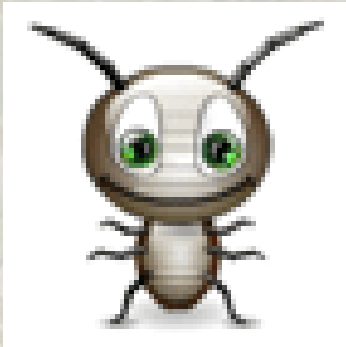


# Fourmis, Biodiversité et Pollution

**Alain Lenoir, Professeur émérite  
IRBI, Université de Tours**



# Fourmis et biodiversité

## 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
- Fourmis ingénieurs des écosystèmes





# Fourmis rousses des bois

(protégées en Suisse)

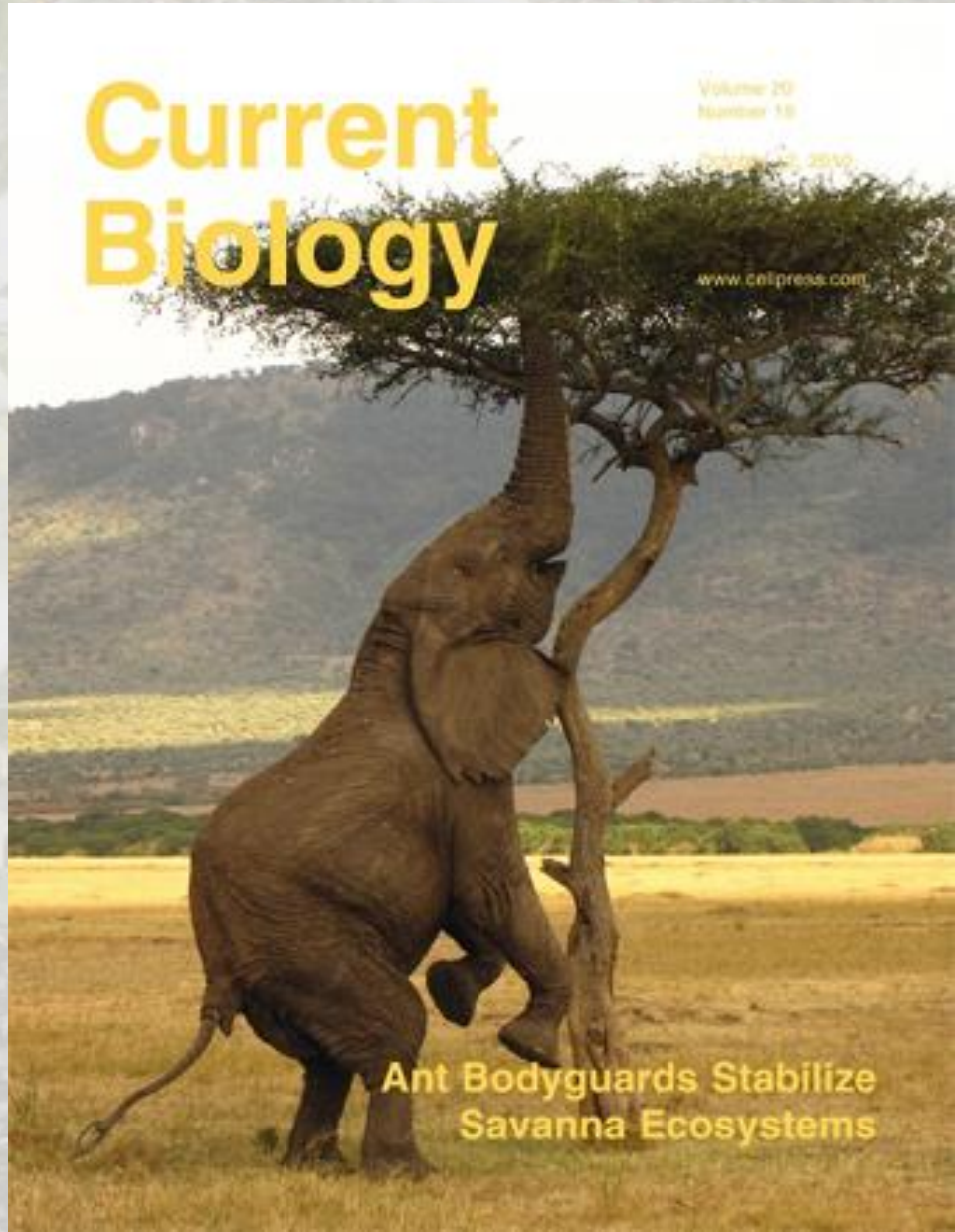
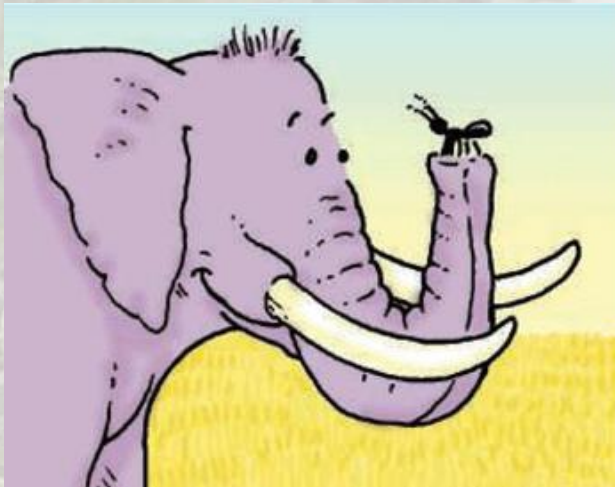




