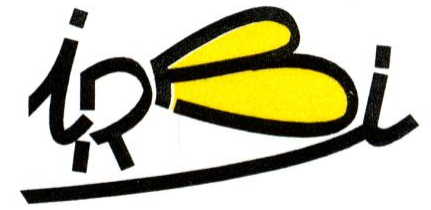


50 ANS DE COURMIS
ÇA SUFFIT !!





UNIVERSITÉ
FRANÇOIS - RABELAIS
TOURS



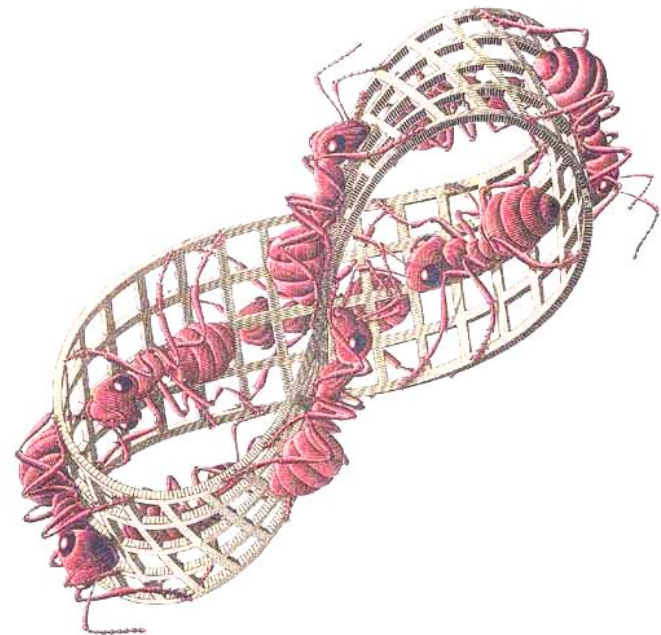
50 ans de fourmis

Alain Lenoir, Professeur émérite



— Impossible de l'arracher à ses fourmis : ça lui rappelle la place de la Concorde à midi !

Faizan



Quelques étapes

1960-64 École Normale Supérieure de St-Cloud (-> Lyon)

1968 Agrégation de sciences naturelles

Assistant au Collège Scientifique Universitaire de Tours

1979 Doctorat d'état

1984-1993 Professeur Paris 13 – Villetaneuse

1993 Retour à Tours

2005 Éméritat



Mon sujet de recherche



PP Grassé



Prof Henri Verron



Lasius niger

Pourquoi les fourmis ont réussi ?

HORS-SÉRIE
SCIENCES
ET
AVENIR

RENCONTRE AVEC PIERRE-HENRI GOUYON

« Ah ! Si nous étions capables des
prouesses des fourmis ! »

2015

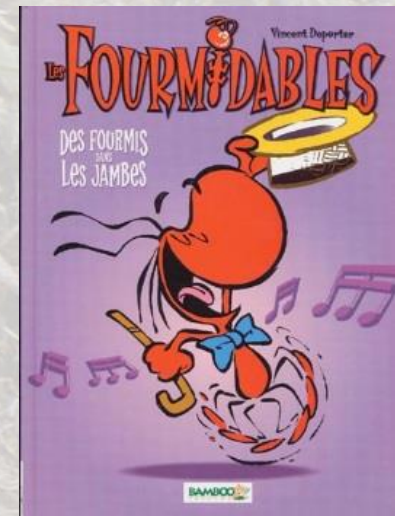


Ant-man

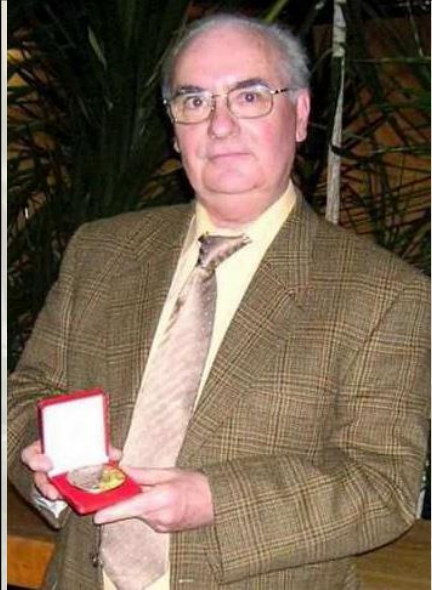


Ant-man

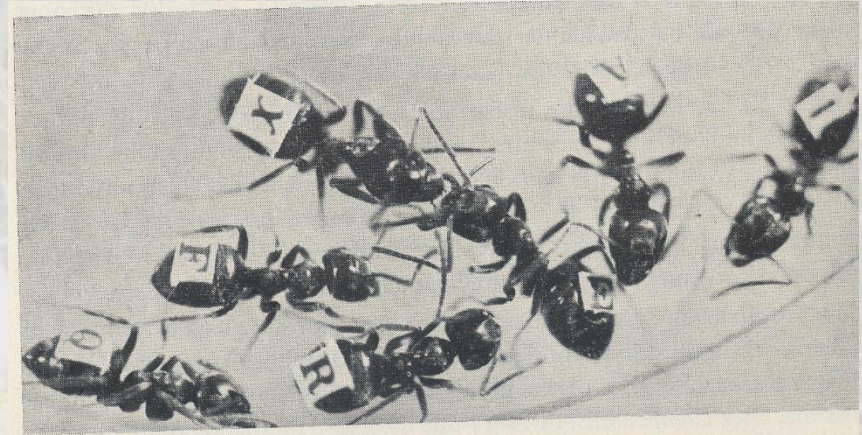
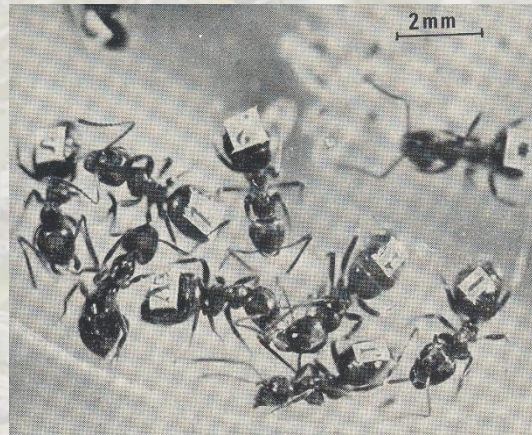
Et elles seront tes alliées.



Comportement petite fourmi noire *Lasius niger*



Serge Barreau



Marquage individuel avec des pastilles



Flux alimentaires dans une colonie de *Lasius*

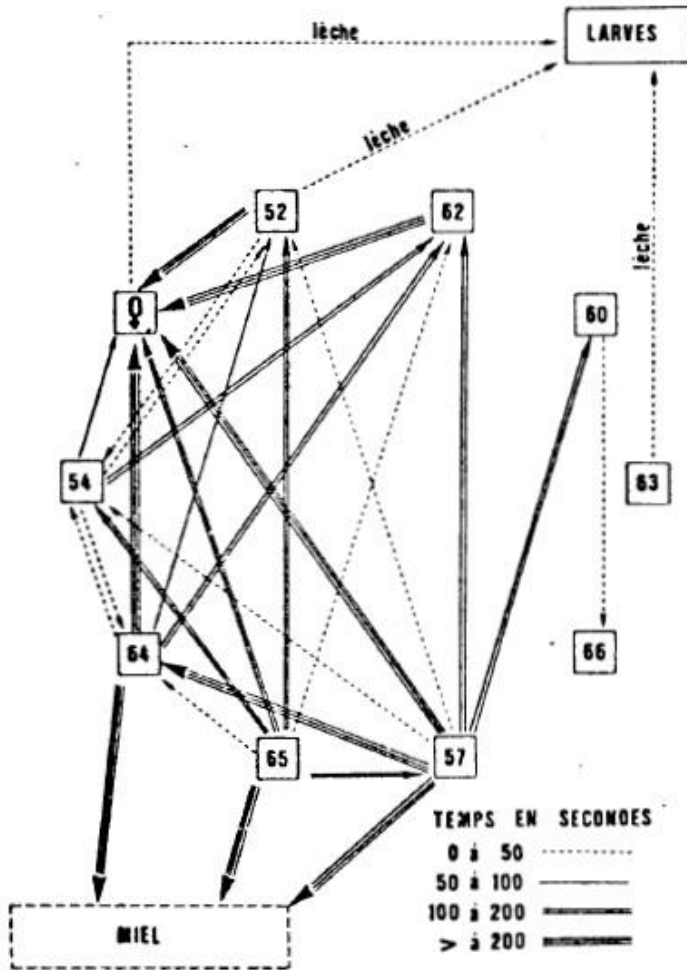


Fig. 1. — Relations trophiques colonie n° 1 *Lasius niger* (19 mars 1973)

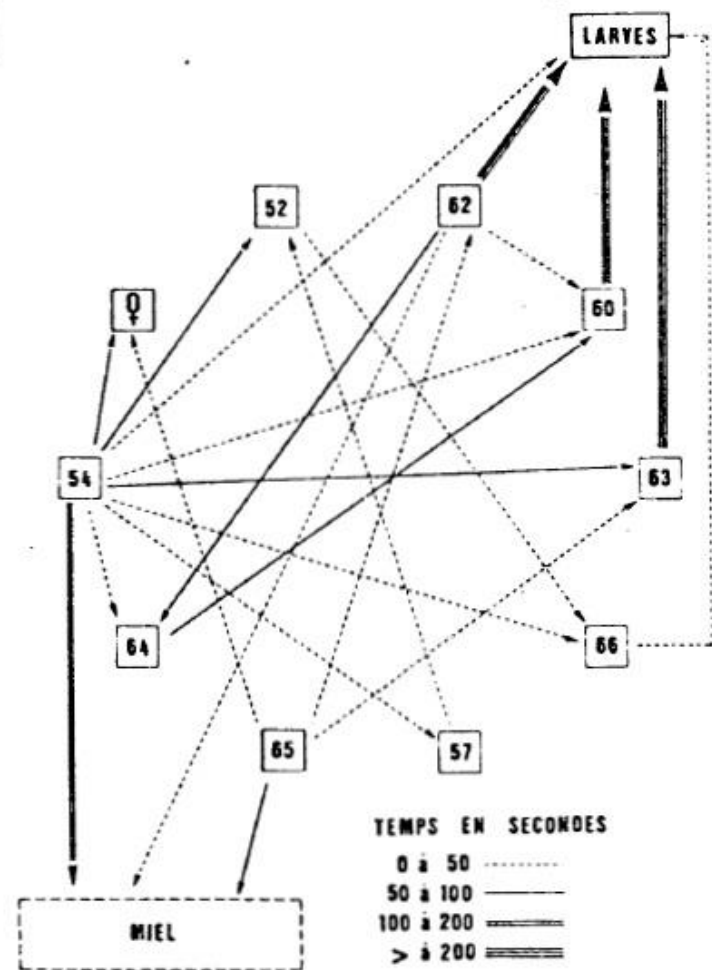
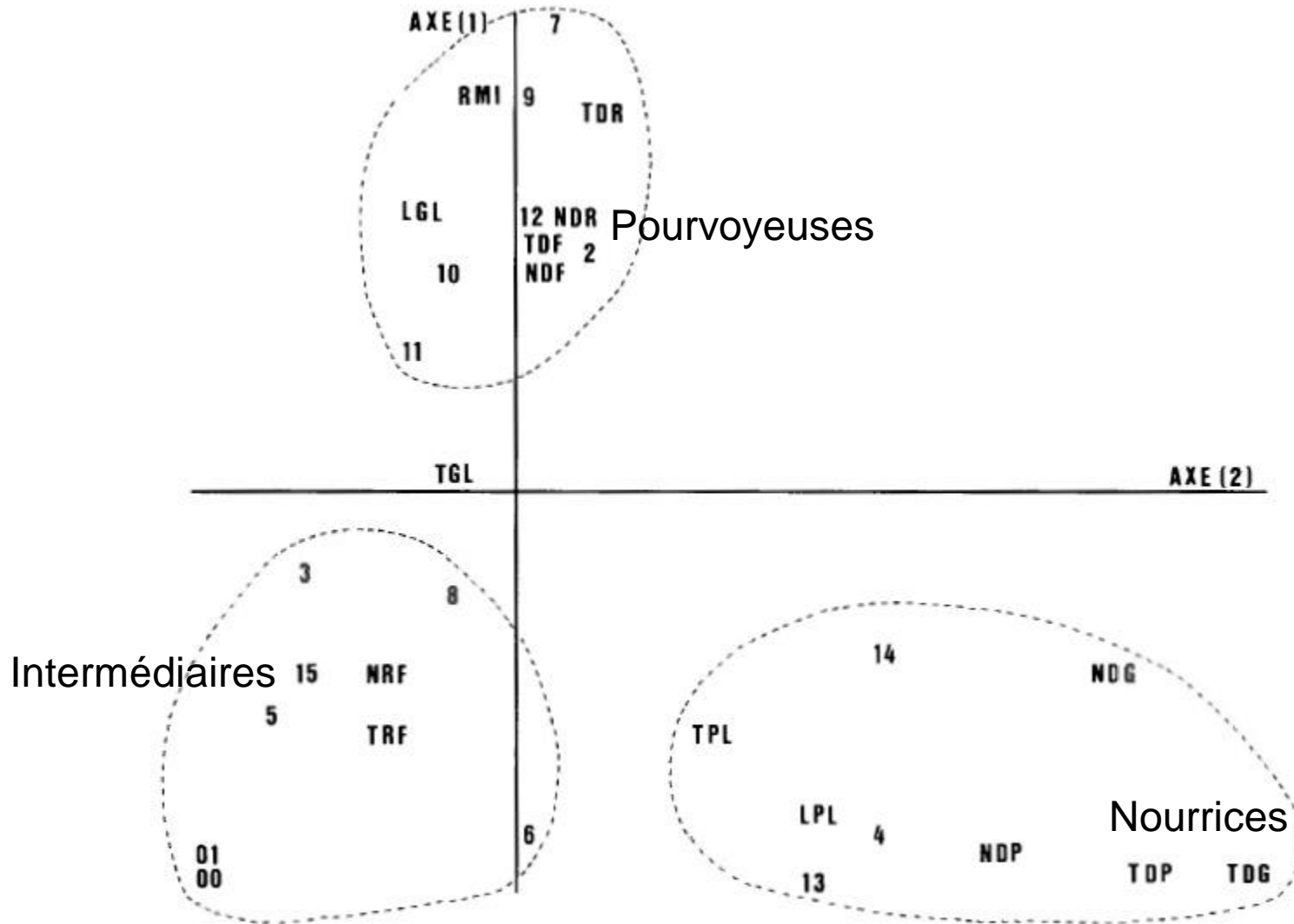


Fig. 2. — Relations trophiques colonie n° 1 *Lasius niger* (26 mars 1973)

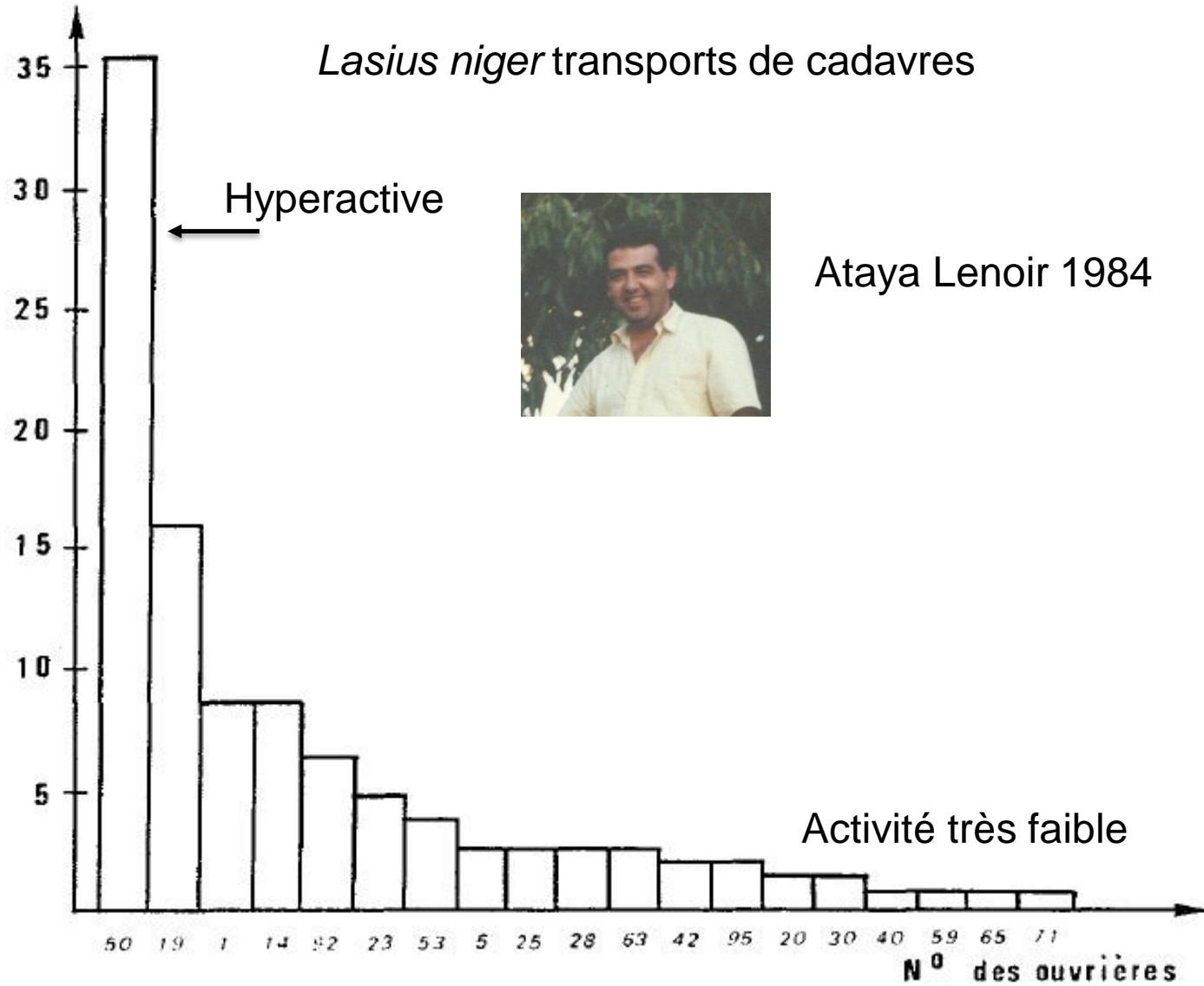
Division du travail Analyse des correspondances (*Lasius niger*)



Projection des paramètres et individus de la colonie 31 sur les deux premiers axes déterminés par l'analyse.
Pour les symboles, voir le tableau.

