

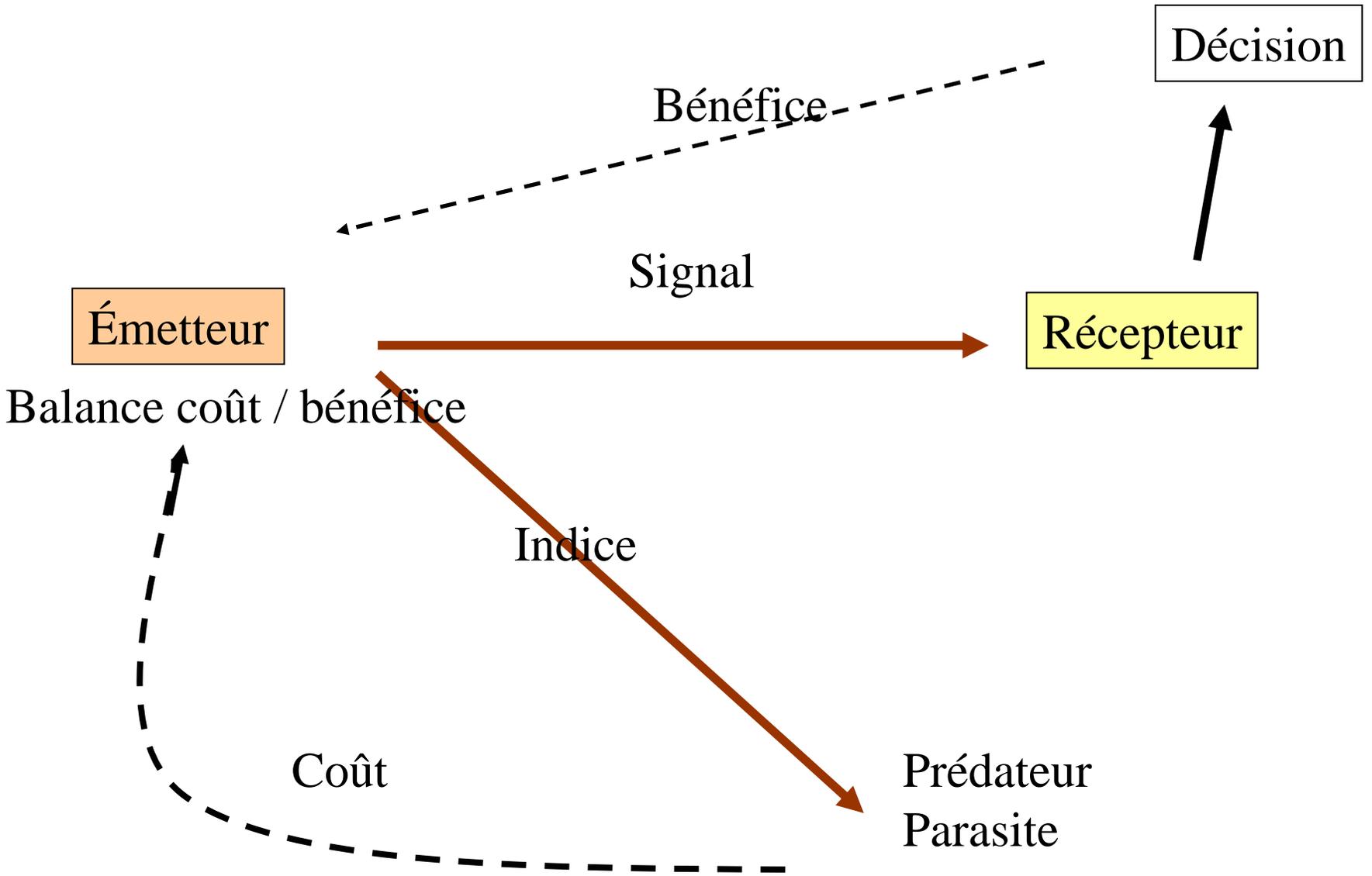
La communication chez les insectes et autres organismes

CDDP Tours, 6 avril 2011

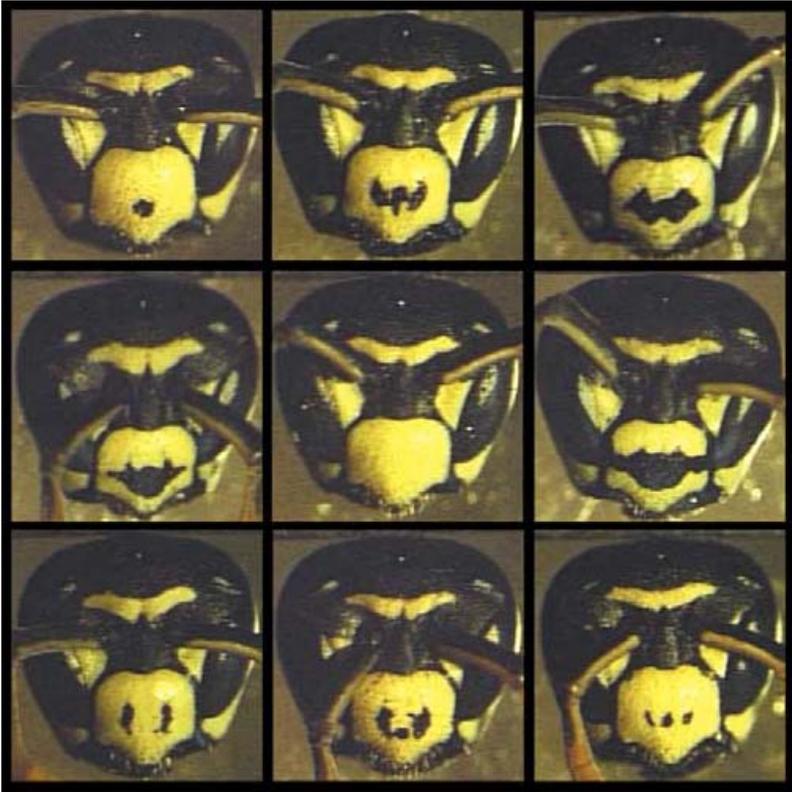
**Alain Lenoir
IRBI, Université François Rabelais, Tours**

Les principaux types de communication

- visuelle
 - tactile
 - acoustique
 - chimique
 - écholocation
-
- mais souvent pluricanaux



Communication visuelle



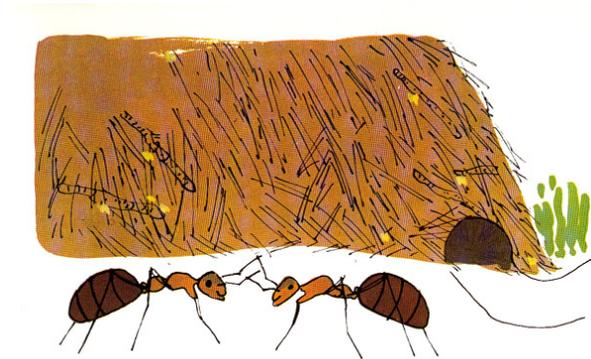
Polistes dominulus USA (Tibbets 2004)

Taille tâches de la tête corrélée avec taille corps et dominance

Reconnaissance individuelle

Communication tactile

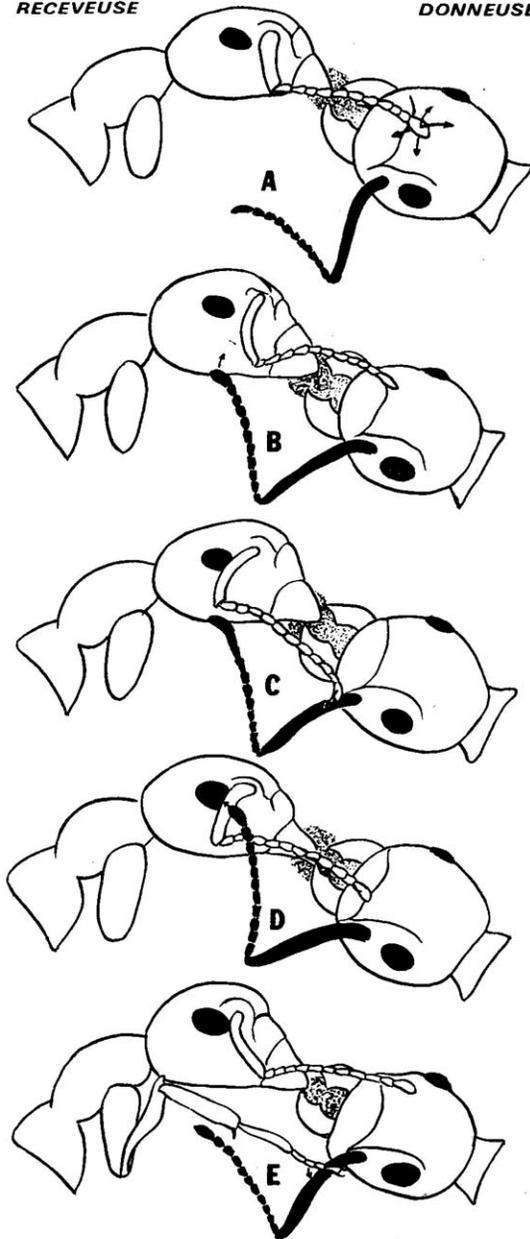
- Échanges antennaires



Rencontre entre deux fourmis : inspection antennaire

RECEVEUSE

DONNEUSE



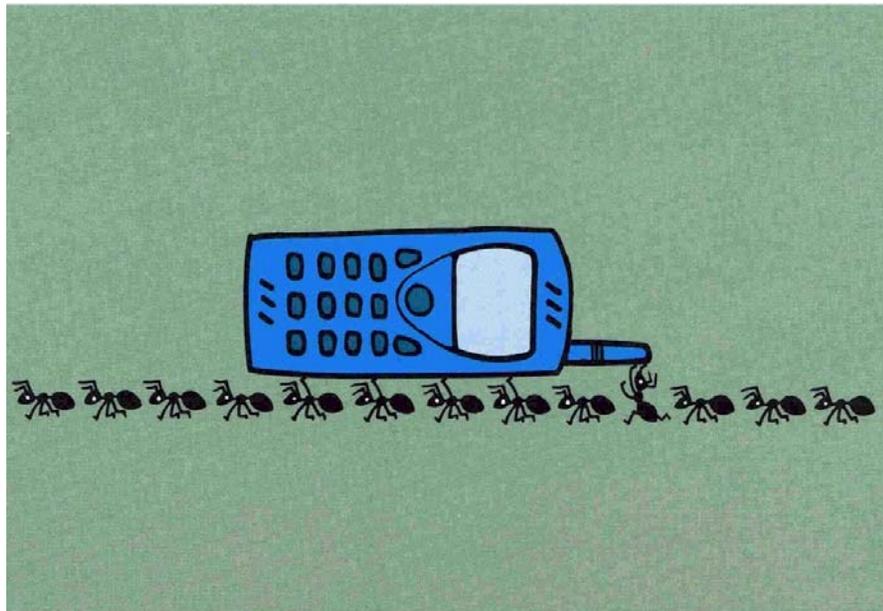
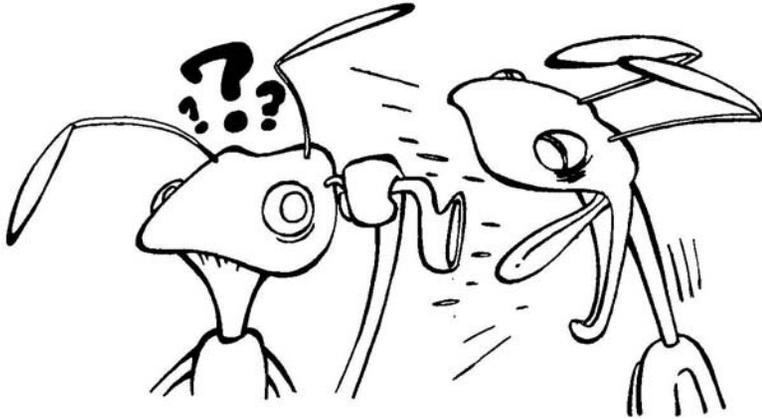
Communication antennaire durant la trophallaxie chez *Myrmica*



Tricheur : staphylin qui mime la communication antennaire des fourmis pour obtenir une trophallaxie



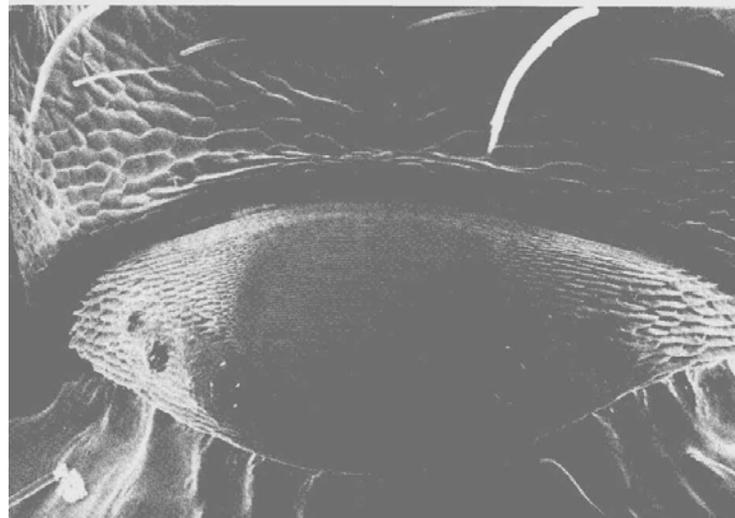
Communication sonore : stridulation



Appareil stridulatoire des fourmis au microscope électronique

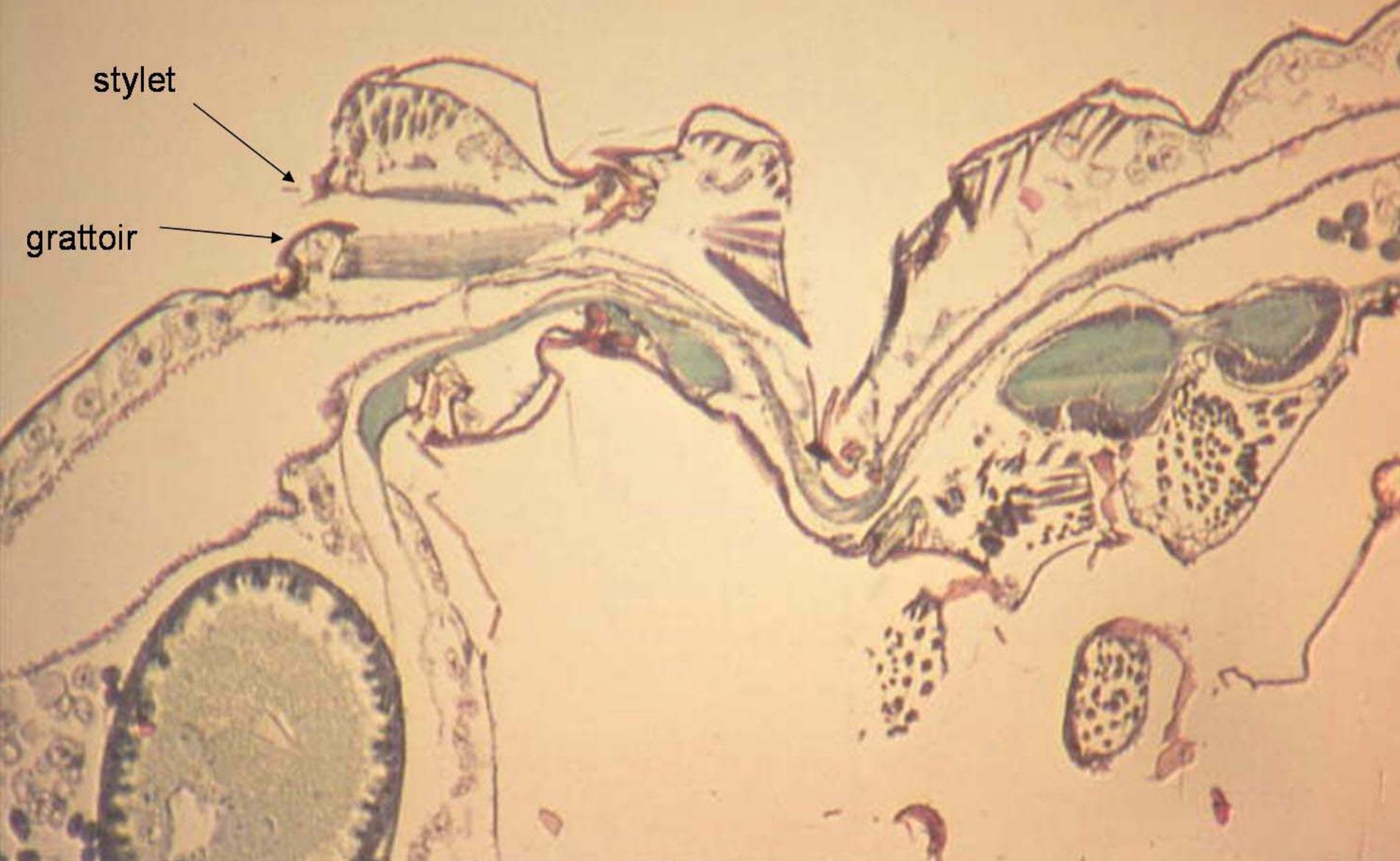


mic
léb



Coupe microscopie optique Myrmica (Annie Le Roux, IRBI, Univ. Tours)

