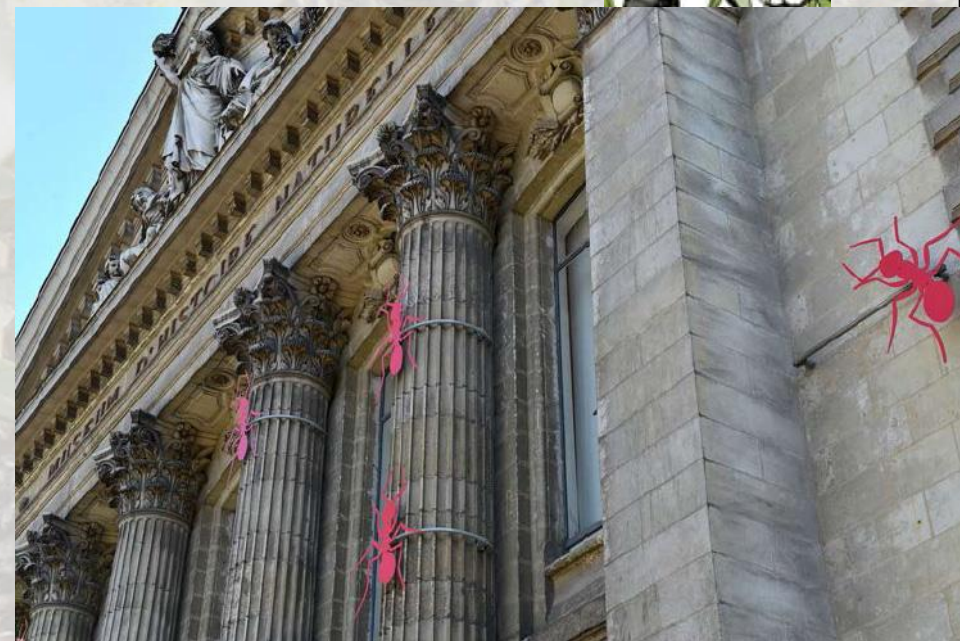


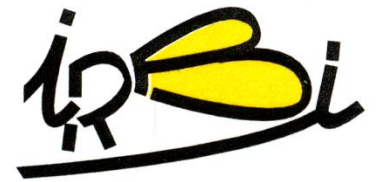
MILLE MILLIARDS {DE FOURMIS}





UNIVERSITÉ
FRANÇOIS - RABELAIS
TOURS

Les fourmis, biodiversité et pollution



**Alain Lenoir, Professeur émérite
Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte
Université de Tours**



Photo Thibaud Monnin





Des amoureux des fourmis

Xavier Espadaler

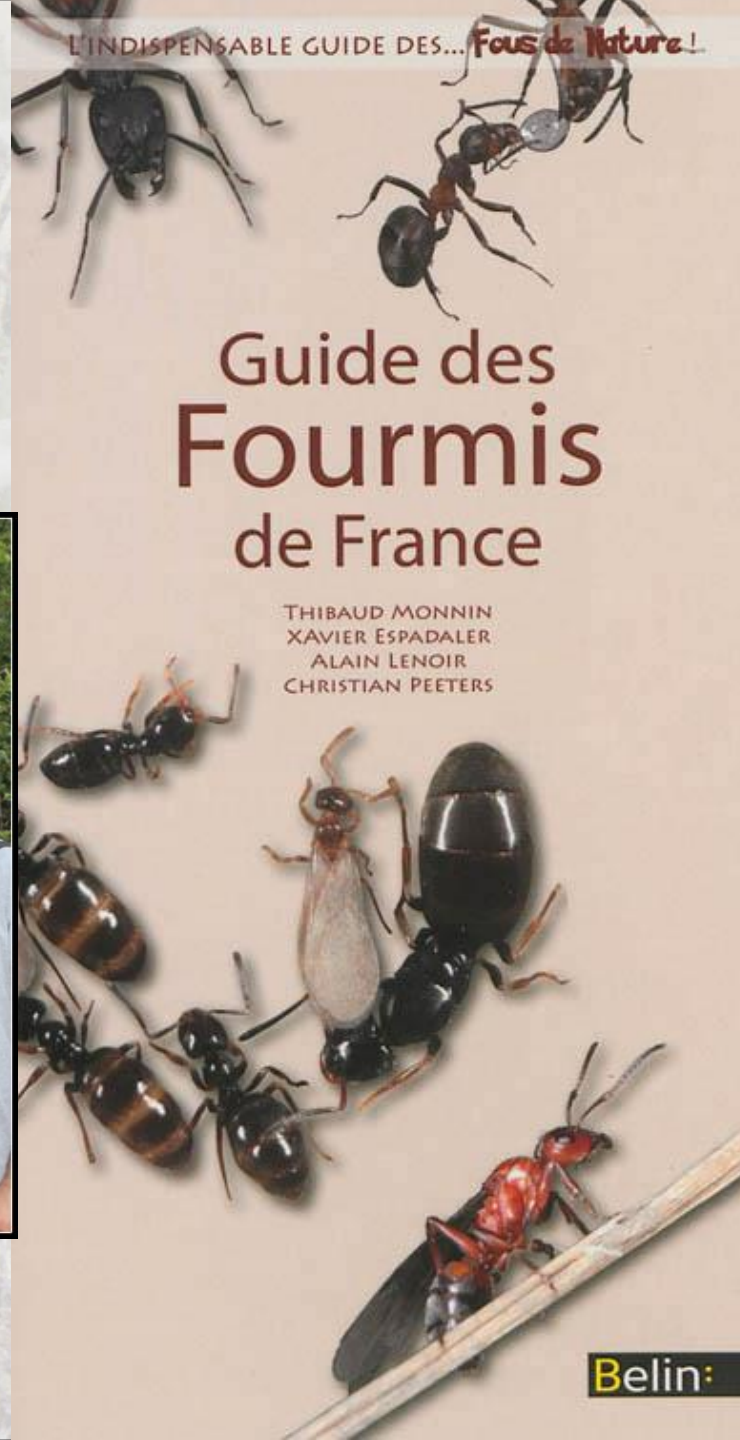
Christian Peeters

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:

Pourquoi les fourmis ont réussi ?

HORS-SÉRIE
SCIENCES
ET
AVENIR

RENCONTRE AVEC PIERRE-HENRI GOUYON

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



- **Invention de l'élevage (pucerons, cochenilles) et de l'agriculture (champignons)**
- Prédatrices, protection des forêts, de la savane
- Ingénieurs des écosystèmes
- Equilibre des écosystèmes

Allez voir l'expo



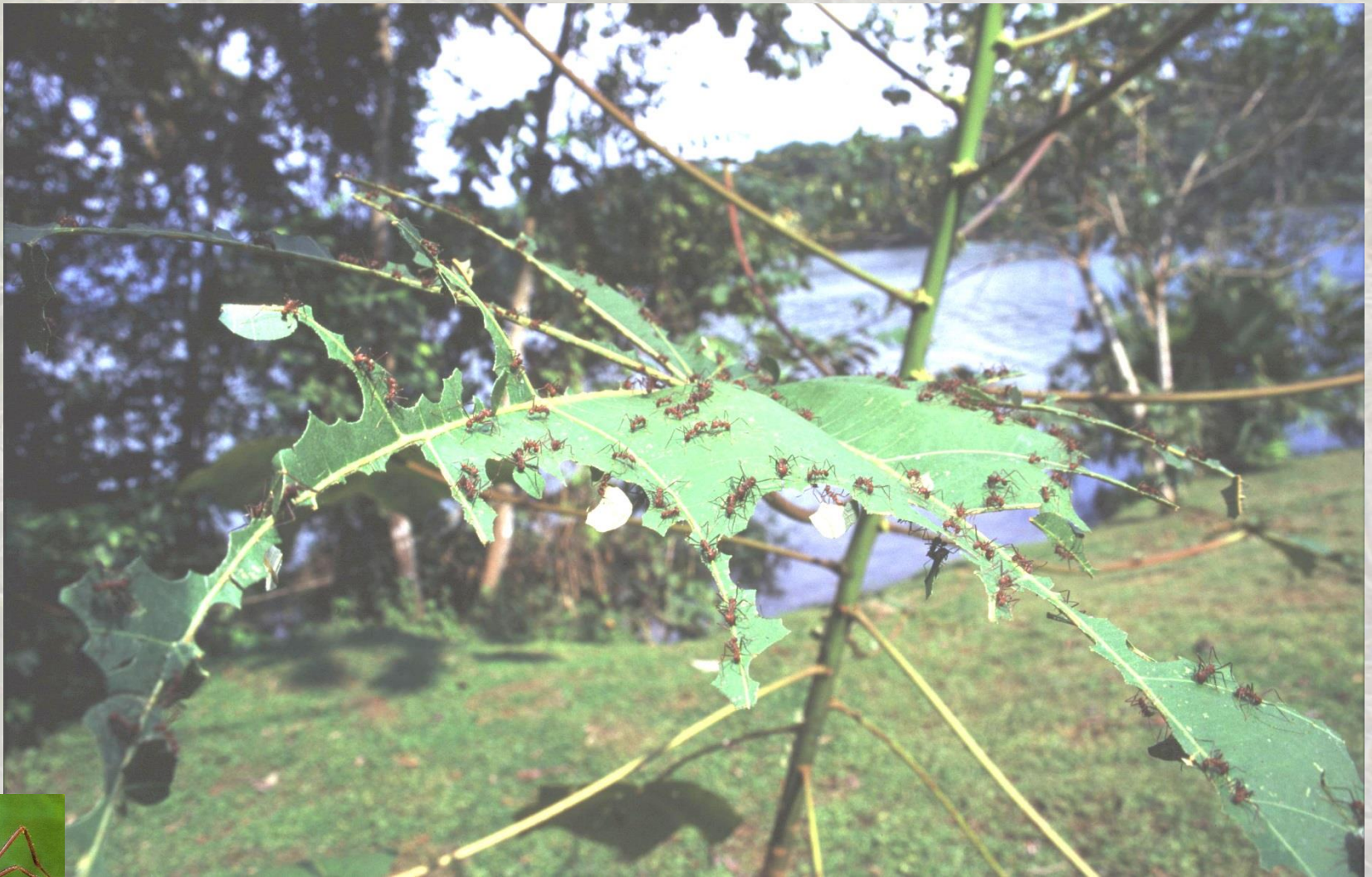
Élevage



Miellat



Atta fourmis coupe-feuilles champignonnistes



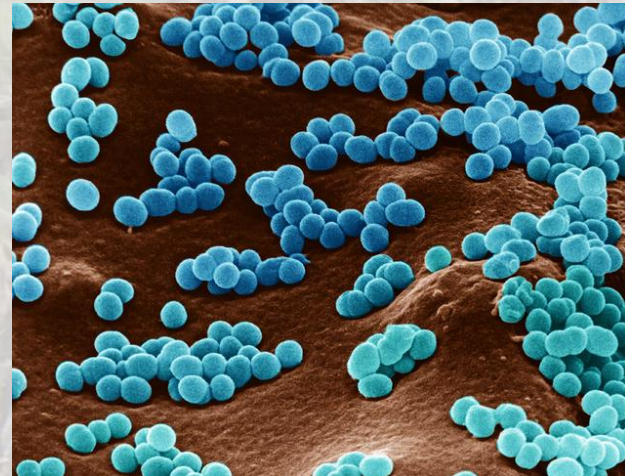
les fourmis champignonnistes

Ce sont de très
bonnes cultivatrices.



Pourquoi les fourmis ont réussi ?