% des charges transportées

Lasius niger transports de cadavres



Ataya Lenoir 1984

Activité très faible

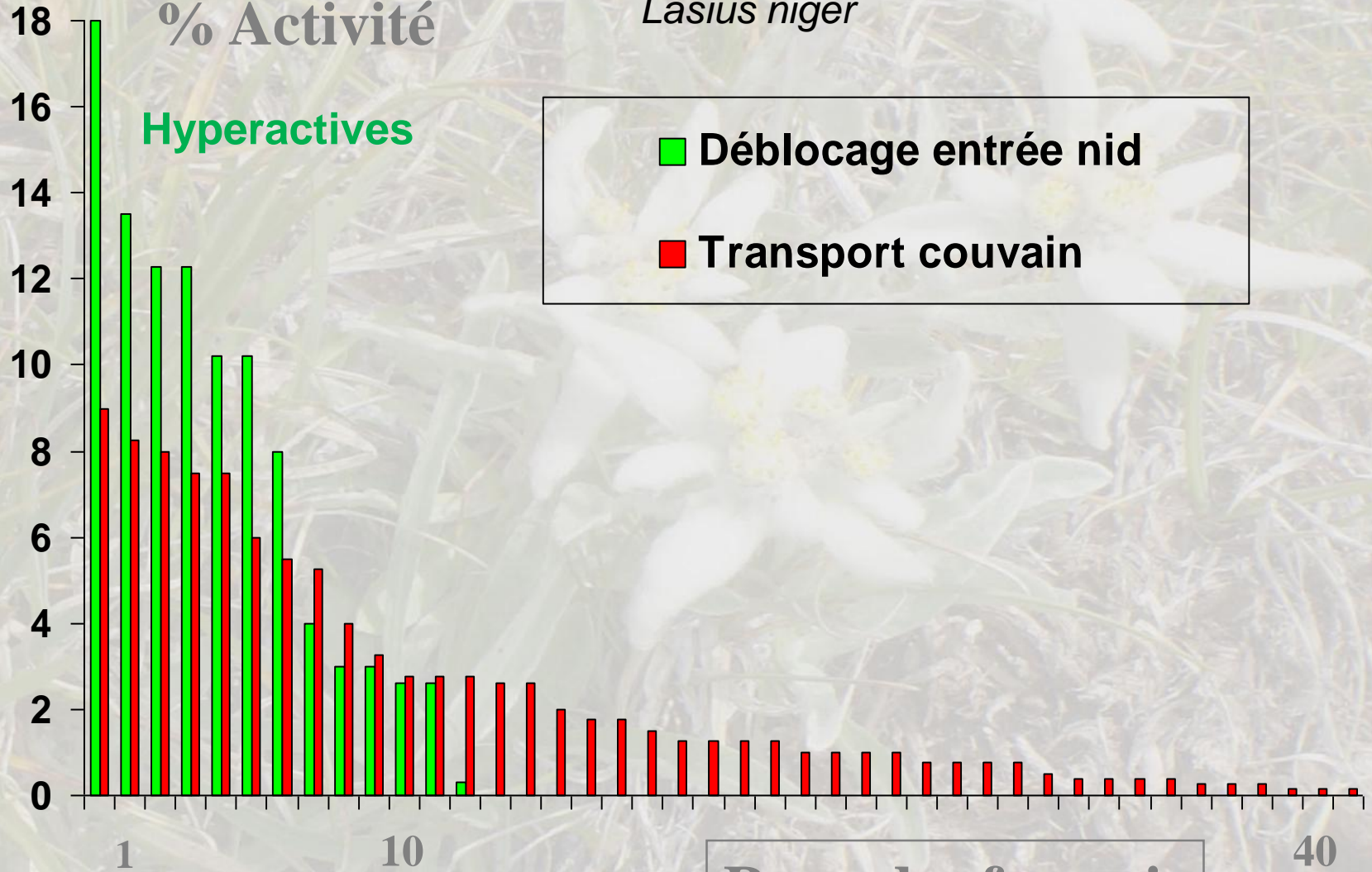
Lasius niger

% Activité

Hyperactives

■ Déblocage entrée nid

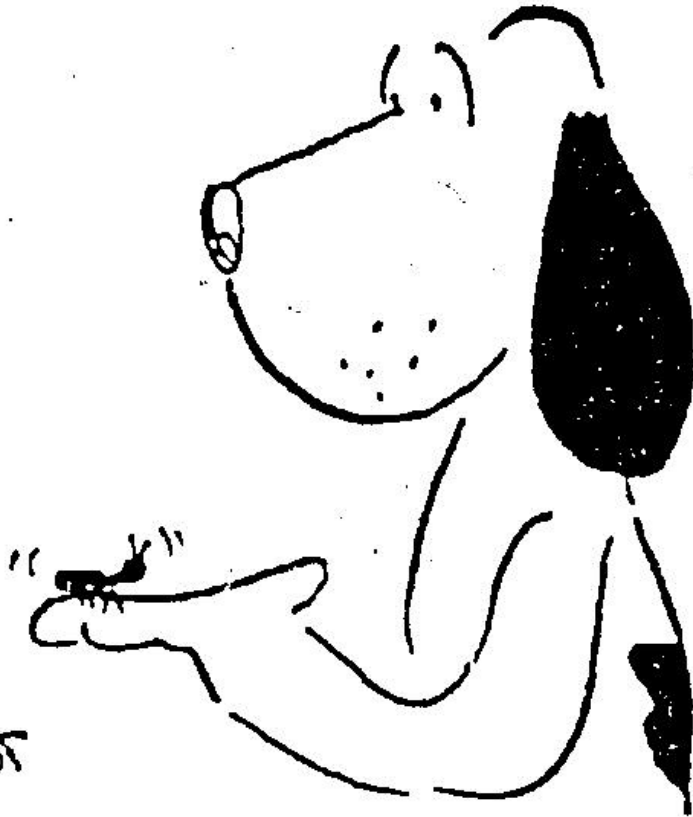
■ Transport couvain



Rang des fourmis

PATCH....

Les fourmis sont
de petites créatures si actives...

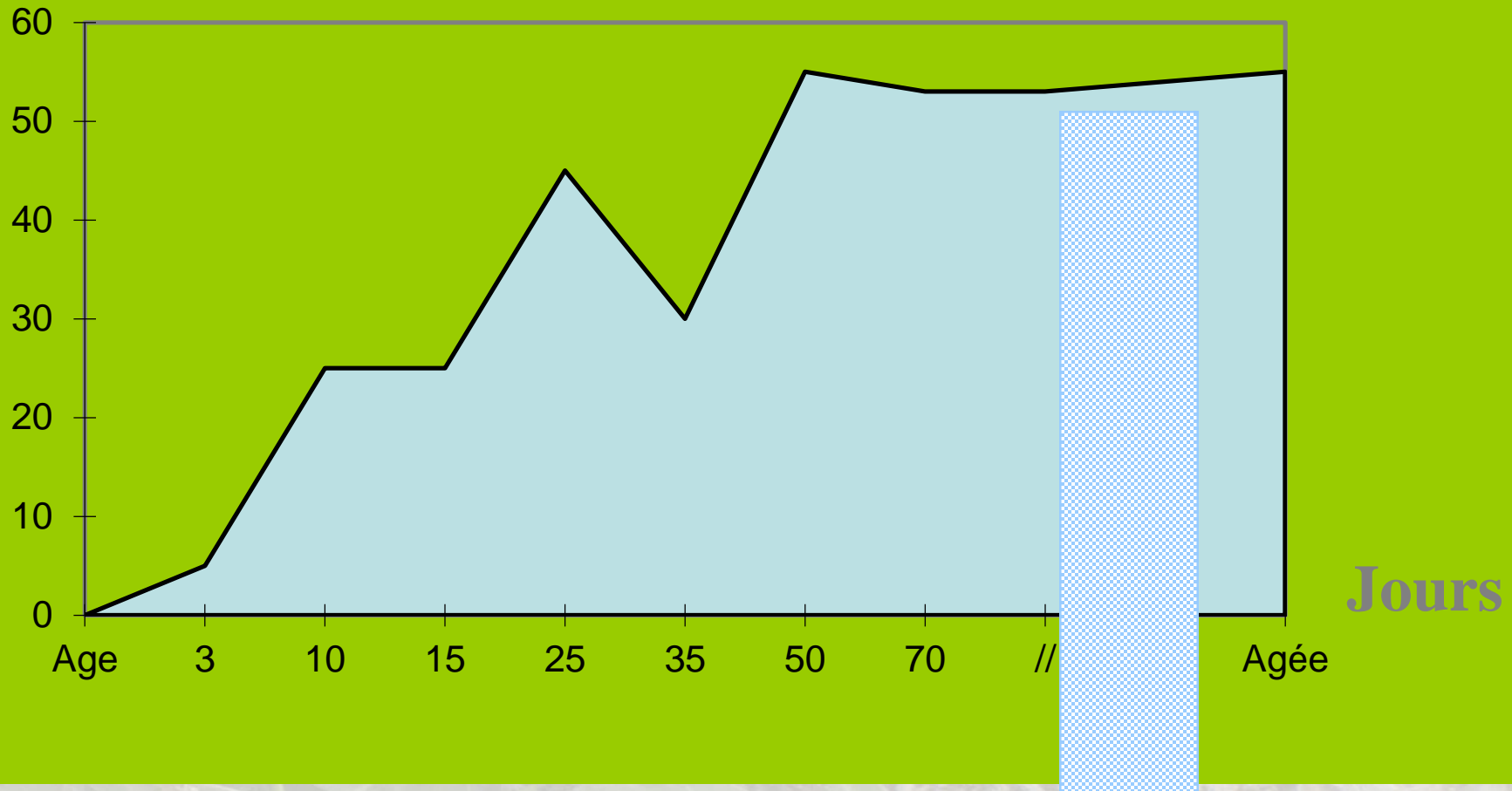


2
RIBT

...je me demande ce qu'elles font
quand elles ont congelé ?



Evolution du % de récolteuses



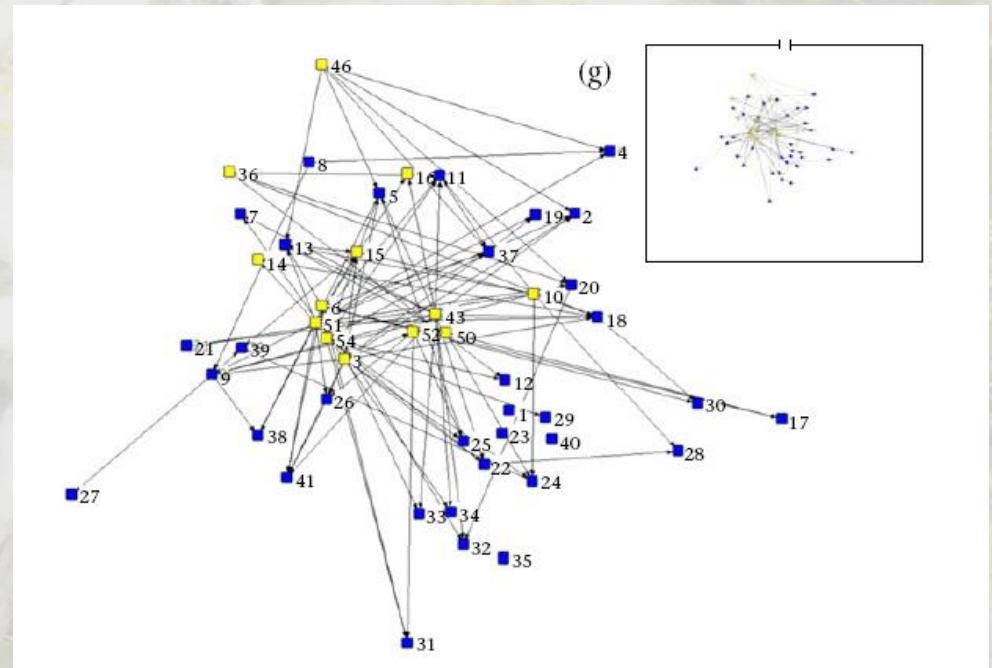
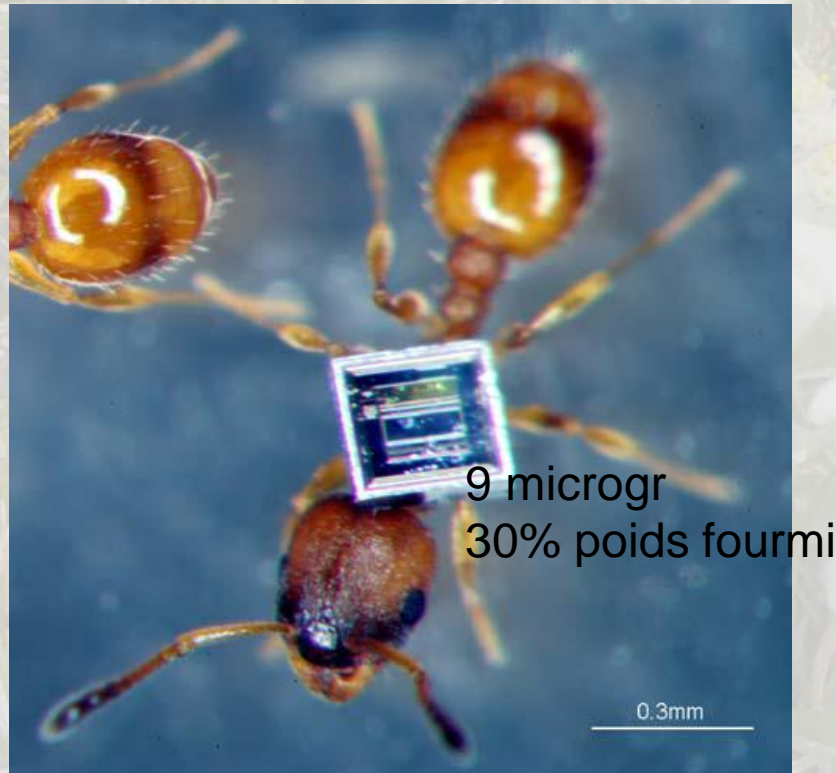
Lenoir 1979 Thèse
Temnothorax : individus « spécialisés » dans l'inactivité
(Charbonneau et Dornhaus 2015)



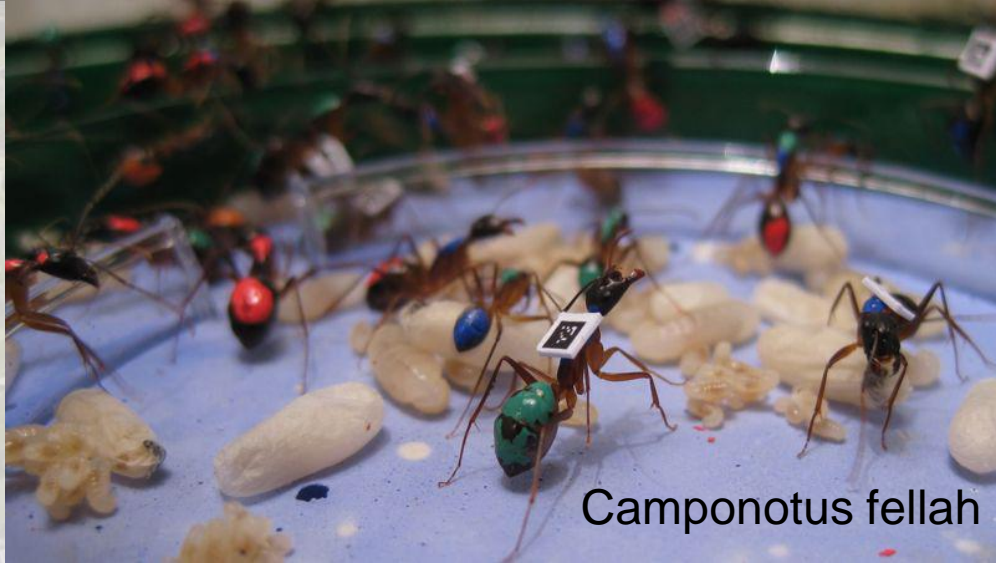
1979 Doctorat d'État
(Bull Biol France Belgique)