# Azuré des mouillères avec fourmi hôte *Myrmica*



# Éléphants et Acacias dans savanes africaines







# Mes thèmes de recherche sur les fourmis

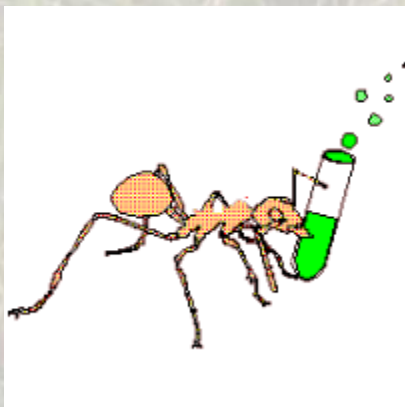
Reconnaissance coloniale et spécifique avec  
hydrocarbures cuticulaires :

-> **polluants sur la cuticule**

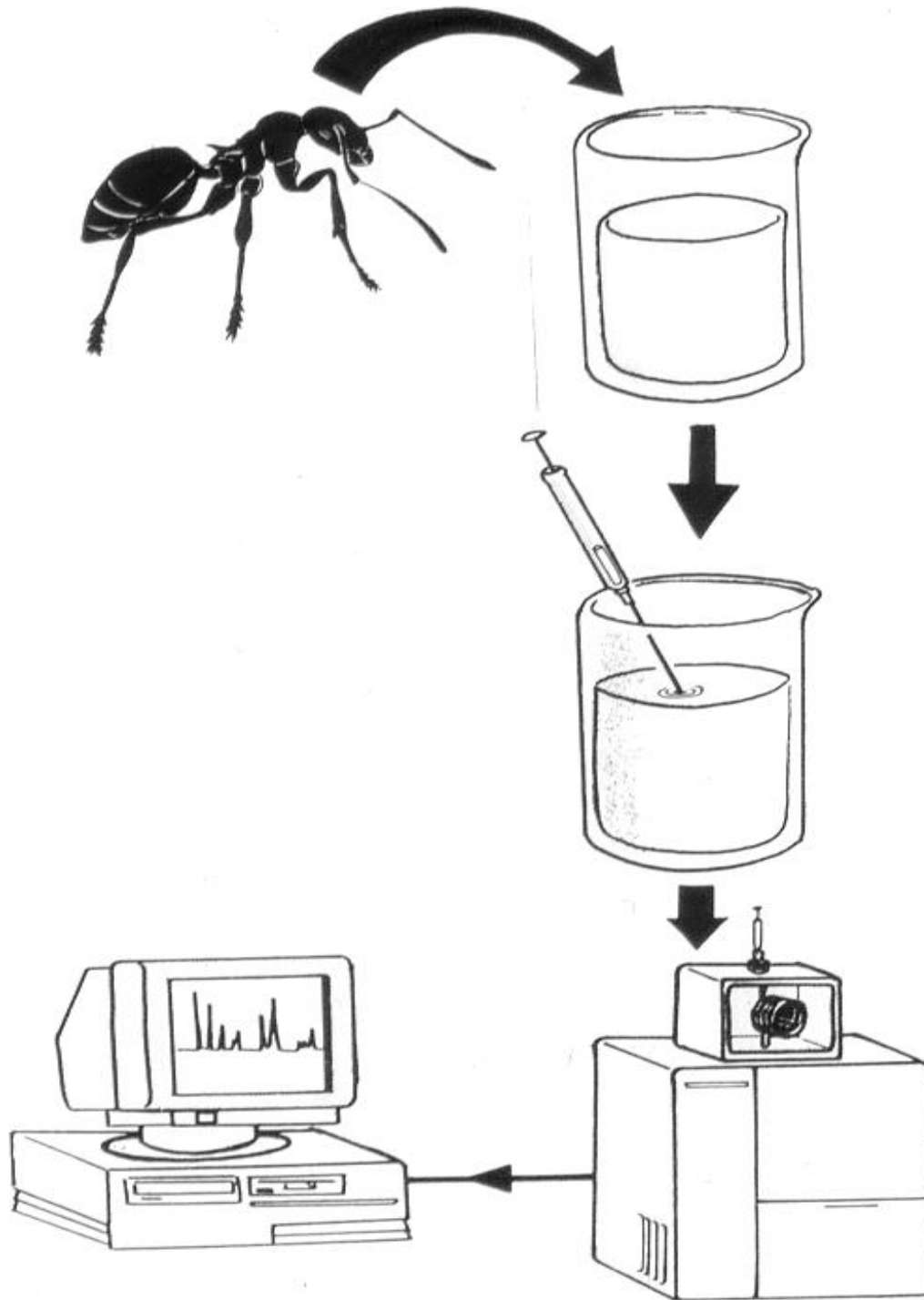


Passera Aron



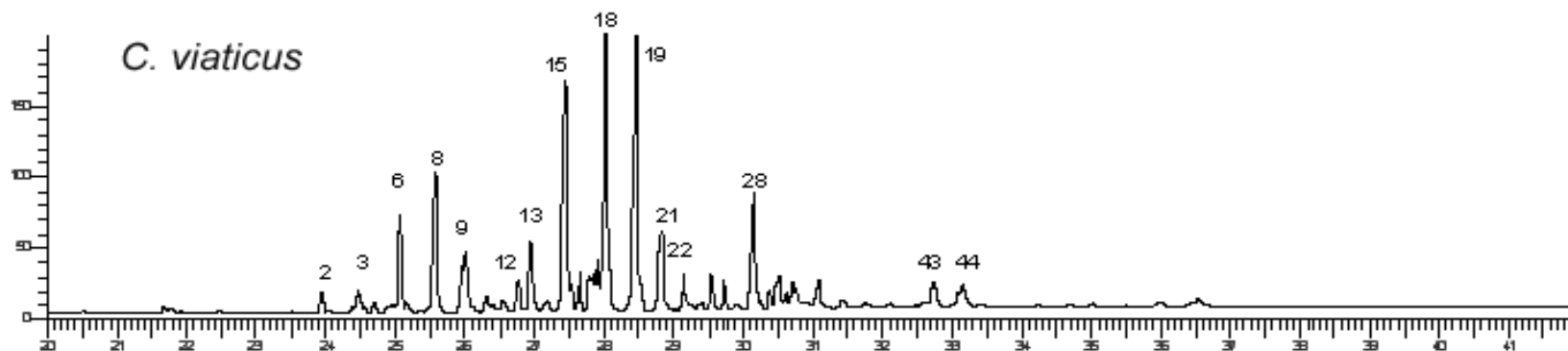
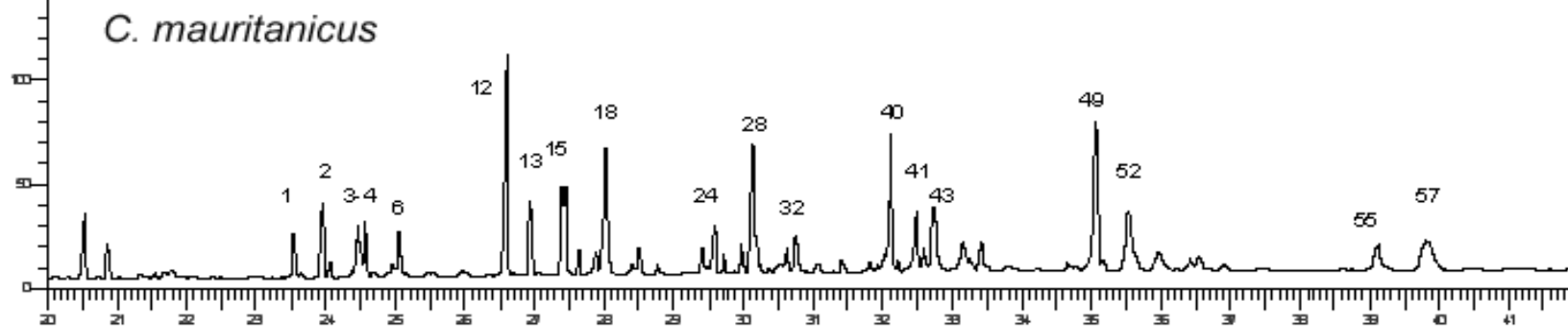
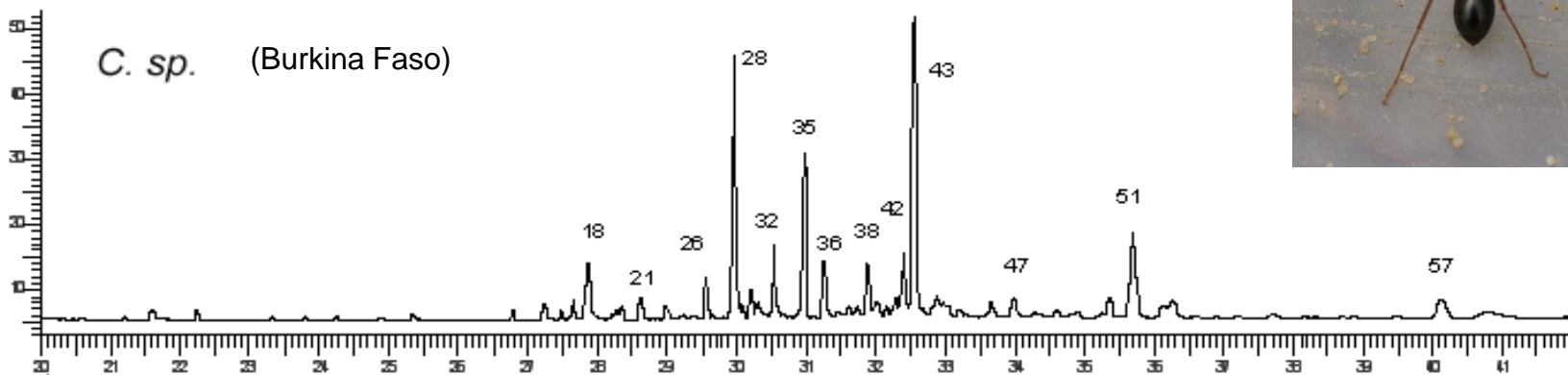


