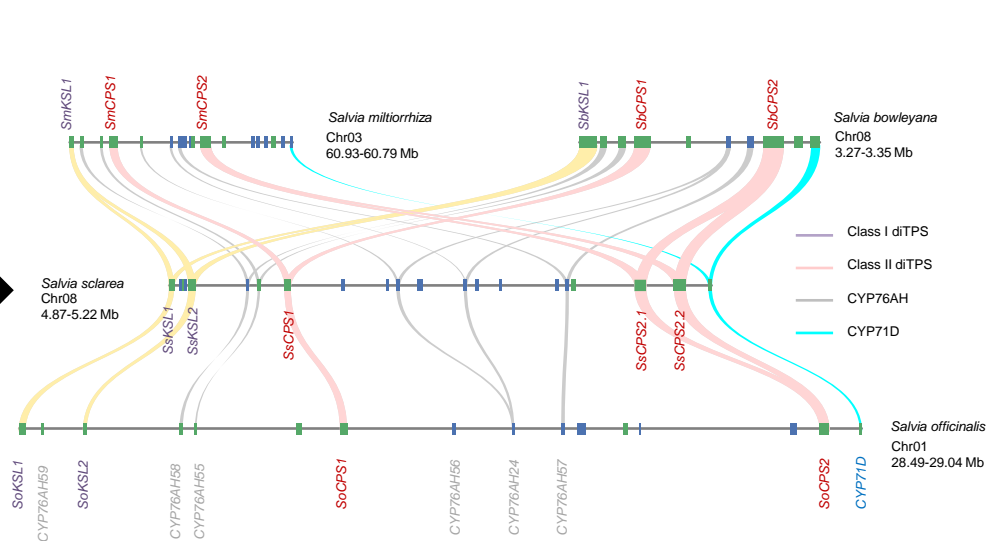
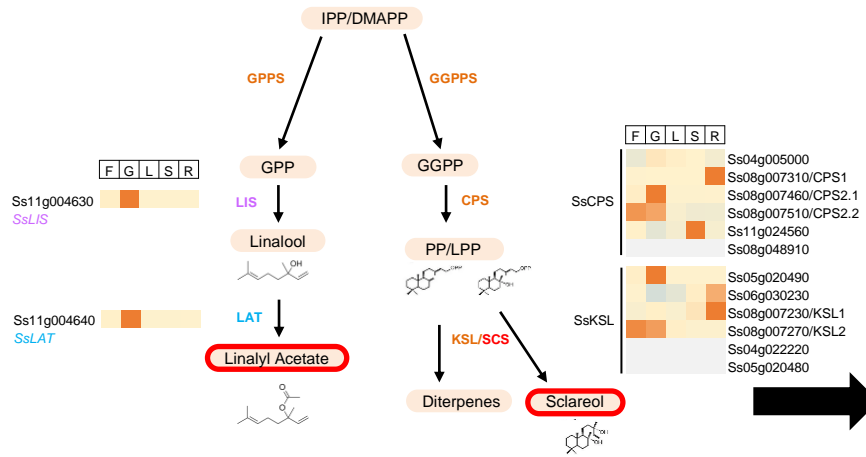
Mass Spectrometry Imaging (LDI-FT-ICR)

Chalvin et al. 2021

Les gènes de biosynthèse du sclareol sont exprimés dans les cellules glandulaires des trichomes



Les genes de biosynthese et de decoration des terpenes sont organisés en cluster metabolique dont l'expression est coregulée



	F	G	L	S	R
Ss08g007230/KSL1					
Ss08g007270/KSL2					
Ss08g007280/CYP					
Ss08g007290/CYP					
Ss08g007310/CPS1					
Ss08g007320/CYP					
Ss08g007330/CYP					
Ss08g007340/CYP					
Ss08g007350/CYP					
Ss08g007370/CYP					
Ss08g007380/CYP					
Ss08g007410/CYP					
Ss08g007420/CYP					
Ss08g007460/CPS2.1					
Ss08g007510/CPS2.2					
Ss08g007530/CYP					