Division du travail

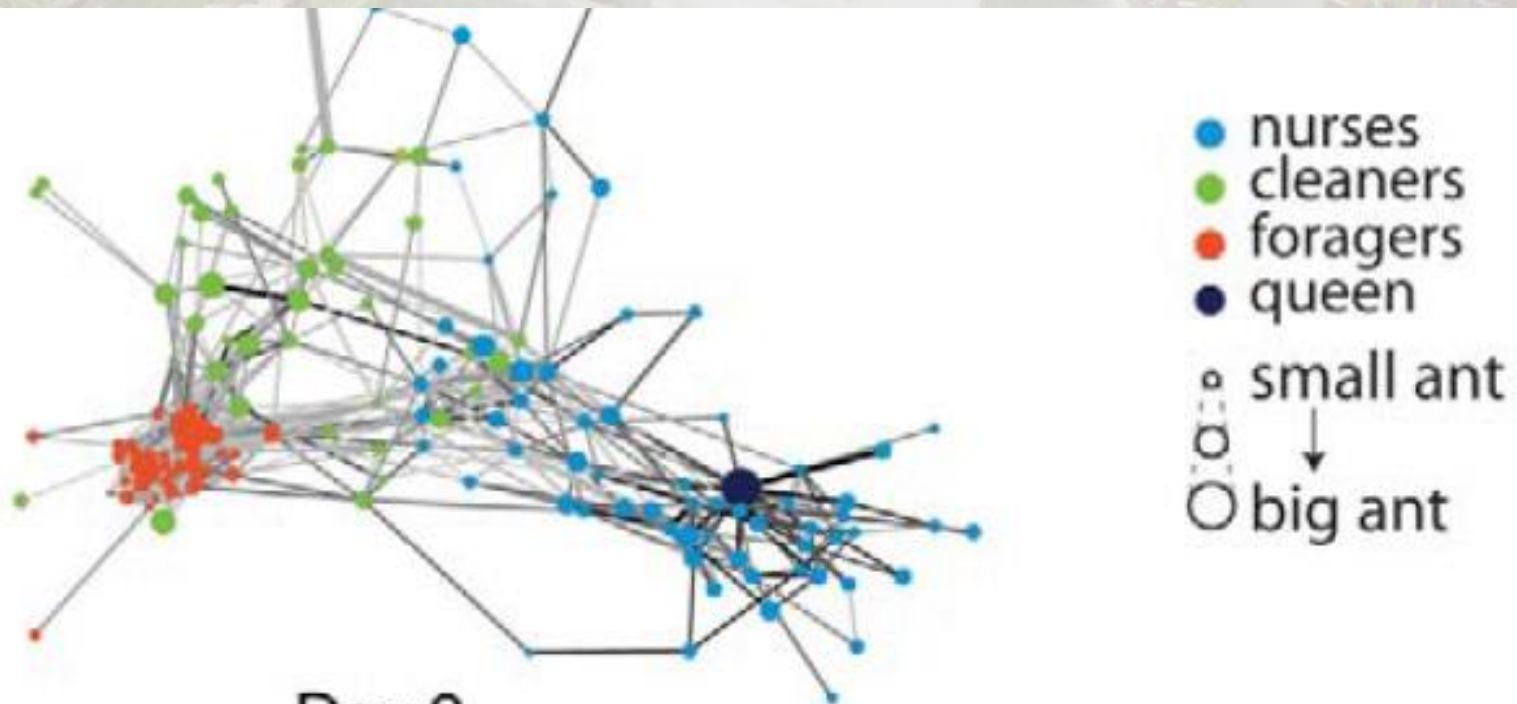
RFID



Robinson, .. N. Franks 2009



Camponotus fellah



Day 9

Mersch et al 2013 (Lausanne)

Idiosyncrasie

Idiosyncrasie

Manière d'être particulière à chaque individu qui l'amène à avoir tel type de réaction, de comportement qui lui est propre.

Lasius niger (Verron 1973->)

Tapinoma (Meudec (1973->)

Camponotus (Bonavita 1988)

Diacamma (Nakata 1995)

Euprenolepis (von Beeren 2014)

Déménagement chez *Temnothorax* : fourmis « lazy » (Sasaki 2015)

Personnalité des animaux ?

Behavioural syndrome: Individuals within a population exhibit consistency/correlation in two or more functionally different behaviours

Animal personality: individuals within a population exhibit consistency in a single behavior

Revue de Jandt et al 2013, Jeanson R. and A. Weidenmüller (2013)
élites « keystone individuals (Modlmeier et al 2014)



Bernard l'hermitte, anémones, gerris
Cloportes « calmes » ou « excités »
Araignées sociales téméraires ou timides

Colonies d'*Aphaenogaster senilis* (Blight, Cerdá Boulay 2015)
Colonies araignées Sociales

Comportement de secours

Elise Nowbahari Univ Paris 13



Altruisme dirigé vers homocoloniaux (Nowbahari et al 2009)

Empathie ?

Voir travaux de Decety sur rats et humains



Insectes comme drosophiles capables d'émotions comme la peur.



Comportement de secours = forme d'empathie ? (Hollis, Nowbahari 2013)

Résilience

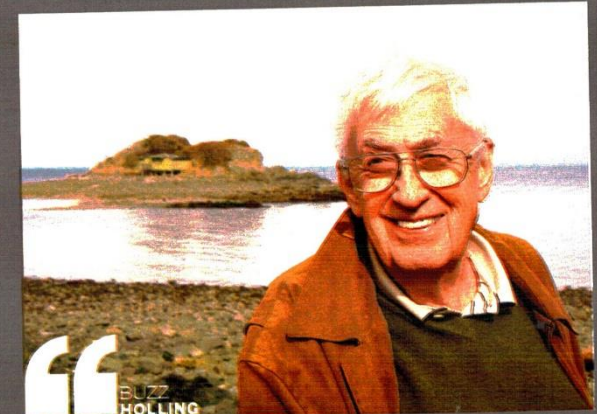
Résilience : capacité d'un système à absorber une perturbation et se réorganiser

C.S. Holling père du concept de résilience écologique en 1973

Formica selysi : en cas d'inondation les fourmis forment un radeau avec la reine au centre et la flottabilité assurée par les œufs (Purcell, Chapuisat 2014).



Rives du Giffre à Morillon (74)
avec *F. selysi*



“

J'ai utilisé le mot résilience pour représenter cet autre type d'équilibre

Ecologue, père du concept de résilience écologique*

En 1973, j'ai été invité à écrire un article pour l'*Annual Review of Ecology and Systematics*. A cette époque, l'écologie était focalisée sur l'équilibre unique et la stabilité globale. [...] Par contraste, l'existence des états multi-stables ouvrait une direction entièrement différente. Une forte variabilité, et non une faible variabilité, devenait un attribut nécessaire pour maintenir l'existence des écosystèmes [...].

J'ai utilisé le mot résilience pour représenter cet autre type de stabilité. L'attention devait se porter non pas sur la constance mais sur la variabilité. Pas sur des données faciles à collecter et à analyser, mais sur ces données peu familières et difficiles à traiter statistiquement. Cela nécessitait un œil différent pour observer, et une théorie différente pour percevoir les conséquences. [...]

Mettre en lumière les implications théoriques et pratiques a nécessité de trouver dans la littérature de rares données de terrain qui démontraient des sauts de populations

d'un état à un autre, et aussi de décrire les non-linéarités dans les processus qui causaient ou inhibaient ce phénomène.

Cela a été un gros travail, et je me souviens de jours où je pensais que tout ça n'était que foutaises, et de jours où je croyais que c'était bien réel. J'ai fini le papier pendant un "bon" jour, où tout me paraissait très clair. [...] La preuve du processus causal était parfaite, bien que les preuves de terrain concernant le basculement de population n'étaient que suggestives. Néanmoins, les conséquences pour la théorie et la gestion étaient énormes. Cela impliquait que l'incertitude était inévitable et que les écosystèmes, à l'échelle de temps de l'évolution, étaient des entités en transition vers des états différents. Cela a pris trente ans à d'autres pour confirmer ces conclusions.

*Propos extraits de *Foundations of Ecological Resilience* (L.H. Gunderson, C. Allen, and C.S. Holling ed. Novembre 2009)



En cas d'inondation, la reine d'abord...

Les insectes sociaux ont décidément plus d'un tour dans leur sac. Les fourmis des plaines *Formica selysi*, en cas d'inondation, font face en constituant des radeaux avec leurs corps. L'équipe de Michel Chapuisat (université de Lausanne, Suisse) a reproduit ce scénario catastrophe en laboratoire et le

décrit dans *PLoS One* du 19 février. La colonie n'agit pas dans un sauve-qui-peut désordonné : elle place la reine au centre de l'embarcation, dont la flottabilité est assurée par les ceufs, tenus par les ouvrières, qui montrent une très bonne résistance à la submersion. ■ (JESSICA PURCELL)

Cataglyphis

Michel Isingrini



Pierre Jaisson



Abdallah Dahbi Xim Cerdá



Élise Nowbahari



Françoise Berton



Abdallah Dahbi



Preimaginal learning as a basis of colony-brood recognition in the ant *Cataglyphis cursor*

(insect sociobiology/kin recognition)

MICHEL ISINGRINI*†, ALAIN LENOIR*, AND PIERRE JAISSON†

*Laboratoire d'Ethologie et de Psychophysiologie, Faculté des Sciences, Parc de Grandmont 37200 Tours, France; and †Laboratoire d'Ethologie et Sociobiologie, U.A. Centre National de la Recherche Scientifique No. 667, Université Paris Nord, 93430 Villetaneuse, France

Communicated by Edward O. Wilson, August 12, 1985



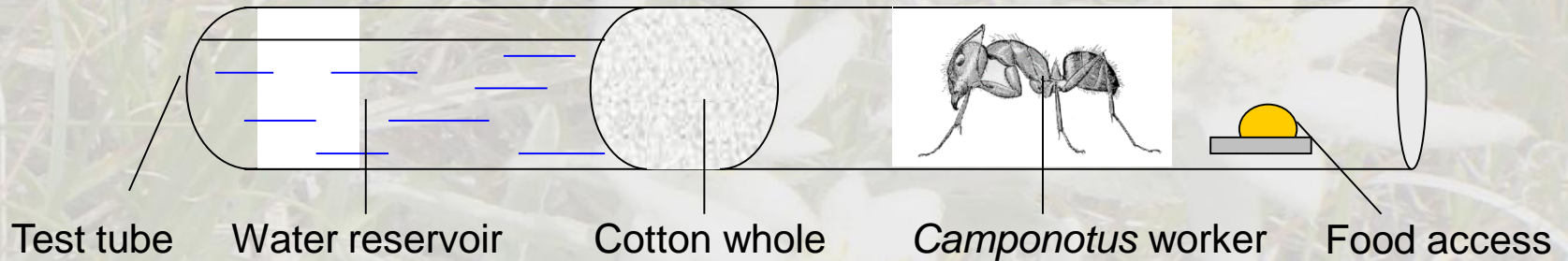
Retrouvé chez *Camponotus floridanus* (1989)
puis chez *Aphaenogaster senilis* où moins net (Signorotti, d'Ettoire 2014)

Camponotus fellah

Raphaël Boulay



Ants isolated individually



- ***Camponotus fellah*** (Boulay et al 2000)
- ***Aphaenogaster senilis*** (Lenoir et al 2001)

« Isolation induced trophallaxis »

Microbes



50% de la biomasse (bactéries, archées, champignons et virus = microbiome)

OTU Operal Taxonomic Units

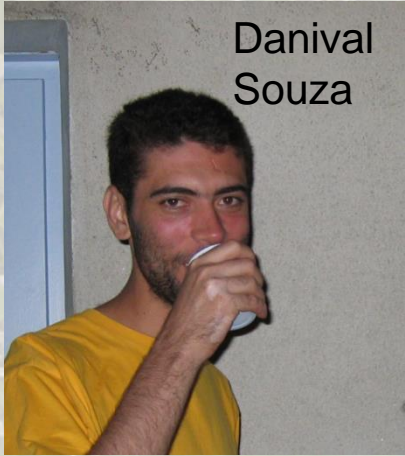
Aussi chez plantes (Haney et al 2015; Lebeis et al 2015)

Chez insectes sociaux

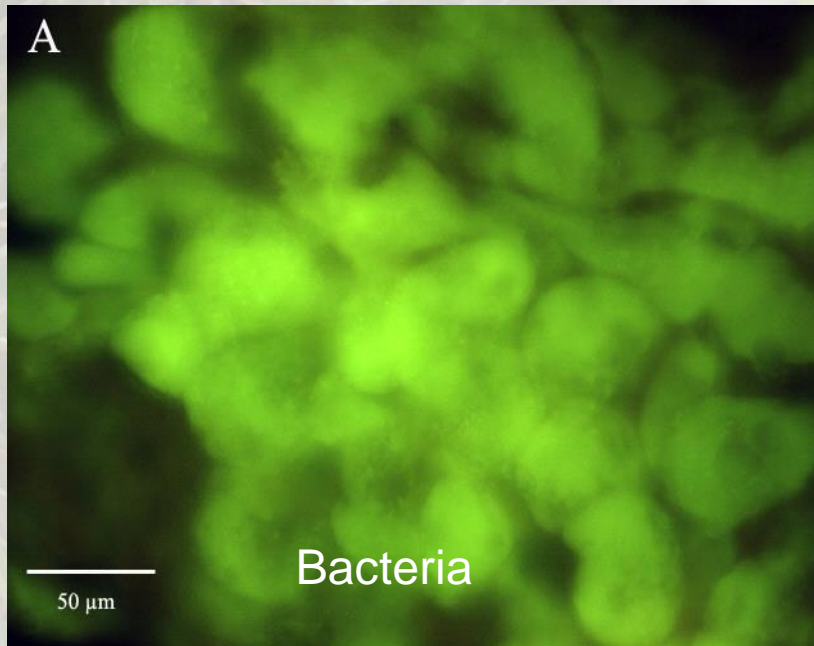
Congrès Cairns 2014 sur plus de 600 comm et posters

134 fois « bacteri » dont 4 en titre.

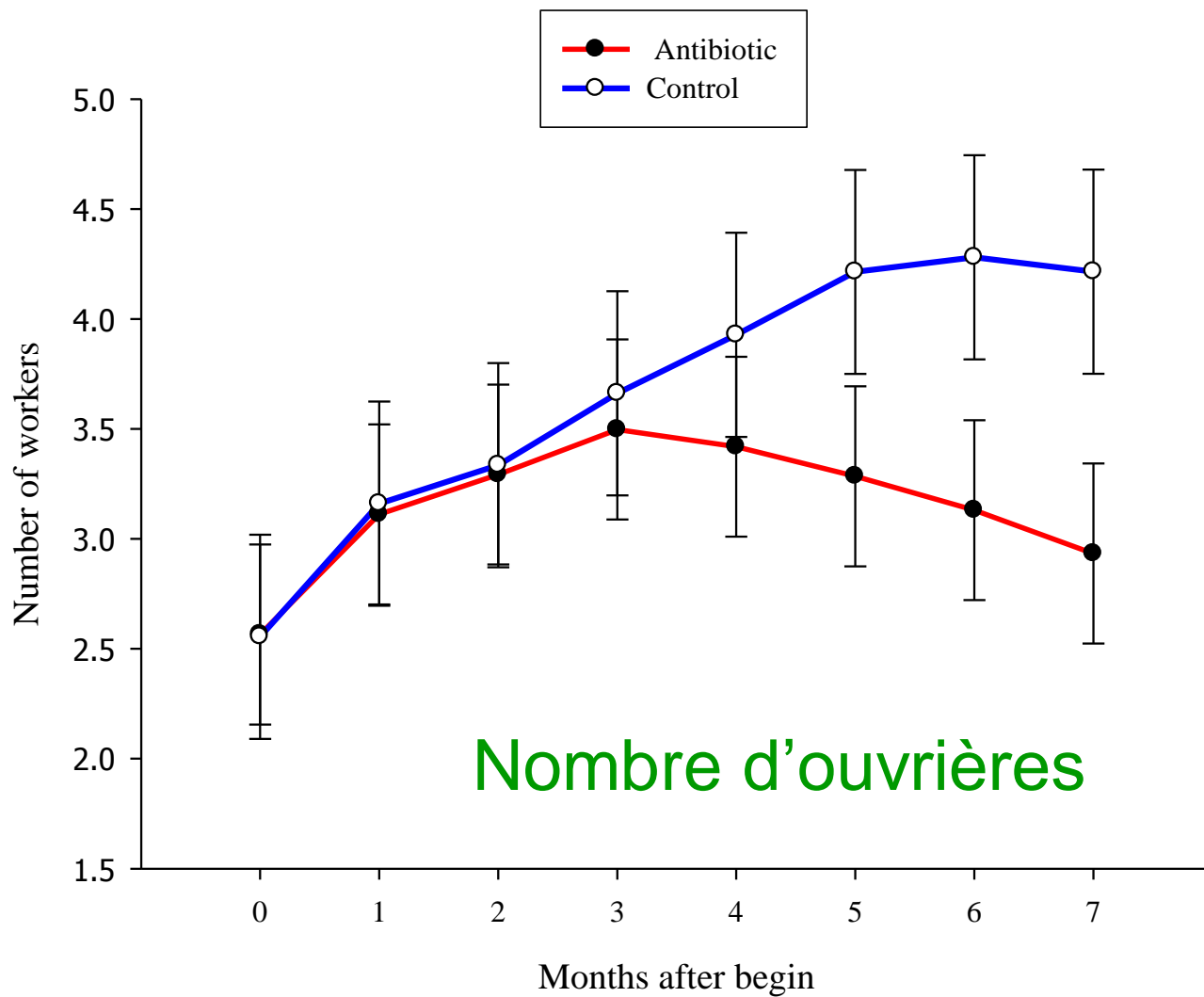
Danival
Souza



Camponotus fellah endosymbiontes



(Danival et al 2009)