**Chromatographie en  
phase gazeuse +  
spectrométrie de  
masse ->  
hydrocarbures**





# Diverses espèces de fourmis *Cataglyphis*

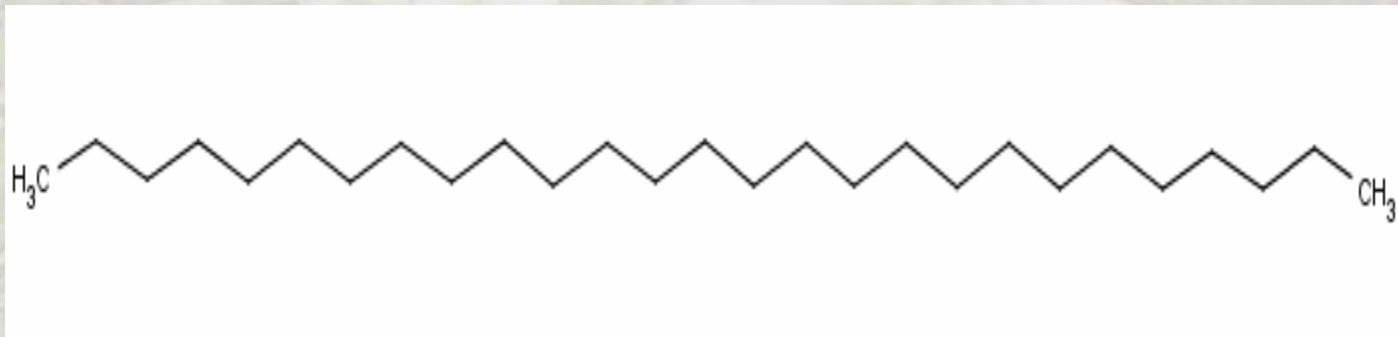
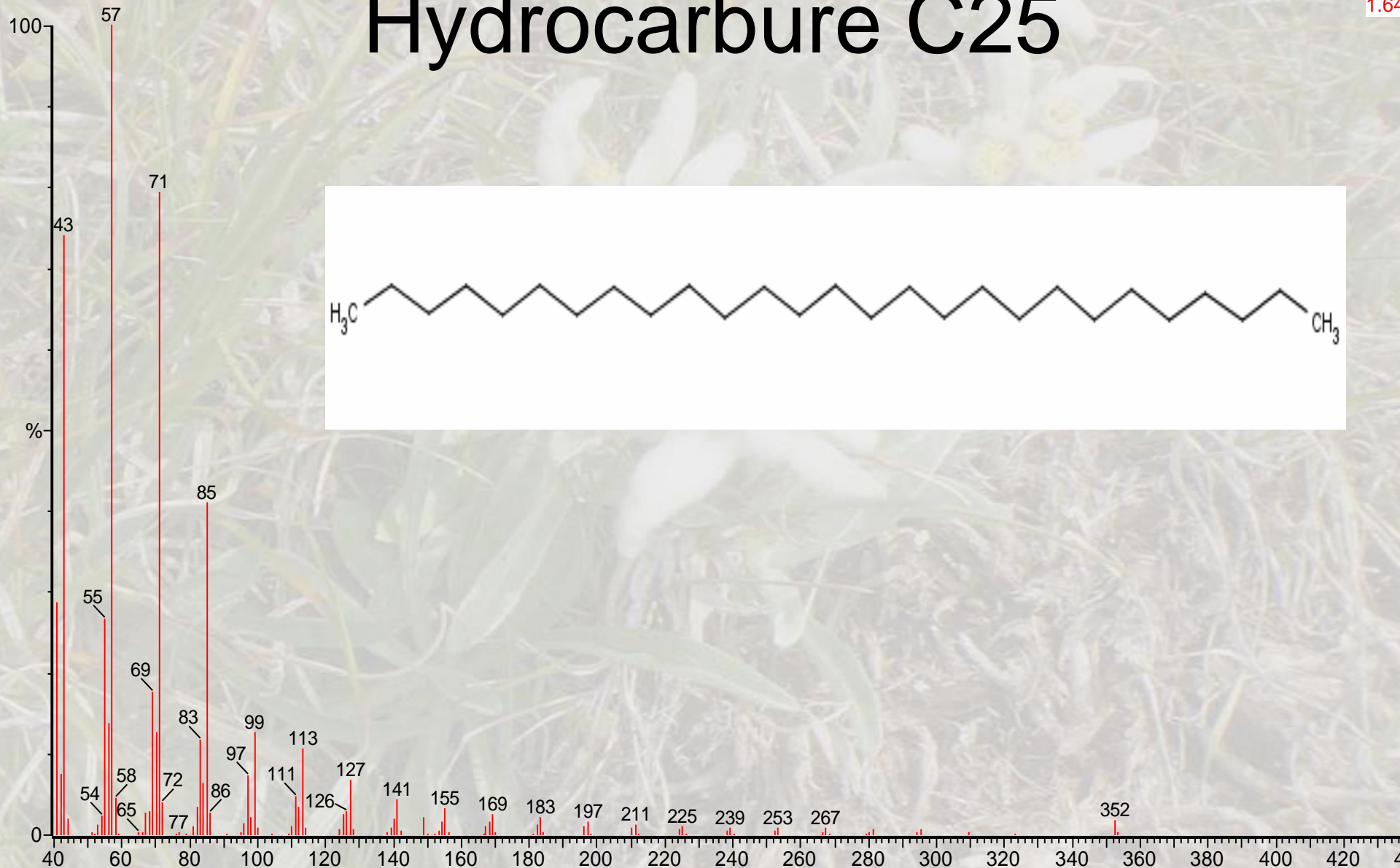


3/072006

AL\_Campofellah\_tho 985 (18.955) Cm (982:988-(884:973+1110:1171))