stylet
grattoir



Ex de stridulations

Solenopsis

Déplacement 

Attaque chenille 

Détresse 

Alarme 

Messor

Combat 

Détresse 

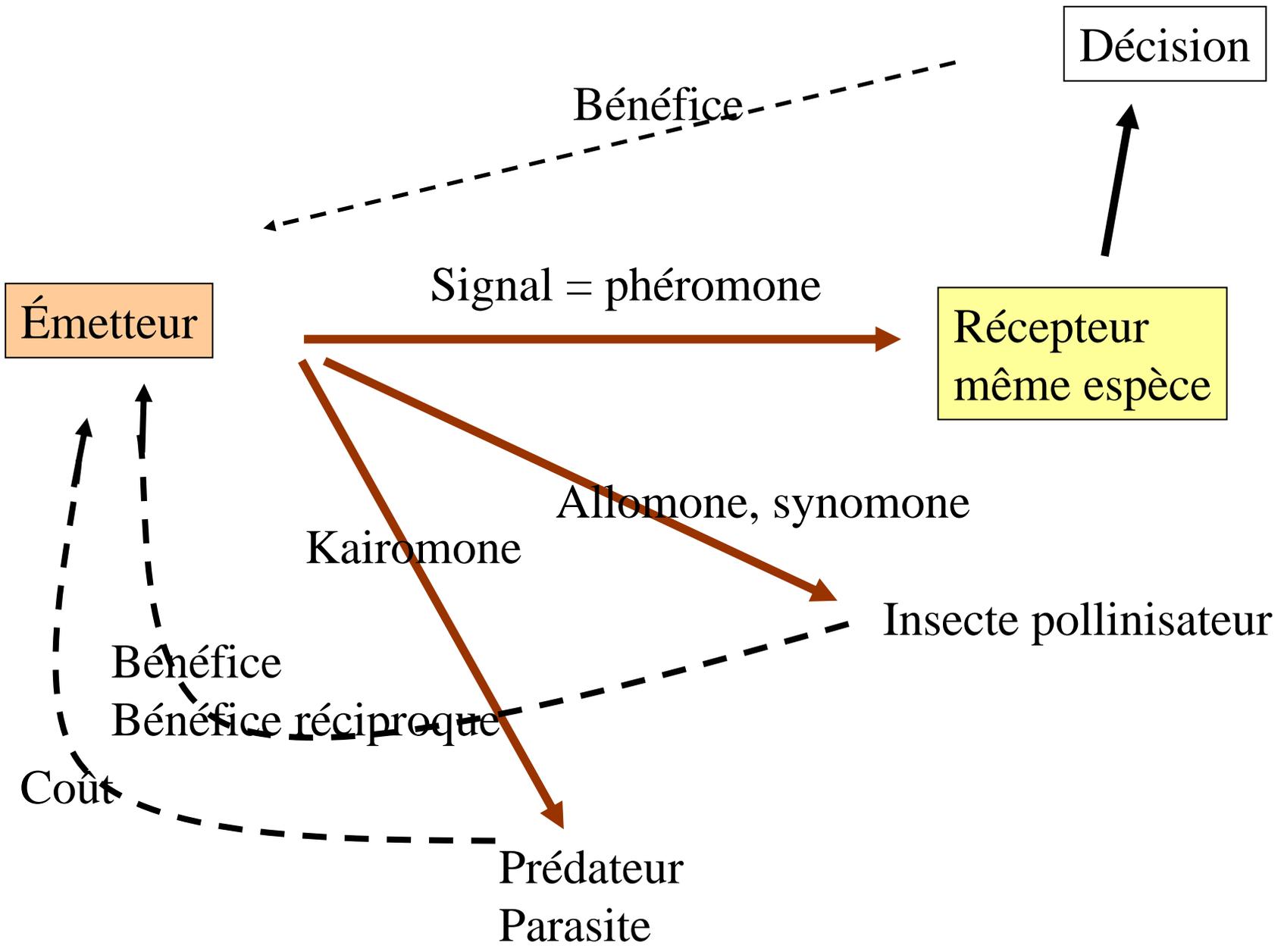
Communication chimique

Karlson & Lüscher 1959 : création du terme phéromone

Butenandt 1959 identification du bombykol

Nombreux comportements

- Phéromones sexuelles
- Phéromone royale abeilles
- Reconnaissance coloniale et à l'intérieur de la colonie entre individus
- Alarme
- Recrutement de congénères pour la défense du nid
exploiter une source de nourriture, déménager
(formation de pistes chimiques)
- Marquage du territoire



Décision

Bénéfice

Signal = phéromone

Émetteur

Récepteur
même espèce

Allomone, synomone

Kairomone

Insecte pollinisateur

Bénéfice

Bénéfice réciproque

Coût

Prédateur
Parasite

50 ans de phéromones



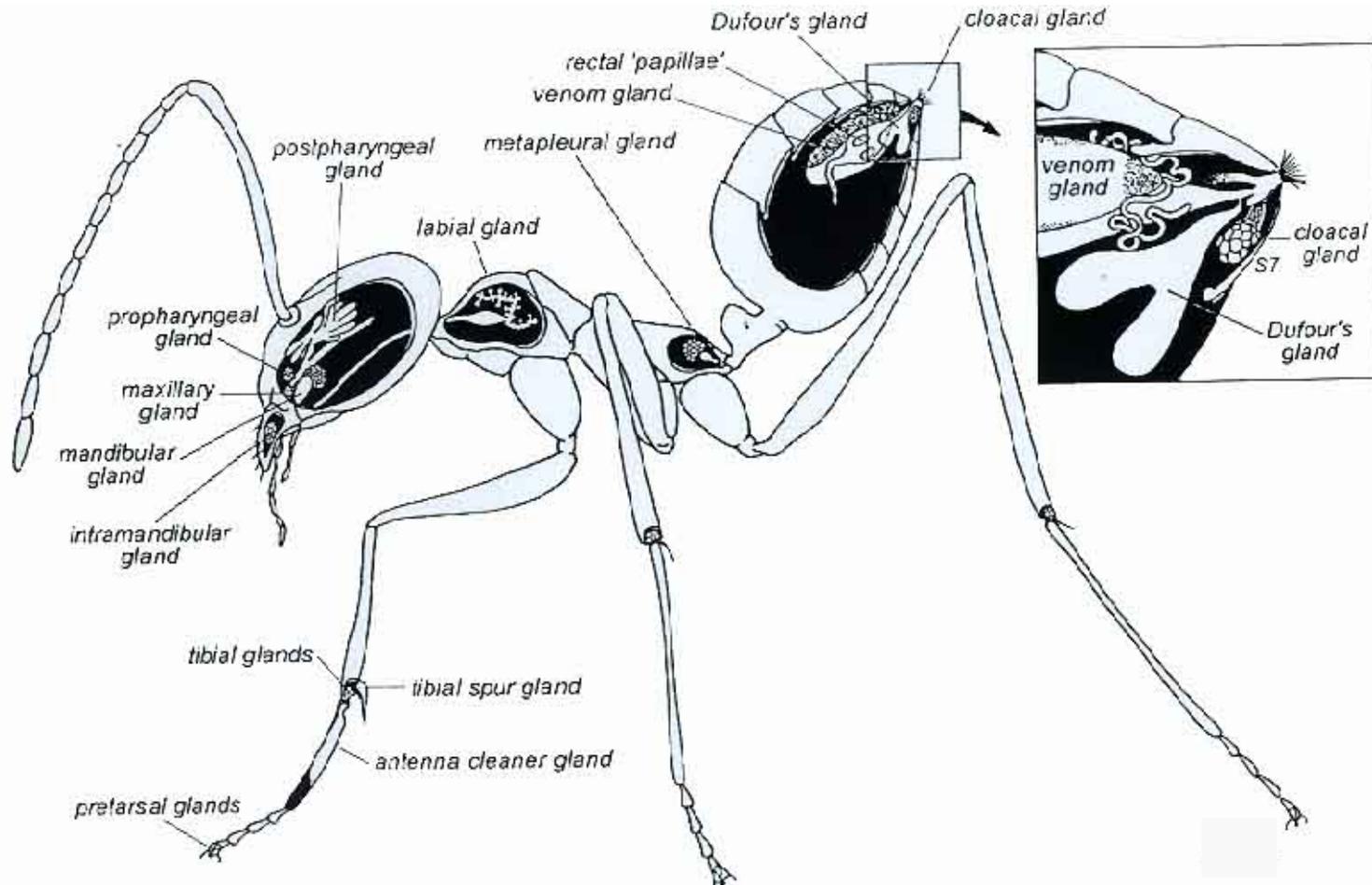
Wyatt (Nature 2009)

Phéromones et signature chimique

- Phéromone : molécule ou combinaison de molécules qui déclenche une réponse innée, tous organismes
- Signature chimique : mélange de molécules dont la composition est apprise par le récepteur, permettant la reconnaissance de l'autre individu ou colonie
- toutes substances perçues par récepteurs olfactifs spécialisés

Wyatt 2010

Glandes de fourmis



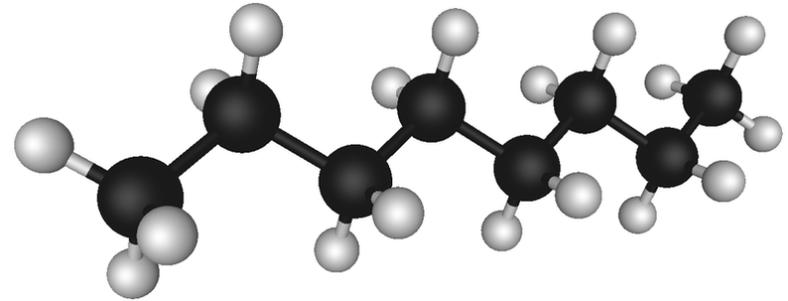
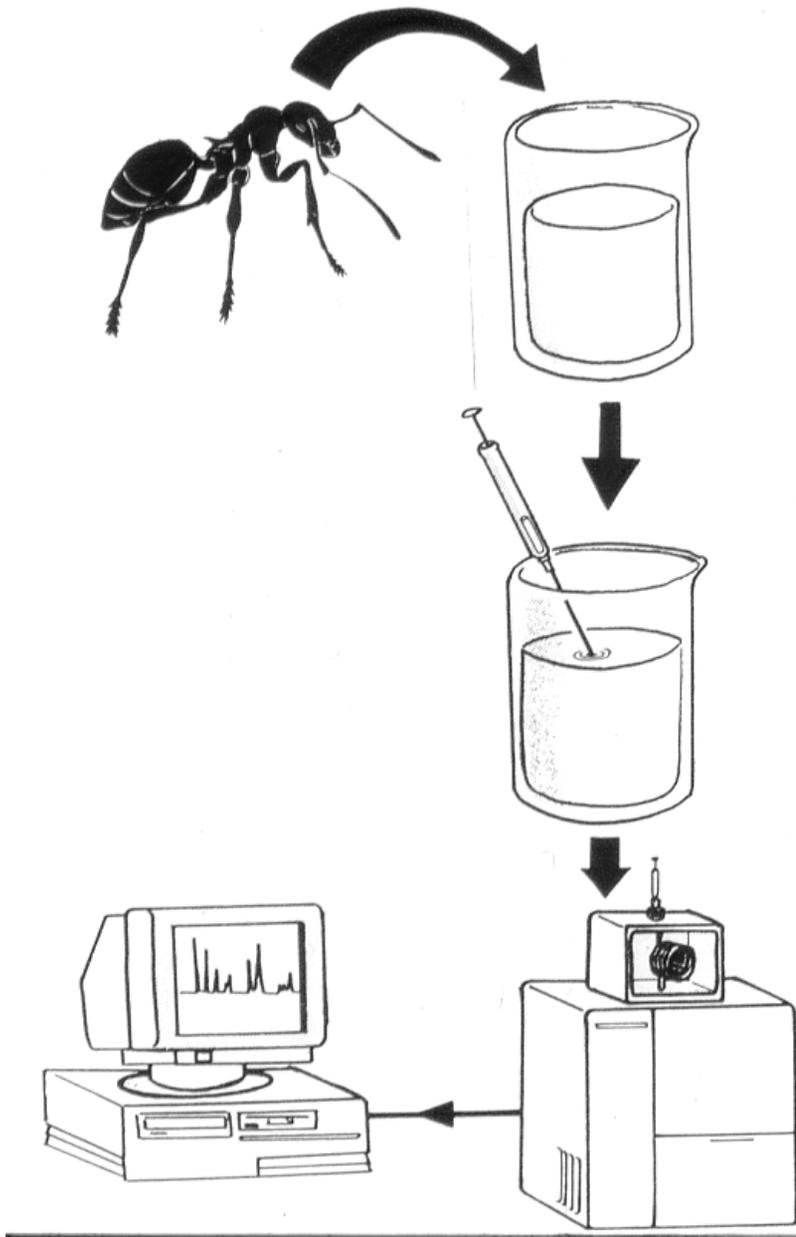
40 glandes fourmis

21 abeille

J. Billen

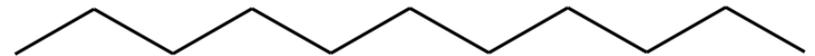
Chromatographie en phase gazeuse ou phase liquide