- Invention de l'élevage (pucerons, cochenilles) et de l'agriculture (champignons)
- **Domestication de bactéries**
- **Bactéries symbiontes**
tube digestif = deuxième cerveau



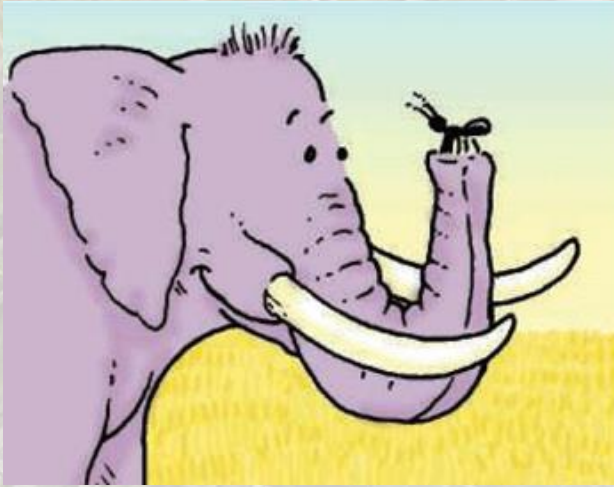
Pourquoi les fourmis ont réussi ?

- Invention de l'élevage (pucerons, cochenilles) et de l'agriculture (champignons)
- **Prédatrices, protection des forêts, de la savane**
- Ingénieurs des écosystèmes
- Equilibre des écosystèmes

Fourmis rousses des bois



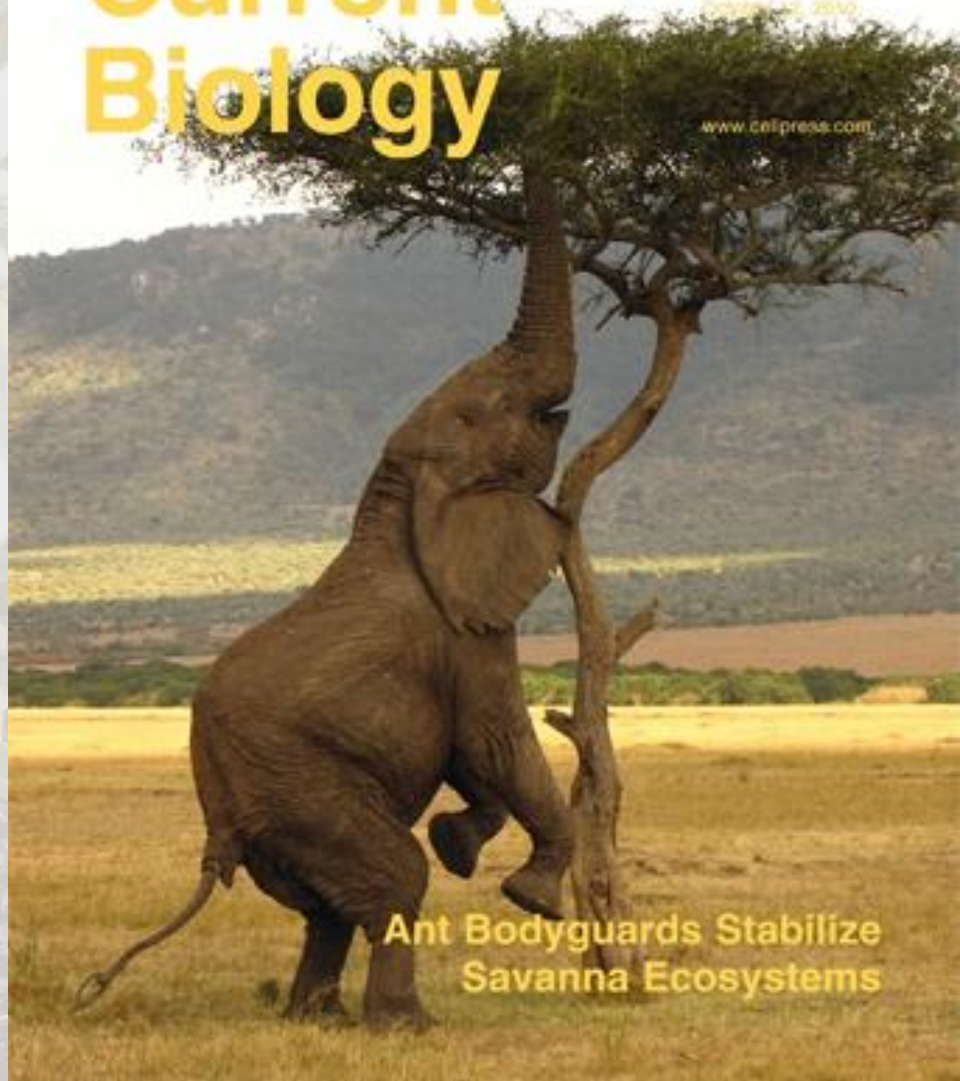
Éléphants et Acacias dans savanes africaines



Current Biology

Volume 20
Number 18
October 23, 2009

www.cellpress.com



Ant Bodyguards Stabilize
Savanna Ecosystems





Pourquoi les fourmis ont réussi ?

- Invention de l'élevage (pucerons, cochenilles) et de l'agriculture (champignons)
- Prédatrices, protection des forêts, de la savane
- **Ingénieurs des écosystèmes (avec termites)**
- Equilibre des écosystèmes

Ingénieurs des écosystèmes

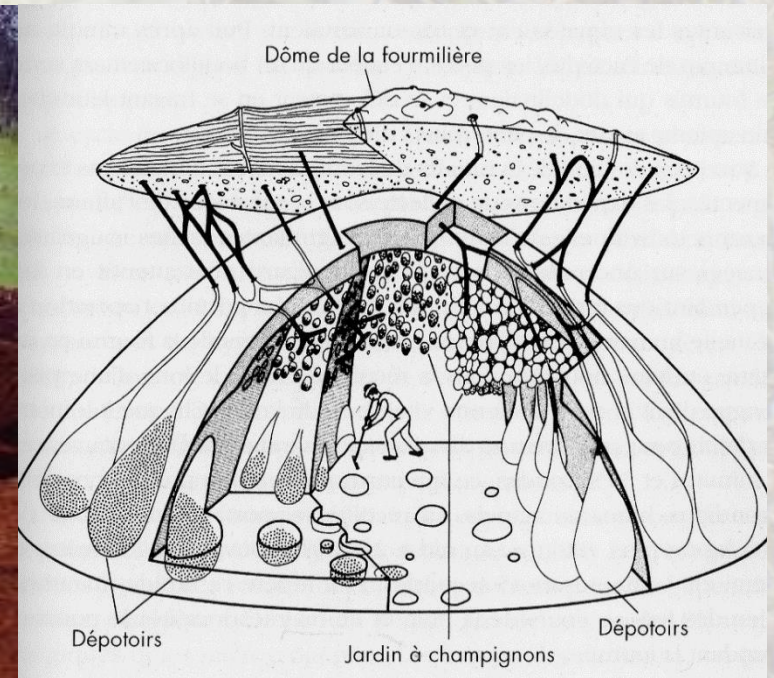


Afrique : termites



Argentine : 2 000 kg terre retournée / ha par fourmis (après vers de terre)

Fourmis champignonnistes



Équilibre des écosystèmes

Fourmis bons indicateurs de l'état des milieux

- Coupes forêts ou feux : 5 à 8 ans (pinèdes Espagne)
- Réhabilitation des mines (Australie, Sicile)
- Diminution biodiversité en agriculture intensive
 - Ex plantations palmiers à huile
- Fourmis invasives dans milieux perturbés
- Perte de biodiversité

Moisson inédite dans la steppe de Crau

INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE | Dans une plaine provençale polluée par du pétrole, des fourmis ont été introduites pour aider à la reconstitution de la végétation originelle

PIERRE LE HIR

Saint-Martin-de-Crau
(Bouches-du-Rhône)
Envoyé spécial

Précautionneusement, le chercheur soulève un galet. Le temps d'entrevoir, dans la cavité de terre rouge, une grappe de fourmis aux mandibules chargées de minuscules œufs laiteux. L'homme referme la cache, tout sourire. La greffe a pris ! Trois ans après la réintroduction de près de deux cents reines fécondées, la moitié des nids ont survécu. Dans quelques années, chacun comptera entre 8000 et 20000 ouvrières, dont la mission sera d'aider au retour de la végétation originelle. « Une première, encore tentée nulle part ailleurs », dit Thierry Dutoit, direc-



Fourmi moissonneuse transportant une graine.

RENAUD JAUNATRE/CNRS-IMBE

et les bonnes couleurs, pas encore le dessin ni la patine du temps. »

C'est la tâche assignée aux fourmis moissonneuses (*Messor barbarus*), dont 169 reines ont été disséminées sur le site, à l'automne 2011, dans des niches obturées par un galet les préservant des prédateurs et régulant la température du nid. Il s'agit, cette fois, d'ingénierie écologique, consistant à « agir pour et par la biodiversité », explique le biologiste : « Plutôt que de faire appel aux ingénieurs des Mines ou des Ponts et Chaussées, utilisons les ingénieurs des écosystèmes ! »

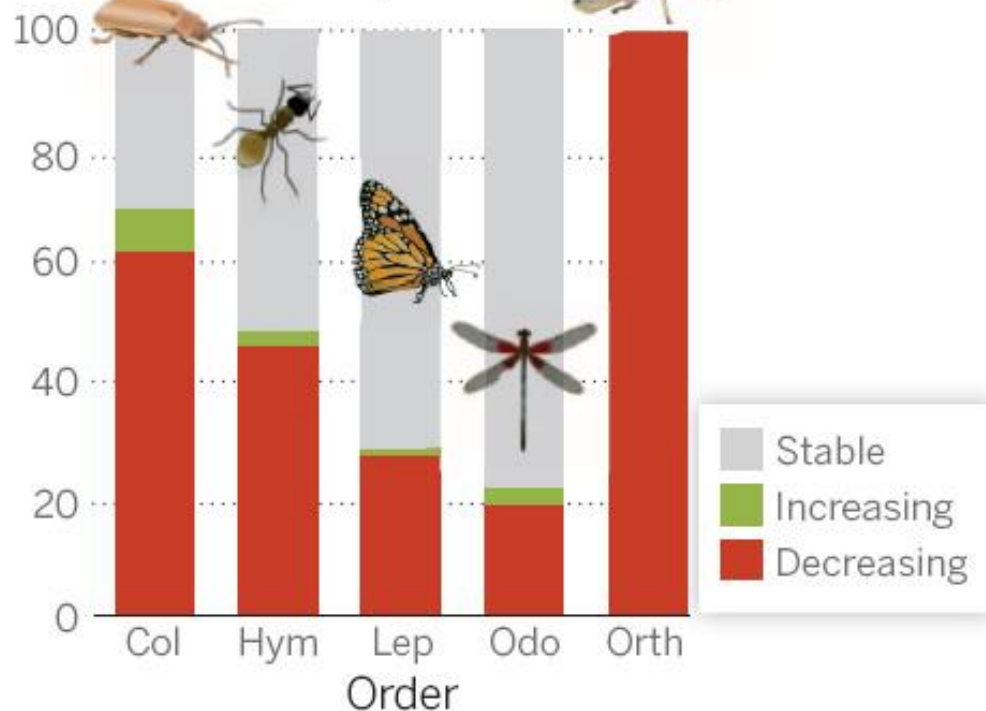
Ces insectes granivores, qui peuvent parcourir près de 40 mètres, plusieurs fois par jour, pour chercher leur subsistance et nourrir la colonie, laissent en effet en chemin des graines, qui s'accumulent aussi dans les greniers et les dépotoirs des fourmières. On y trouve notamment les