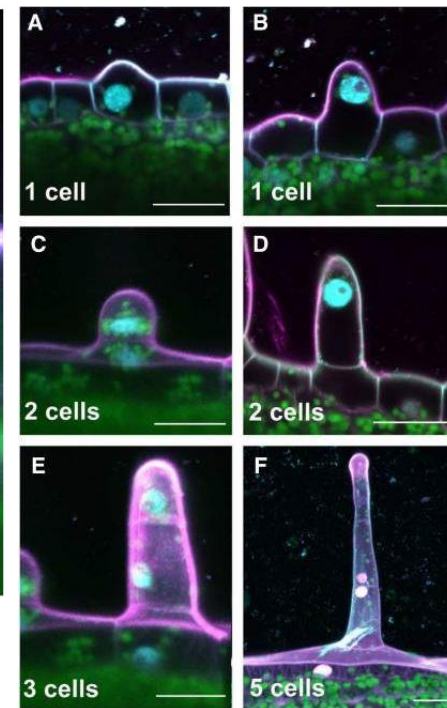
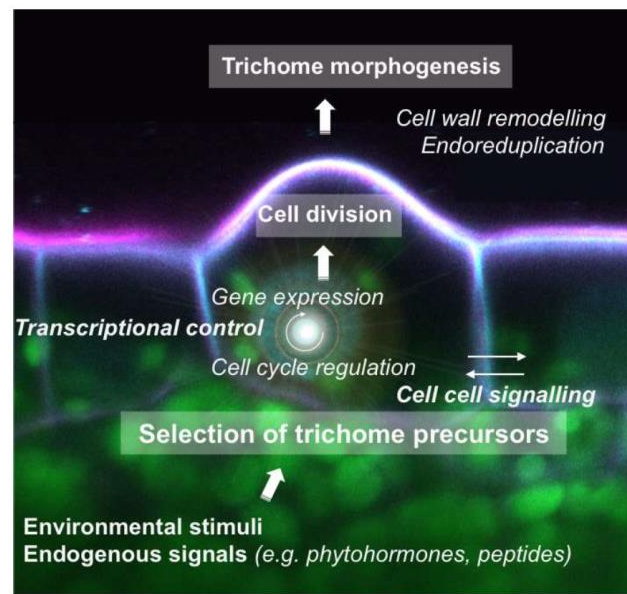
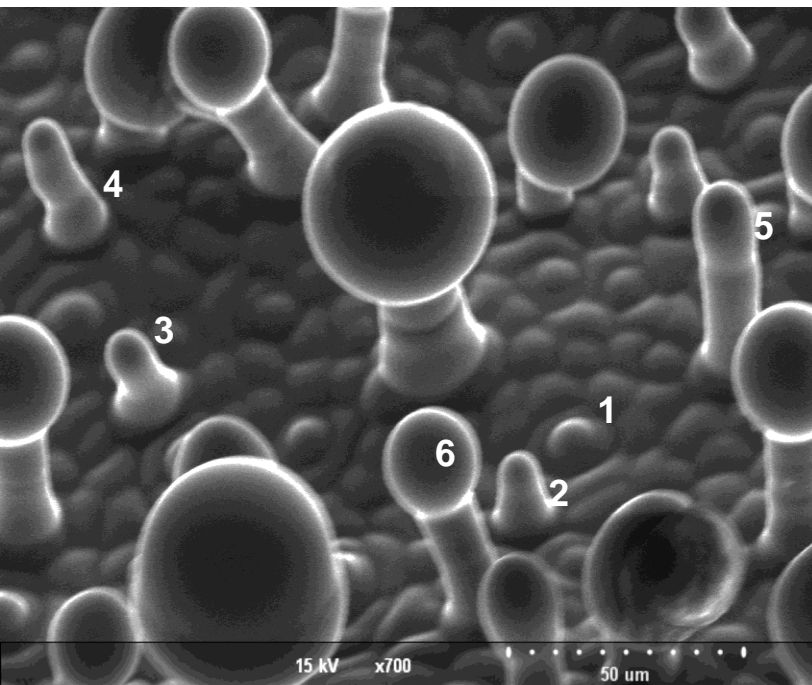


le métabolisme spécialisé du trichome glandulaire: exemple de la production de terpène d'intérêt chez une plante à parfum