Spectrométrie de masse



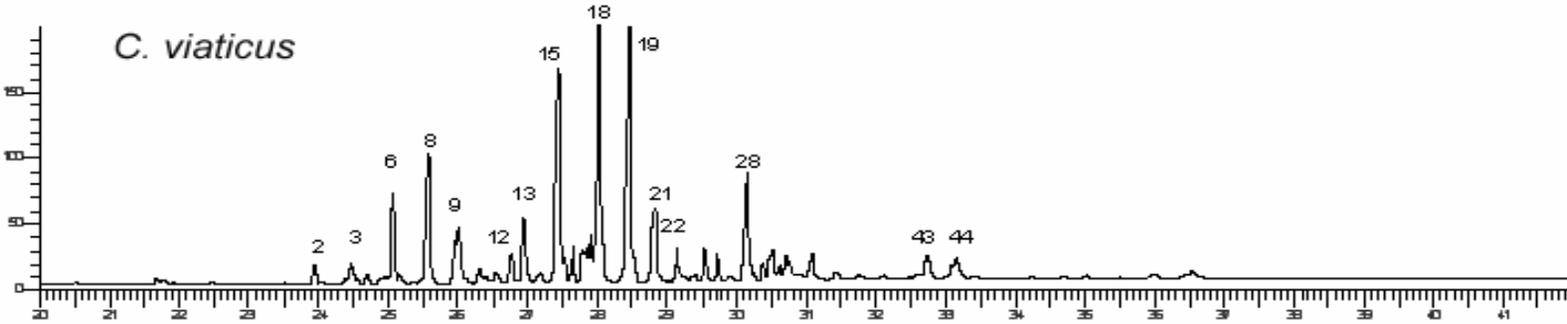
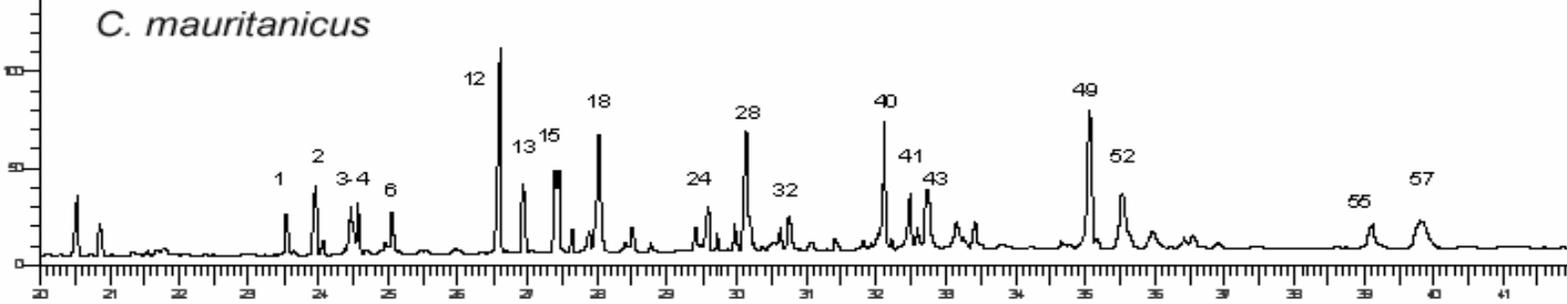
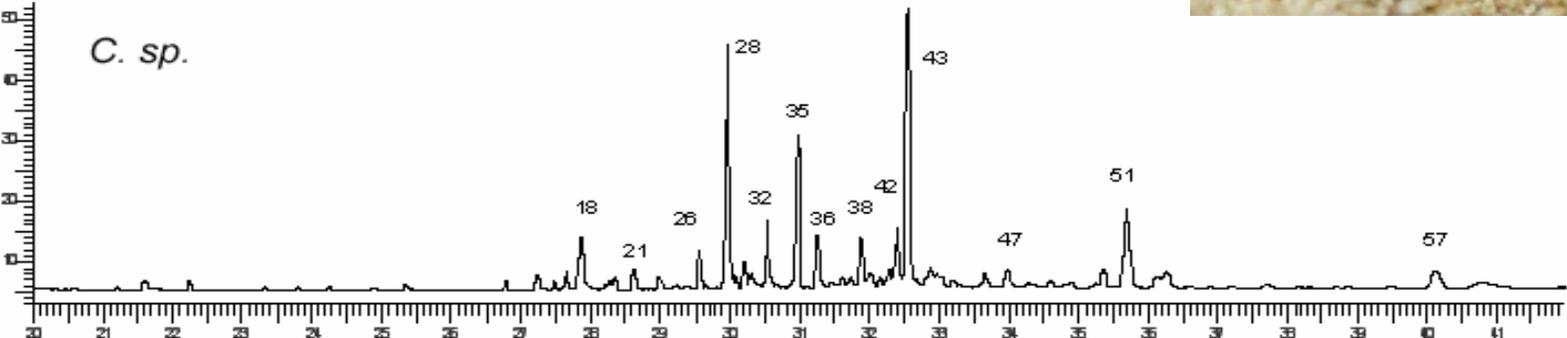
Octane C₈H₁₈

Hydrocarbures

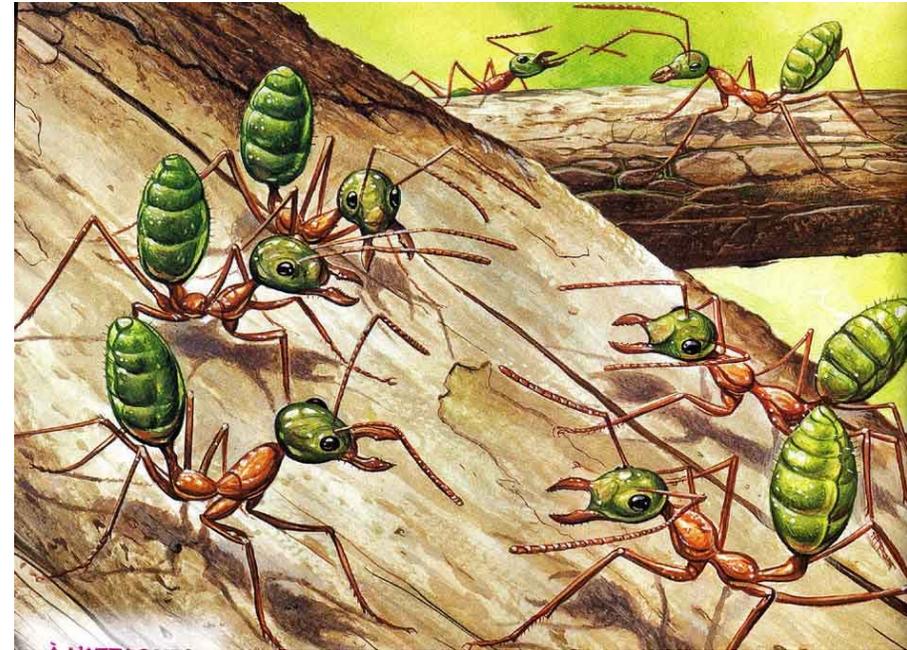
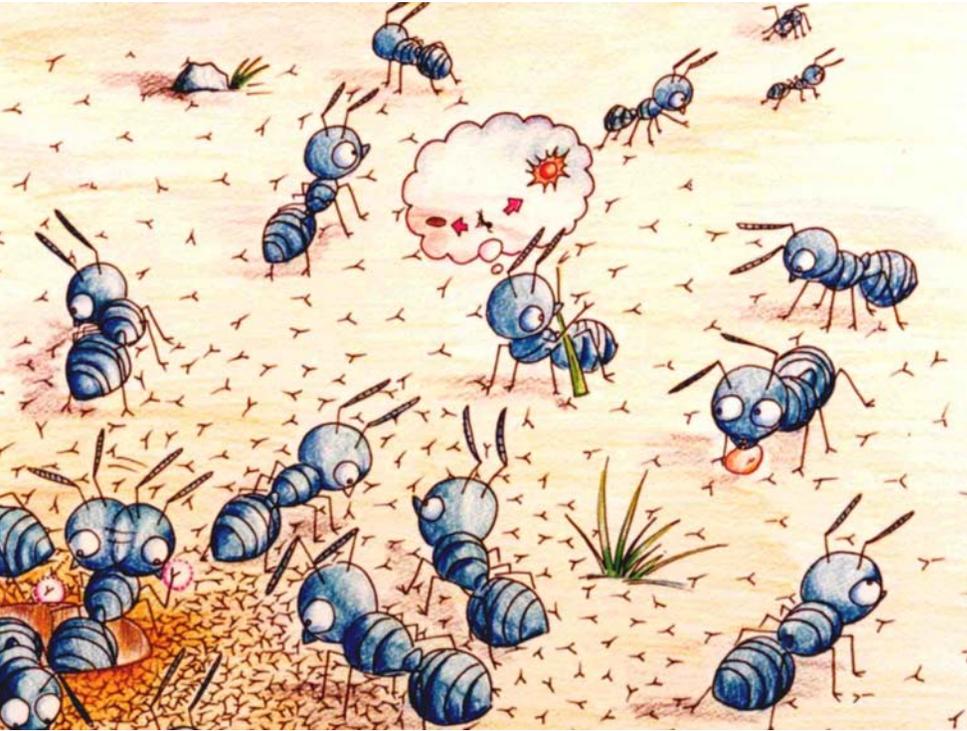