Azuré des mouillères avec fourmi hôte *Myrmica*

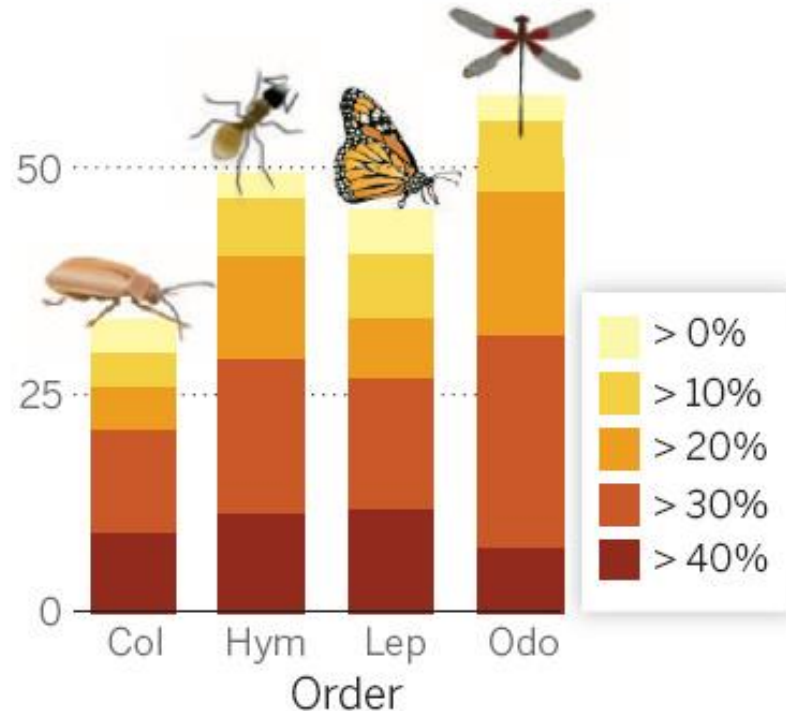


A

Percent of insect species

**B**

Percent decrease over 40 years



IUCN 40% des espèces d'hyménoptères
en décroissance et 100% des orthoptères

Grande-Bretagne

Anthropocène → 6^{ème} extinction ?

Divers

- Fourmis comestibles
- Hygiène chez les fourmis
- « Personnalité » des fourmis ?



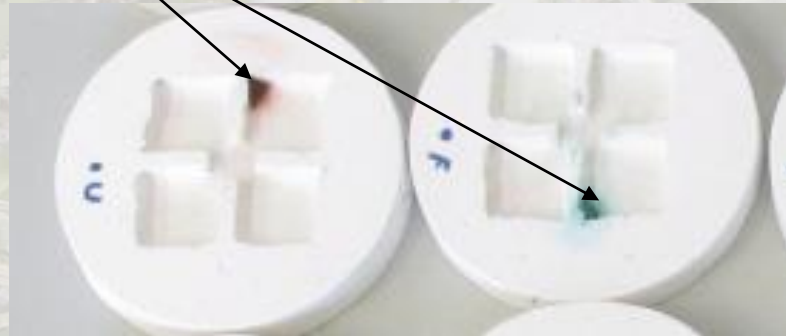
Oecophylles (fourmis fileuses)



Polyrachis dives (Chine)
Reins et anti-inflammatoire

Hygiène dans le nid

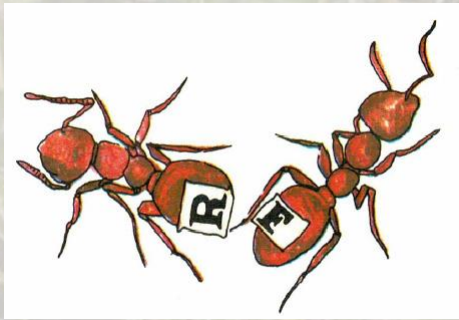
Fèces dans le nid



Cimetières de fourmis ?

Fourmis malades sortent du nid pour mourir

Fourmis champignonnistes avec bactéries pour
lutter contre champignons parasites

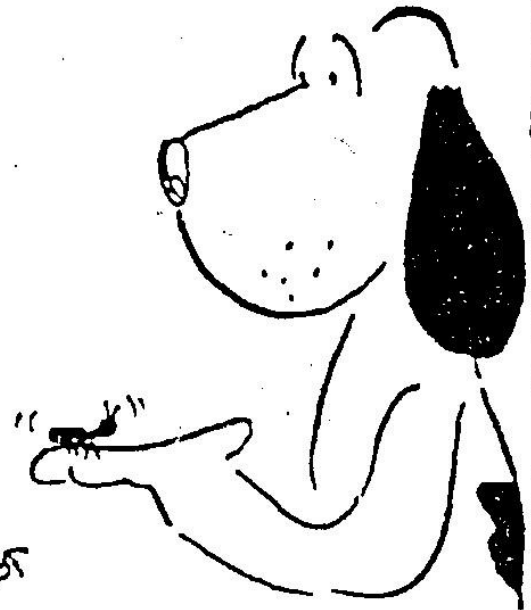


Division du travail



PATCH....

Les fourmis sont
de petites créatures si actives...



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

Personnalité des fourmis ?

Altruisme :

- reconnaissance coloniale
- comportement de secours

Empathie ?



Mes recherches sur les fourmis

Reconnaissance coloniale et spécifique avec produits cuticulaires :

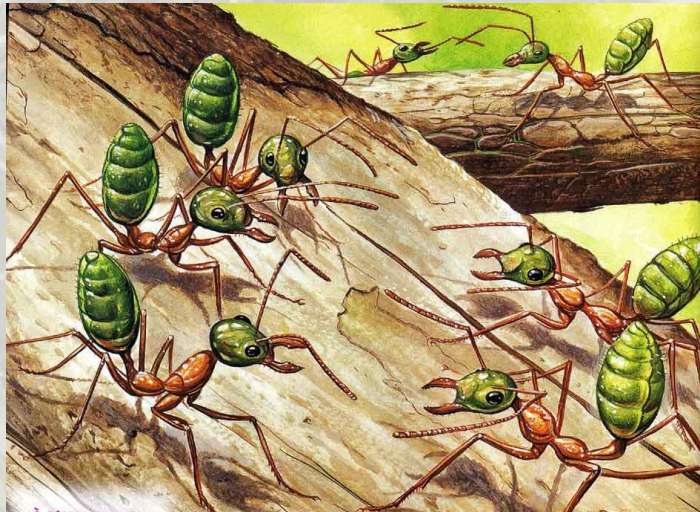
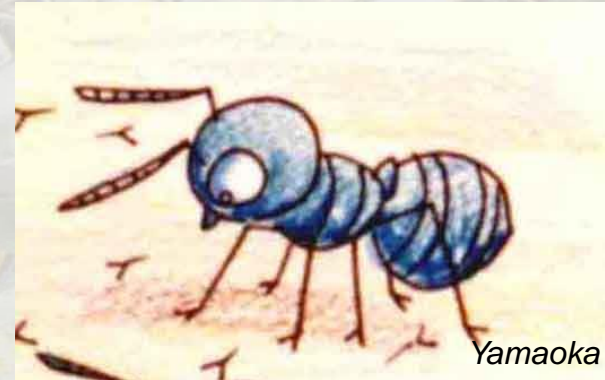


Reconnaissance coloniale

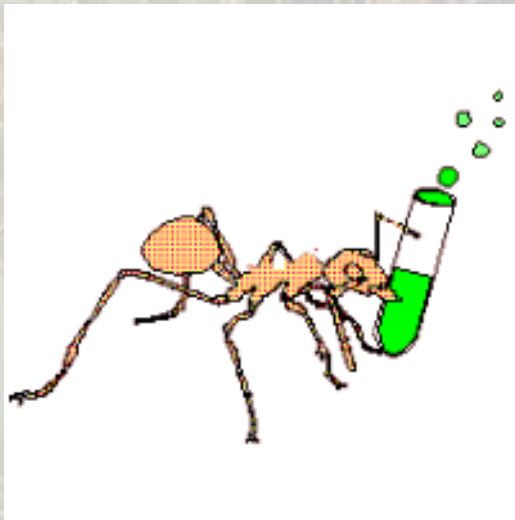


Odeurs

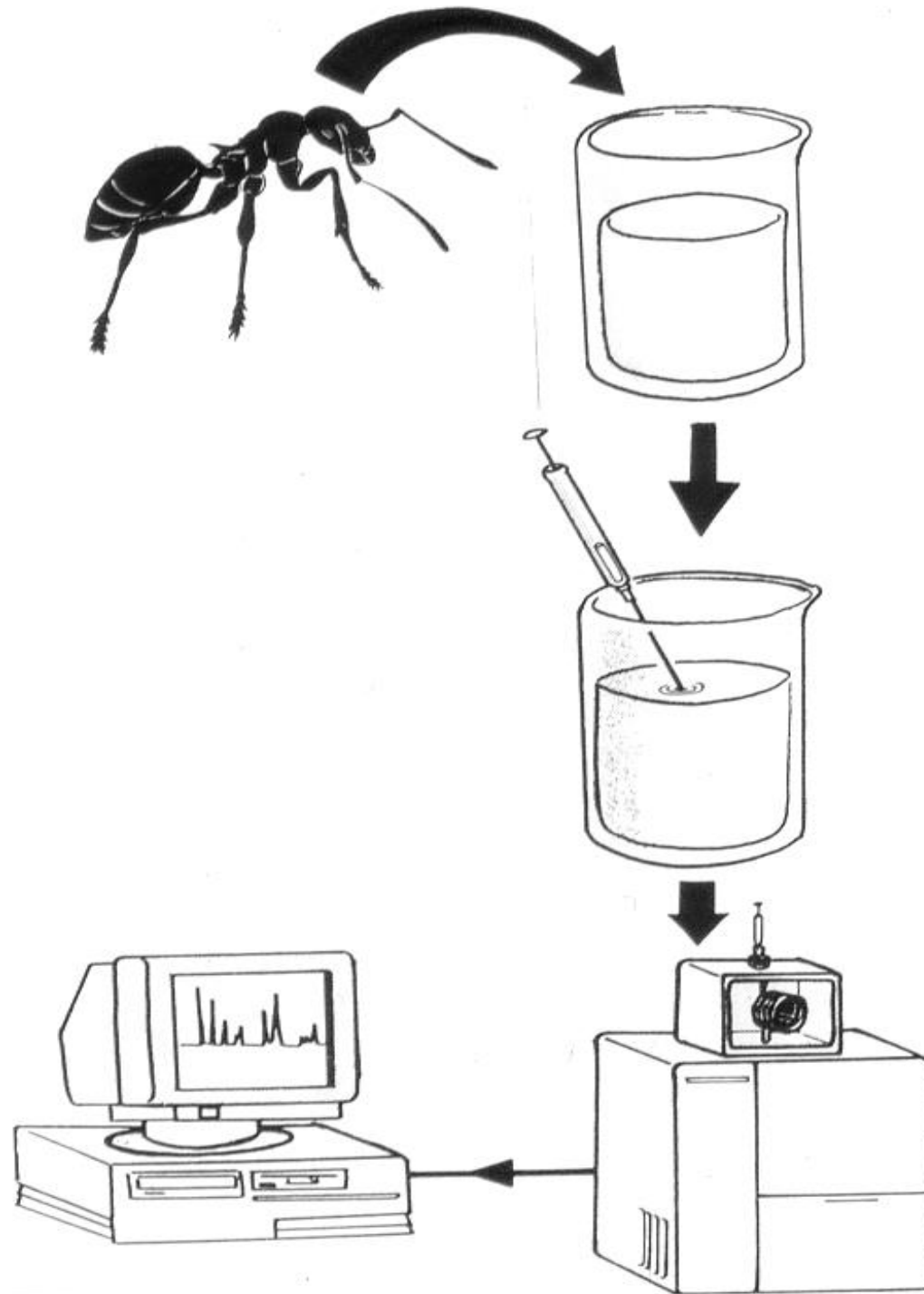
?