Assimilation azote
Facilite immunité



Fourmis champignonnistes



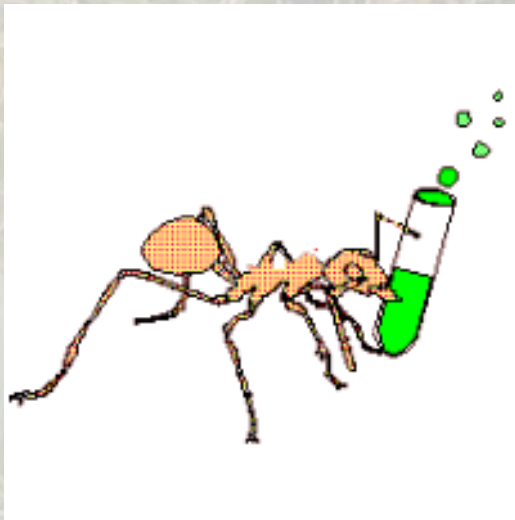
Reconnaissance coloniale du champignon
(Viana et al 2001)

Ana Maria Matoso Viana

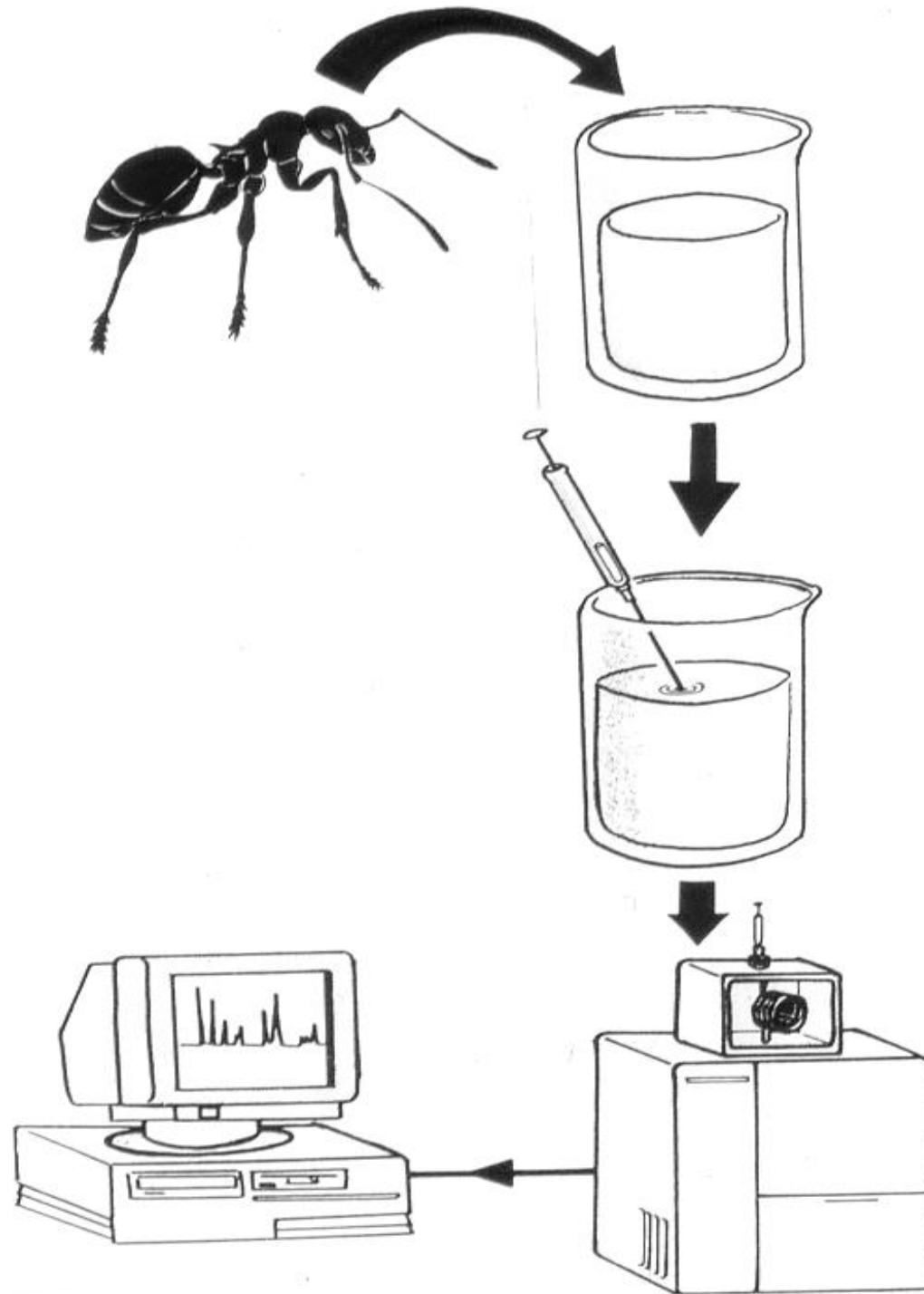
Reconnaissance coloniale et spécifique avec produits cuticulaires

Nestmate recognition

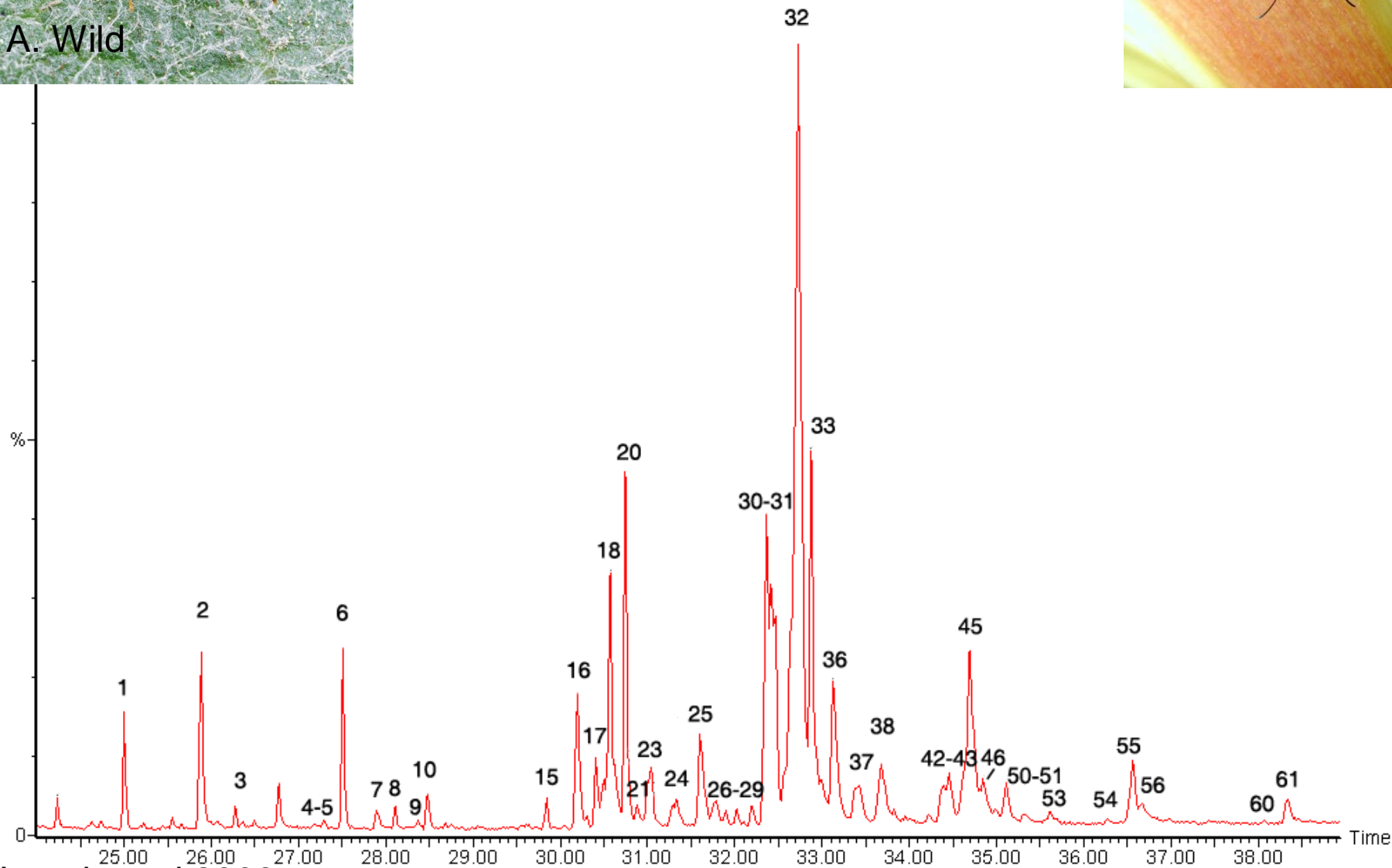




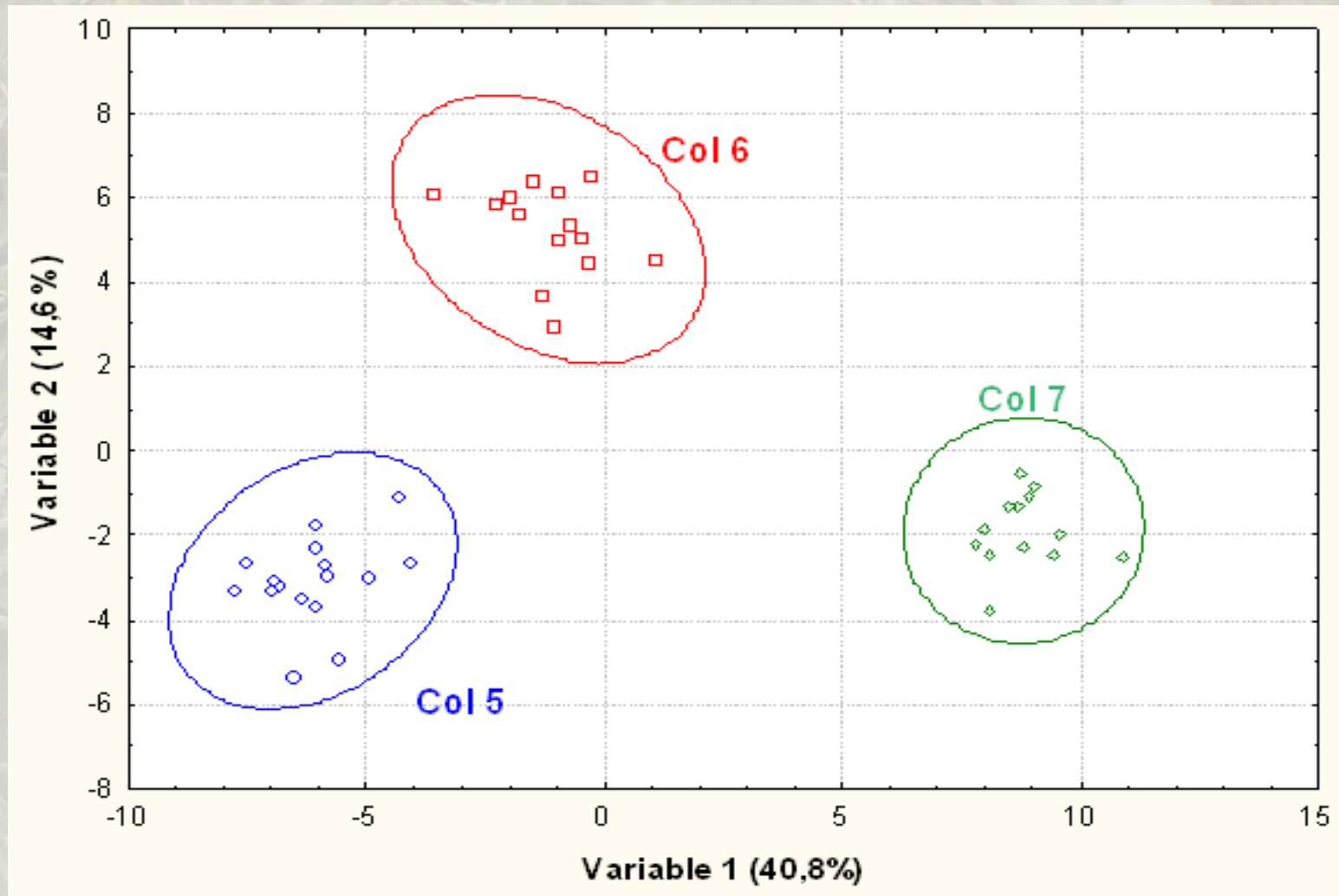
**Chromatographie en
phase gazeuse +
spectrométrie de
masse**



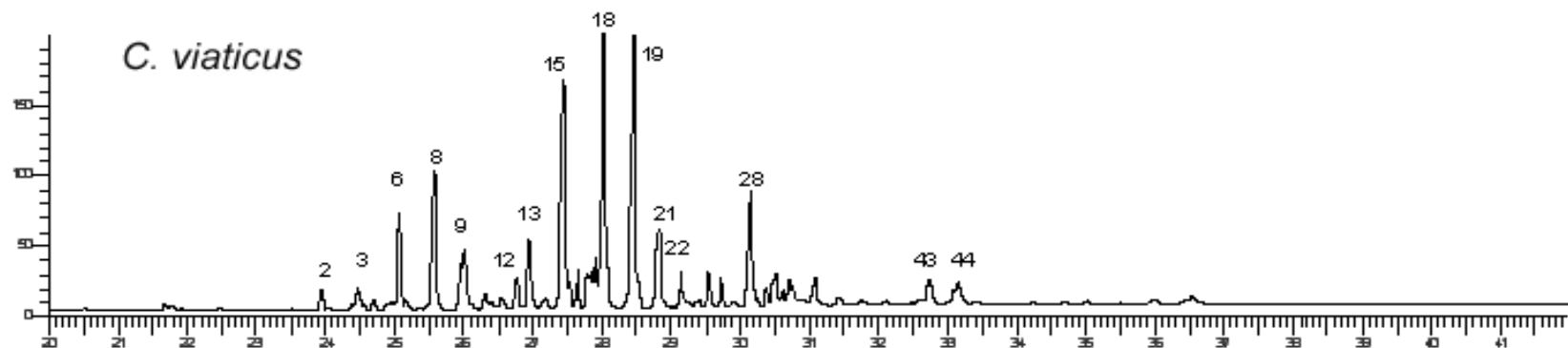
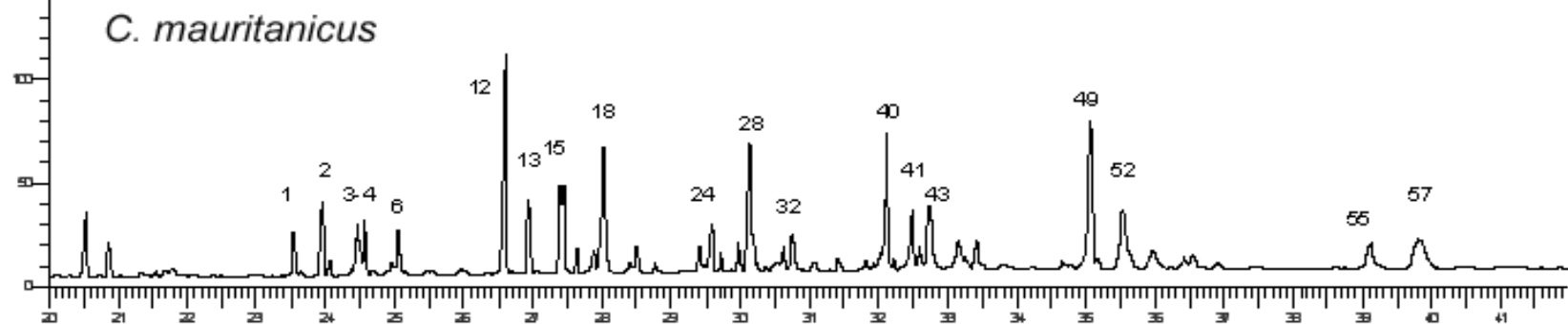
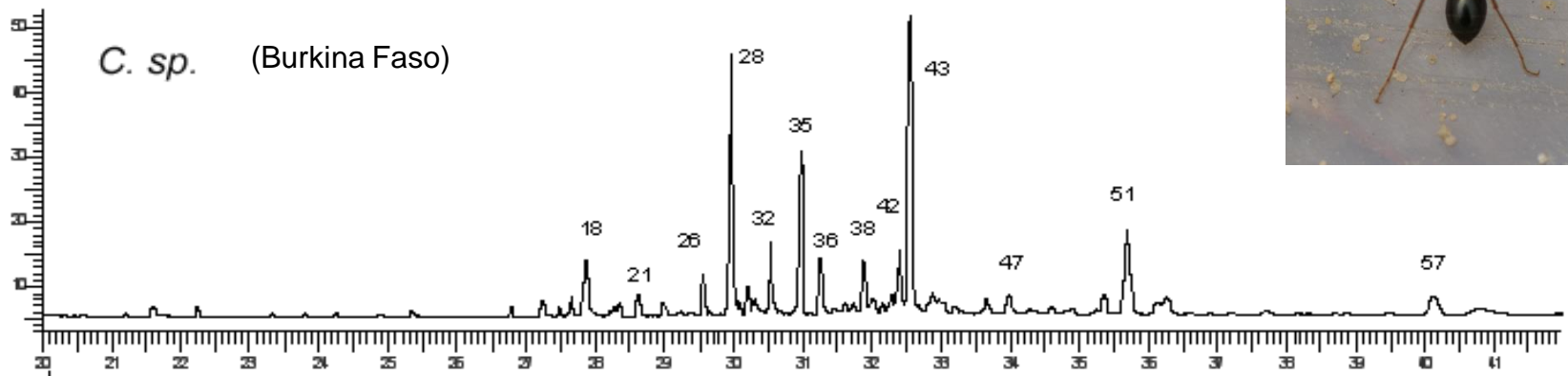
Hydrocarbon profile of *Lasius niger*