Undécane

Chromatographie des 3 espèces de fourmis *Cataglyphis*



Reconnaissance coloniale



Colonies fermées aux individus des autres colonies



Visa chimique de la cuticule = code barre

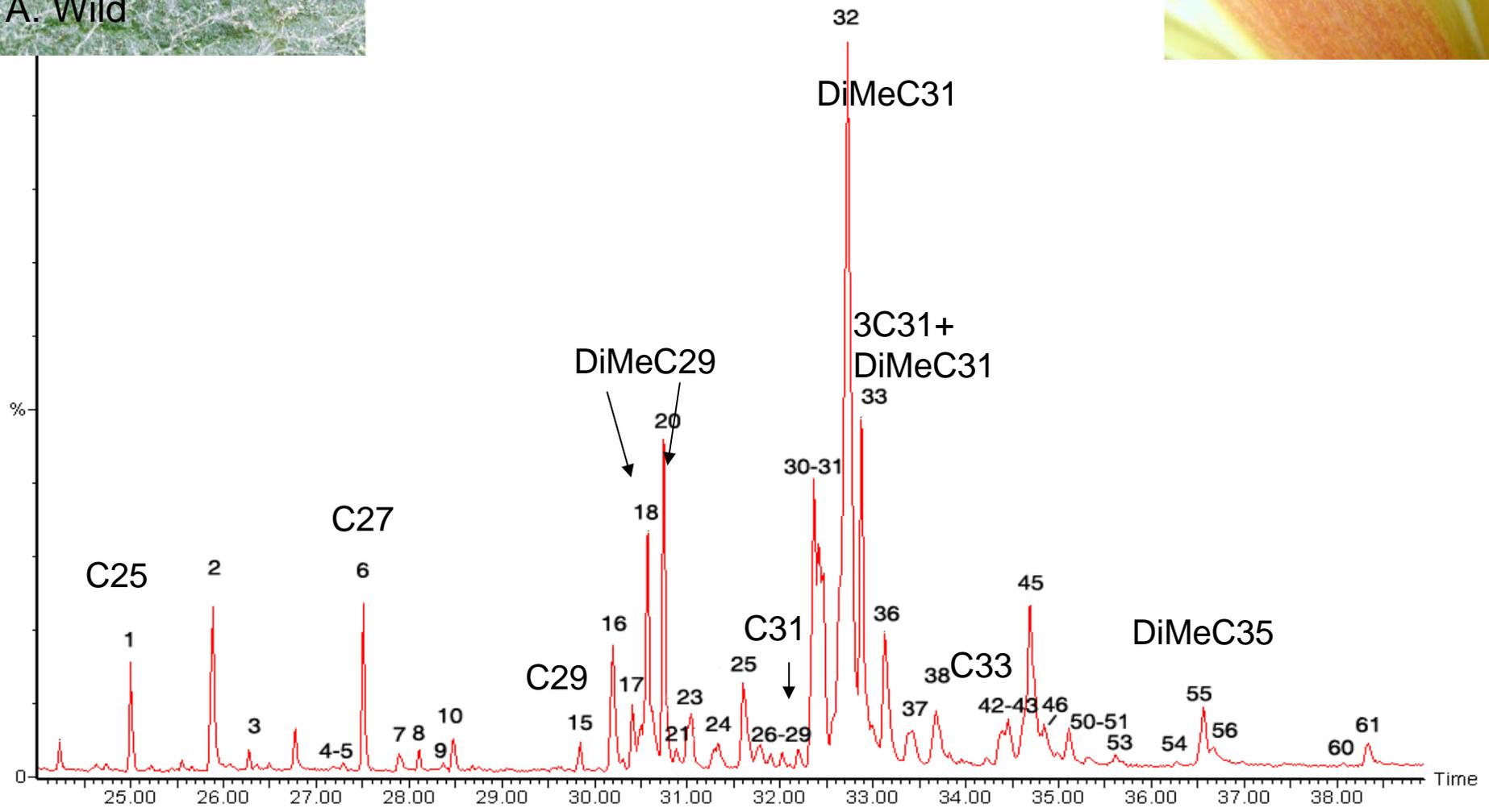
Passera Aron 2005



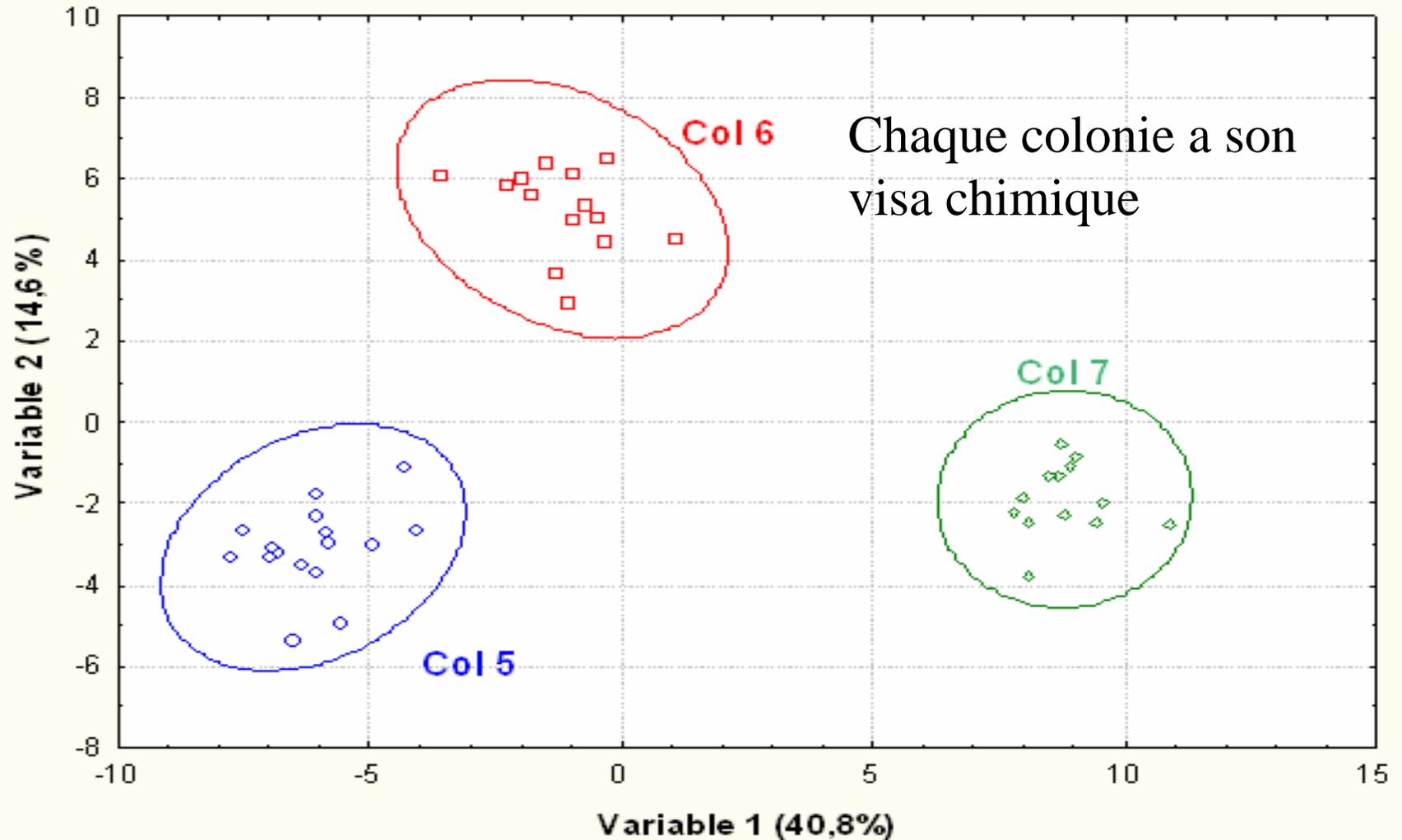
Profil cuticulaire de *Lasius niger*



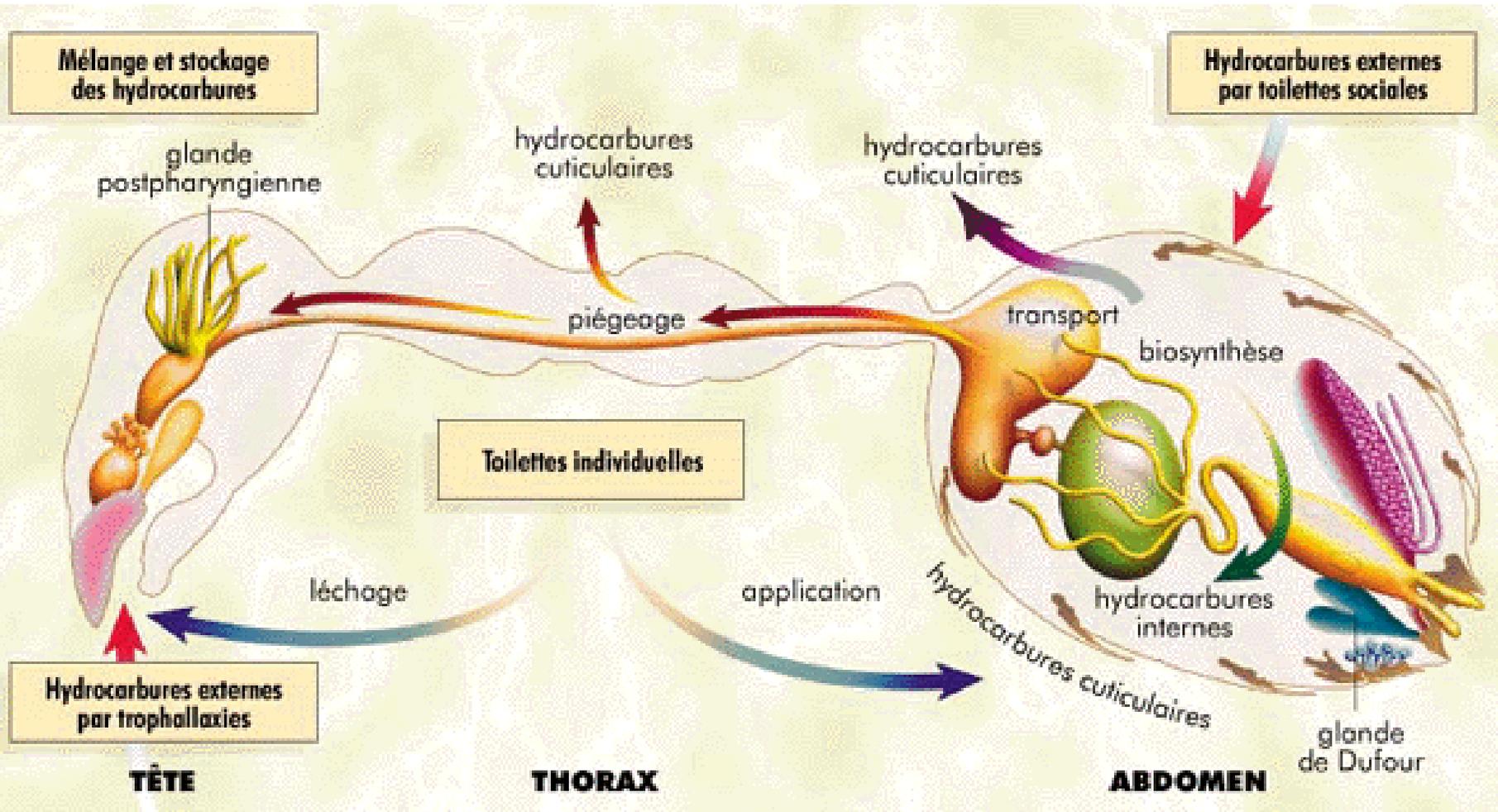
A. Wild



Reconnaissance coloniale chez *Lasius niger*



Formation de l'odeur coloniale



Abeilles sans dard : des gardiennes spécialisées



Coléoptères myrmécophiles

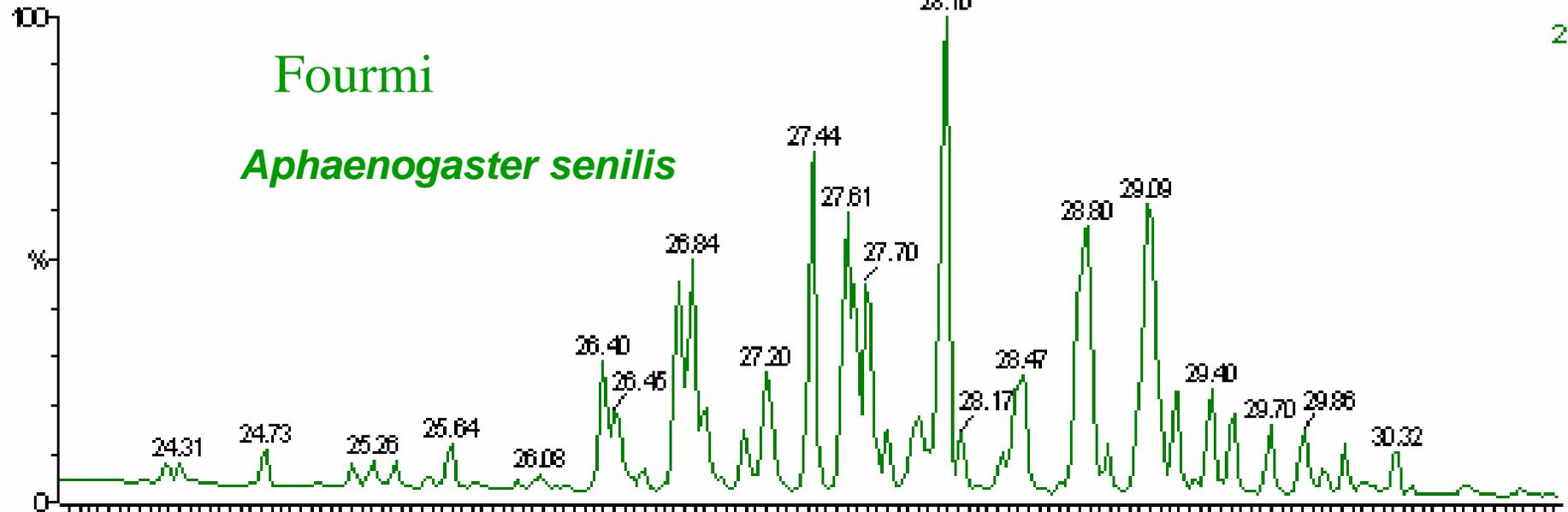


Fourmi hôte et myrmécophile : même odeur

15dec 2008

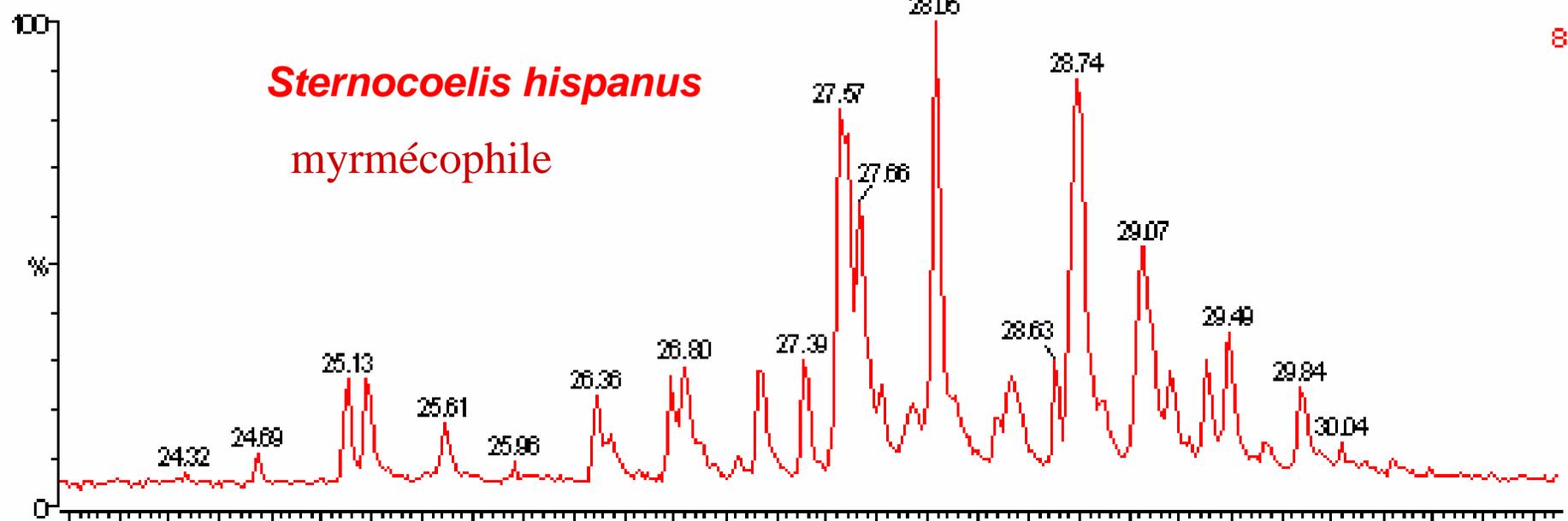
AL-senilis\03-colC+4+ 15dec

Scan El+
TIC
2.11e7



AL-Coleo-small-colC+4+ 12dec

Scan El+
TIC
8.64e4

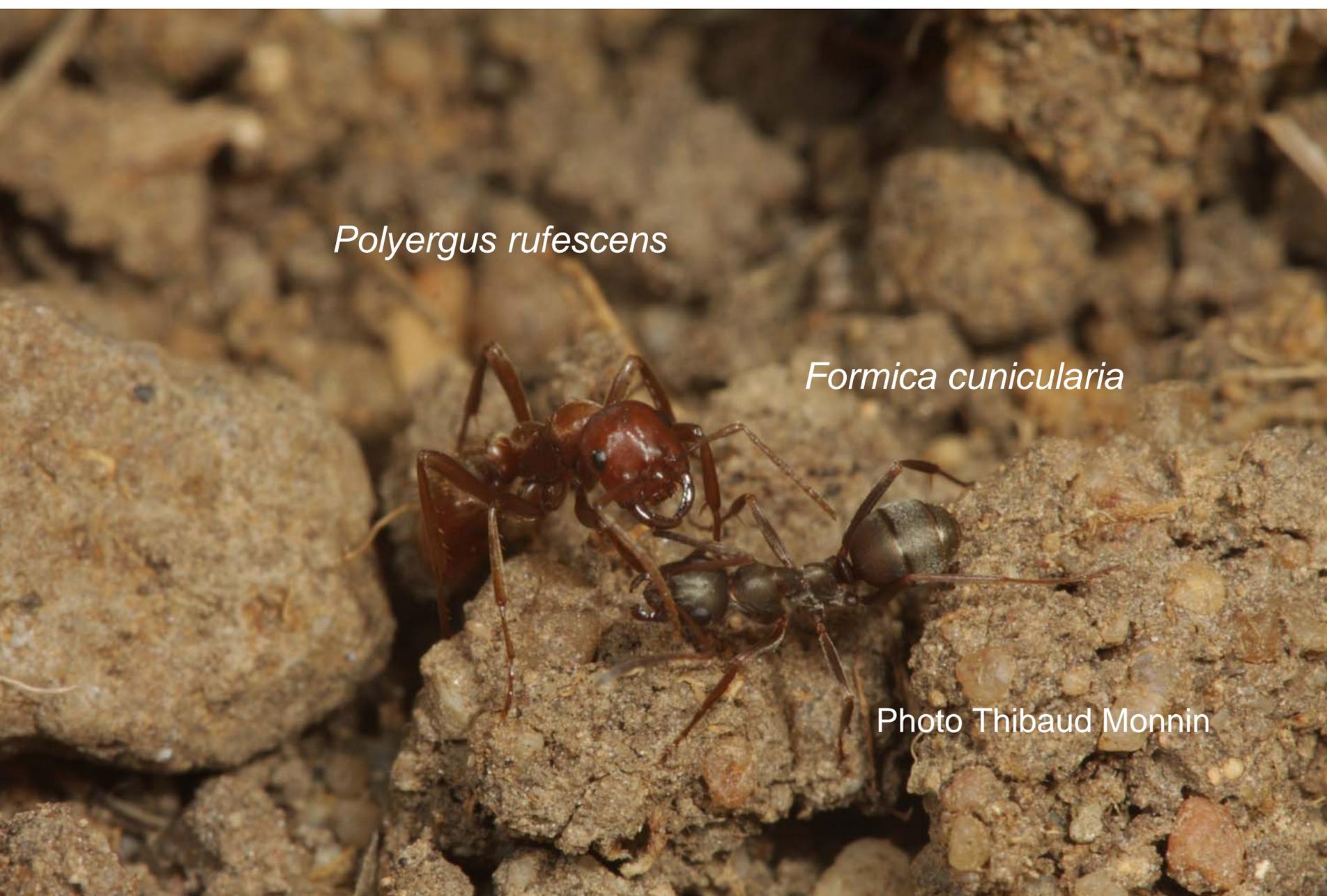


Fourmis esclavagistes

Polyergus rufescens

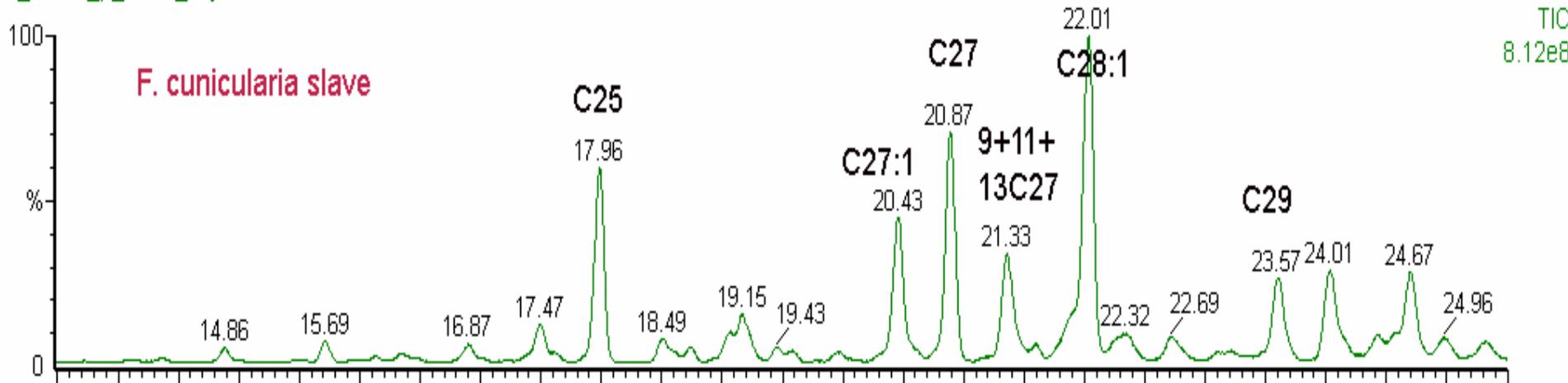
Formica cunicularia

Photo Thibaud Monnin

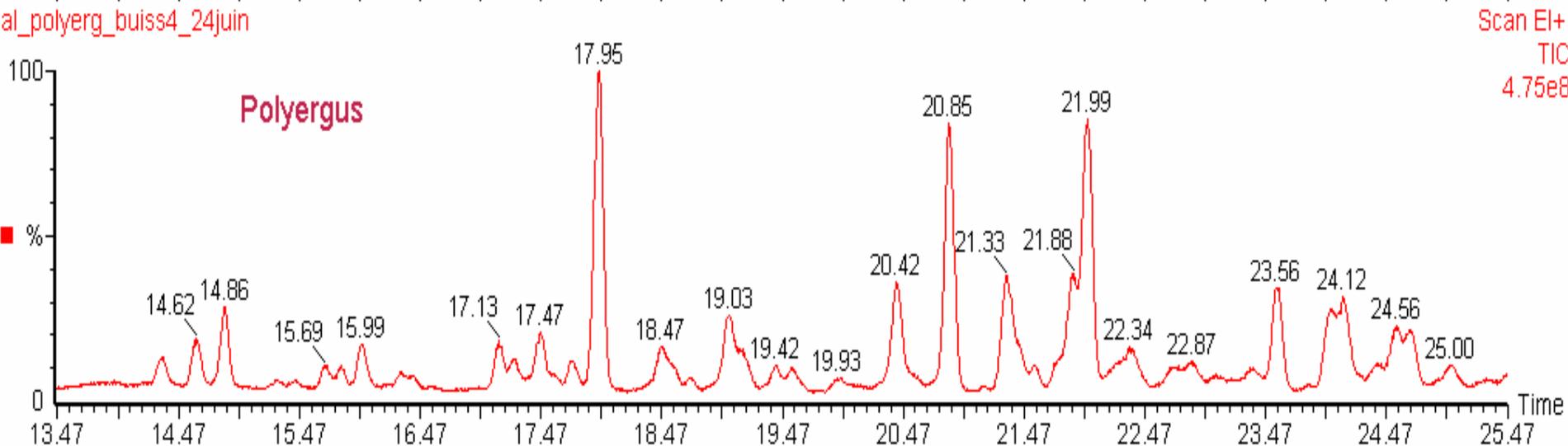


Idem : mimétisme chimique