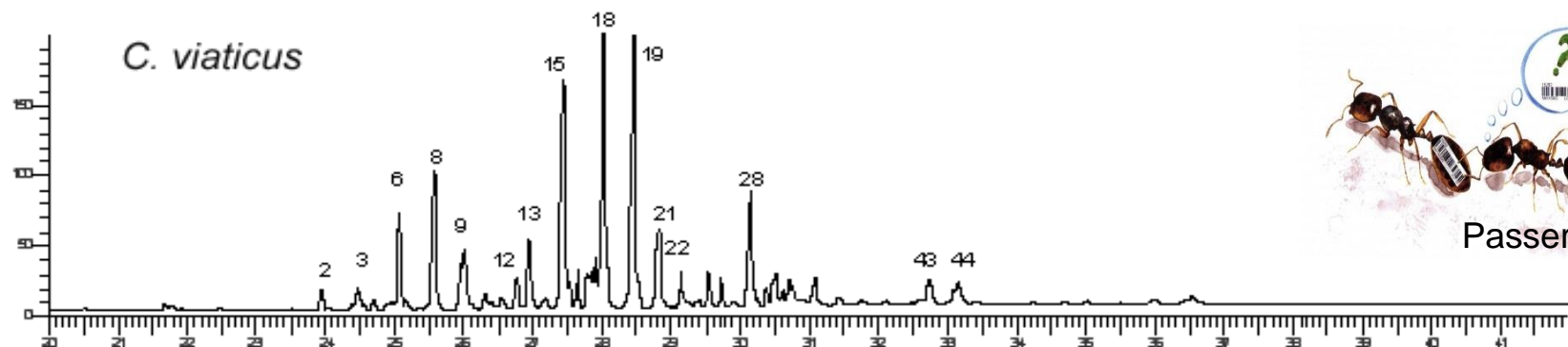
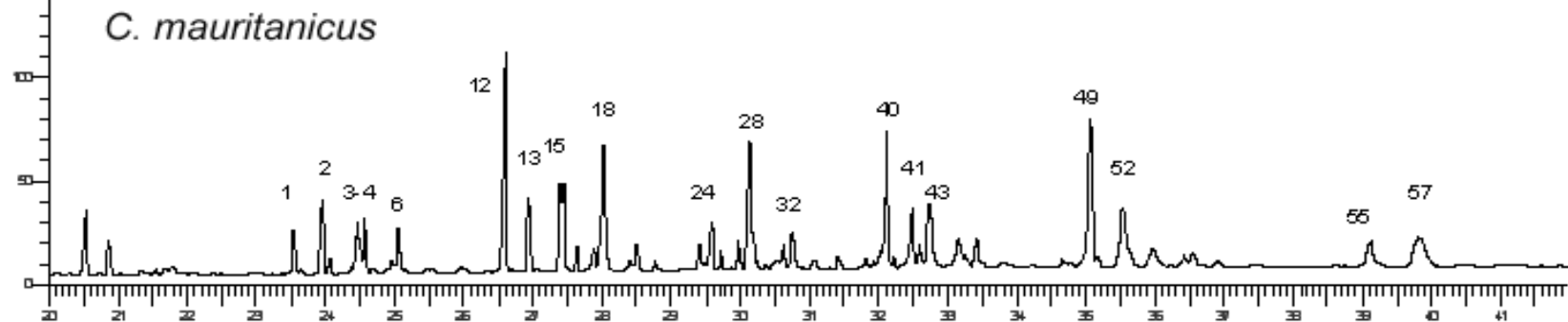
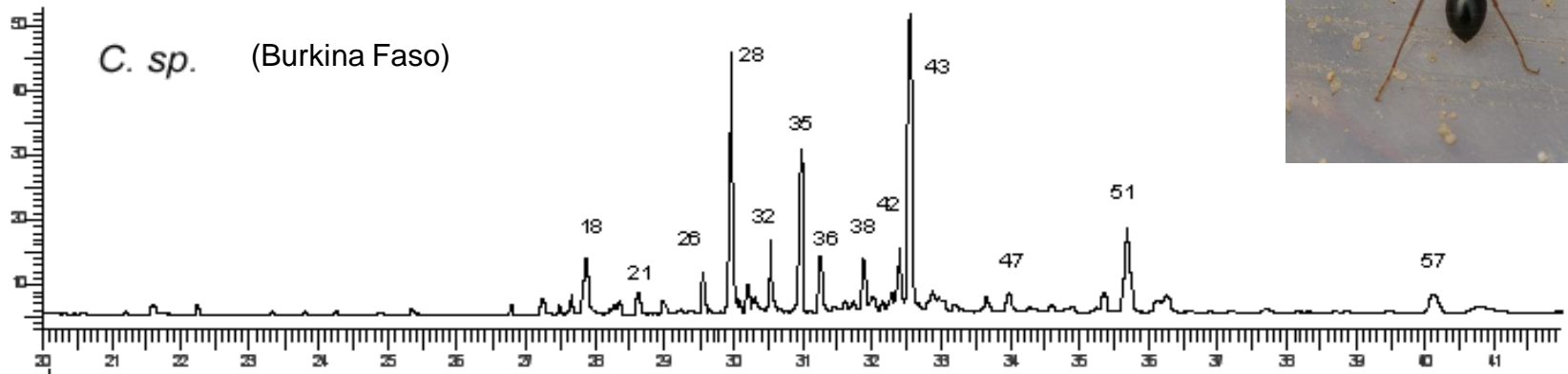
Guerres de fourmis



Chromatographie en phase gazeuse + spectrométrie de masse



Diverses espèces de fourmis *Cataglyphis*



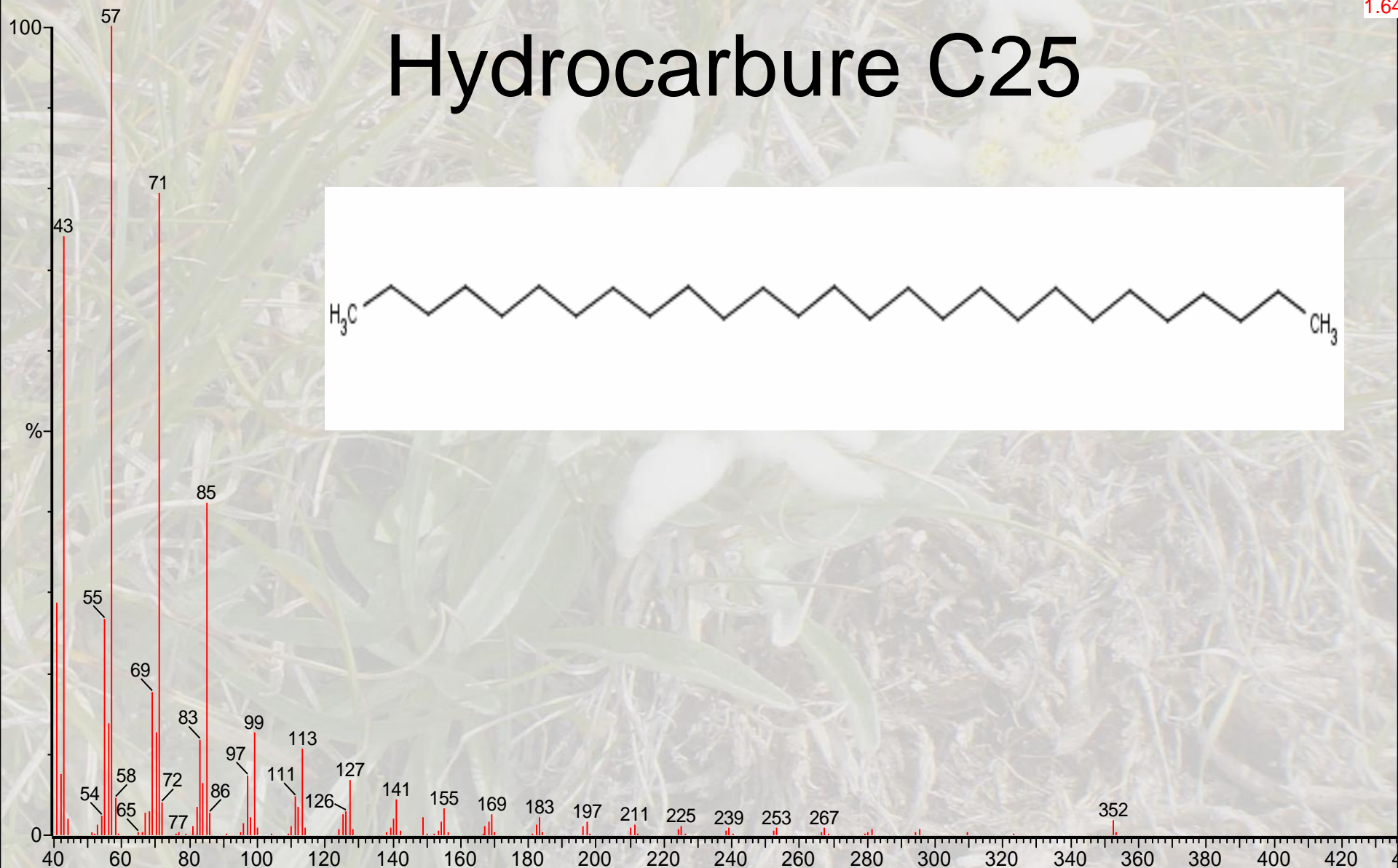
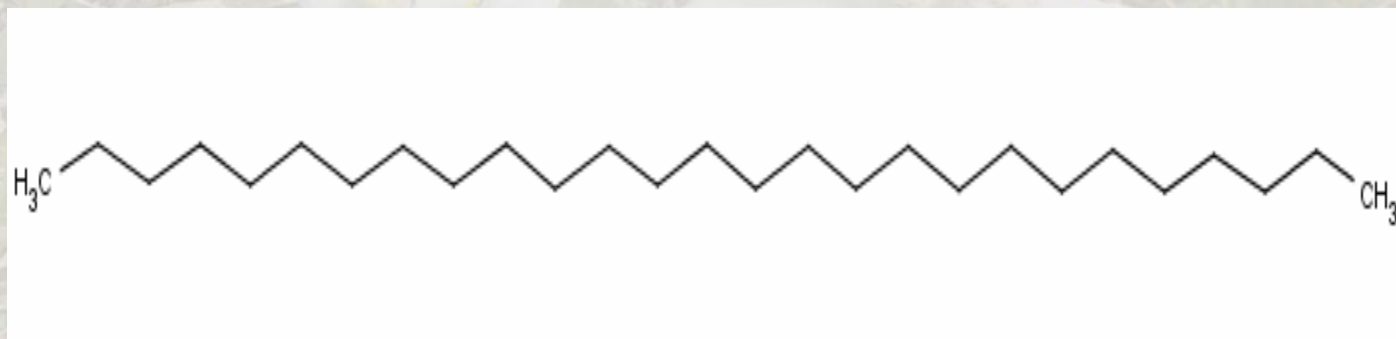
Passera Aron