Discriminant analysis of *Lasius niger* colonies



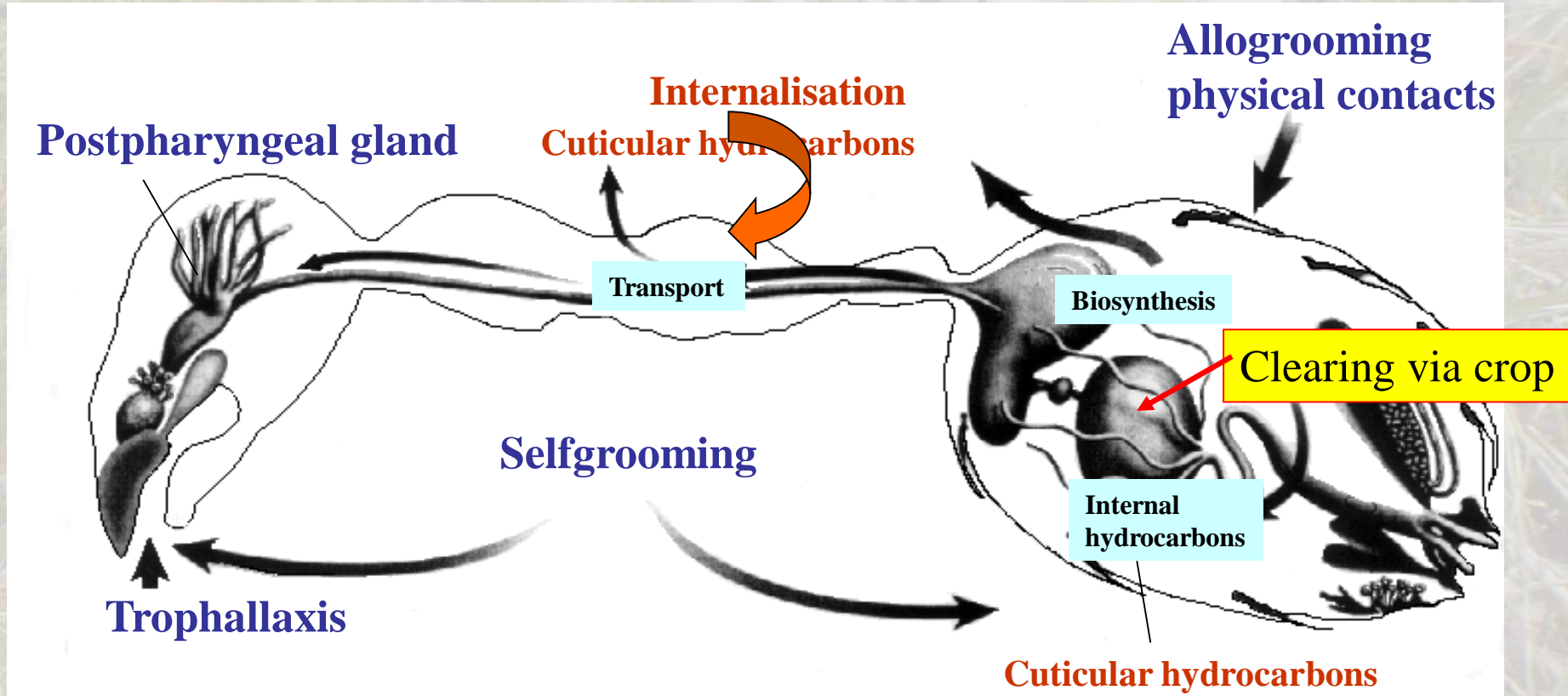
Diverses espèces de fourmis *Cataglyphis*





The gestalt model of colony odor in *Cataglyphis niger*

Abraham Hefetz

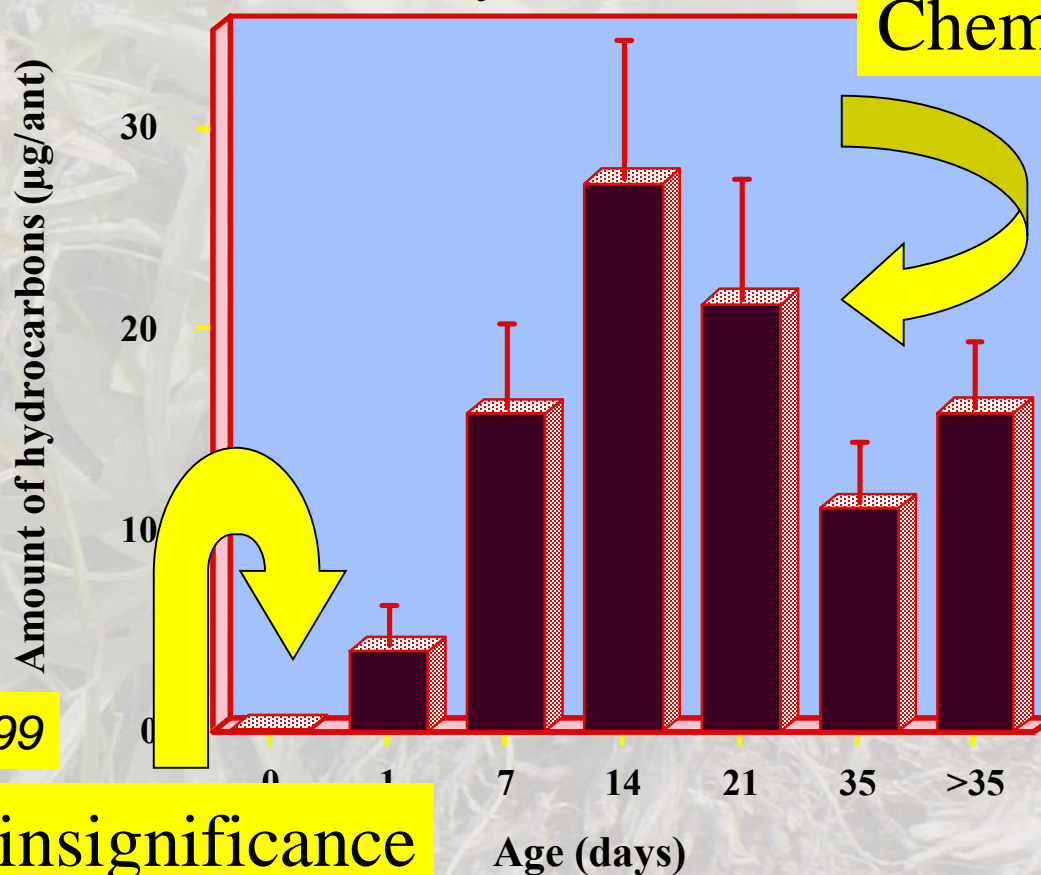


Dahbi et al, 1998
Lenoir et al, 1999



Ontogenetic development of the PPG in *Cataglyphis niger* workers

Amount of hydrocarbons



Chemical integration

Lenoir et al 1999

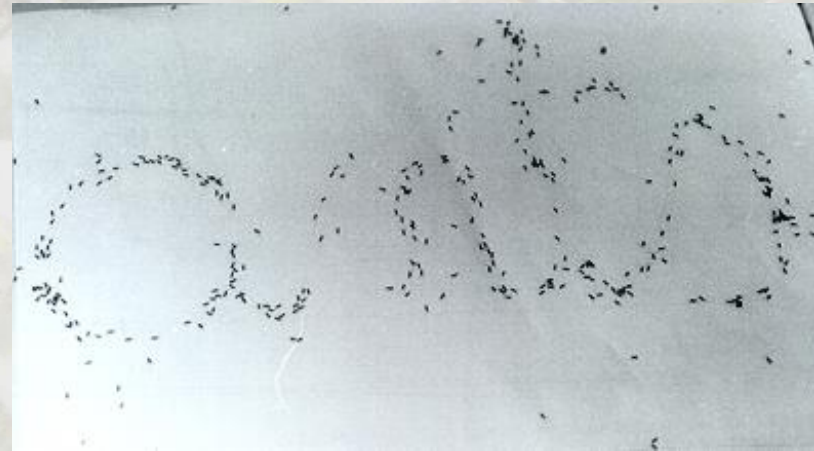
Soroker et al, 1995

Chemical insignificance



Christine Errard

Colonies mixtes



Formica

Manica



Thorictus martinezi (Hava & Lenoir 2008)



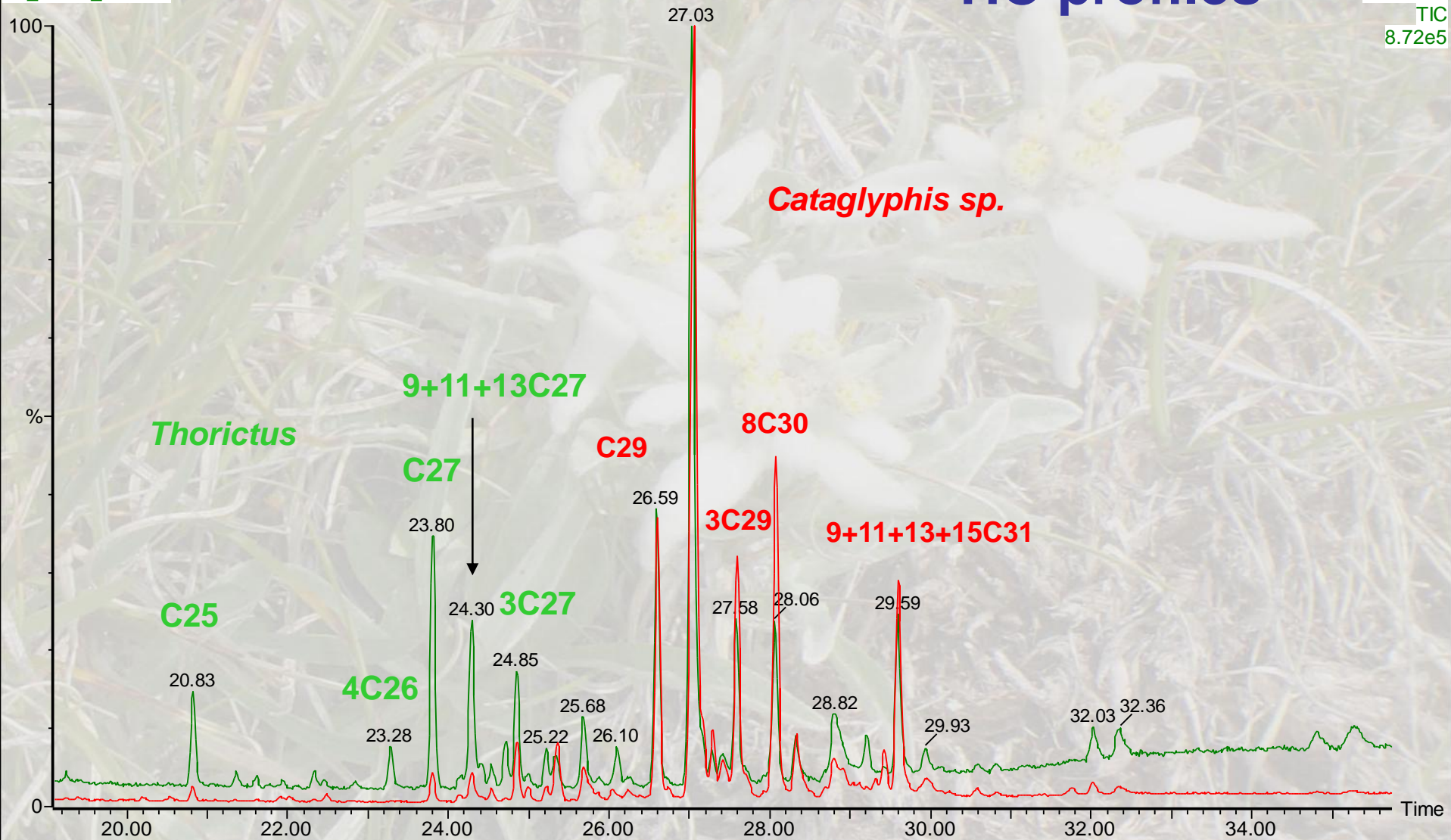
On *Cataglyphis* sp. (*bicolor* group, from Burkina Faso)

19avril 2007

AL_Coleo_CataBF

HC profiles

Scan El+
TIC
8.72e5



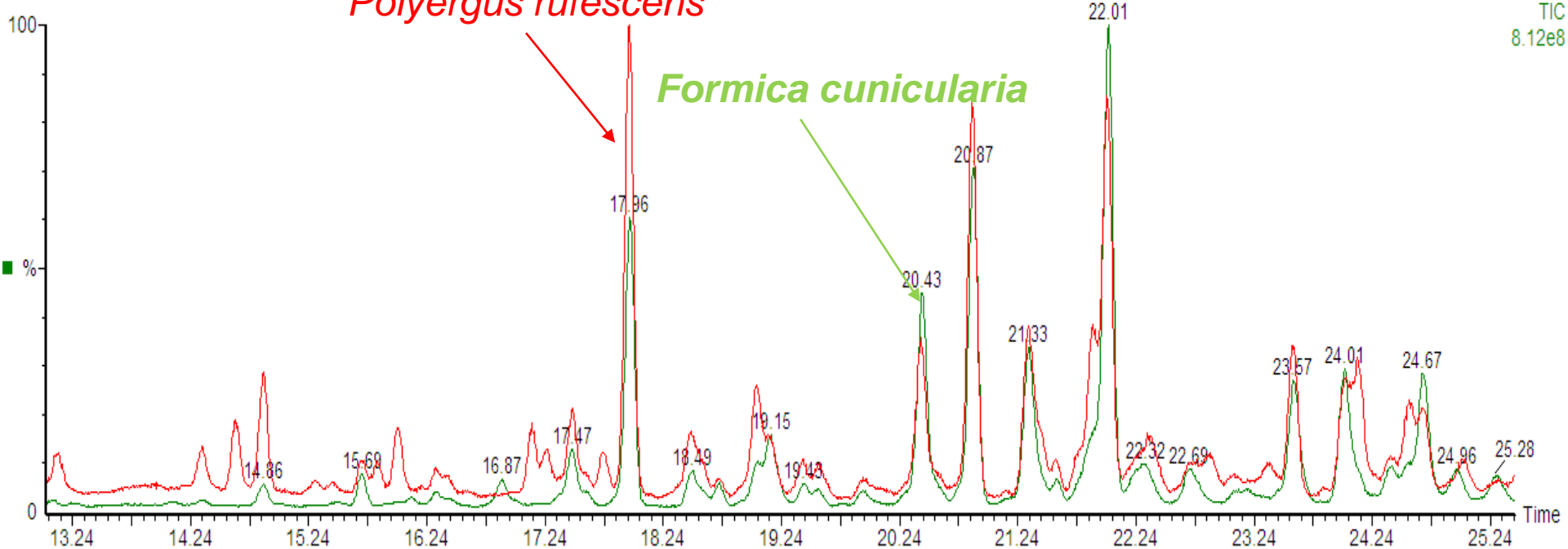
Esclavagistes



Patrizia d'Ettorre



Photo Thibaud Monnin



Profils HCs similaires mais petites différences qui permettent discrimination hôte parasite (d'Etorre et al 2002)

Idem *Rossomyrmex* / *Proformica* (Errard et al 2006)
et *Formica sanguinea* / *Formica rufa* (Włodarczyk and Szczpaniak 2014)

Cité 249 fois
Web of Science août 2015

Annu. Rev. Entomol. 2001. 46:573–99
Copyright © 2001 by Annual Reviews. All rights reserved

CHEMICAL ECOLOGY AND SOCIAL PARASITISM IN ANTS

A. Lenoir, P. D'Etterre, and C. Errard

¹Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte—UPRES A 6035 Centre National de la Recherche Scientifique, Faculté des Sciences, F-37200 Tours, France;

e-mail: lenoir@univ-tours.fr, dettorre@univ-tours.fr, errard@univ-tours.fr

A. Hefetz

²Department of Zoology, George S. Wise Faculty of Life Sciences, Tel Aviv University, Ramat Aviv 69978, Israel; e-mail: hefetz@post.tau.ac.il

La fin des hydrocarbures ?