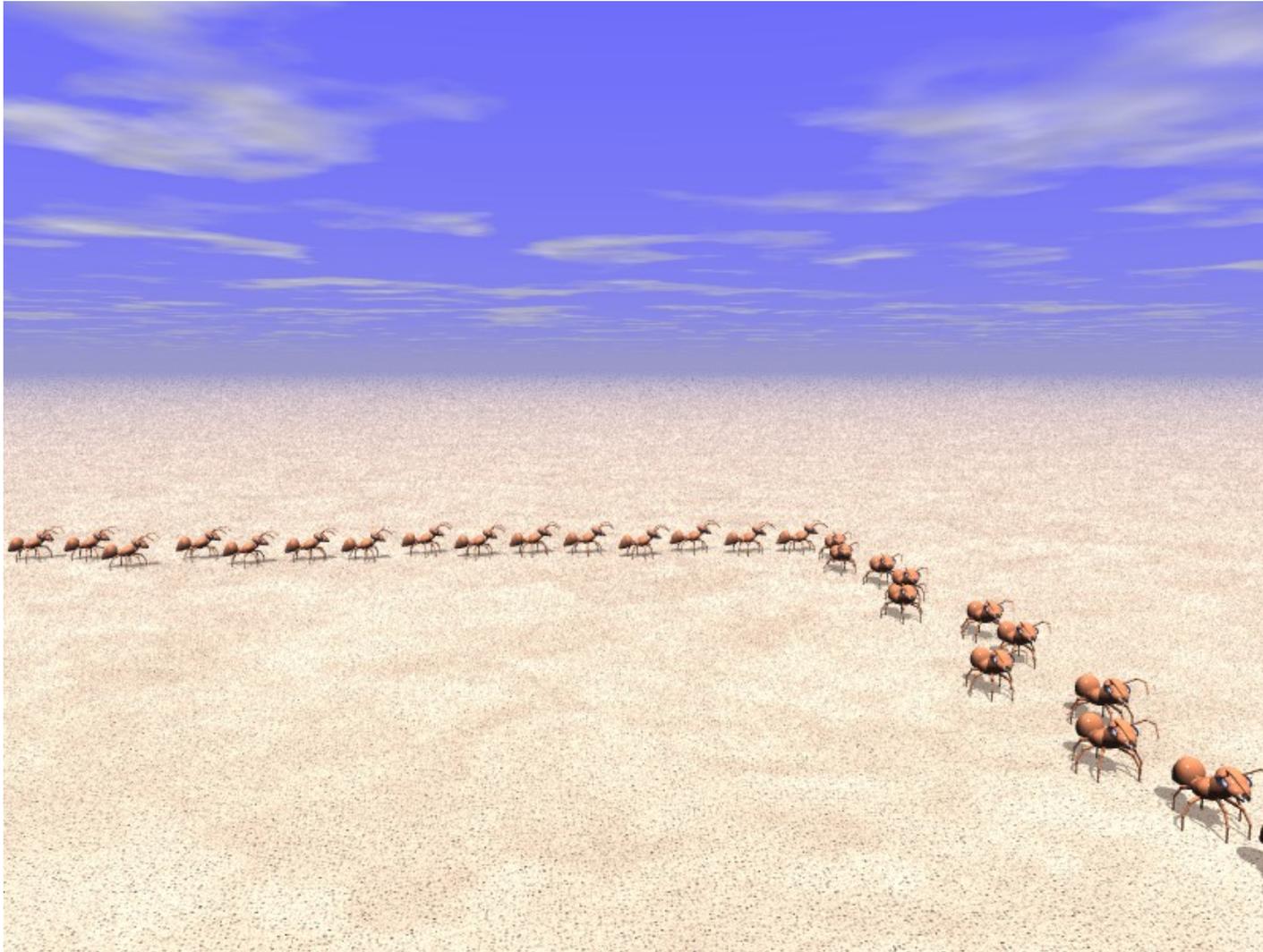
al_reunic_p_buiss_24juin



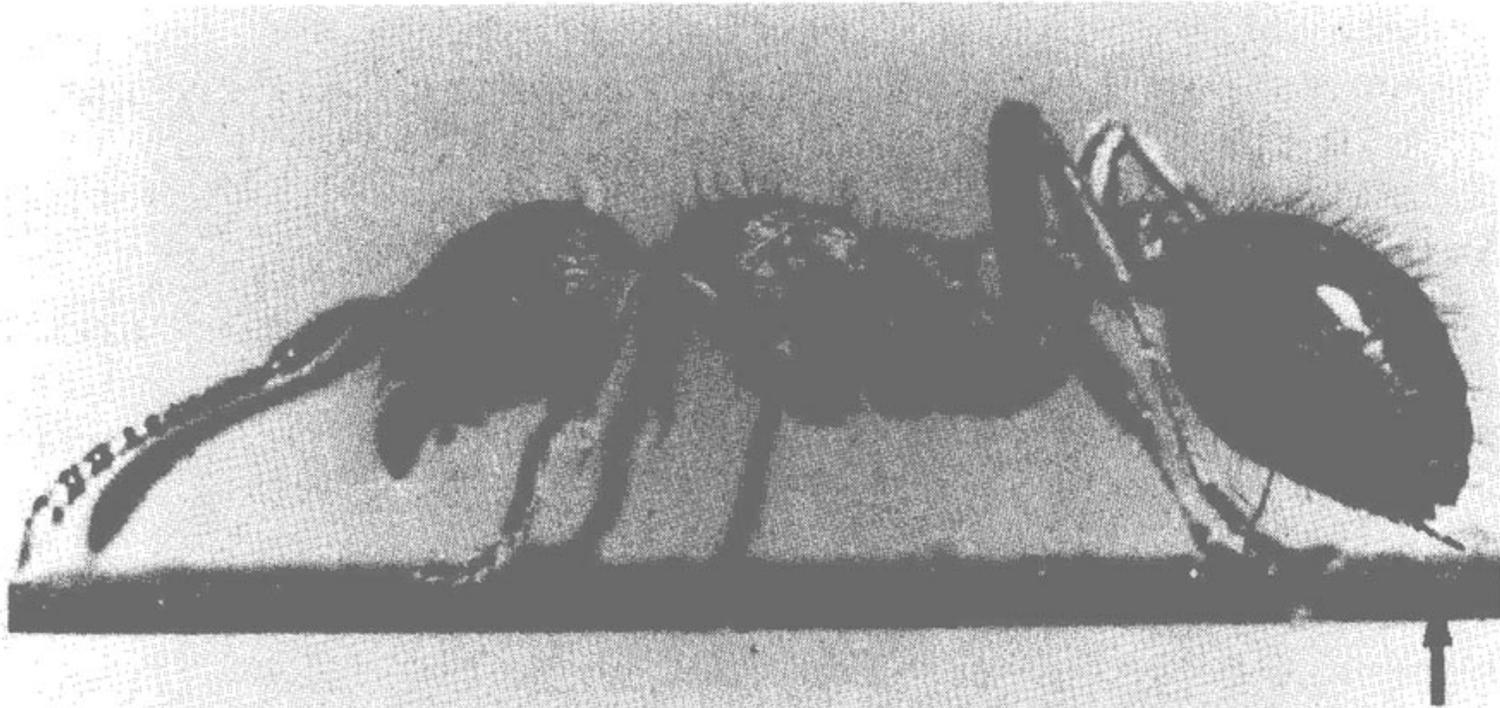
al_polyerg_buiss4_24juin



Phéromones de piste

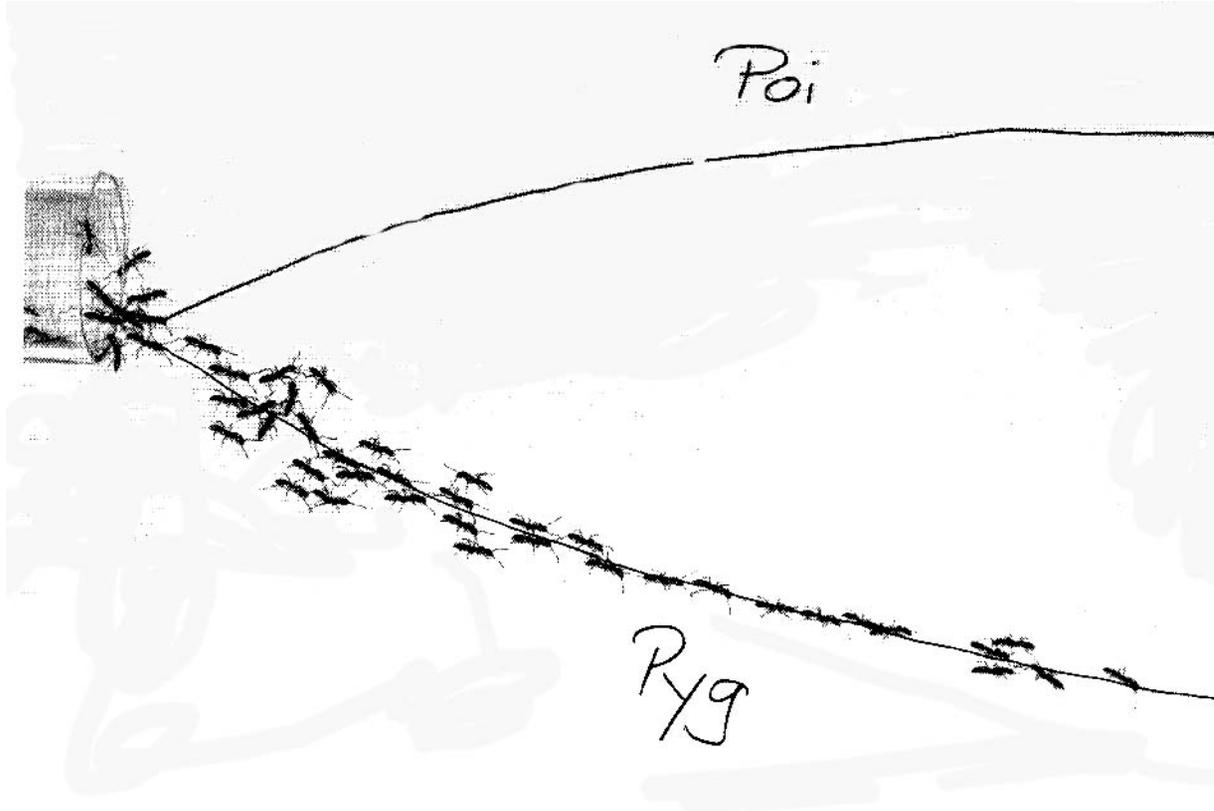


Dépôt piste *Myrmica*



Phéromone de piste déposée par l'aiguillon sur le substrat

Piste *Pachycondyla*



Les fourmis suivent la piste d'une glande spécialisée



Piste d'*Atta* (fourmi champignonniste) :
1mg = 3 fois le tour du monde



Récepteurs

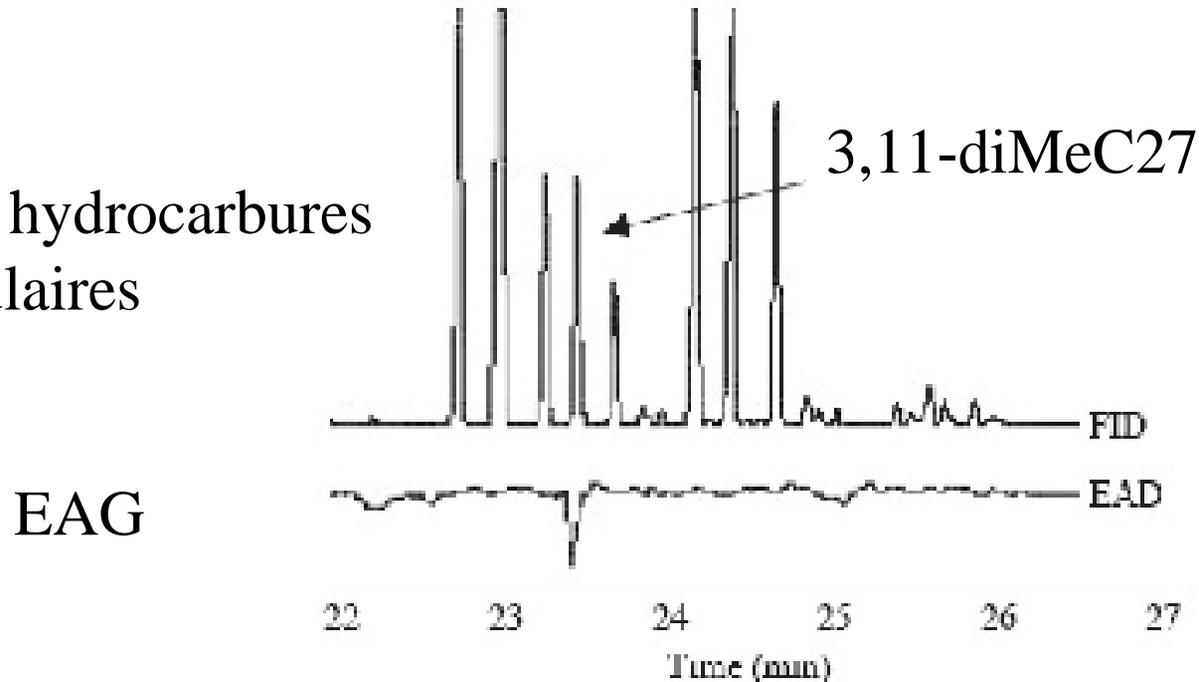
Récepteurs olfactifs

- Fourmis : *Pogonomyrmex* (fourmi moissonneuse USA) 344 (350 glomérules), fourmi de feu : 400 dont 297 certains, fourmi d'Argentine 367, fourmi *Camponotus* 430 (mâle 215-260)
- Blatte américaine 205, Abeille 166-174 (mâle 116), Pou 10, Drosophile 50-60
- Homme 900, souris 1500

Signal de la reine



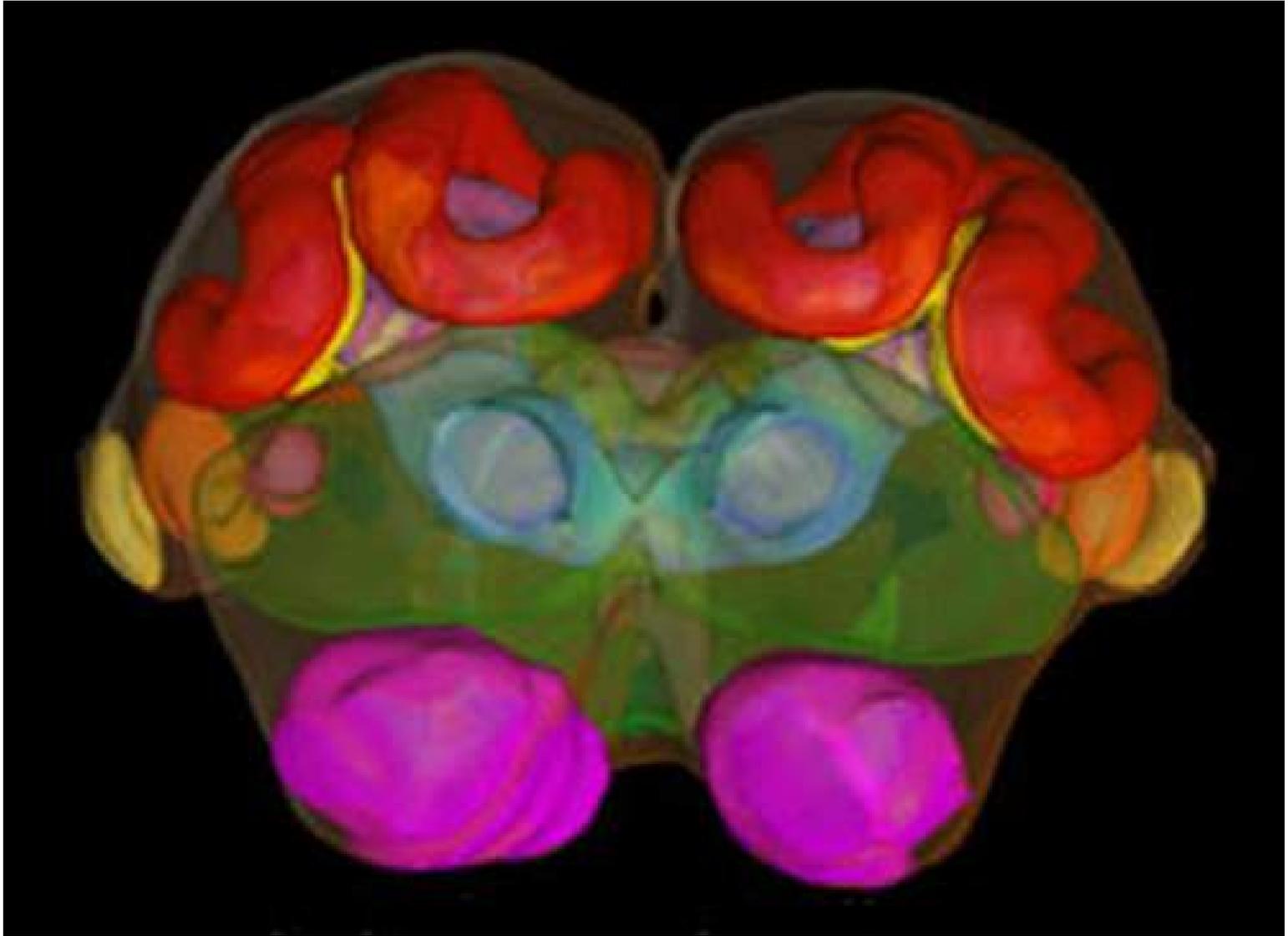
Profil hydrocarbures
cuticulaires



La reine possède un signal (3,11-diméthyl C27) qui est perçu par les ouvrières (EAD = électroantennographie)