3/072006

AL_Campofellah_tho 985 (18.955) Cm (982:988-(884:973+1110:1171))

Scan E
1.64

Hydrocarbure C25

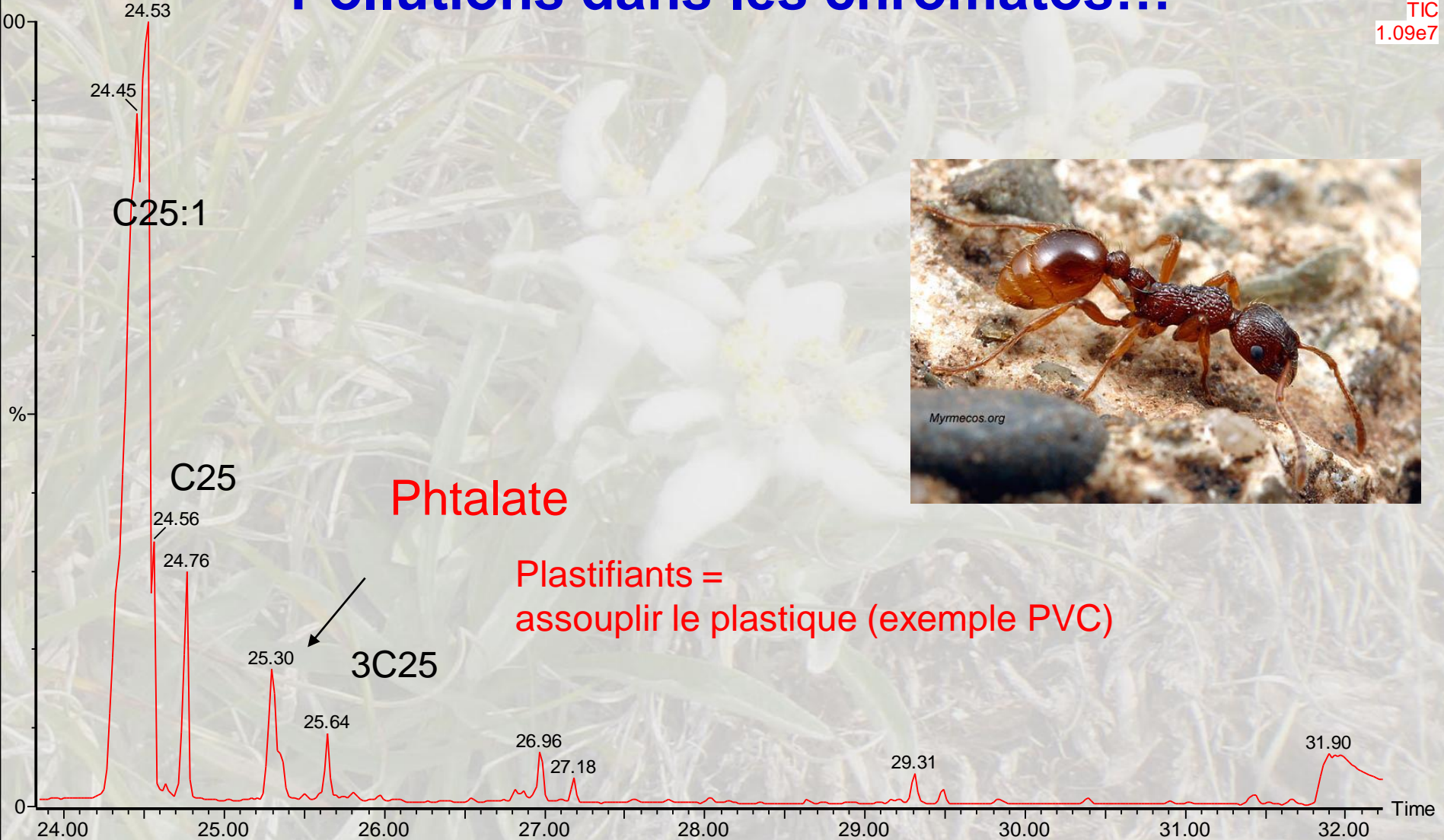


nov 2008

L-Myrmica-scabri-Bourgeoise

Pollutions dans les chromatatos...

Scan EI+
TIC
1.09e7



Divers phtalates chez *Lasius niger*

- DEHP : Di Ethyl Hexyl Phtalate



Plus courte chaîne

- DBP : Di Butyl Phtalate (= DNBP)
et son isomère DIBP : Di IsoButyl Phtalate

- parfois

BBP : Benzyl Butyl Phtalate

DEP : Di Ethyl Phtalate



Quantités sur *Lasius niger* récoltées dans la nature

2 ng/fourmi

**Soit 1/1000 poids frais fourmi
= 1mg / kg**

**Mais très variable au labo : janvier
2011 près de 30 ng / fi...**

Qui ? Où ?

Phtalates

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



Phtalates sur autres insectes ?

- *Nemobius sylvestris*



- *Apis mellifera*



- Toiles araignées grottes en Chine



Origine ?



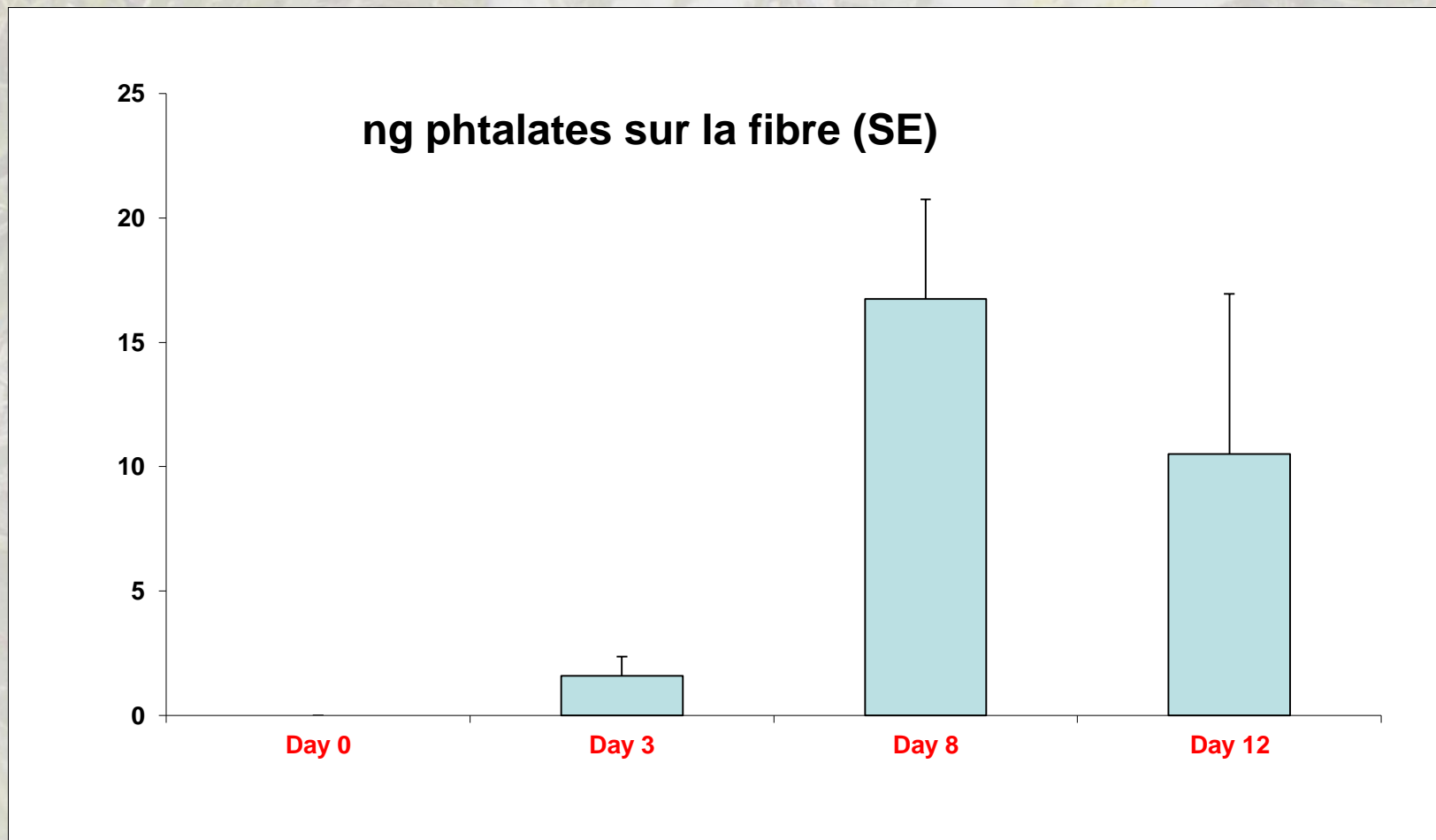
- Contact avec plastiques (donc au labo)
- Plupart matières organiques diffusent dans l'air = aérosols
DEHP dans poussières : 100 à 7 000 microgr/ g

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



Dans l'air ?

Capteur spécial exposé à l'air



Idem dans l'eau





Contents lists available at [SciVerse ScienceDirect](http://SciVerse.Sciencedirect.com)

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

Phtalates où ?



Phtalates

Phtalates

- utilisés en grande quantité pour rendre plastiques PVC plus souples et moins cassants (voitures, bâtiment, matériel médical, jouets, colles, peintures, boîtes plastique, poches transfusion, rideaux douches, sols)
- petites molécules comme solvant : parfums, vernis à ongle, pesticides, répulsifs insectes, lubrifiants pour le textile
- matériel chirurgical

Lien souple avec le plastique -> relâchés dans l'environnement, par ex dans micro-ondes, plus rapide quand le plastique vieillit.

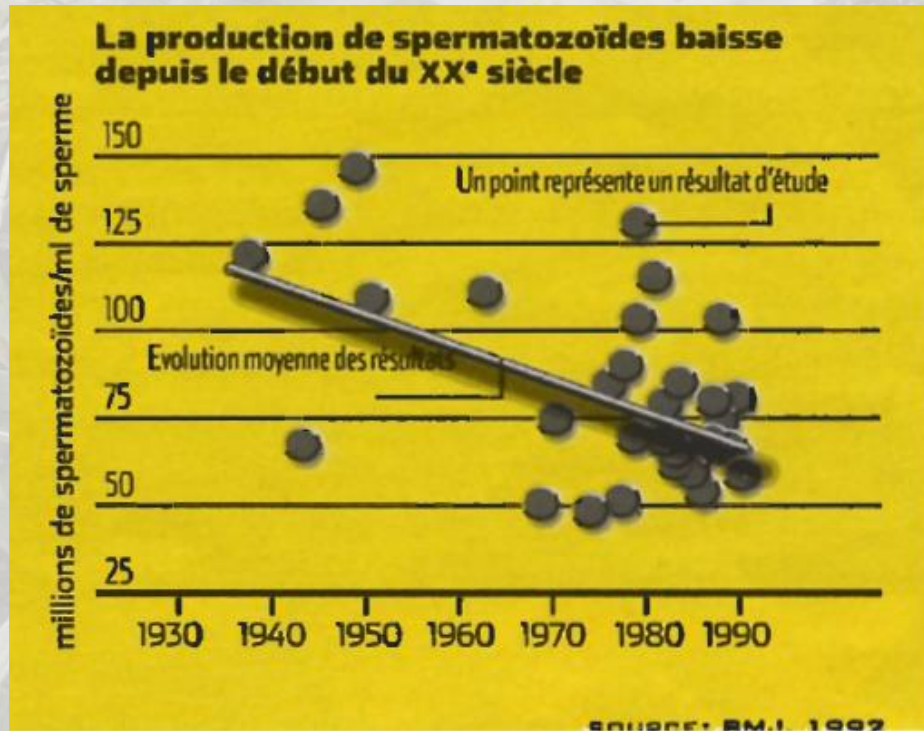
Photo dégradation : $\frac{1}{2}$ vie 2 à 30 jours, mais dérivés ?