Très nombreux travaux : super-colonies, papillons myrmécophiles, *Acromyrmex* parasites, pucerons marqués par fourmis, statut reines (aussi chez *Euglossa*).

Parasitoïdes (Perez-Lachaud)

Grillons (self-recognition, marquage du mâle par la femelle)

Forficules

Autres substances dans la reconnaissance ?

Peptides ? Turilazzi et al 2006 guêpes



Génétique

Années 80 : polymorphisme enzymatique (Nowbahari et Lenoir 1983)

Parthénogénèse chez *Cataglyphis cursor* (2004)

Conditional Use of Sex and Parthenogenesis for Worker and Queen Production in Ants

Morgan Pearcy,¹ Serge Aron,^{1*} Claudie Doums,² Laurent Keller³

Génomomes

Transcriptomes

Gènes de l'eusocialité : augmentation des gènes de régulation, diminution éléments transposables sur 10 espèces abeilles solitaires, semi-sociales et sociales (Kapheim et al Science 2015)

Jean-Luc Mercier



Une approche génétique chez *Cardiocondyla elegans* des bords de Loire

Jean-Christophe Lenoir



Mélange des gynes (Lenoir JC et al 2006)
Récolte de couples gyne transportée - ouvrière transporteuse (avec
Heinze en été 2015)

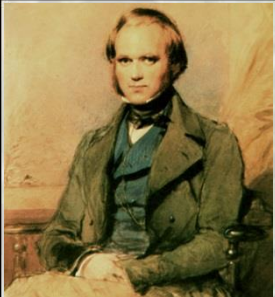
Méli-mélo génétique

Transposons chez fourmis. Certains favorisant adaptation chez fourmis invasives comme *Cardiocondyla obscurior*

Échanges de transposons entre fourmis et myrmécophiles
voir poster Sanllorente ... Lenoir



Virus dans le génome de fourmis, abeilles - voir Bigot, Gayral



Théorie de l'hologénome

2008



REVIEW ARTICLE

Role of microorganisms in the evolution of animals and plants: the hologenome theory of evolution

Ilana Zilber-Rosenberg¹ & Eugene Rosenberg²

¹Teaching at the Open University of Israel, Raanana, Israel; and ²Department of Molecular Microbiology and Biotechnology, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Israel

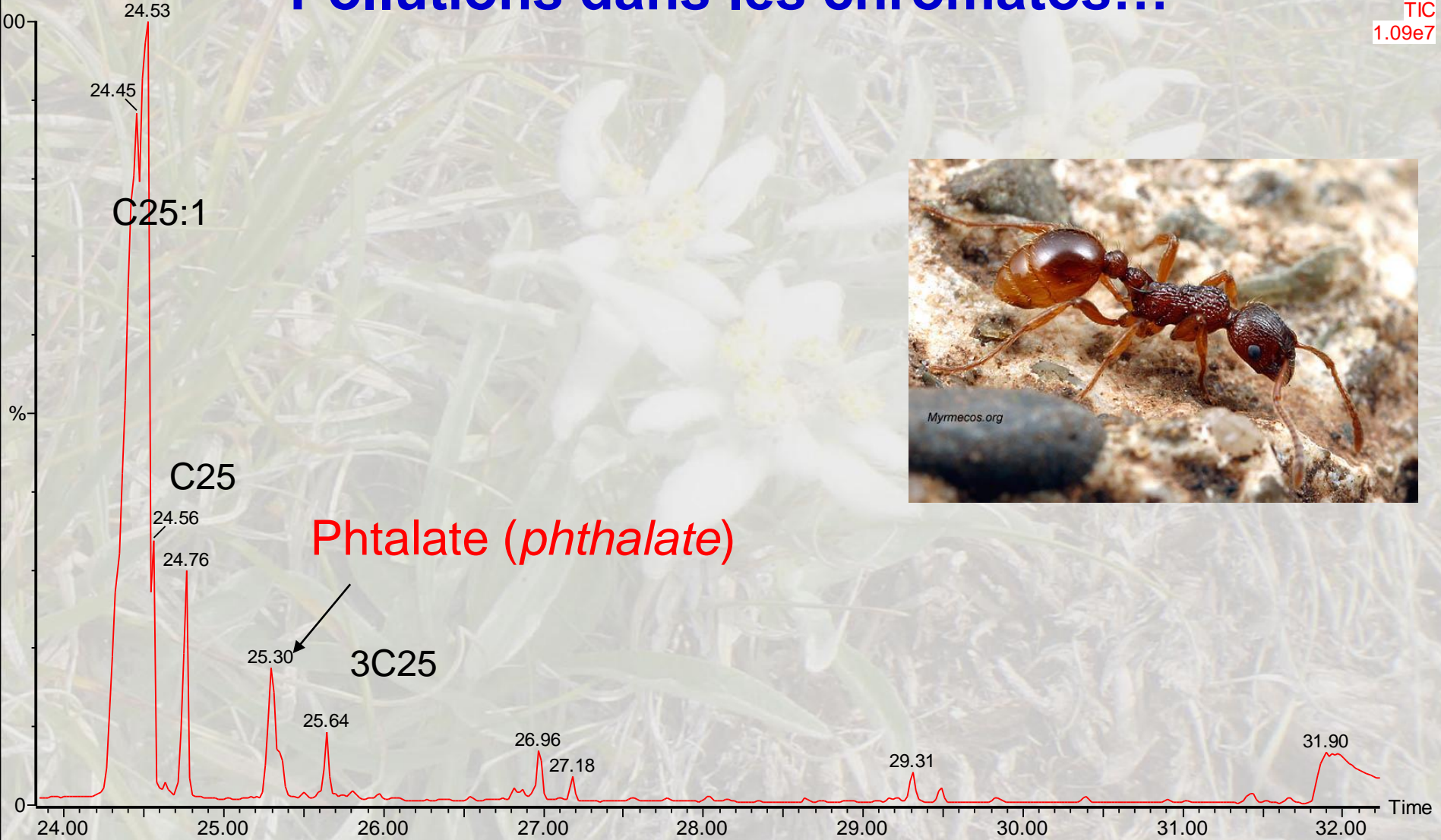
Hologénome théorie de l'évolution. Création d'entités entre un hôte et bactéries (fourmis champignonnistes, fourmis et bactéries endosymbiontes, homme et flore bactérienne) avec communauté d'intérêts, peu de conflits, extension coopération.
« **Holobiont**, i.e. the host including all symbionts » ([Feldhaar 2011](#))
= nouvel organisme ([Kiers and West 2015](#)).

nov 2008

L-Myrmica-scabri-Bourgeoise

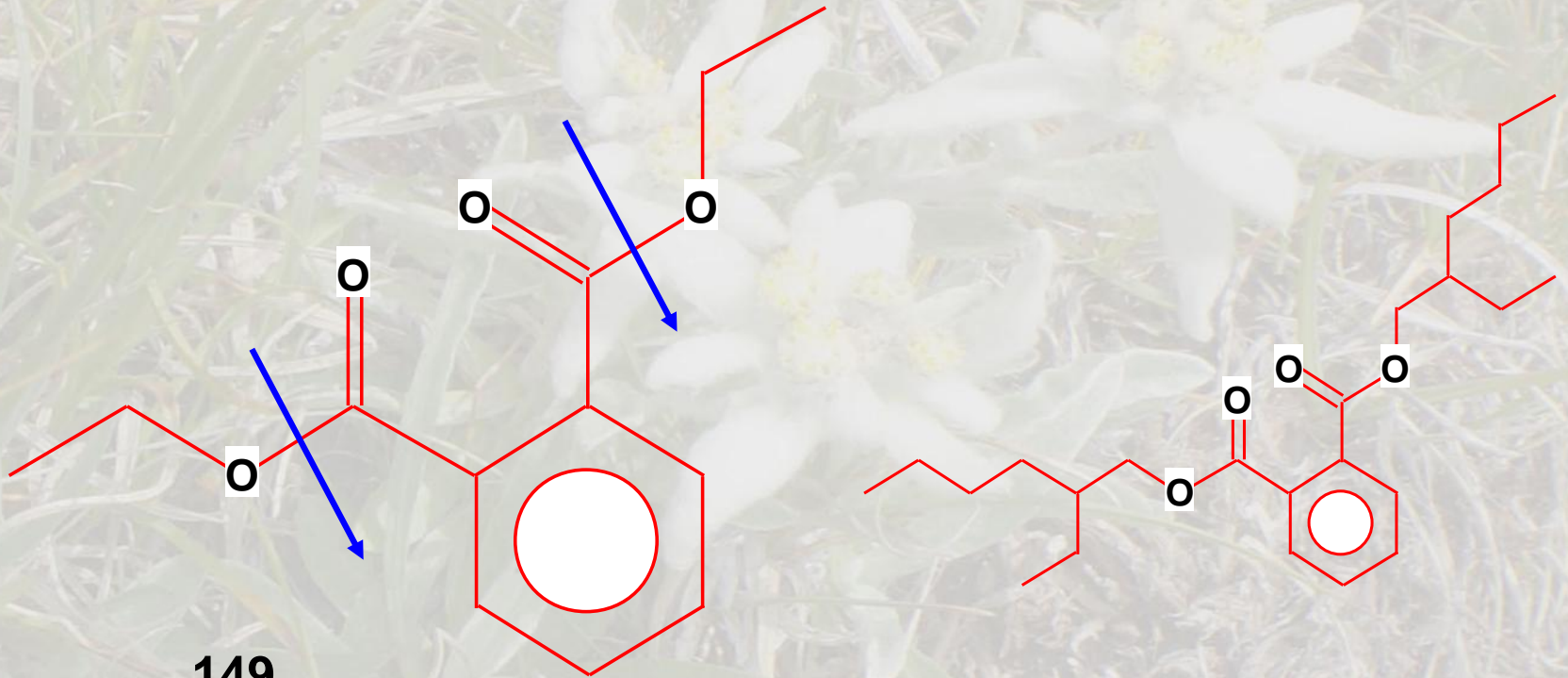
Pollutions dans les chromatatos...

Scan EI+
TIC
1.09e7



Phtalates

plastifiants = assouplir le plastique (exemple PVC)

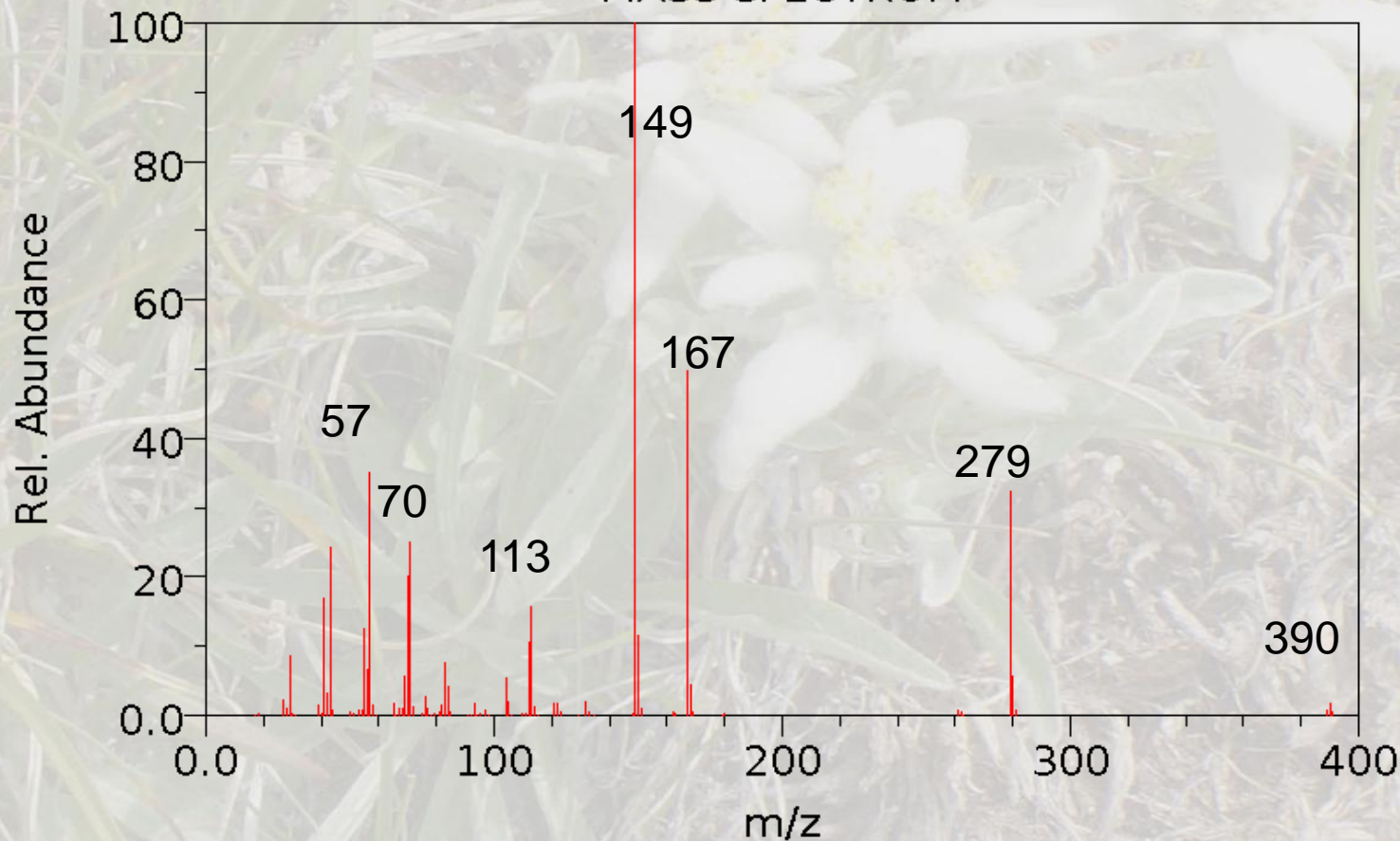
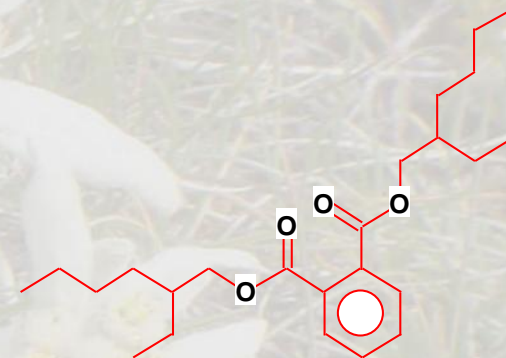


DEHP Diethylexyl phthalate

DEHP le + utilisé dans PVC

Bis(2-ethylhexyl) phthalate

MASS SPECTRUM

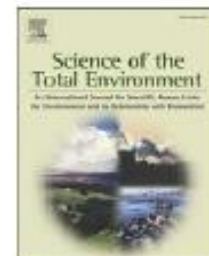




Contents lists available at [SciVerse ScienceDirect](#)

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Ant cuticles: A trap for atmospheric phthalate contaminants

Alain Lenoir ^{a,*}, Virginie Cuvillier-Hot ^b, Séverine Devers ^a, Jean-Philippe Christidès ^a, Frédéric Montigny ^c

^a IRBI, Institut de recherche sur la Biologie de l'Insecte, UMR CNRS 7261, Université François Rabelais, Tours, France

^b Laboratoire GEPEV-FRE CNRS 3268 Université des Sciences et Technologies de Lille1, Villeneuve d'Ascq, France

^c Plateau d'analyse chimique, Faculté de Pharmacie, Université François Rabelais, Tours, France

Partout dans le monde, les fourmis sont contaminées par des substances plastifiantes

Utilisés pour ramollir les plastiques, les phtalates se retrouvent dans l'atmosphère sous forme de particules qui sont absorbées par les insectes à travers leur cuticule.

Le Figaro 4 janvier 2013

Effets des phtalates sur fourmis ?

- Perception : évitent aliments avec phtalate
- Ponte des reines ralentie
- Immunité stimulée
- Très peu de données sur invertébrés terrestres

Qui ? Où ?