Pachycondyla (D'Ettorre et al 2004)

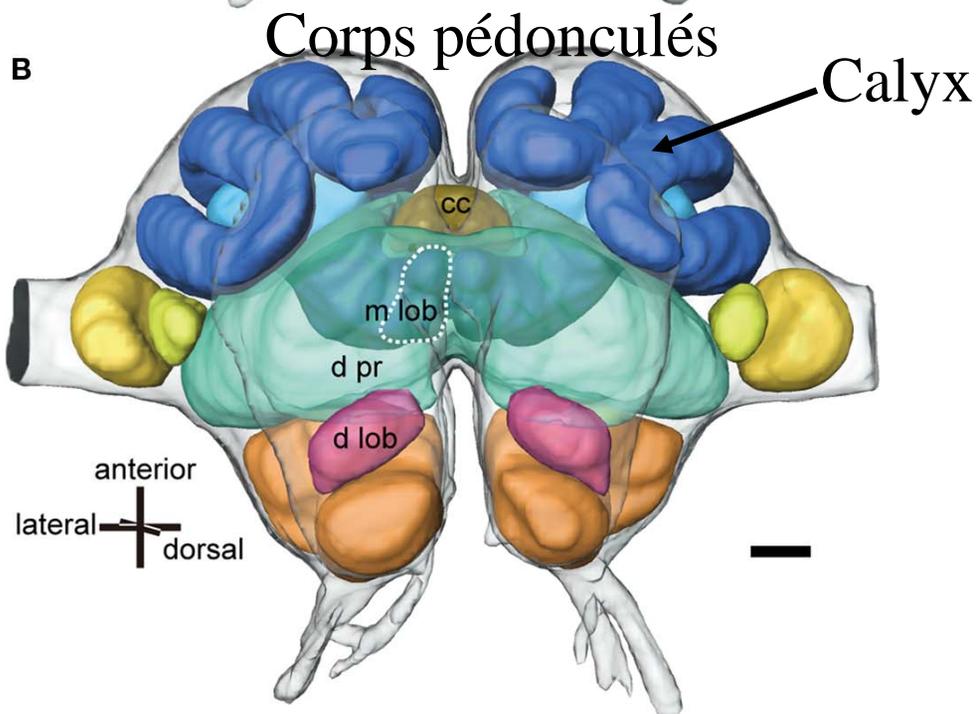
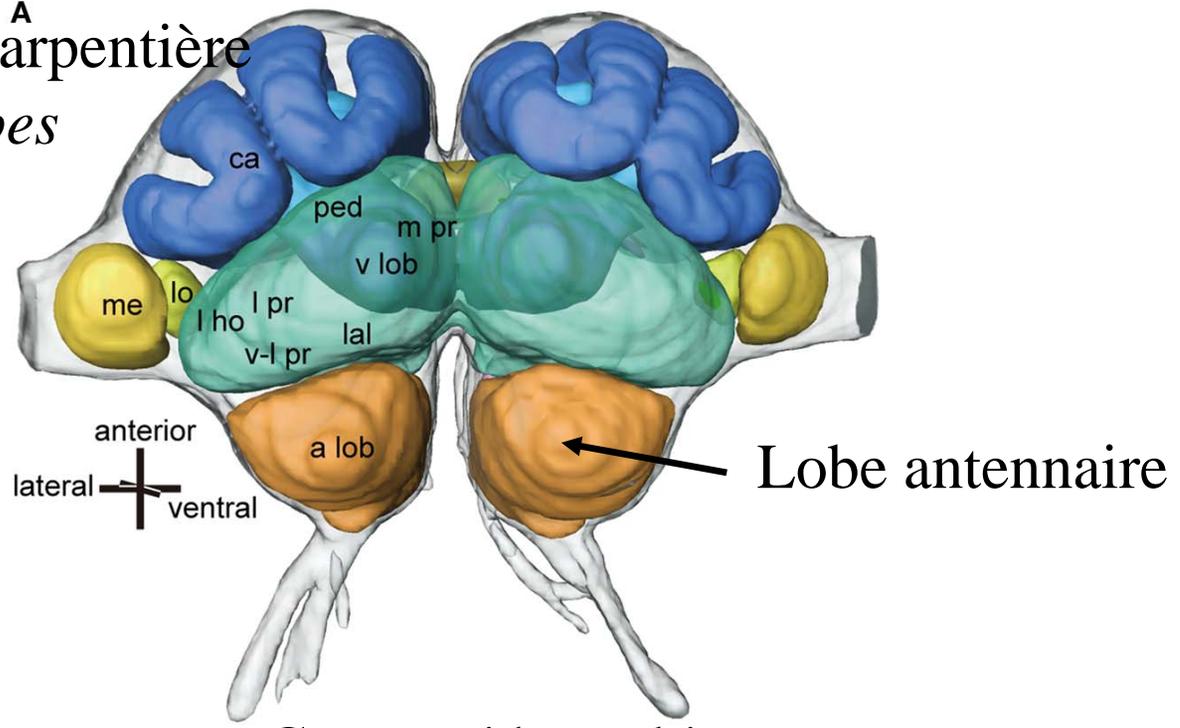
Cerveau de fourmi



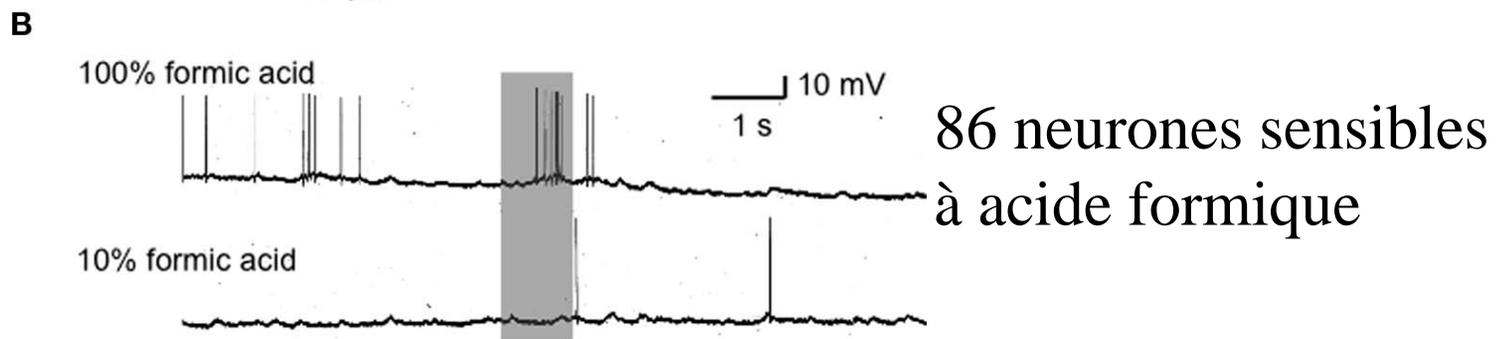
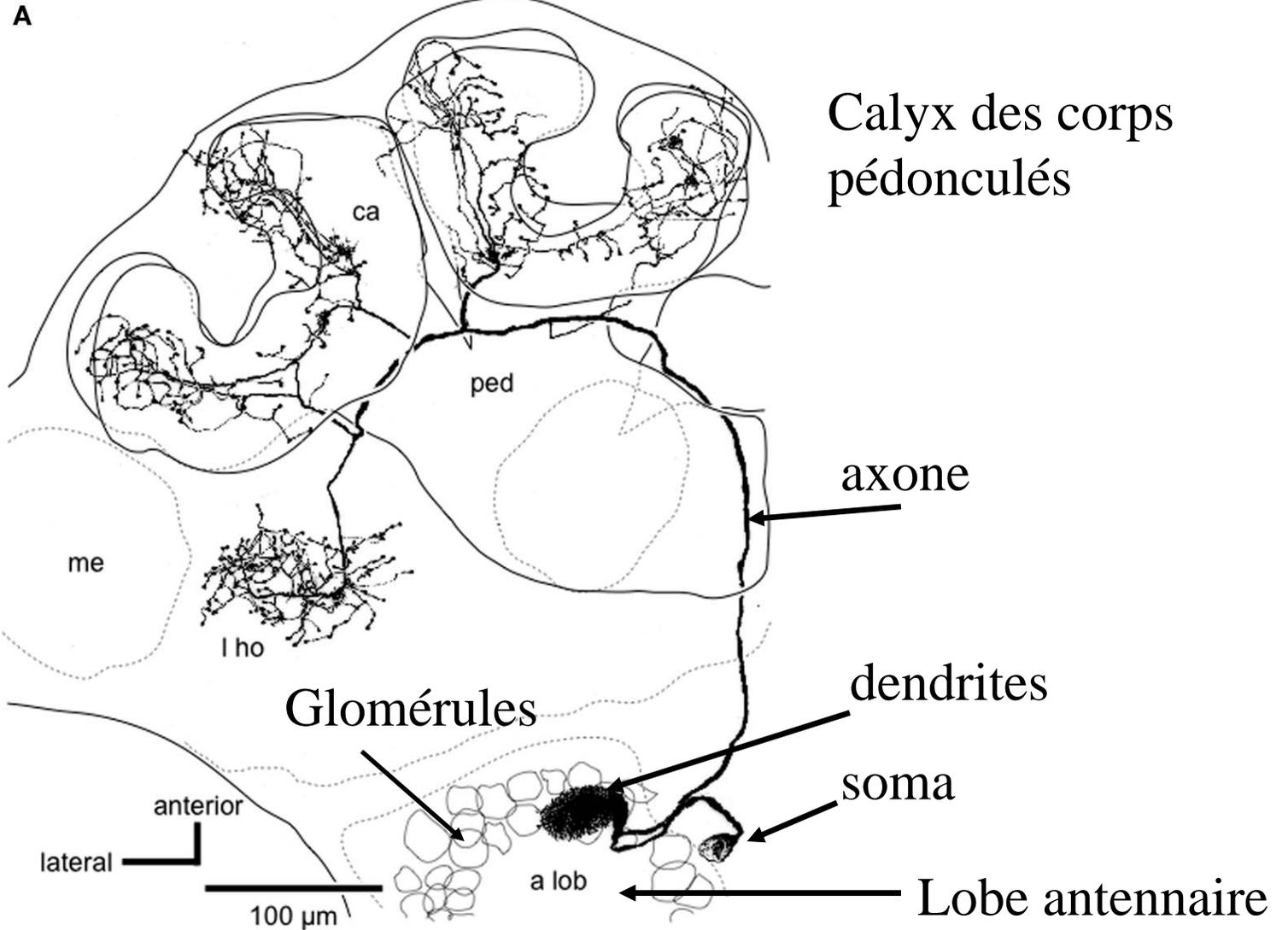
Science et Vie, mars 2011 (*Moment Count Journal*)

^A
Cerveau de fourmi charpentière
Camponotus obscuripes

Vue ventrale



Vue dorsale



Alarme et défense

Glande à poison *Formica*
(fourmi rousse des bois) :
acide formique (CH_2O_2)



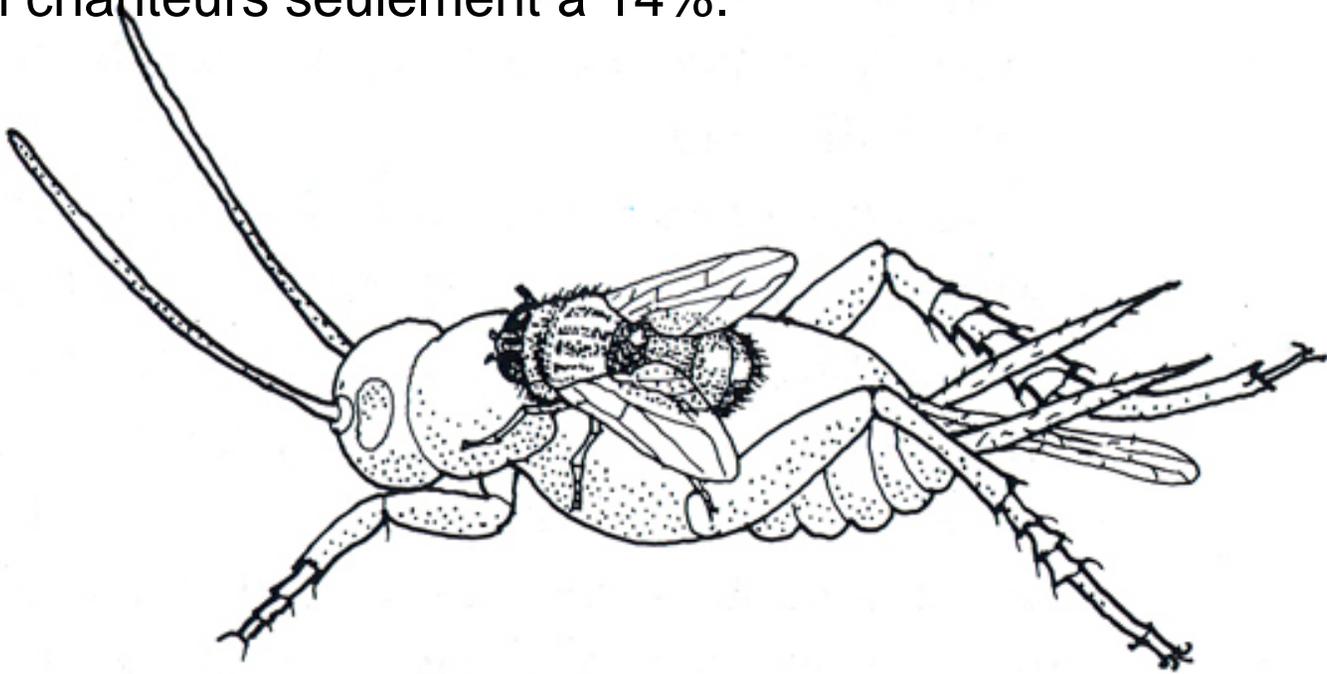
Tricherie dans la communication



Mâles de grenouille taureau silencieux, plus petits
Se posent à proximité des chanteurs pour s'interposer
Taux de succès faible mais leur seule chance

Communication interspécifique

Grillon (*Gryllus integer*) et mouches parasites Tachinides
Mâles chanteurs parasités à 80% et les mâles satellites
non chanteurs seulement à 14%.