L'initiation et le développement du trichome glandulaire



Le trichome glandulaire, un organe méconnu

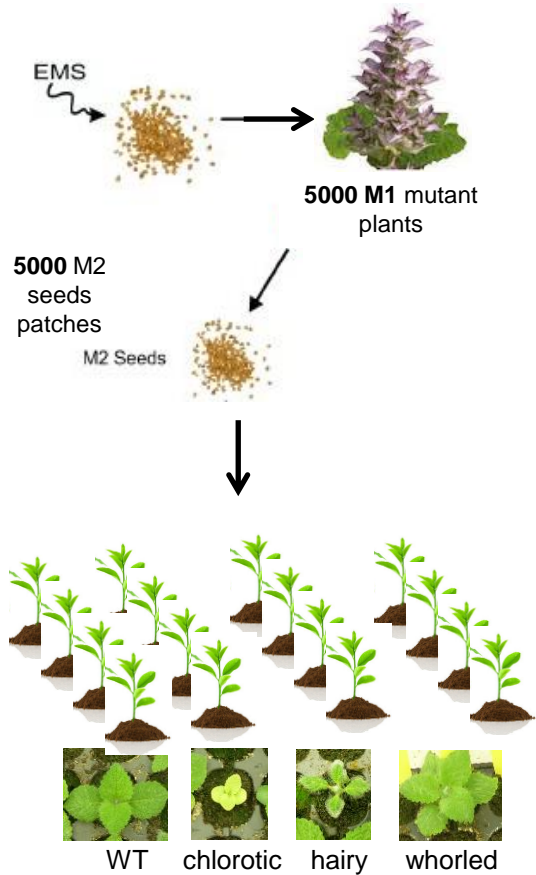


Adapté de Huchelmann et al., 2017

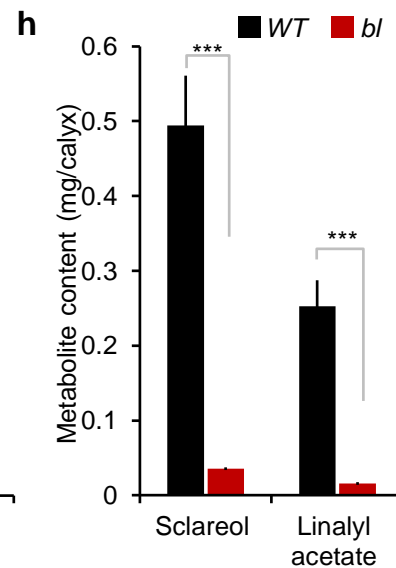
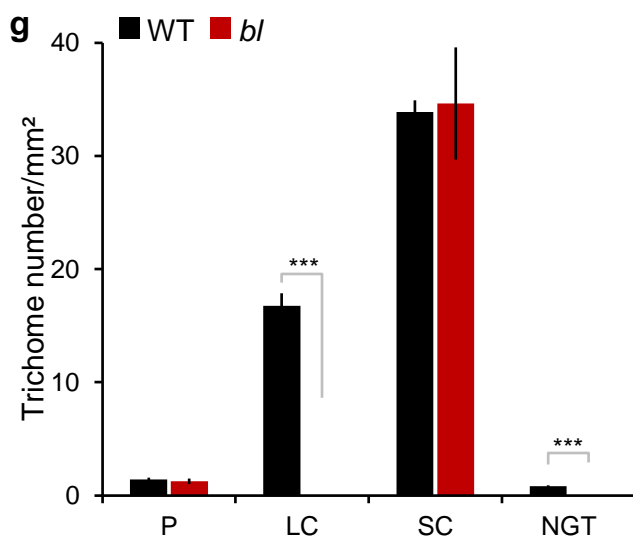
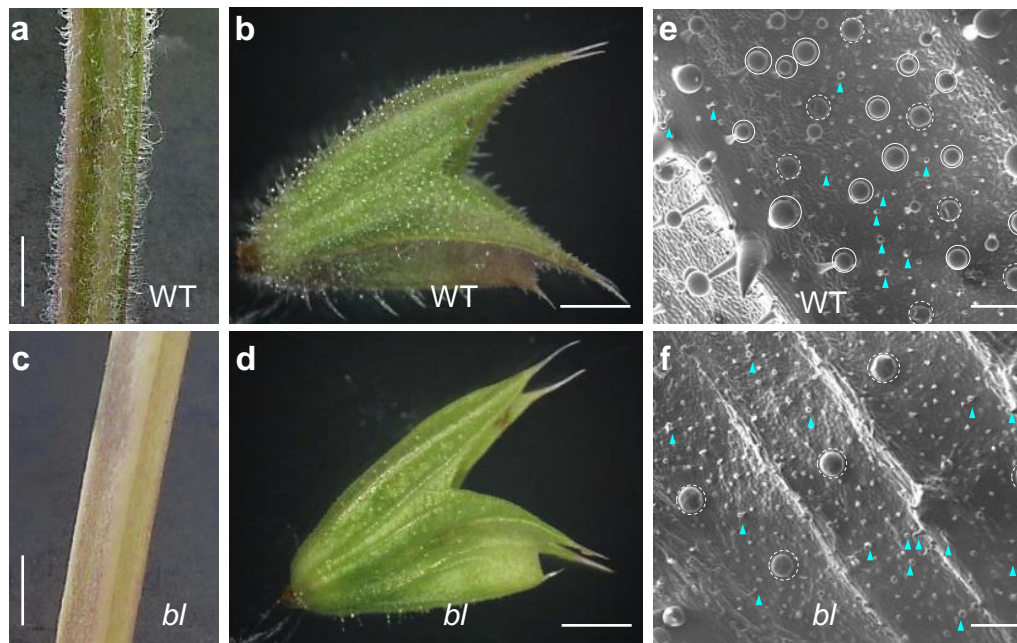
Génétique

Génomique “single cell/single noyau” et microdissection laser (LMD)

Identification de sauge sclérée affectée dans le développement des trichomes glandulaires



Identification de sauge sclarée affectée dans le développement des trichomes glandulaires