Scan B  
1.64

# Hydrocarbure C25



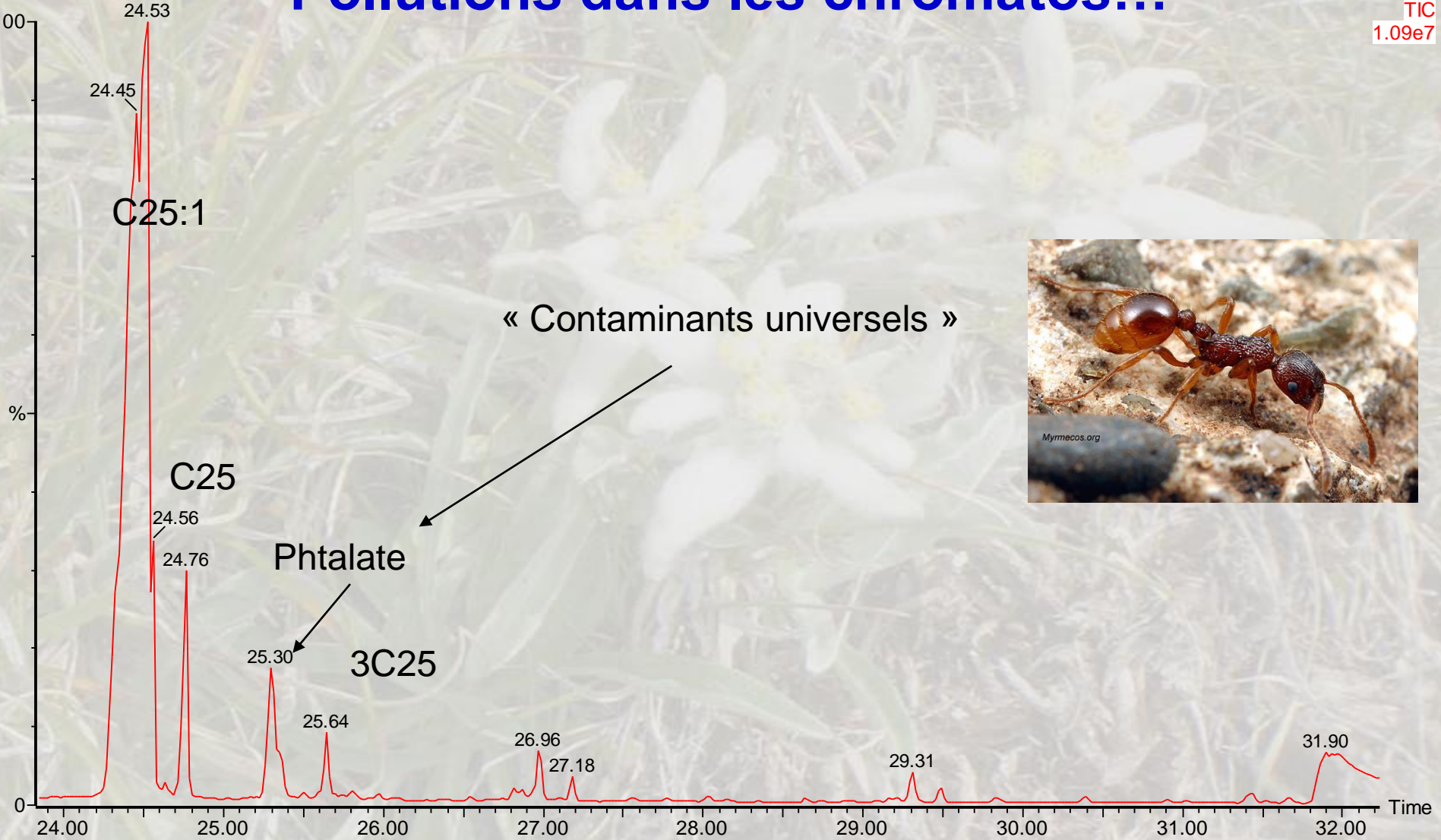


nov 2008

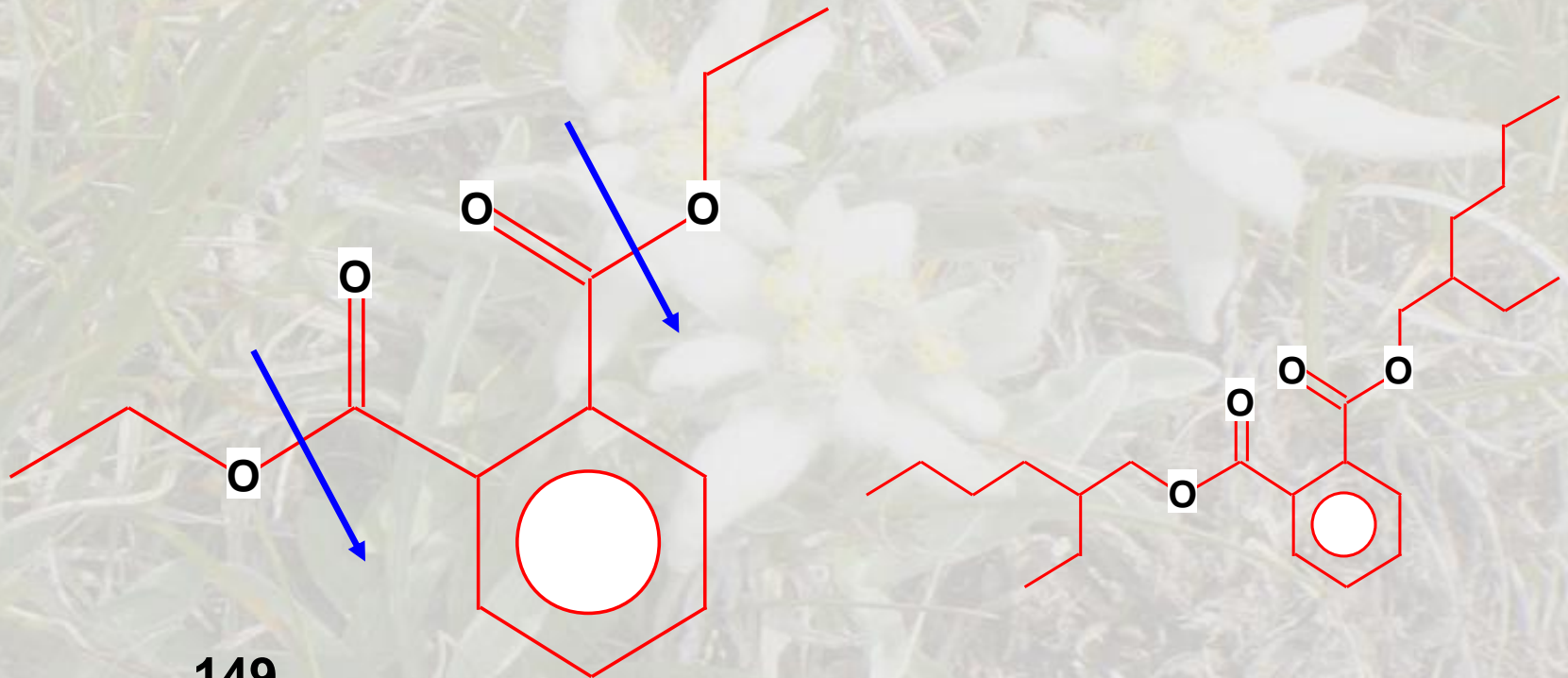
L-Myrmica-scabri-Bourgeoise

# Pollutions dans les chromatatos...

Scan EI+  