À Hawaï, il est apparu en 2003 une mutation sur les ailes
qui empêche les mâles de chanter.

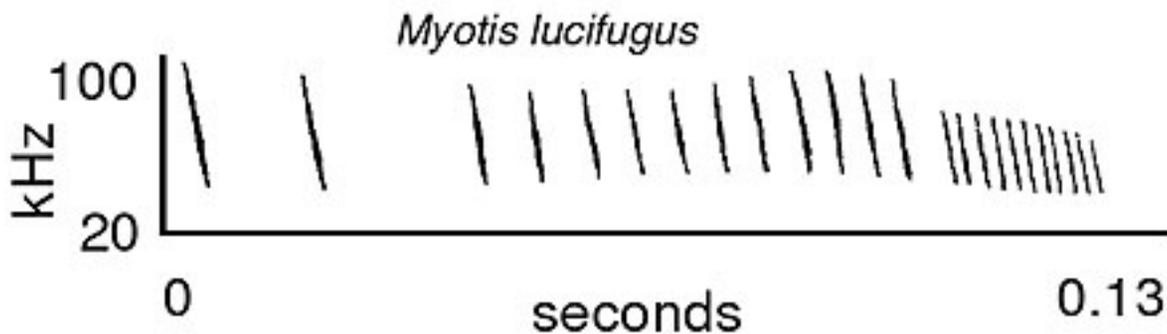
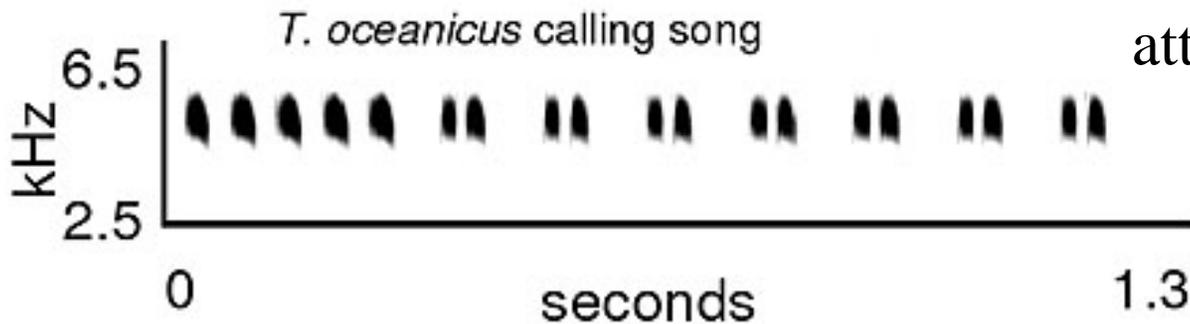
En quelques années on trouve 90% des mâles qui ne chantent plus



Teleogryllus oceanicus
(Australie)



Le chant du grillon
attire les chauves-souris



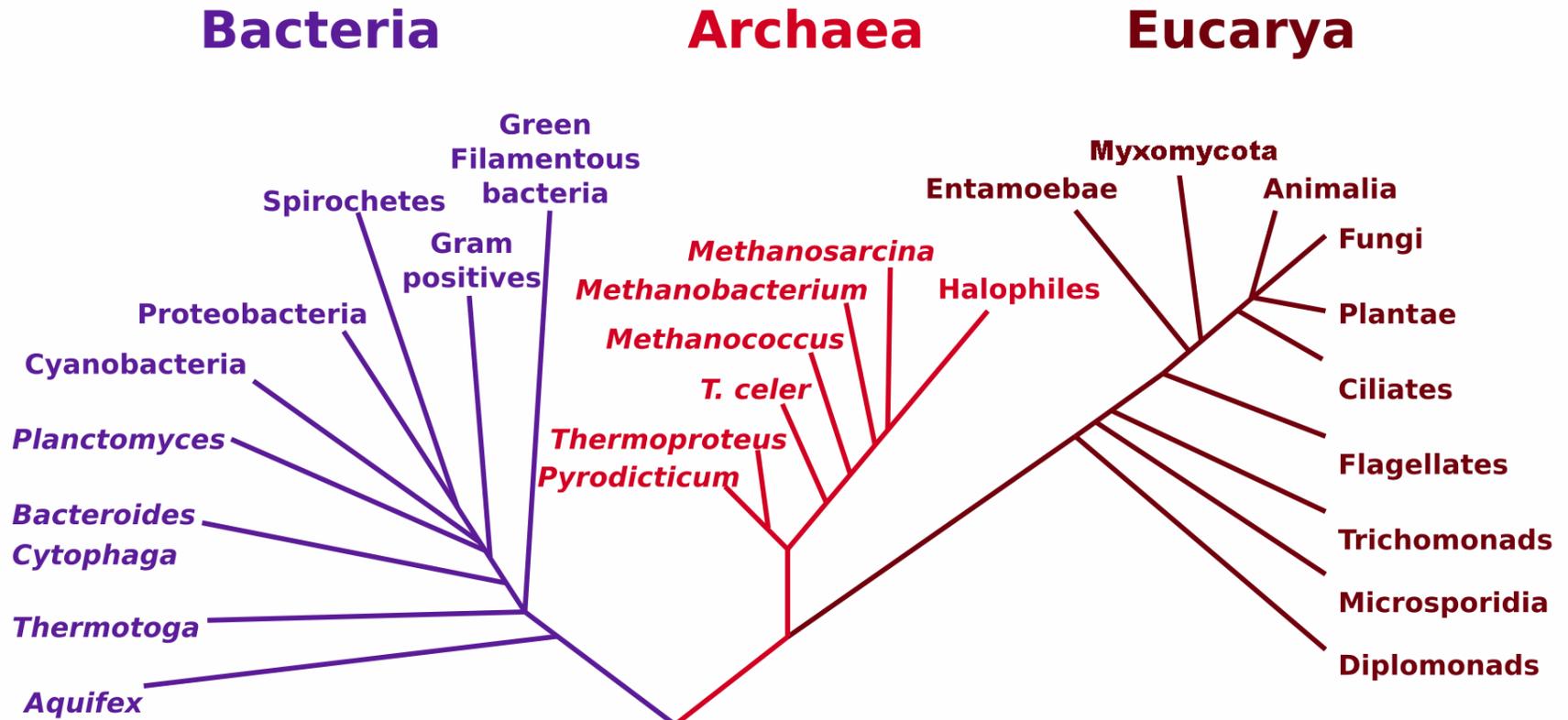
Petite chauve-souris brune

Chez *Teleogryllus oceanicus* il existe une hiérarchie entre les mâles, les dominants agressant les dominés pour les empêcher de chanter.

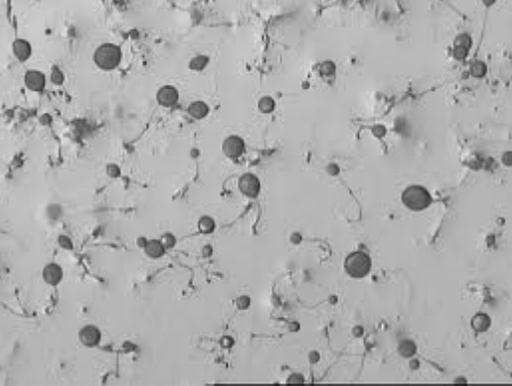
Les mâles subordonnés compensent ce déficit en produisant plus de phéromones cuticulaires (hydrocarbures) qui les rendent plus attractifs envers les femelles

La communication chimique chez les microorganismes

Arbre phylétique de la vie

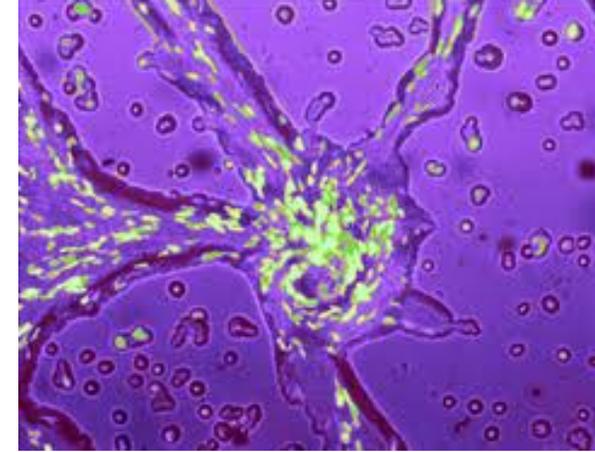


Plus grande diversité du vivant chez les microbes !

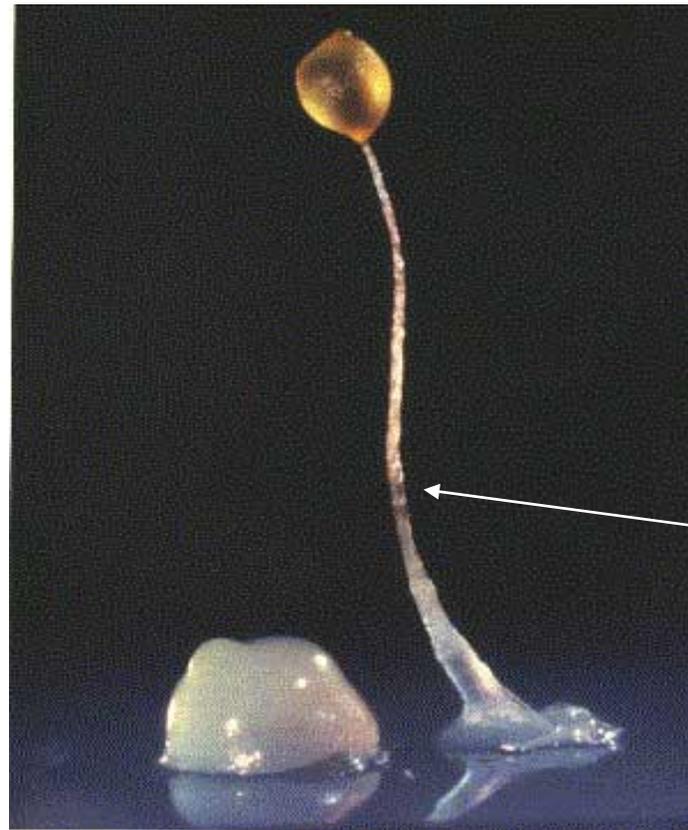
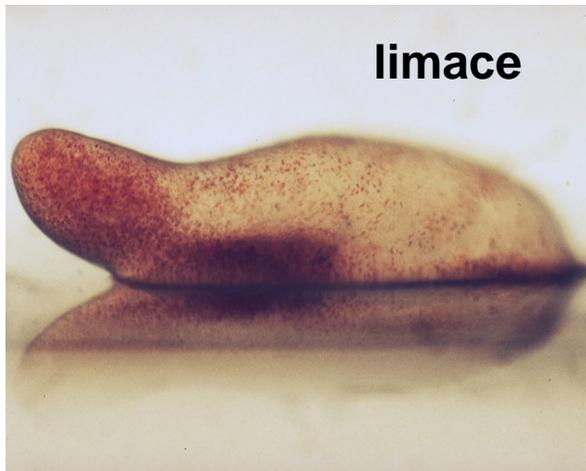


Amibe
Dictyostelium discoideum

Se nourrit de bactéries



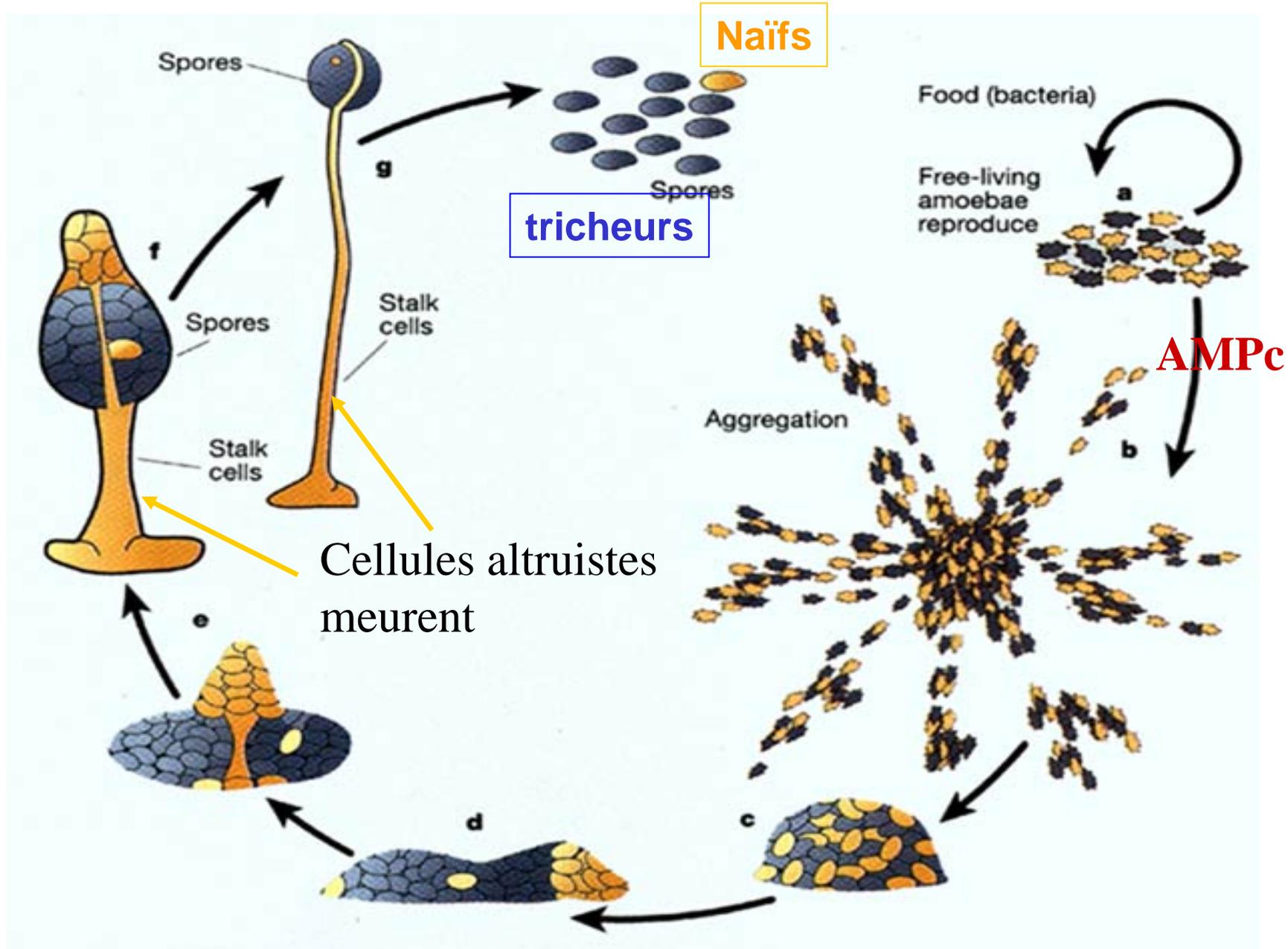
En période de disette
agrégation et formation
d'une fructification



fructification

pédicelle

Amibes sociales



Communication entre plantes et fourmis ?