Les trichomes glandulaires: première ligne de défense des plantes

WT

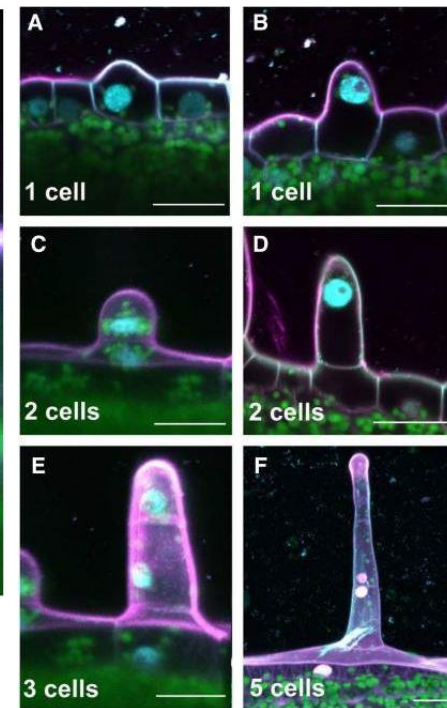
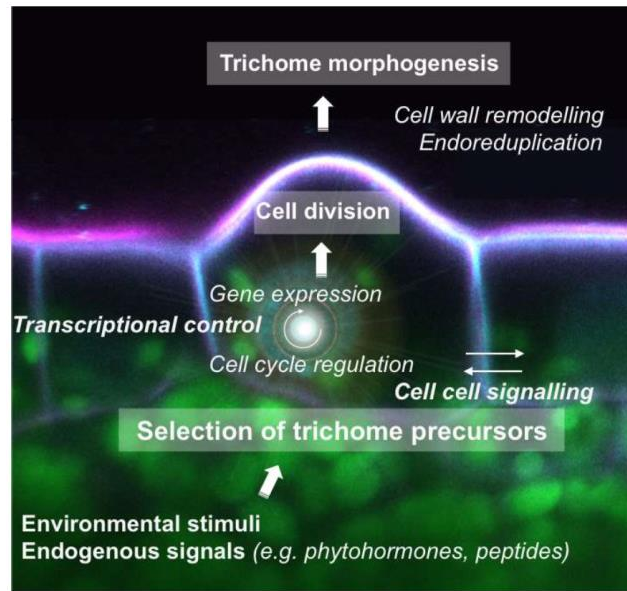
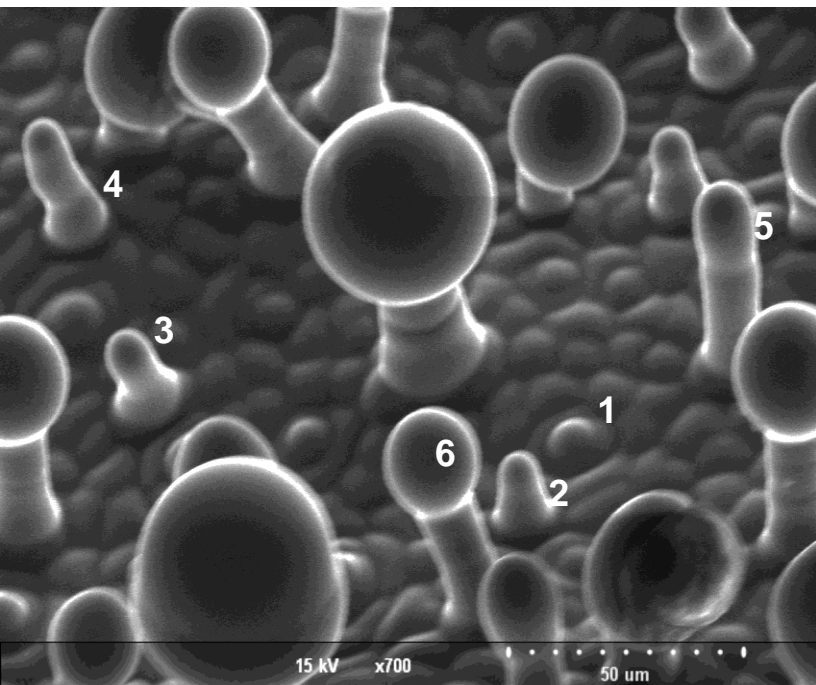