TIC  
1.09e7



Phtalates (*Phthalates* en anglais)  
plastifiants = assouplir le plastique (exemple PVC)



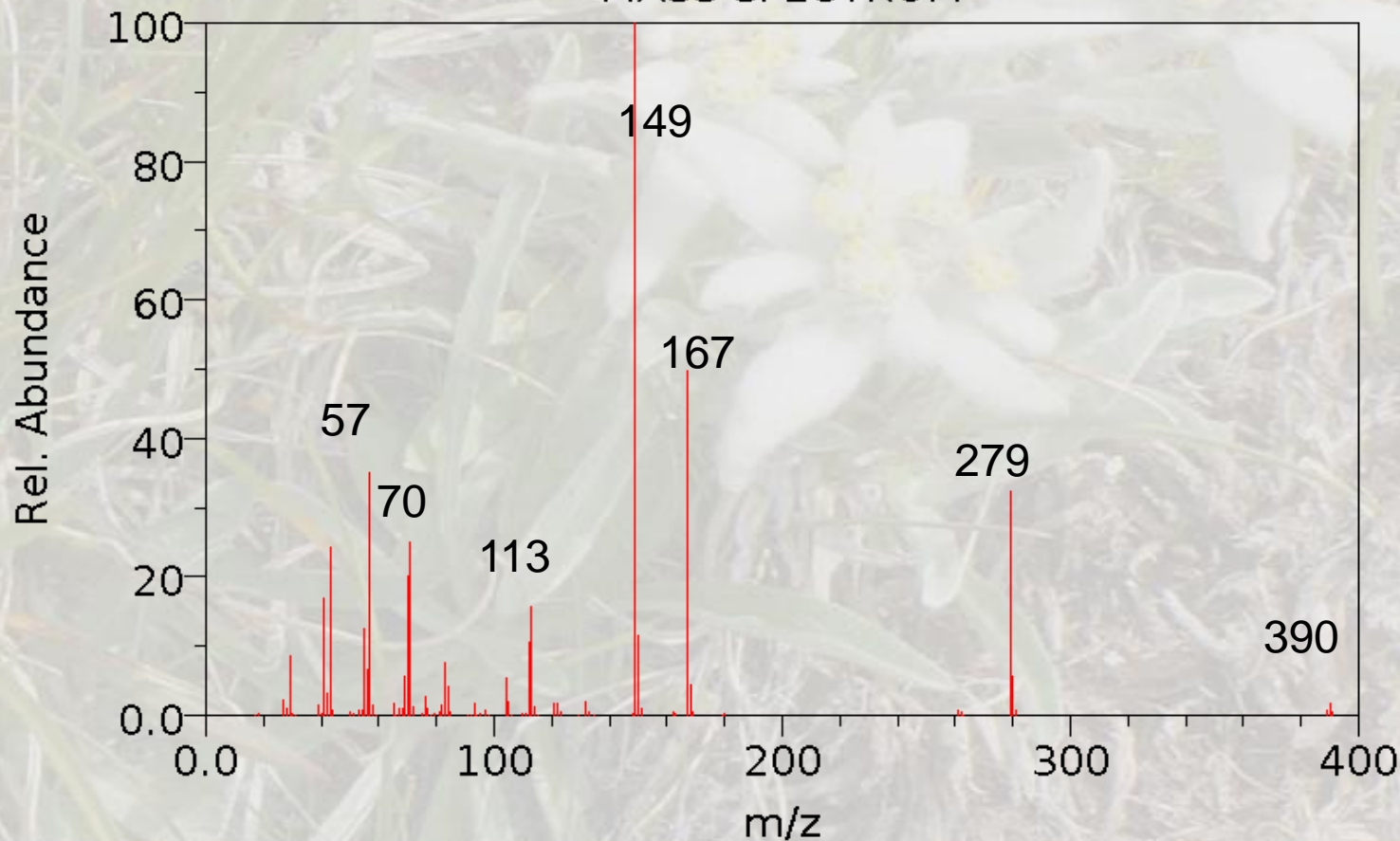
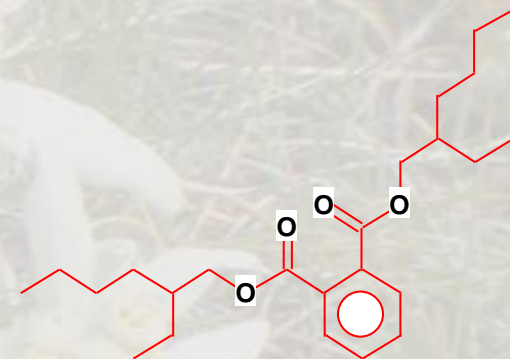