Phtalates

- chez toutes les espèces de fourmis et d'insectes
- partout (France, île Egine Grèce, Andalousie, Maroc, Burkina, Guyane, montagnes) sans contacts proches avec plastiques

Contamination de toutes les espèces de fourmis, partout



from Table S2, Lenoir et al. 2012 Science of the total environment

Guyane novembre 2013

Alain Dejean



Virginie Cuvillier-Hot



Raphaël Boulay



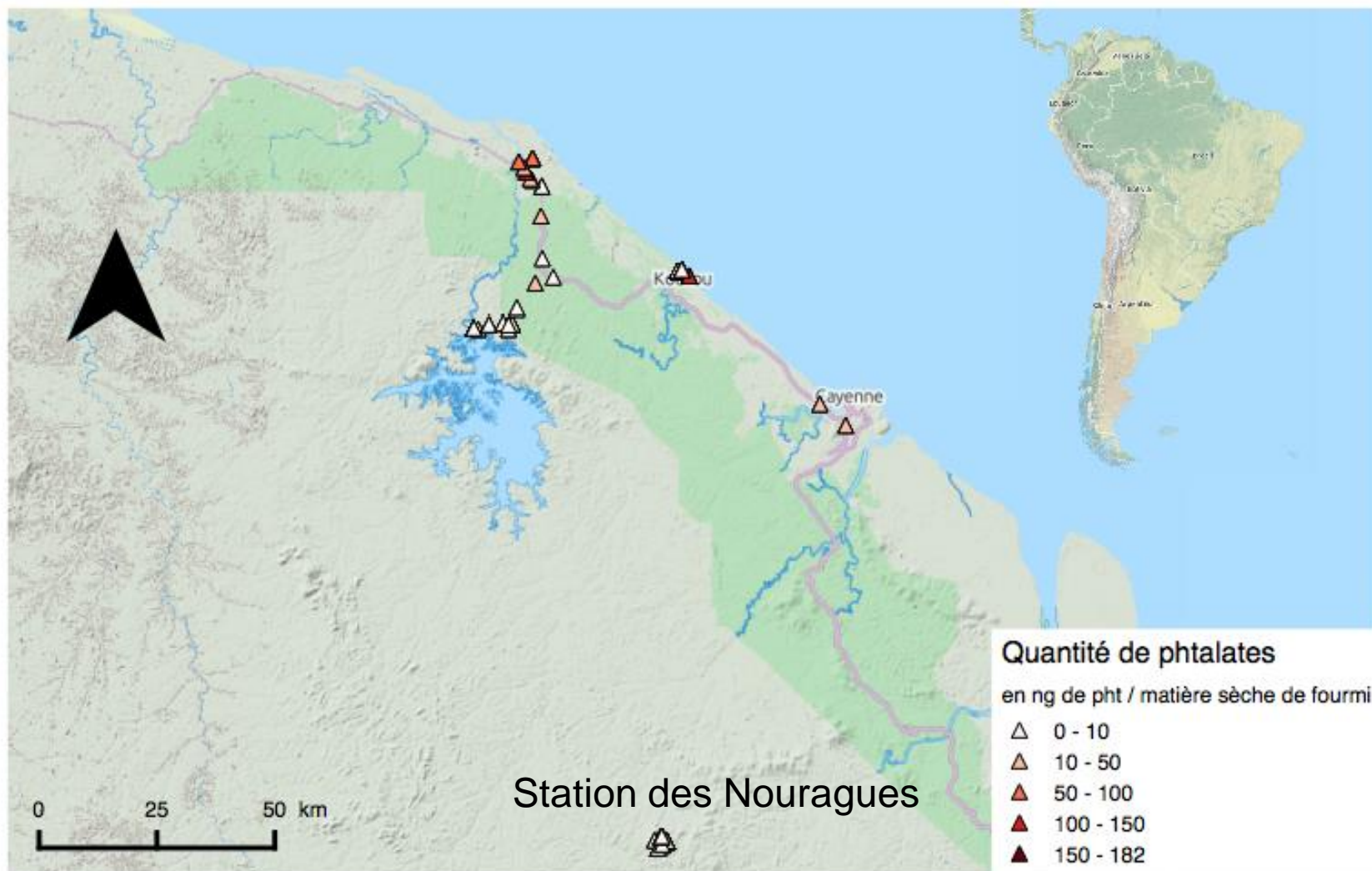
Inselberg des Nouragues



Station CNRS des Nouragues



Carte de la Guyane française



Origine des phtalates?

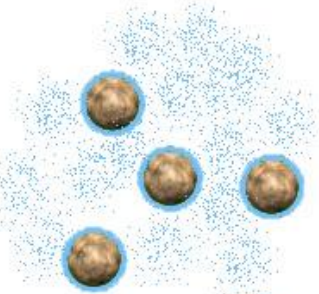


- Contact avec plastiques (donc au labo)
- Plupart matières organiques diffusent dans l'air = aérosols
DEHP dans poussières : 100 à 7 000 microgr/ g
50 picogr / m³ air à Paris

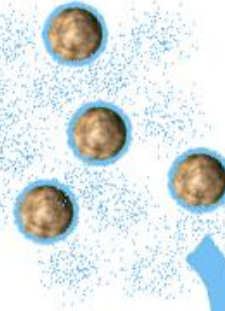
Partout dans l'air, l'eau, les sédiments

Contamination by phthalates vaporized in the atmosphere or adsorbed on atmospheric particles

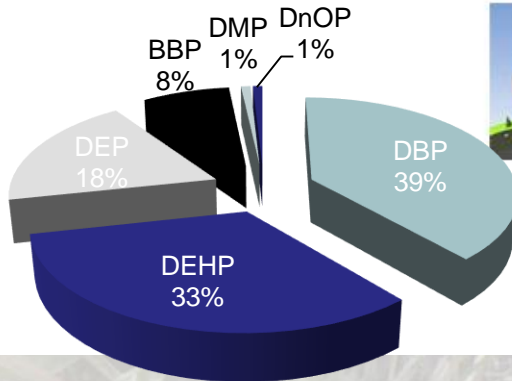
Primary Organic Aerosol



Phthalates



Contamination faible mais chronique



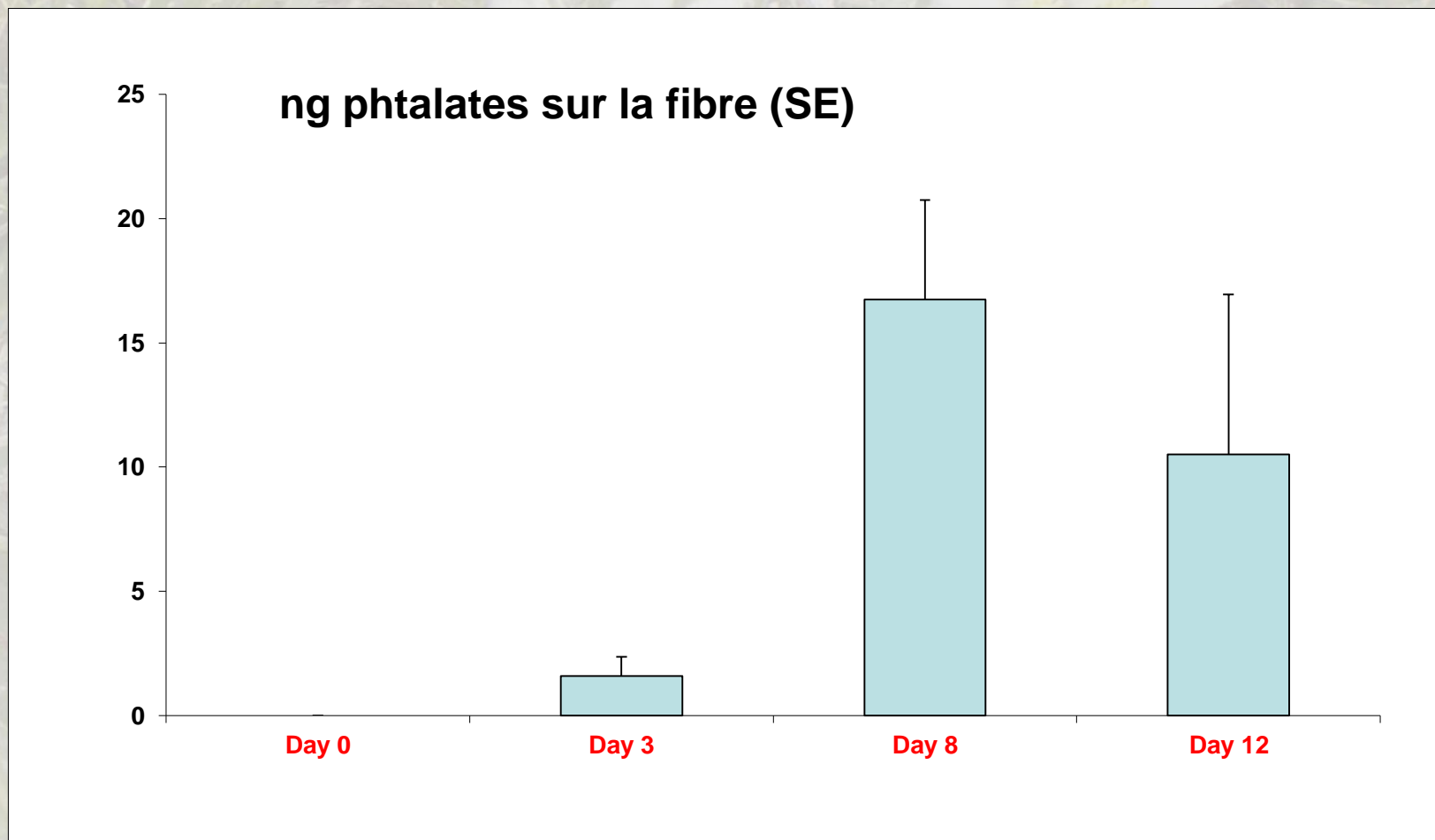
Main phthalates in Paris atmosphere
(2002-2003)

(from Teil et al. 2006)



Dans l'air ?

Fibre SPME exposée à l'air



Nouveaux phtalates

Enorme pic de phtalate,

28-Sep-2011 + 10:19:3

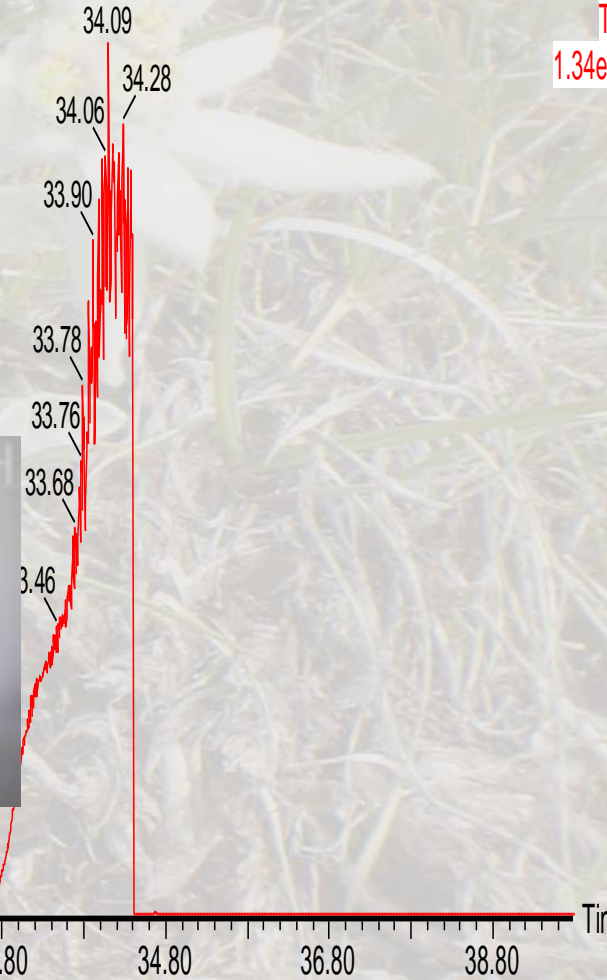
Scan El

TI

1.34e1

Pht_toy1

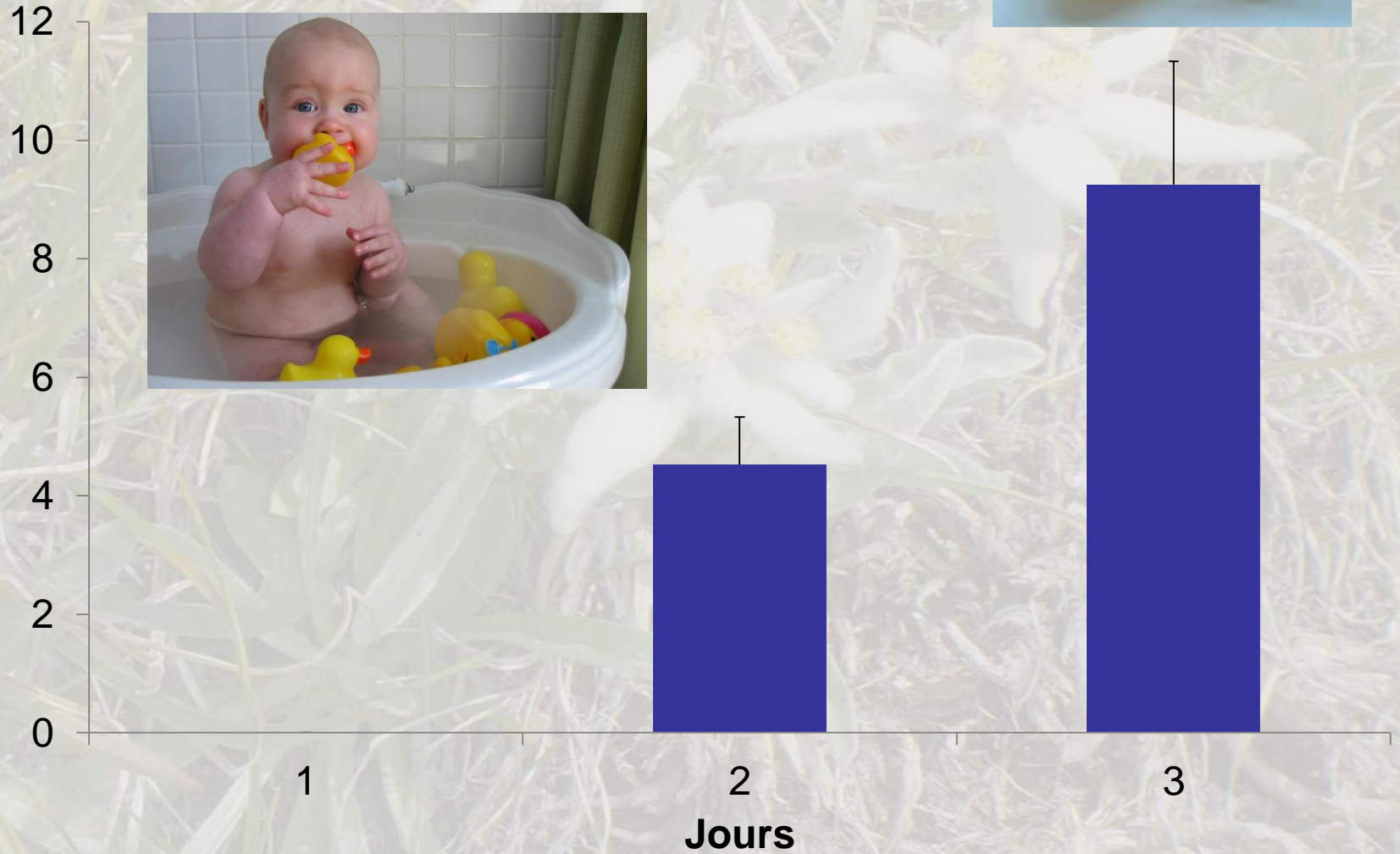
100
%
0



Fourmis avec canards

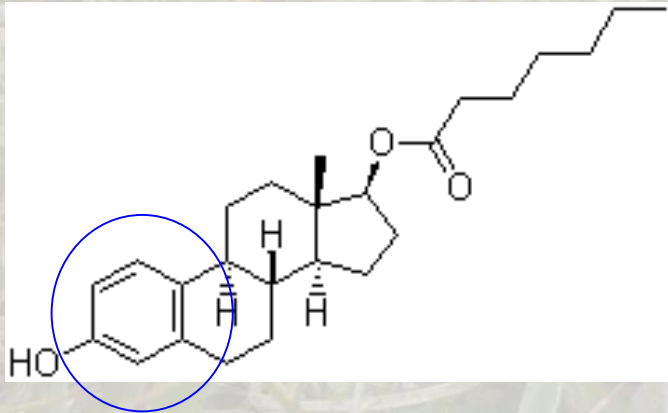


Quantité DEHTP ng/Fi

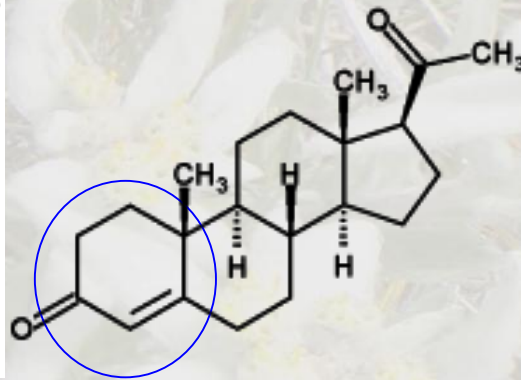


Mode d'action des EDCs

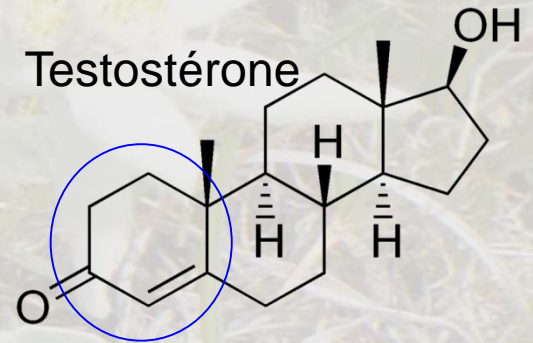
Comportent un noyau cyclique comme les hormones sexuelles stéroïdes