Communication entre plantes :
Émission d'un signal d'alarme volatil
à destination des plantes voisines

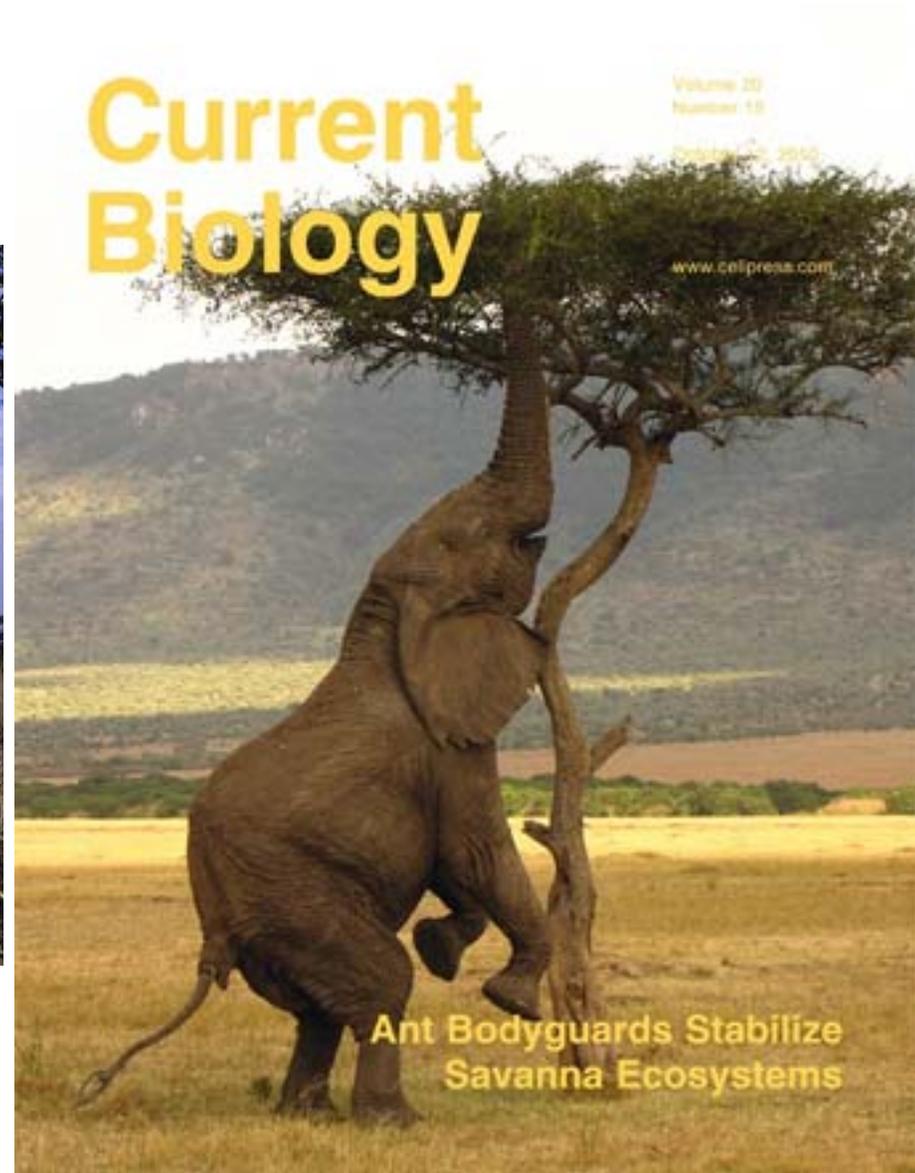
En réponse à attaques par un herbivore (un insecte le plus souvent).

Vibrations font sortir les fourmis + feuilles endommagées
émettent des substances volatiles attractives pour fourmis
de terpènes, aldéhydes, alcools, cétones,
méthyle-salicylate (= essence de Wintergreen, odeur de pomme sûre,
utilisée en parfumerie et arômes alimentaires)

Exemple des acacias



Arbres sans fourmis condamnés



Évolution

Comment signal chimique évolue en phéromone ?

Scénario :

- mâle capable détecter plus vite femelle prête à pondre sera avantage → sélection vers sensibilité à cette substance
- femelle avec plus de substance attirent les meilleurs mâles → sélection pour produire plus

Final : ces molécules deviennent phéromones (production et réception)

Course aux armements entre mâles et femelles ?

Effets des polluants sur la communication

La campagne tourangelle le 20 mars 2011



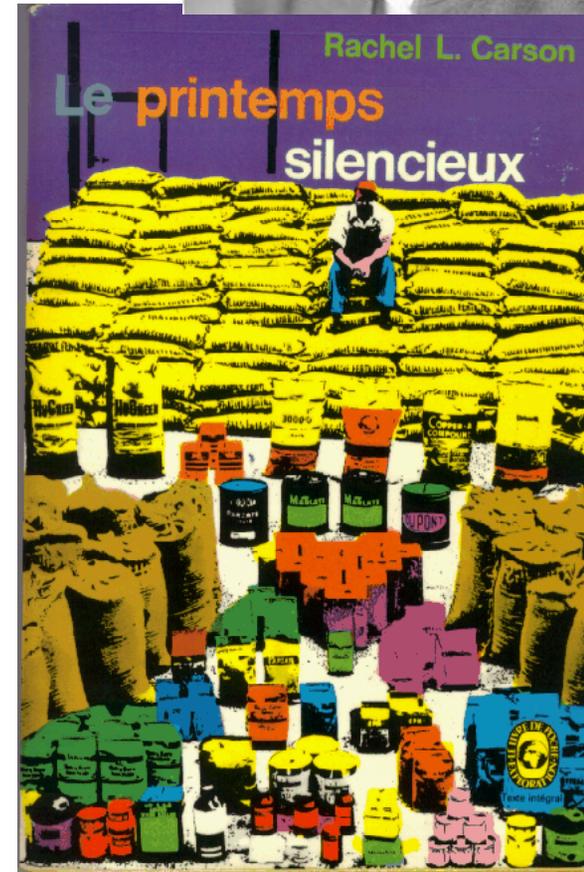
Rachel Carson



1907 - 1964

Silent spring 1962 : les oiseaux ne chantent plus au printemps sous l'effet des pesticides (DDT)

Prohibition du DDT aux USA en 1972





EDCs

Endocrine Disruptive Chemicals

Perturbateurs endocriniens

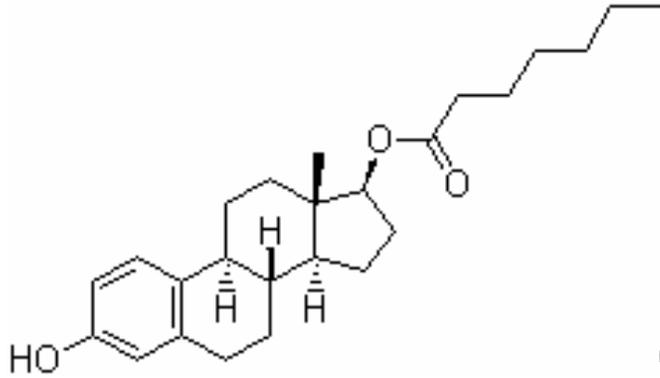
Theo Colborn



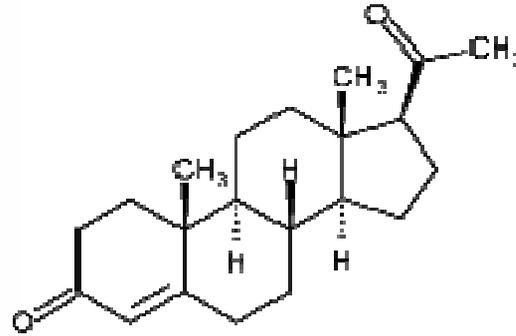
Theo Colborn (82 ans)
Chimiste puis PhD à 58 ans
1980 découvre que femelles
de prédateurs dans grands
lacs USA sont déféminisées

« Heroes of the environment »
N° spécial de Times 29 oct 2007

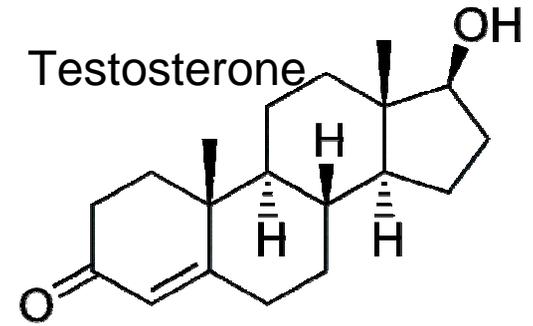
Action des EDCs



Oestradiol

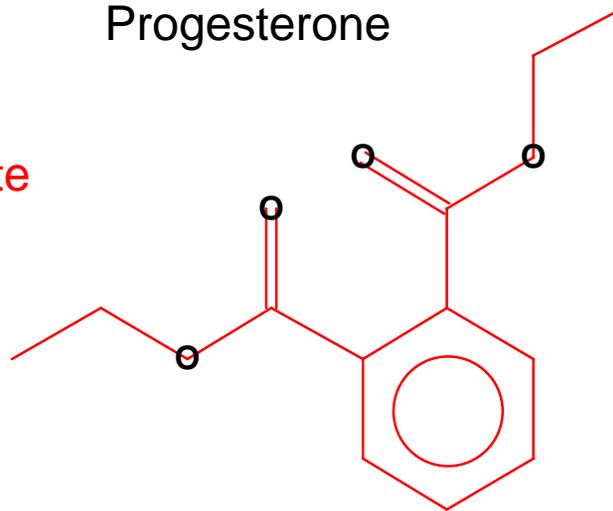


Progesterone



Testosterone

phthalate



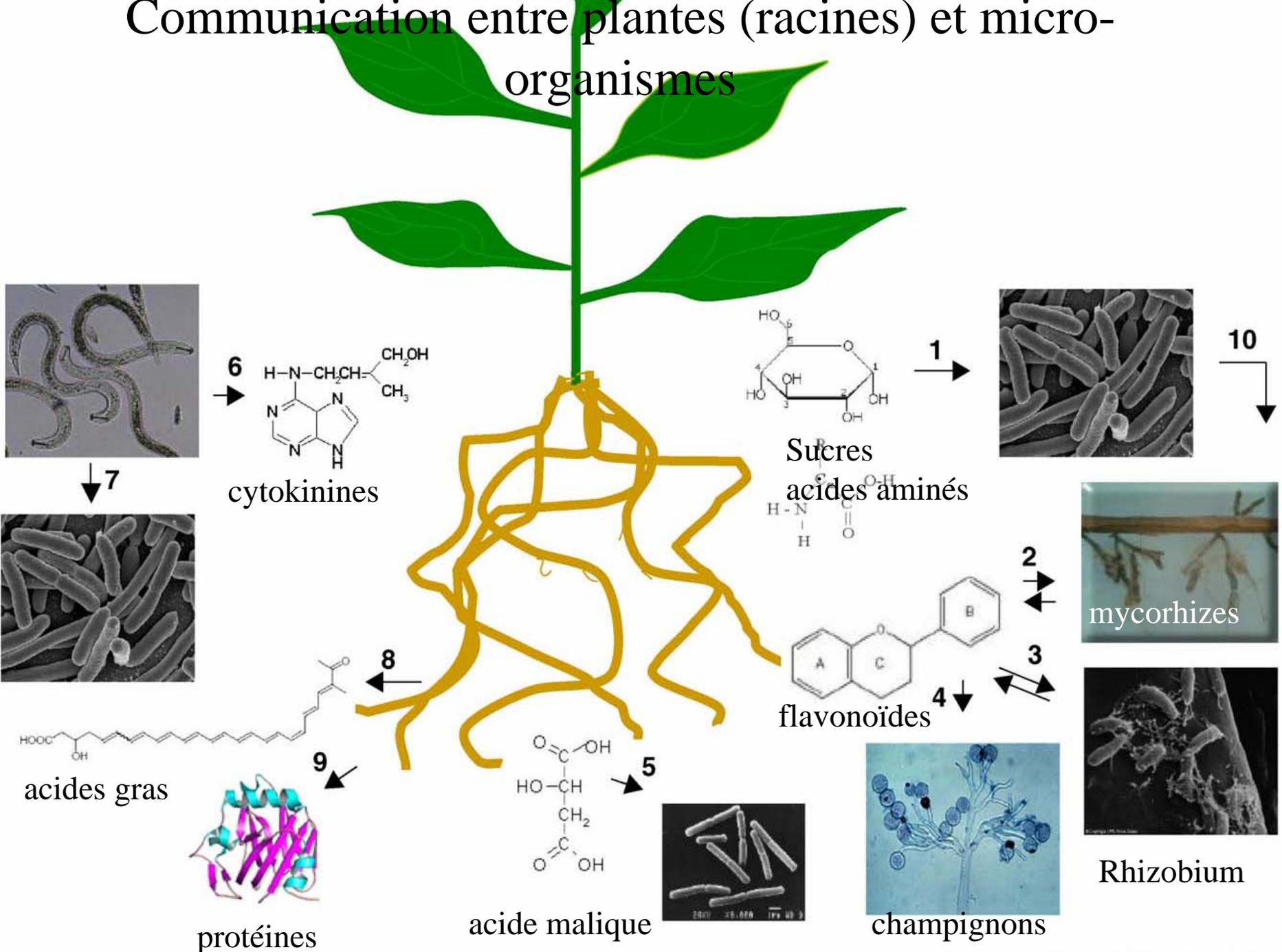
Noyau aromatique commun hormones sexuelles vertébrés : effet on / off

Effets des polluants sur la communication

1. Interactions prédateur – proie : métaux lourds abaissent seuil détection et évitement prédateur et détection proie chez poissons
2. Perturbateurs endocriniens (phtalates) : détection partenaires sexuels
3. Symbioses plantes – bactéries altérées avec pesticides et PCB

PCB = polychlorobiphényles

Communication entre plantes (racines) et micro-organismes

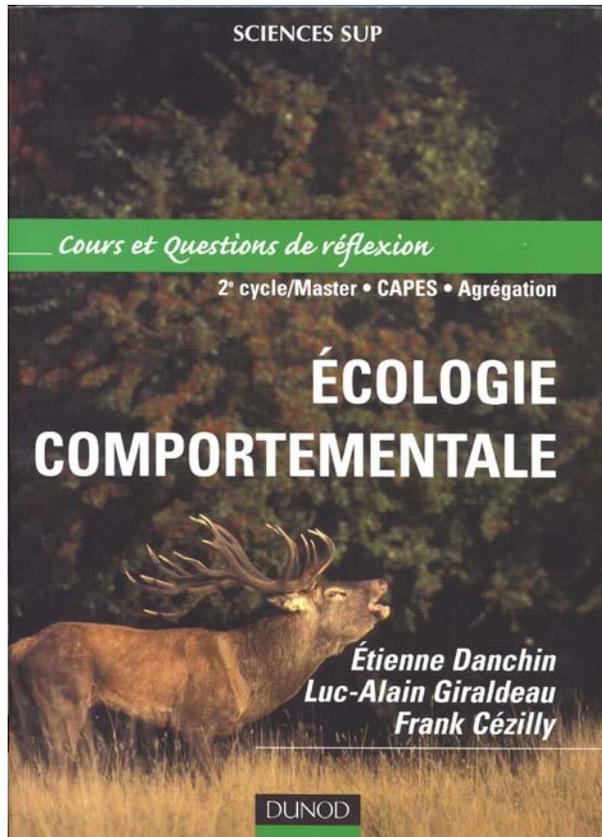


Conclusion : quelques pistes

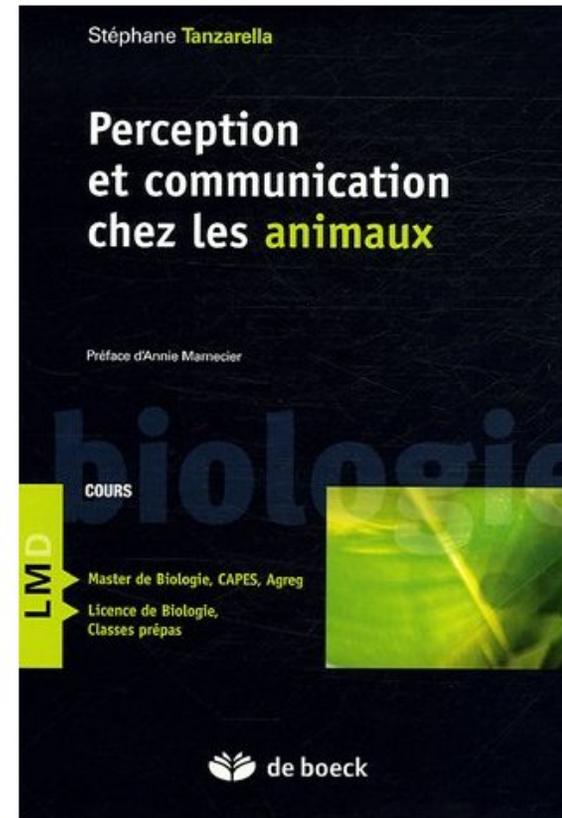
- co-évolution et course aux armements : principe du handicap
- signaux émis intentionnellement ou par inadvertance
- honnêteté des signaux : signal de la reine
- tricherie ou tromperie

- post-génomique : recherche des gènes et de leur expression

Livres



Danchin et coll.



Tanzarella