- Presque tout le monde dans l'urine
- 60 millions de consommateurs, février 2009 : 20% des tee-shirts avec des taux de phtalates supérieurs à la norme européenne
- 6 mois dans une voiture neuve !
- quantités énormes dans l'air (jusqu'à $300 \text{ ng} / \text{m}^3$)



Effets des phtalates sur l'homme

- 60% des jeunes espagnols de 18 à 30 ans (sur un échantillon de 1239) présentent un sperme de mauvaise qualité selon les critères de l'OMS et auront plus de difficultés à avoir des enfants.



LA FERTILITÉ MASCULINE

Chute spectaculaire de la qualité du sperme

Une vaste étude française montre que la concentration en spermatozoïdes a baissé d'un tiers entre 1989 et 2005

Ce n'est pas encore la déroute, mais une alerte sérieuse. Le sperme des Français contient de moins en moins de spermatozoïdes. Selon une vaste étude française mise en ligne mercredi 5 décembre sur le site de la revue *Human Reproduction*, la concentration en spermatozoïdes a chuté de près d'un tiers entre 1989 et 2005.

En moyenne, elle reste toutefois au dessus des seuils définissant l'infertilité masculine. Pour expliquer ces résultats, le rôle des perturbateurs endocriniens — bisphénoles A, phthalates, PCB, etc. — est évoqué.

Le déclin de la qualité du sperme est un sujet qui donne lieu à controverse depuis des années, les études épidémiologiques conduites dans les pays développés présentant en effet parfois des résultats discordants.

La concentration moyenne de spermatozoïdes était de 73,6 millions par millilitre de sperme en 1989. En 2005, elle était de 49,9 millions/ml.

Il n'en reste pas moins que l'hypothèse d'un rôle joué par les perturbateurs endocriniens est de plus en plus confortée par les données biologiques et toxicologiques. C'est allé jusqu'à l'essai de l'expérimentation sur l'animal ou des expositions humaines aux perturbateurs, notamment in utero.



sont accumulés les chiffres issus des centres d'assistance médicale à la procréation (AMP).

Les auteurs de l'étude ont analysé les données de tous les hommes dont le couple participait à un programme d'AMP dans les 126 principaux centres en France métropoli-

nis. Il n'est a priori aucune raison d'avoir une qualité de sperme différente de celle de la population générale», explique le docteur Joëlle Le Moal (département de santé environnementale, INVS).

En France, l'AMP est remboursée par la Sécurité sociale, ce qui

du tabagisme. Cependant, explique le docteur Le Moal, « au cours de la période étudiée, parmi les personnes ayant un niveau socio-économique supérieur à la moyenne, le tabagisme masculin a plutôt diminué et l'augmentation de l'indice de masse corporelle a été

tombée à 49,9 millions/ml. Ces valeurs se situent encore nettement au dessus des seuils en dessous desquels un homme est considéré comme stérile (1, à 20 millions/ml). L'inquiétude vient surtout de la régularité avec laquelle ce taux décroît. « Nous réval-

L'essor de la fécondation « in vitro »

Procréation assistée Le nombre d'enfants issus d'une fécondation *in vitro* progresse rapidement en France. Selon l'Institut national d'études démographiques (INED), 69 049 bébés sont nés grâce à cette technique entre 2004 et 2008 contre 39 658 durant la période 1994-1998, soit une progression de 74 %.

Spermatozoïdes Sur 22 401 enfants nés en 2010 par assistance médicale à la procréation, 11 219 ont vu le jour grâce à un don de sperme, que ce soit après une insémination intra-utérine (technique la plus répandue), après une injection intracytoplasmique ou après une fécondation *in vitro* classique.

rer la fécondation.

Les chercheurs ont constaté une « diminution significative du pourcentage de spermatozoïdes ayant une morphologie normale au cours de la période de dix-sept ans étudiée. Il est passé de 60,9 % en 1989 à 39,2 % en 2005, avec toutefois une période de stabilisation de 1996 à 1998.

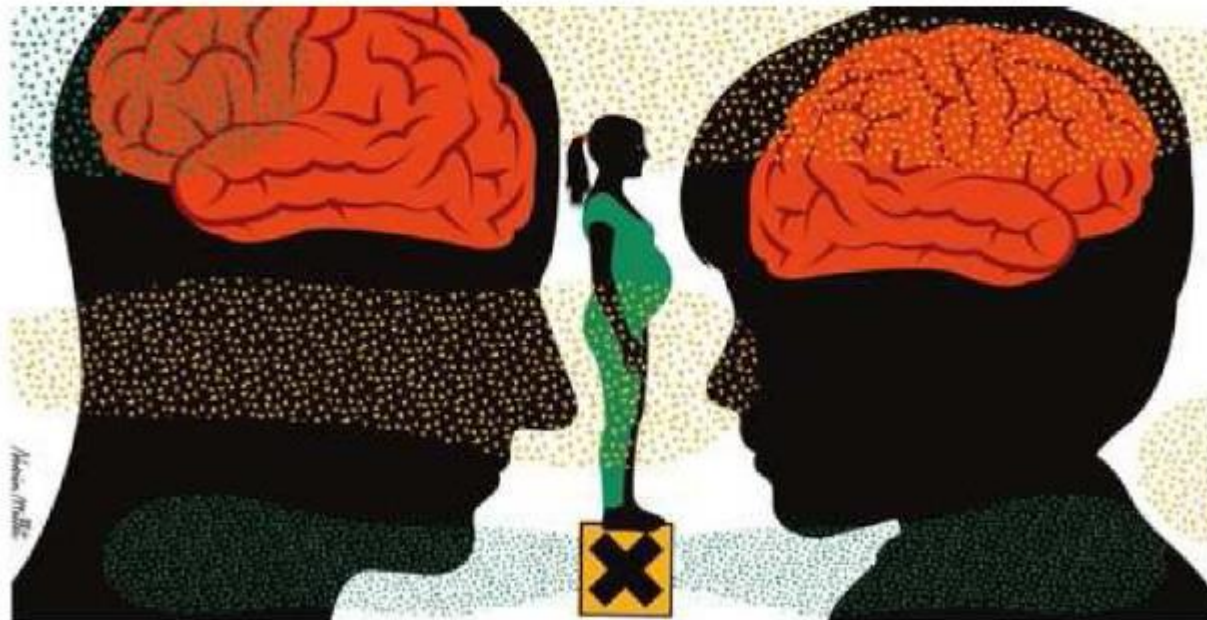
A l'inverse, la motilité des spermatozoïdes s'est améliorée de 1997 à 1998. Elle est ensuite restée stable jusqu'en 2005.

Conçue pour analyser la qualité du sperme, cette étude ne permet pas de déterminer les facteurs qui pourraient expliquer le déclin. Néanmoins, commente le docteur

La pollution met en danger le cerveau

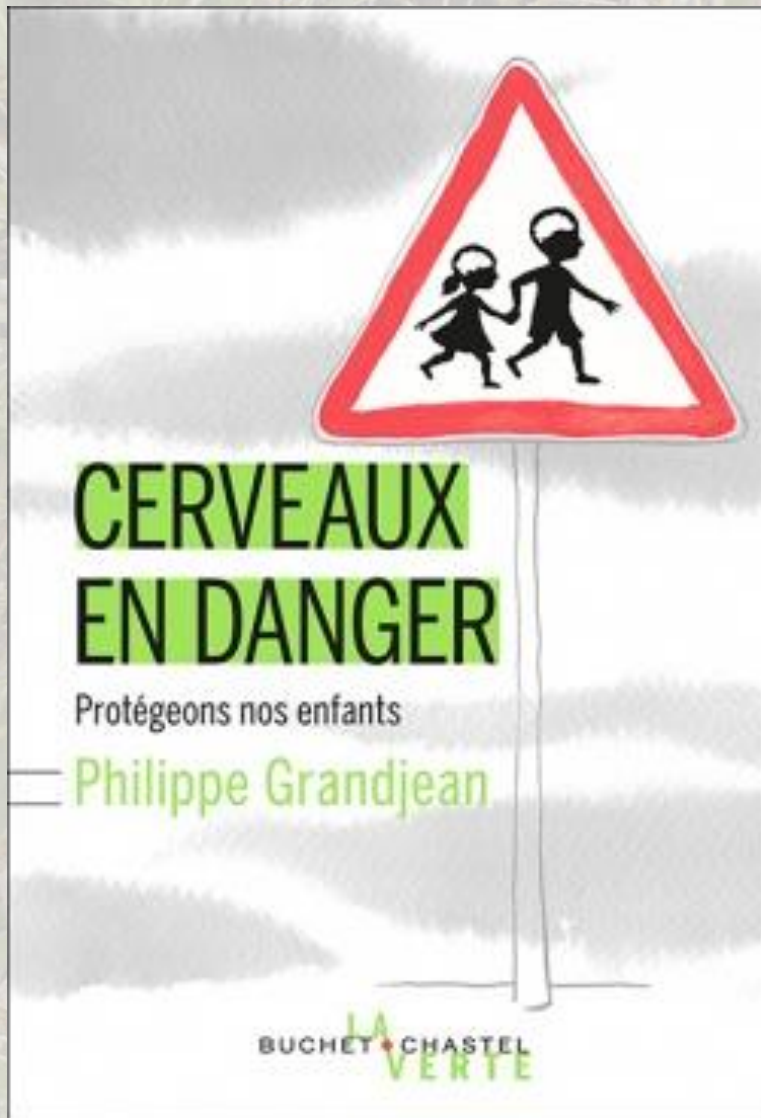
Le Monde.fr | 10.12.2014 à 20h40 • Mis à jour le 11.12.2014 à 13h22 |

Par **Stéphane Foucart** (journaliste/stephane-foucart/)



| Séverin Millet

Des enfants exposés in utero à des niveaux élevés de deux phtalates présentent en moyenne un quotient intellectuel (QI) inférieur de plus de six points à celui d'enfants moins exposés. Cette conclusion préoccupante est le fruit d'une étude au long cours, conduite par des chercheurs de l'université Columbia (New York), et publiée mercredi 10 décembre dans la revue *PLoS One*.