bl





Le trichome glandulaire, un organe méconnu

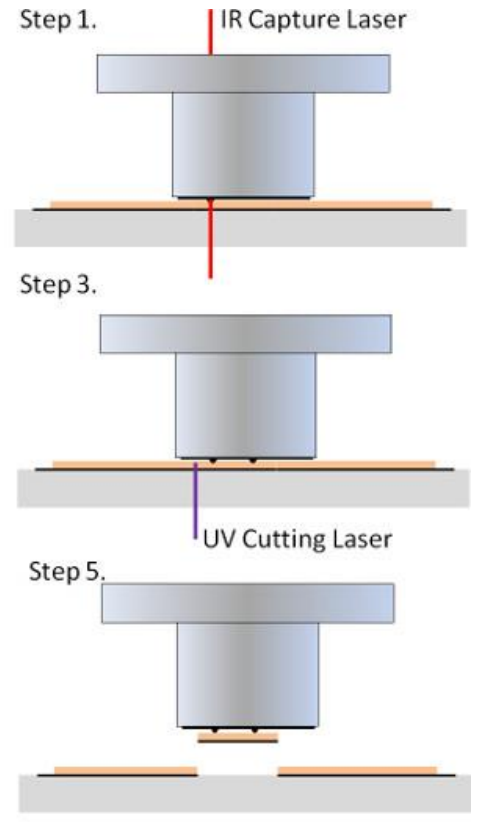
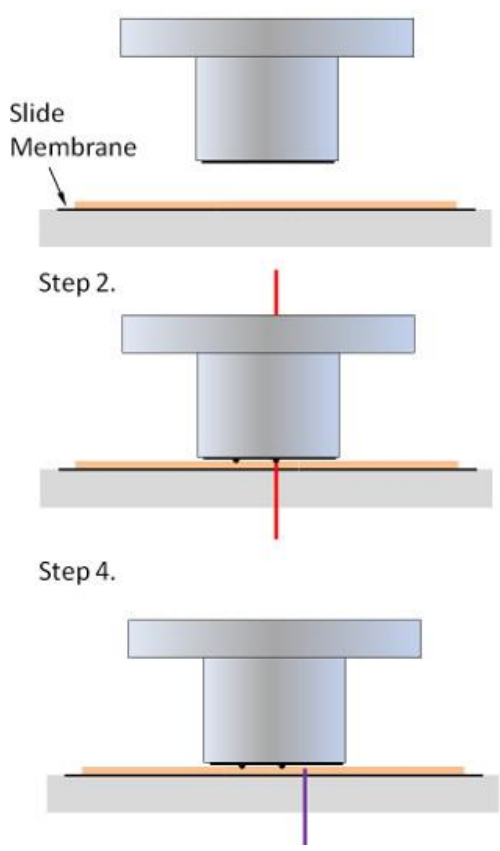
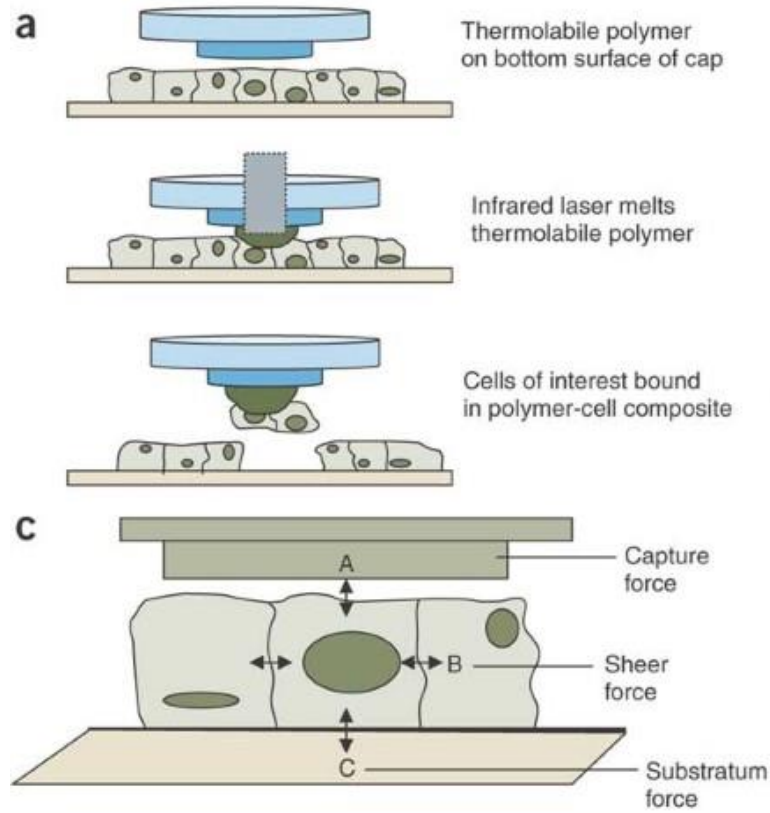