# DEHP Diethylexyl phthalate

DEHP le + utilisé dans PVC

Bis(2-ethylhexyl) phthalate

MASS SPECTRUM



# Divers phtalates chez *Lasius niger*

- **DEHP : Di Ethyl Hexyl Phtalate**  
(MW 390)



Plus courte chaîne

- **DBP : Di Butyl Phtalate (= DNBP)** MW 278
- et son isomère **DIBP : Di IsoButyl Phtalate**

- parfois chez autres fourmis

**BBP : Benzyl Butyl Phtalate** (MW 312)

**DEP : Di Ethyl Phtalate** (MW 222)





## Quantités sur *Lasius niger* récoltées dans la nature

**DBP 0.55 ng/fourmi**

**DiBP 0.90**

**DEHP 0.65**

**Total 2.11**

**/ HCs cuticulaires 0.59%**

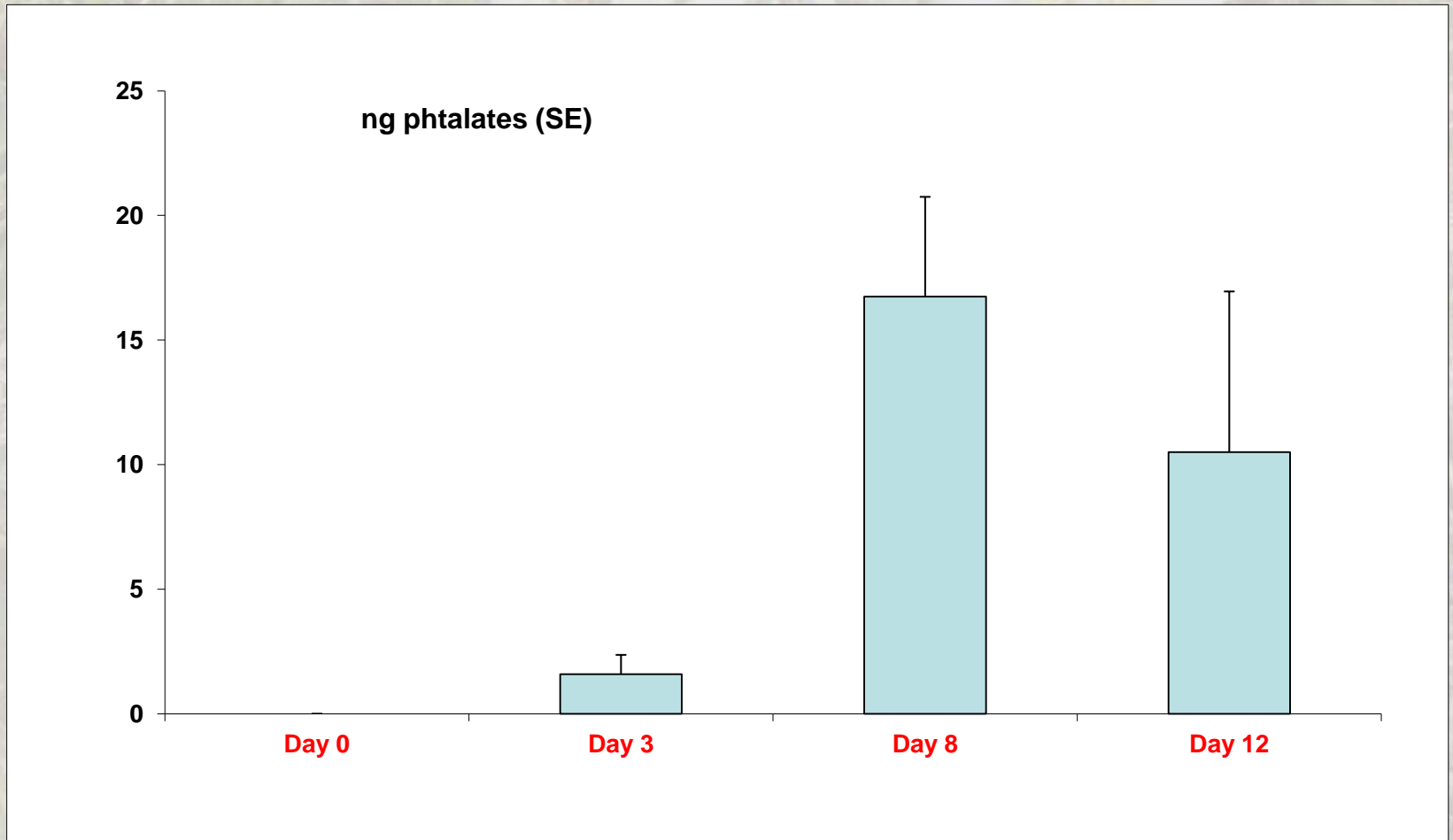
**Soit 1/1000 poids frais fourmi  
= 1mg / kg**

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



# Et dans l'air ?

SPME : fibre exposée à l'air





Dans l'air ? OUI



Plupart matières organiques diffusent dans l'air = aérosols

DEHP dans poussières : 100 à 7 000 microgr/ g  
50 picogr / m<sup>3</sup> air à Paris

=> Sur paillasses, dans nids de fourmis

Partout dans l'eau, les sédiments

# Qui ? Où ?

## Phtalates

- chez toutes les espèces de fourmis
- partout (France, île Egine Grèce, Andalousie, Maroc, Burkina, Guyane, montagnes) sans contacts proches avec plastiques
- sur les aires de fourragement et sur les parois du nid