Oestradiol

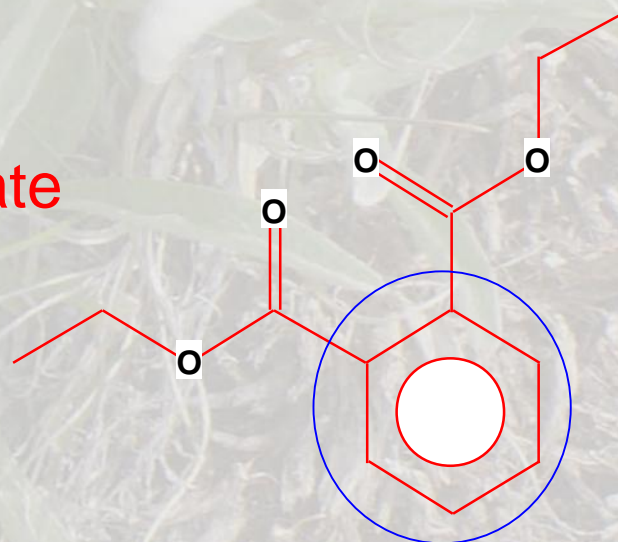


Progestérone



Testostérone

phtalate



Autres Perturbateurs Endocriniens (PE)

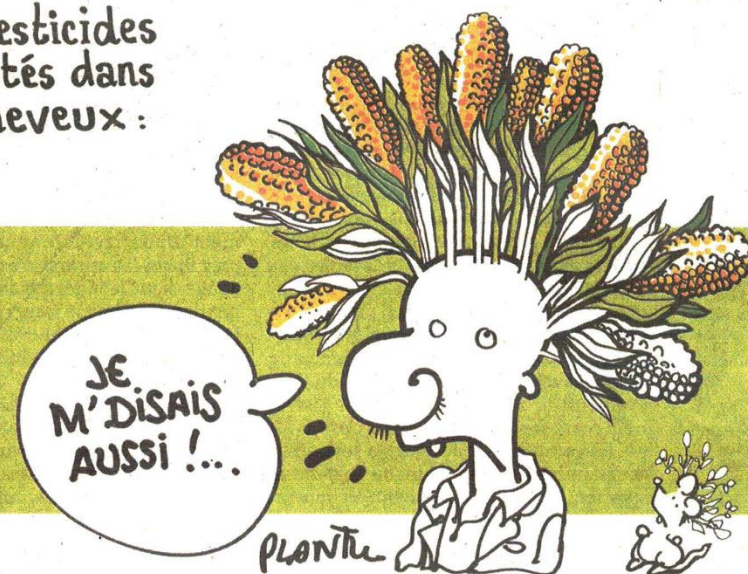
Pesticides : problème des néonicotinoïdes

Les abeilles en voie d'extinction par Sergueï



LE REGARD DE PLANTU

Des pesticides
détectés dans
les cheveux :



Conclusion : mauvaises nouvelles

**Un des pb majeurs du XXIème siècle sera la
pollution par les PE
(effet cocktail, fragilité périodes embryonnaire
et juvénile, effets paradoxaux)
= empoisonnement et stérilisation de
l'humanité ?**

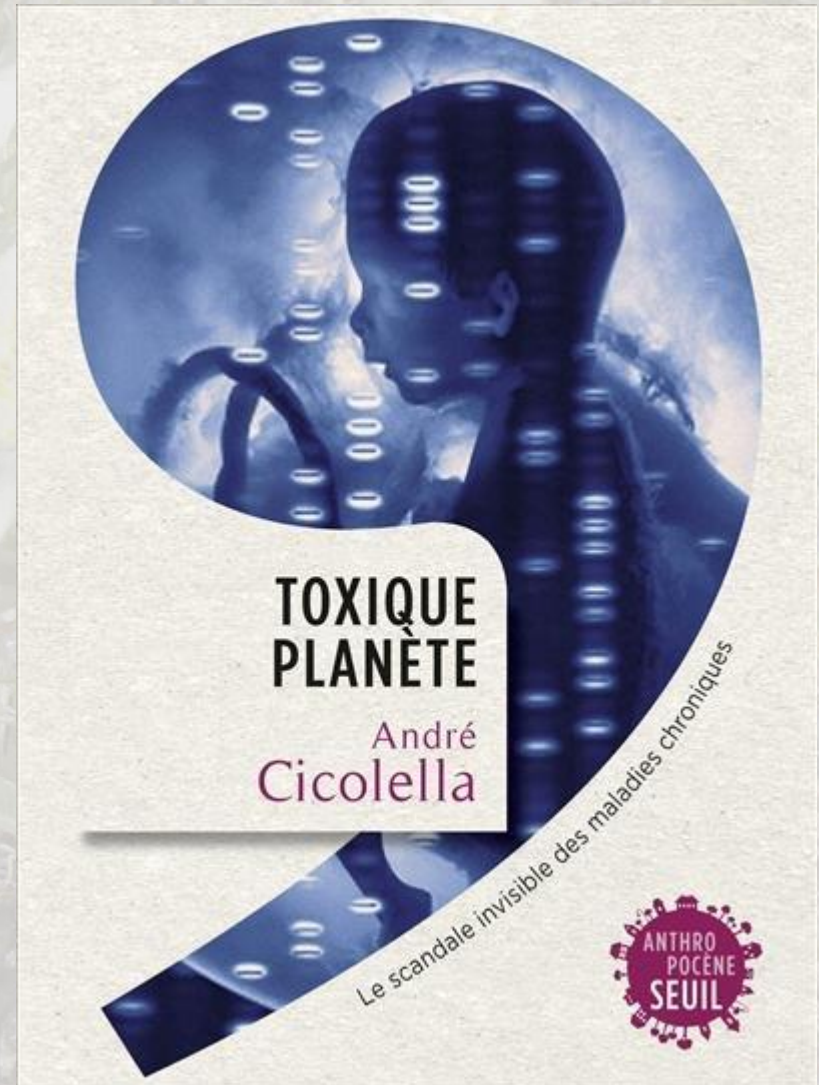
Fourmis bons témoins ?

Merci à André Cicollela

RES
Réseau Environnement Santé



Maladies chroniques



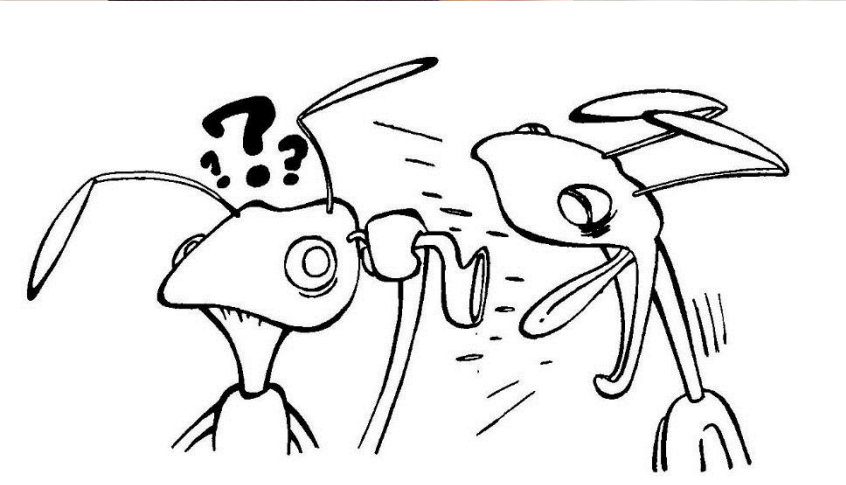


Merci à deux collègues

Annie Le Roux



Guy Le Roux



Danival Souza



Étudiants Postdocs

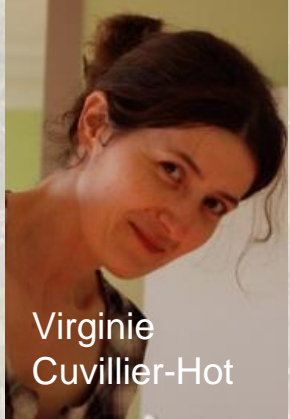
Jean-Luc Mercier



Jean-Christophe Lenoir



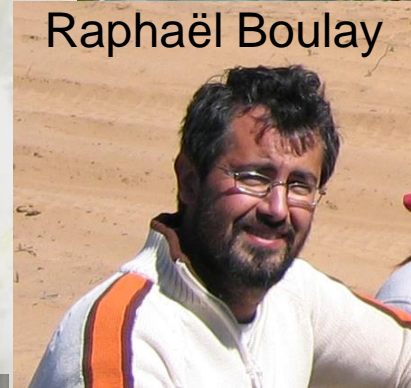
Patrizia d'Ettorre



Virginie Cuvillier-Hot



Ana Maria Matoso Viana



Raphaël Boulay

Michel Isingrini



Katsuya Ichinose



Élise Nowbahari



Françoise Berton



Abdallah Dahbi

Hussein Ataya



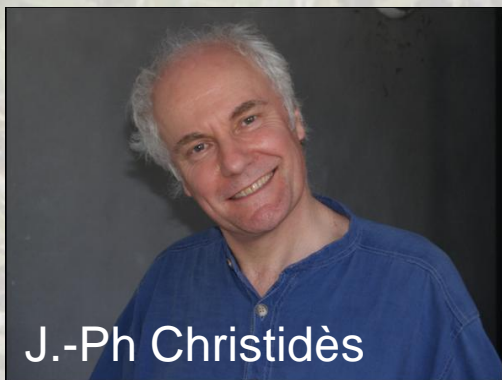
Hannah Reynolds



Christian Delalande

Catherine Vienne





J.-Ph Christidès



Raymond Jegat



Dominique
Leglaunec



Séverine Deyers



Guy Bourdais



Yvonnick Leclerc
Villetaneuse

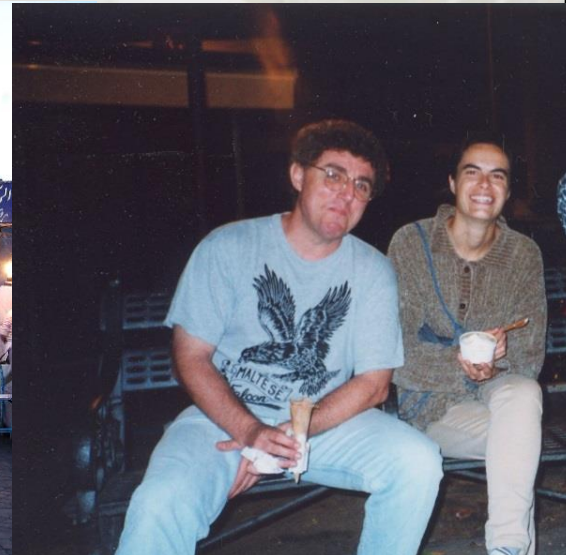
Alberto Tinaut Paqui Ruano



Christine Errard

Nicolas Monmarché
André Francoeur
Jurgen Heinze

Xim Cerdá et Elena Angulo



Alain Dejean et Alain Lenoir



Abraham Hefetz

Merci à Xavier Espadaler

**Rickia lenoirii, a new ectoparasitic species, with
comments on world Laboulbeniales associated
with ants**

Sergi Santamaria ^{a,*}, Xavier Espadaler ^b

2015



Rickia lenoirii

À quoi ça sert d'étudier les fourmis ?
À rien, à se faire plaisir

Mais parfois aussi elles nous servent de témoins

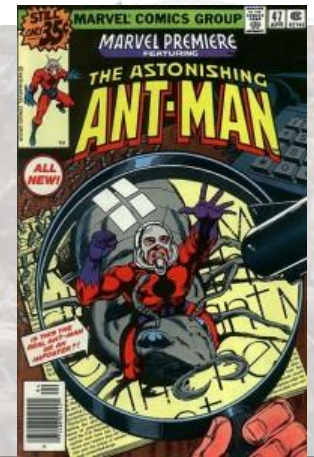
Plantu

Le Monde 26 avril 80

PLAISIRS STUDIEUX



Banyuls
Stages sur les fourmis





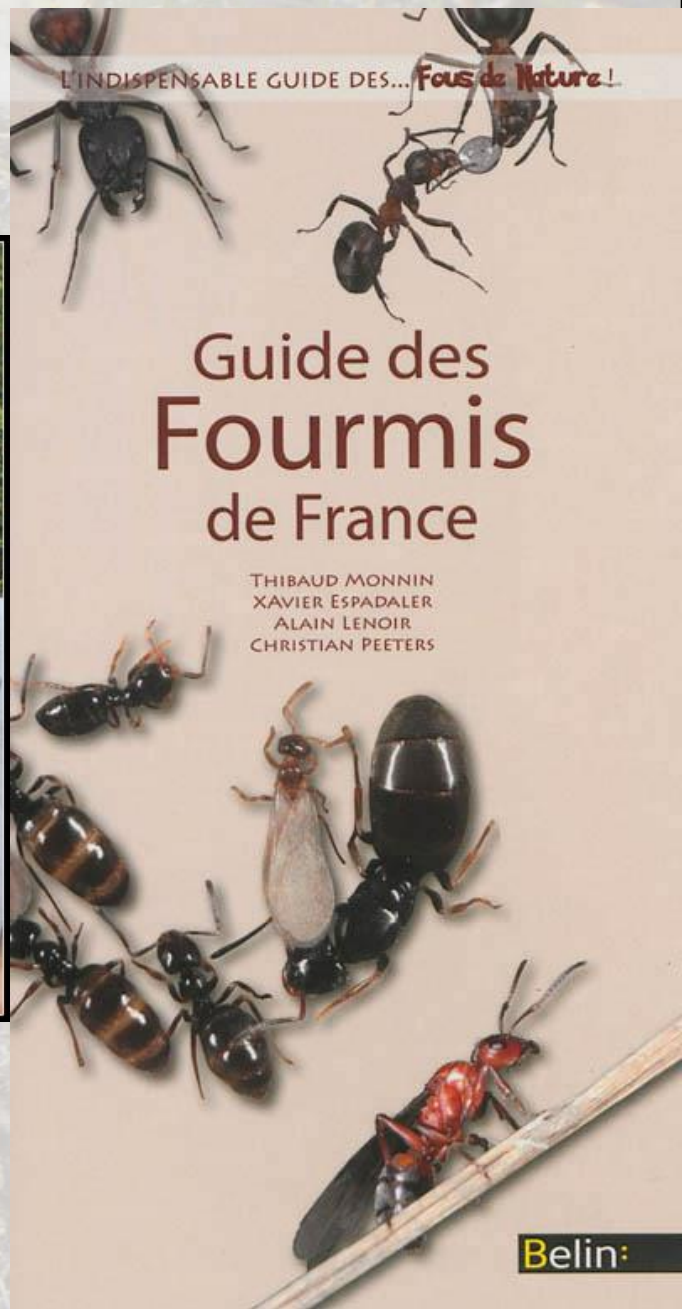
Xavier Espadaler

Christian Peeters

Alain Lenoir

Thibaud Monnin

L. Berville



L'INDISPENSABLE GUIDE DES... **Fous de Nature!**

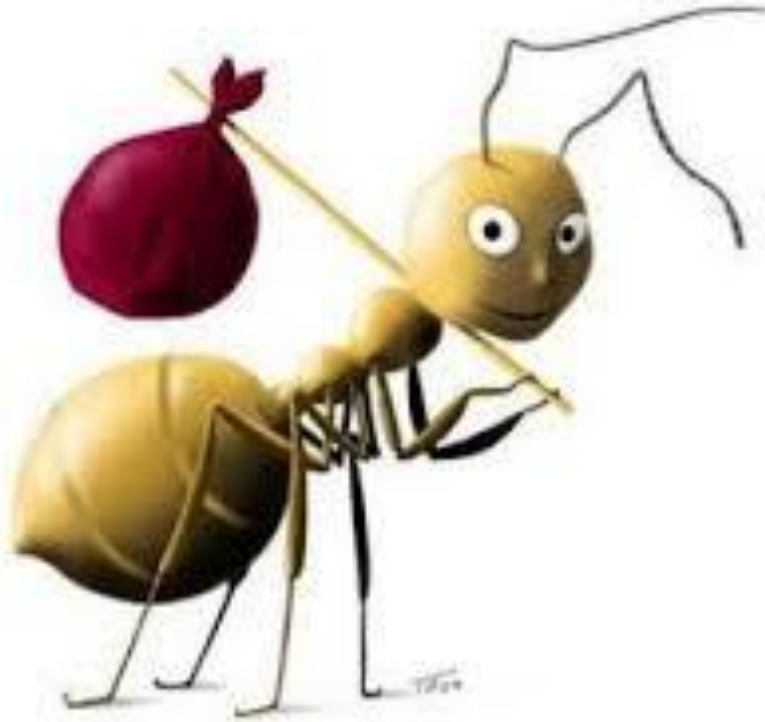
Guide des Fourmis de France

THIBAUD MONNIN
XAVIER ESPADALER
ALAIN LENOIR
CHRISTIAN PEETERS

Belin:



Merci



En route pour Pau