Adapté de Huchelmann et al., 2017

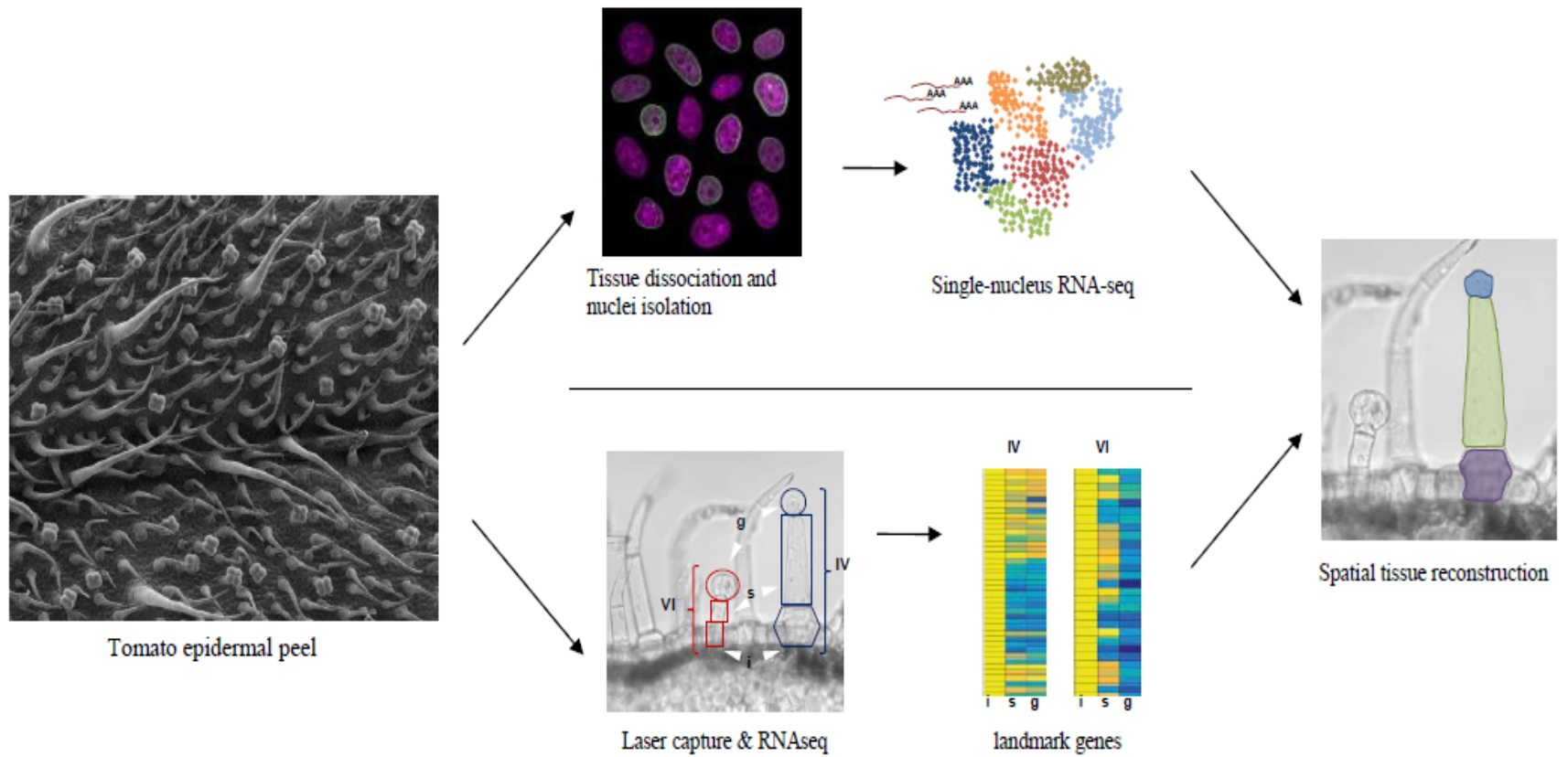
Génétique

Génomique “single cell/single noyau” et microdissection laser (LMD)

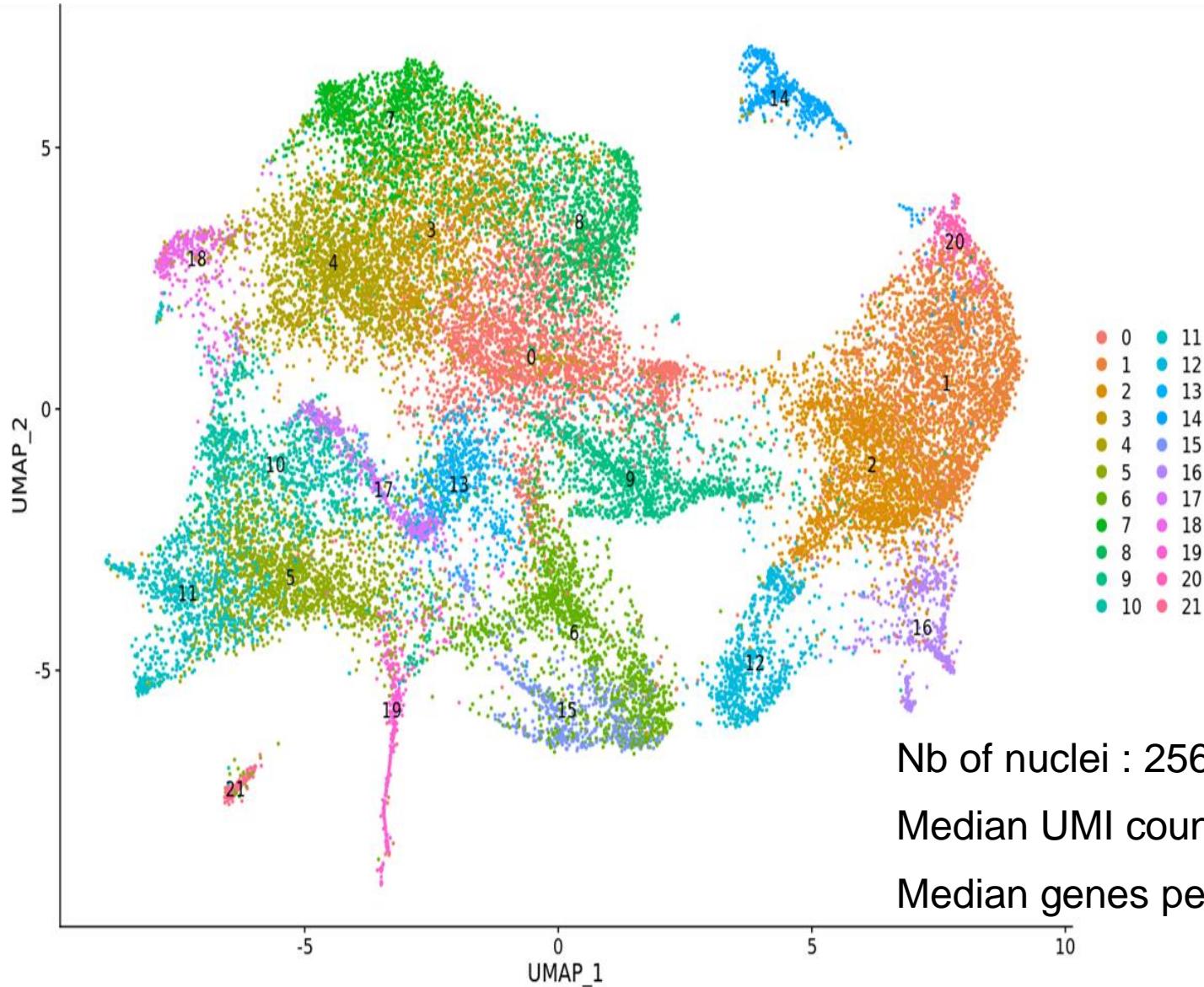
Laser Capture Microdissection (LCM) - Isolation of Individual initial cells of GTs



Analyse transcriptomique « single noyau »