« **Pandémie silencieuse** »
engendrée par
« **l'invasion chimique** »

Paru février 2016

Des nouveaux phtalates

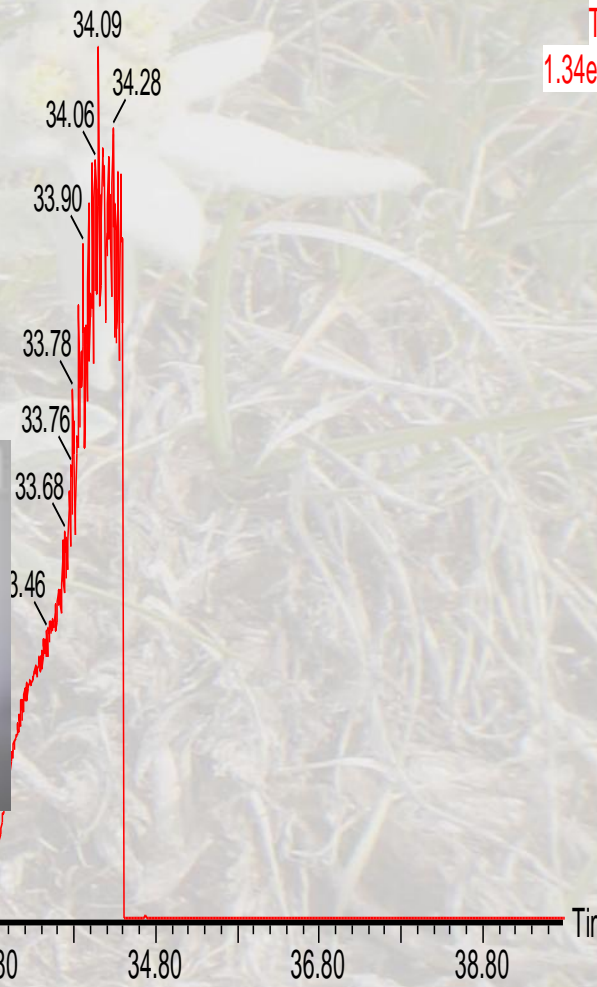
Enorme pic de phtalate,

28-Sep-2011 + 10:19:3

Scan El
T
1.34e1

Pht_toy1

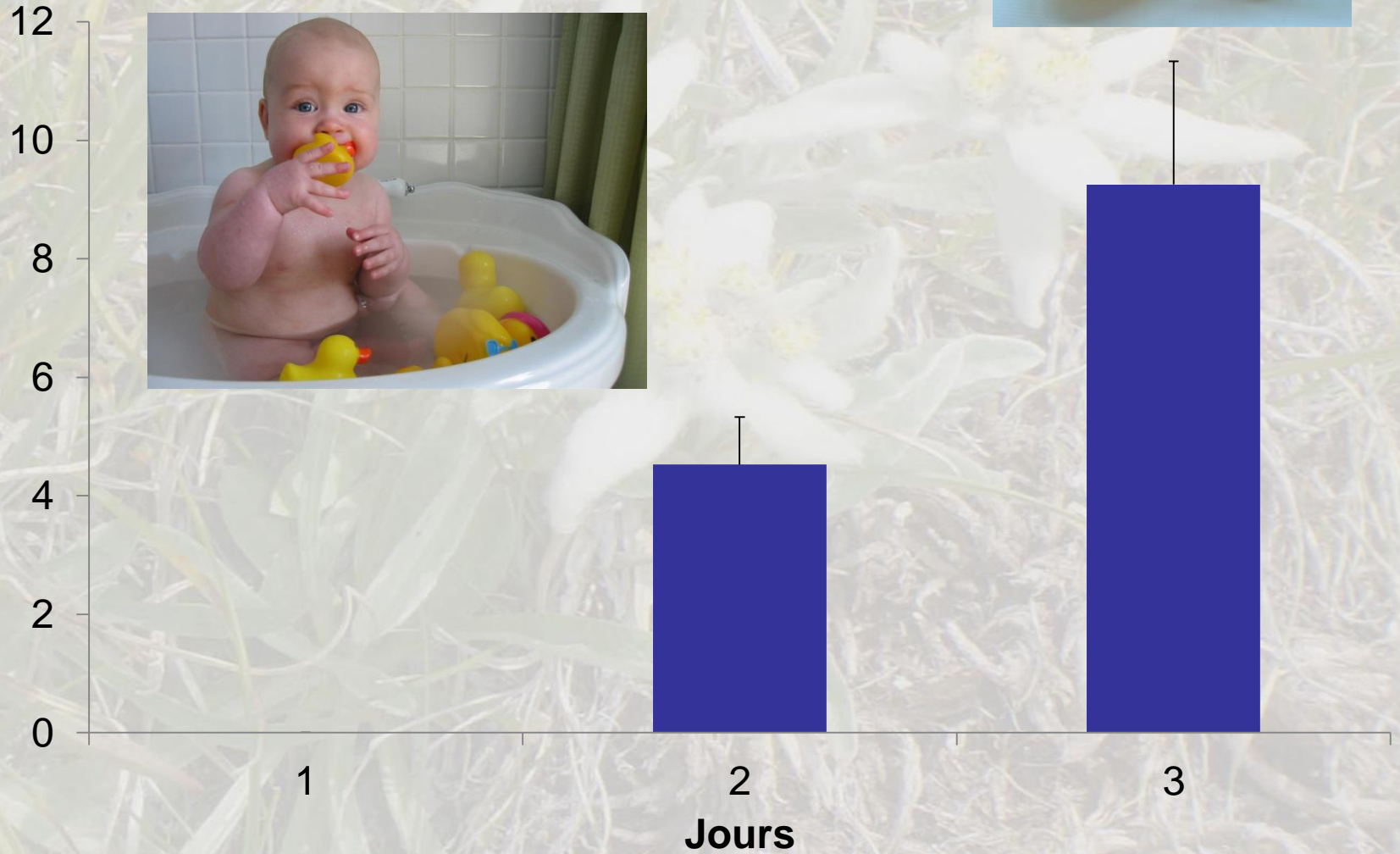
100
%
0



Fourmis avec canards



Quantité DEHTP ng/Fi



Rachel Carson

1907 - 1964



Silent spring 1962 : pesticides (DDT)

Le printemps silencieux 1968

Interdiction DDT USA 1972





Theo Colborn (1927 - 2014)



Perturbateurs Endocriniens



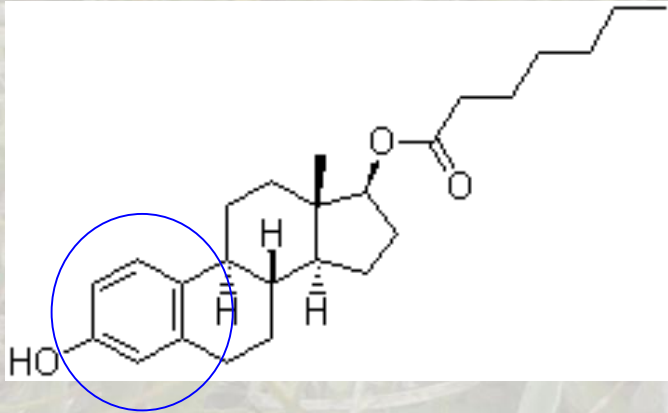
**Pharmacienne puis PhD à 58 ans
1980 découvre que femelles de prédateurs
(oiseaux, reptiles et mammifères)
des grands lacs Amérique Nord
souffrent de désordres de reproduction
par ex déféminisation**

**Déclaration de Wingspread (1991) : création
du terme PE (EDC en anglais)**

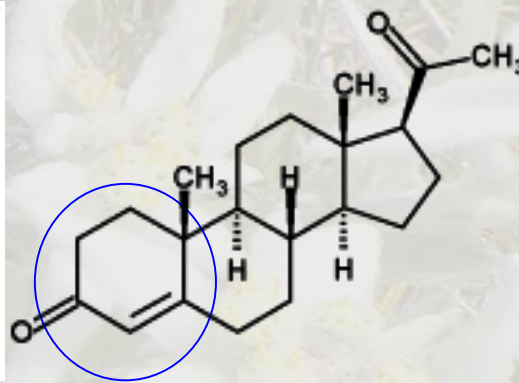
*Les héros de l'environnement
N° spécial de Times 29 oct 2007*

Mode d'action des EDCs

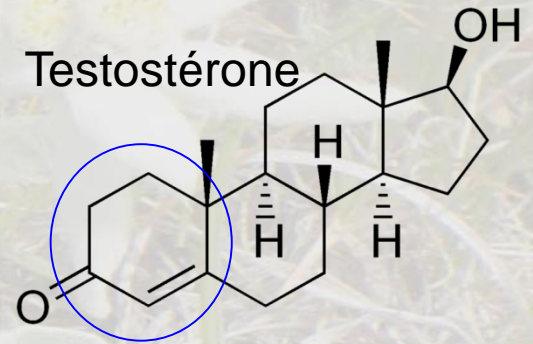
Comportent un noyau cyclique comme les hormones sexuelles stéroïdes



Oestradiol

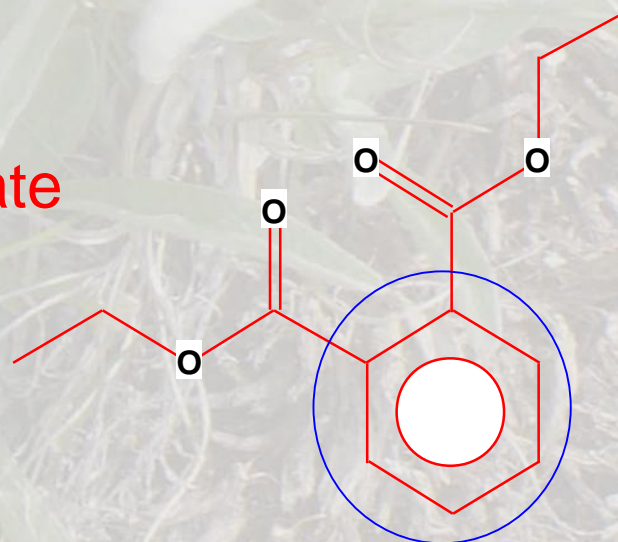


Progestérone



Testostérone

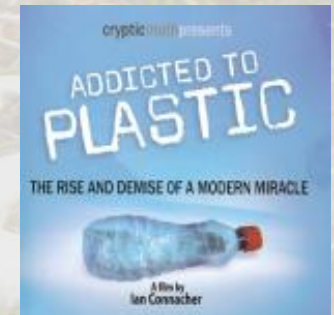
phtalate



Perturbateurs Endocriniens

PEs depuis 50 ans

- Phtalates (partout) : plastiques
- Invasion des plastiques



Le Monde
14 février 2015

article suivant ►
A Londres, le vélo roi

Le plastique envahit inexorablement les mers



La quantité de plastique rejetée dans les océans devrait être décuplée d'ici 2025 et atteindre 80 millions de tonnes



Autres Perturbateurs Endocriniens

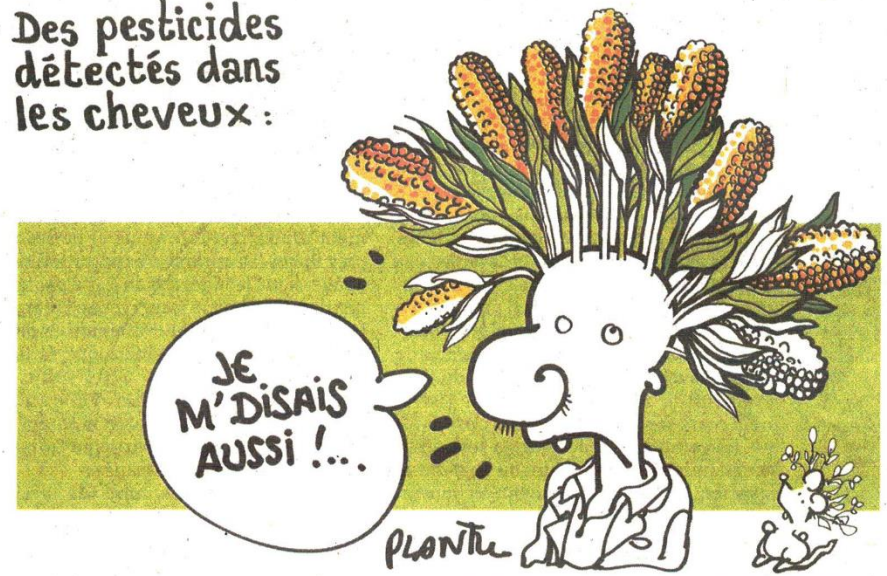
-Pesticides : atrazine, cypermétrine, DDT, chlordane, pyréthroïdes (diff de pyréthrines naturelles),
néonicotinoïdes