Analyse transcriptomique « single noyau »



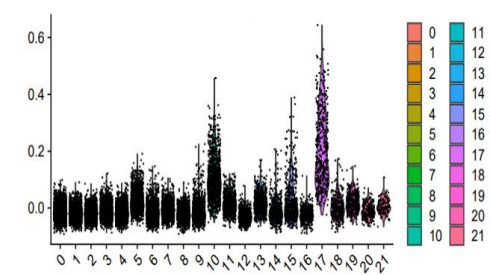
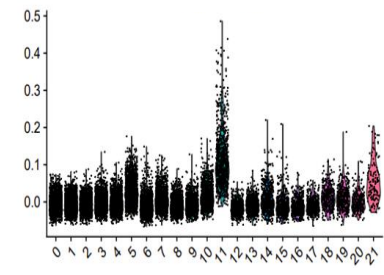
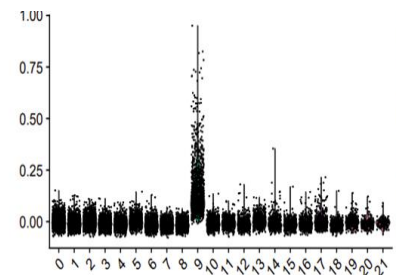
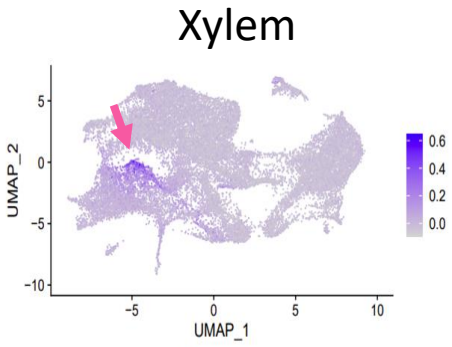
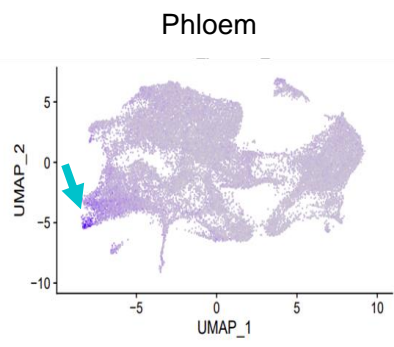
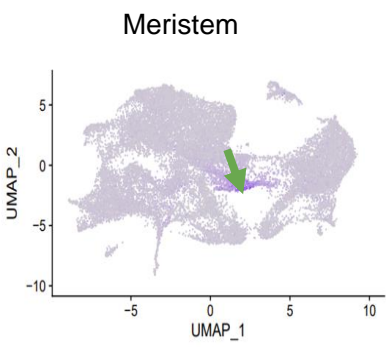
Nb of nuclei : 25640

Median UMI counts per nuclei: 986

Median genes per nuclei: 784

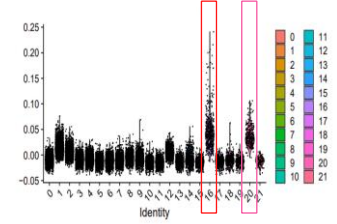
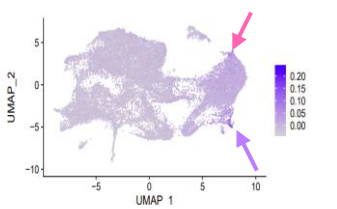
Analyse transcriptomique « single noyau »

identification of clusters:

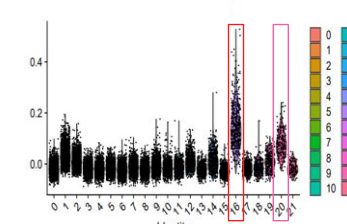
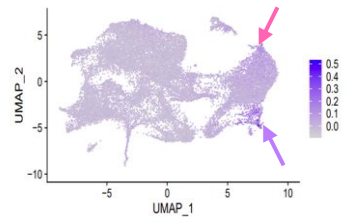


identification of GT clusters:

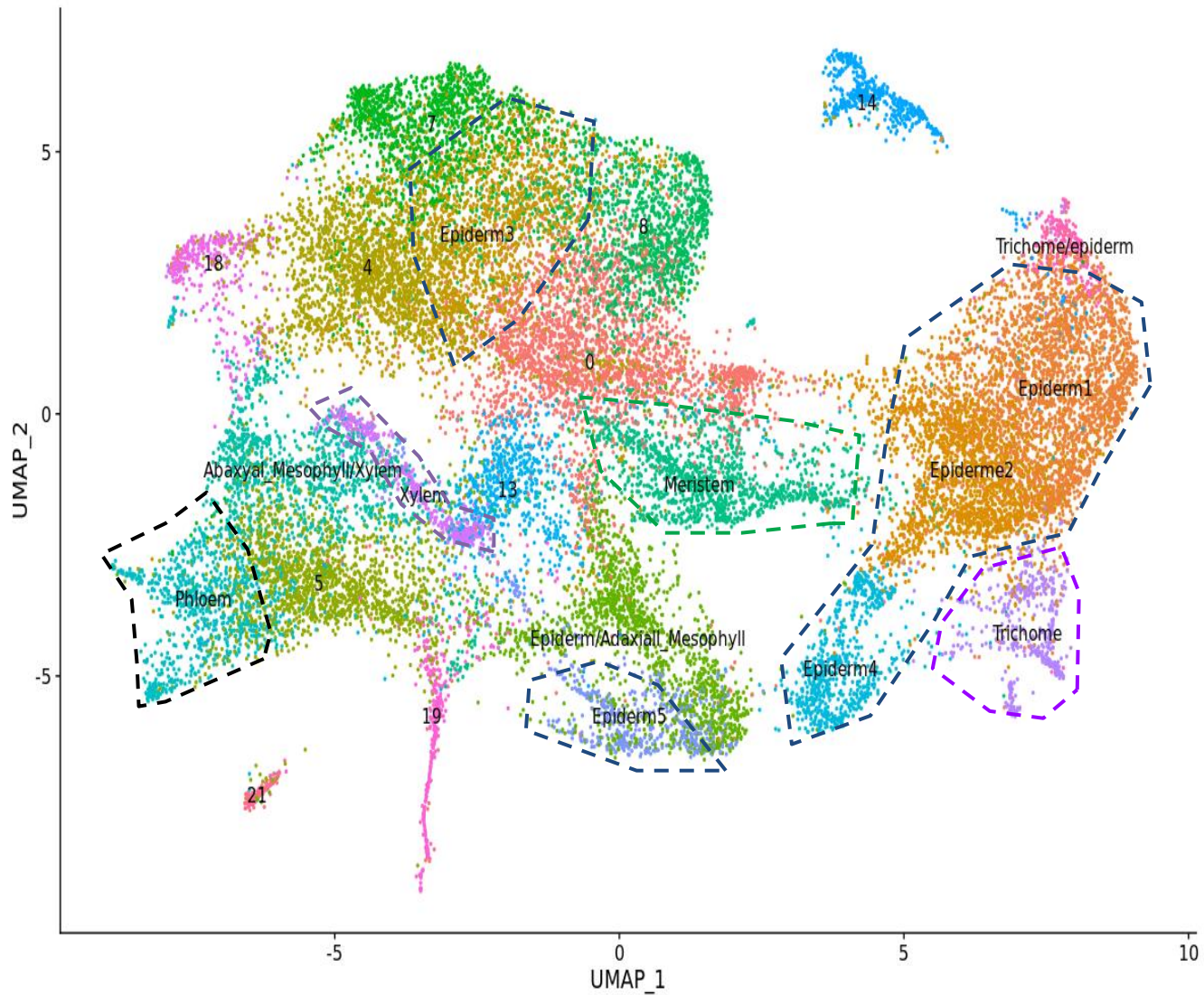
Using LCM-RNAseq data



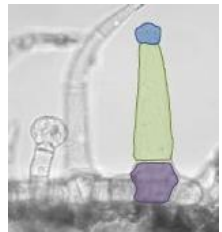
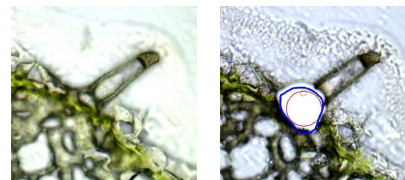
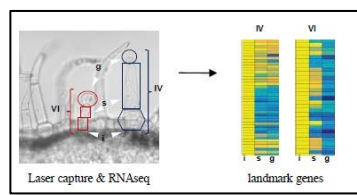
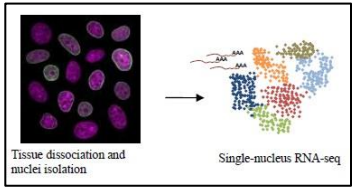
Using published data



Analyse transcriptomique « single noyau »



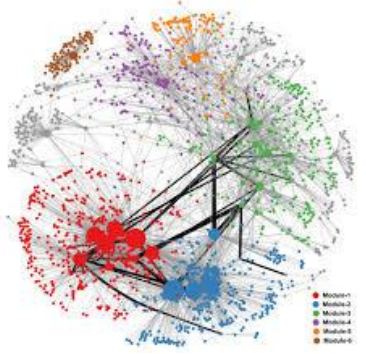
Ideotypes de plantes avec un métabolisme spécialisé amélioré



Mise en évidence des gènes et réseaux de régulation impliqués dans (i) l'initiation, (ii) le développement et (iii) la maturation du trichome glandulaire

Recherche Translationnelle

IDEOTYPES avec une résistance et/ou un métabolisme spécialisé amélioré



Acknowledgments

Research Team

- Wissame Mouloud
- Fei Dong
- Gabriele Adam
- Melissa Hanique
- Camille Chalvin (PhD student)
- Stéphanie Drevensek
- Lucie Kriegshauser
- Christel Chollet
- Michel Dron
- Abdel Bendahmane

Metabolomic Platform

- Françoise Gilard
- Caroline Mauve
- Bertrand Gakière

Imaging Platform

- Halima Morin
- Edith Nicol
- Eva Heripre

Bioinformatic ressources

- Marion Verdenaud
- Gabriele Adam



COSMETIC VALLEY
FRANCE

iteipmai



CONEXIONS^{R&D}

IPS2
Institute of Plant Science



**Trichome Glandulaire et
Métabolisme Spécialisé**

The FLOCAD group

Thank you for your attention