Les abeilles en voie d'extinction par Serguei



LE REGARD DE PLANTU

Des pesticides
détectés dans
les cheveux :



Effets des PEs

Axe hypothalamo-hypophysaire et thyroïdien affecté

- prématurité
- malformations génitales
- reproduction défectueuse (baisse qté spermatozoïdes)
- maturité sexuelle précoce chez les filles
- démasculinisation des reptiles, inversion sexe poissons
- **explosion des cancers hormonaux-dépendants (sein, prostate et thyroïde)**

Montée alarmante de la puberté précoce

ENDOCRINOLOGIE | Un nombre croissant de petites filles montrent des caractères sexuels secondaires prématurés. Les perturbateurs endocriniens, présents dans les pesticides, plastiques, cosmétiques... sont fortement suspectés

Petites filles écloses avant l'âge

L'entrée en puberté de plus en plus précoce n'est pas exempte de risques psychologiques

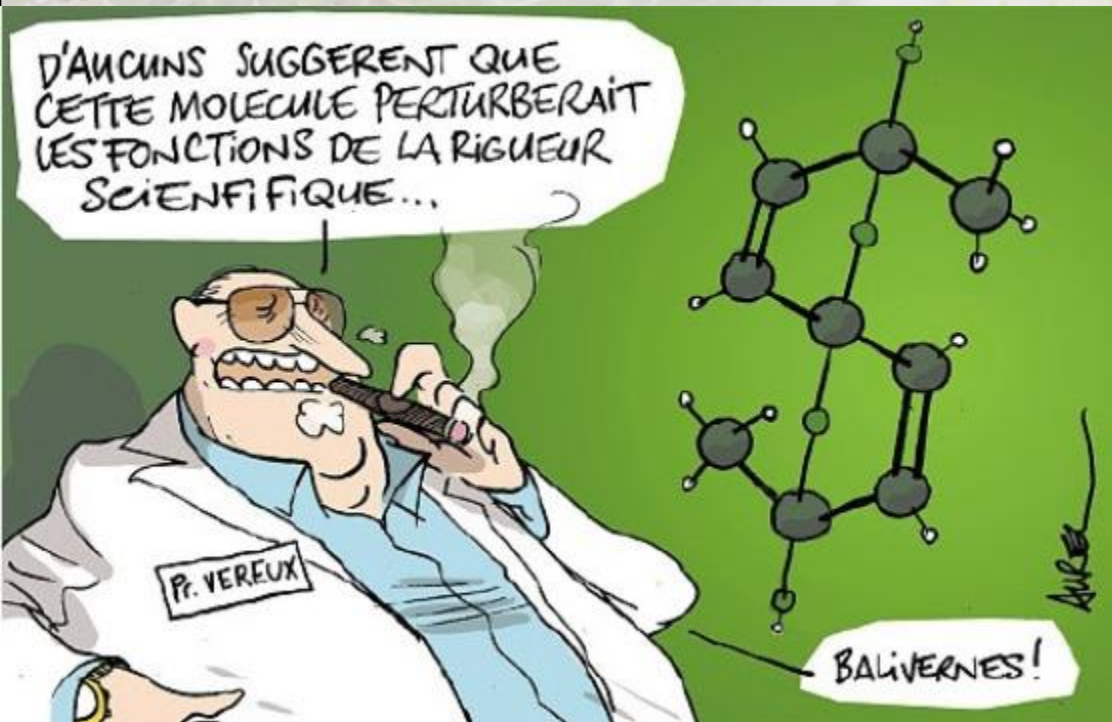
Une vingtaine de perturbateurs endocriniens dans les cheveux des Parisiennes

Le Monde.fr | 12.03.2015 à 17h07 • Mis à jour le 13.03.2015 à 17h00 |

Par **Stéphane Foucart** (journaliste/stephane-foucart/)

L'Europe trop laxiste face aux dangers de centaines de perturbateurs hormonaux

Un appel scientifique international presse Bruxelles de durcir les règles de mise sur le marché



Plan cancer févr 2014 zappe facteurs environnementaux !

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, effets
transgénérationnels)**

**= empoisonnement et stérilisation de
l'humanité ?**

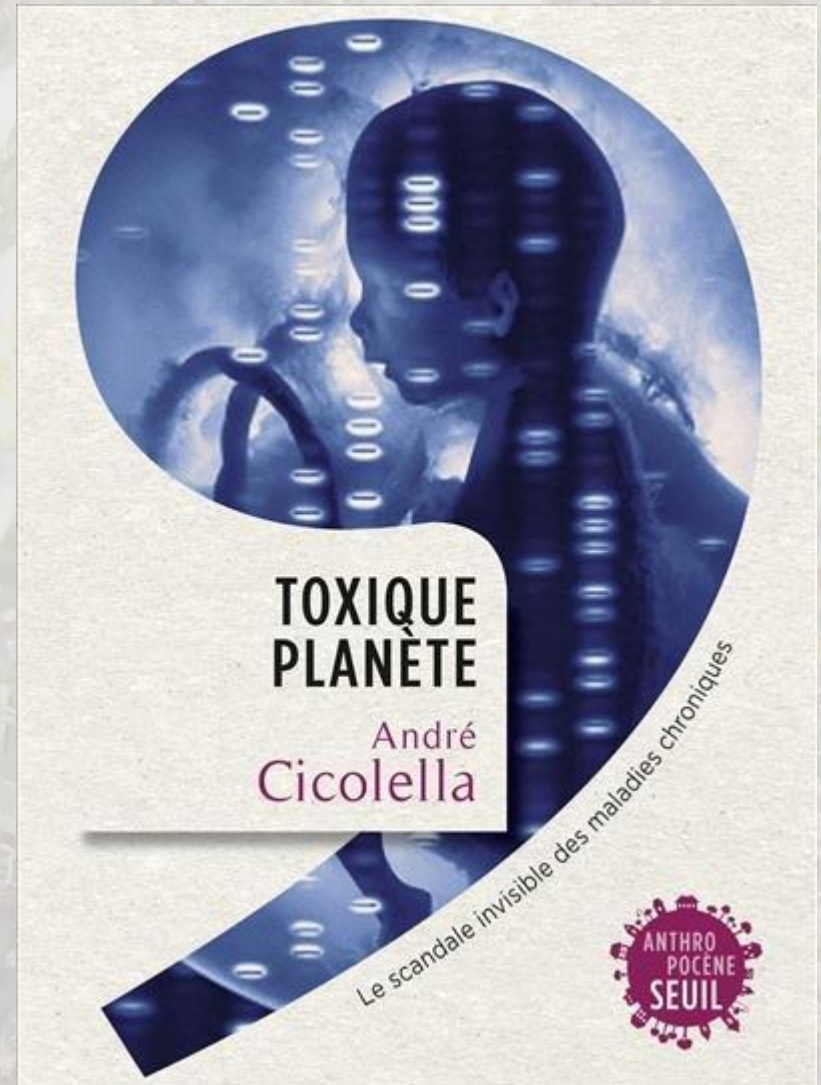
Fourmis bons témoins ?

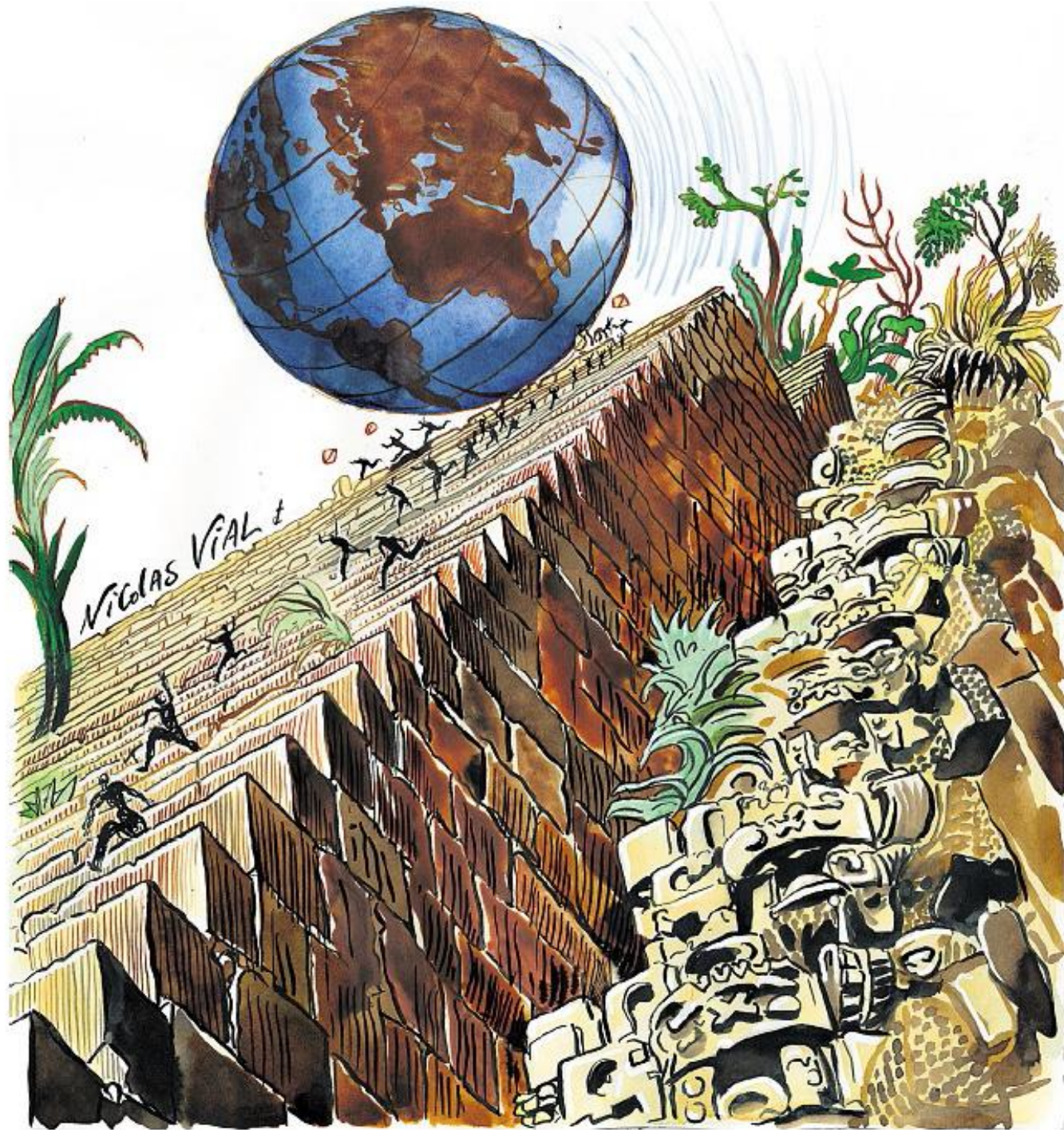
André Cicollela

RES
Réseau Environnement Santé



Maladies chroniques







Merci