**Dans les glandes comme PPG et Dufour  
dans le corps gras (très concentré) et les ovaires**

**→ Internalisation vers corps gras ?**



# Phtalates sur autres insectes ?

- ***Nemobius sylvestris***



- ***Apis mellifera***



- **Toiles araignées grottes en Chine**

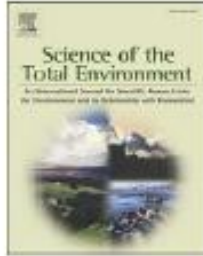




Contents lists available at [SciVerse ScienceDirect](#)

## Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



### Ant cuticles: A trap for atmospheric phthalate contaminants

Alain Lenoir <sup>a,\*</sup>, Virginie Cuvillier-Hot <sup>b</sup>, Séverine Devers <sup>a</sup>, Jean-Philippe Christidès <sup>a</sup>, Frédéric Montigny <sup>c</sup>

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

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

<sup>c</sup> Plateau d'analyse chimique, Faculté de Pharmacie, Université François Rabelais, Tours, France

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

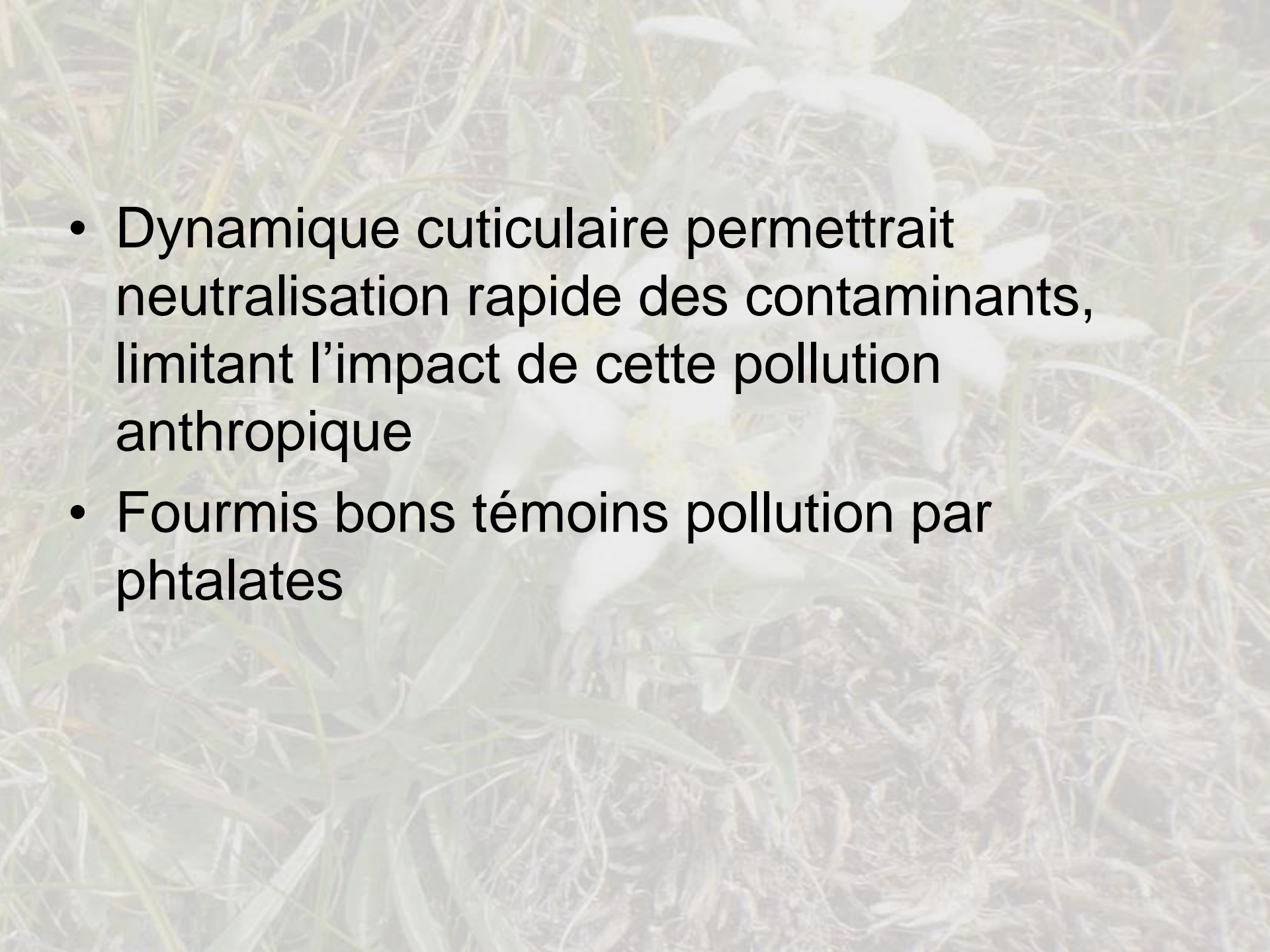
Utilisés pour ramollir les plastiques, les phtalates se retrouvent dans l'atmosphère sous forme de particules qui sont absorbées par les insectes à travers leur cuticule.

Le Figaro 4 janvier 2013



# Effets des phtalates sur fourmis ?

- Perception
- Ponte des reines
- Immunité
  
- Très peu de données sur invertébrés terrestres

- 
- Dynamique cuticulaire permettrait neutralisation rapide des contaminants, limitant l'impact de cette pollution anthropique
  - Fourmis bons témoins pollution par phtalates



# 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

4,9 millions tonnes / an (2010) dont moitié de DEHP

Lien souple avec le plastique -> relâchés dans l'environnement, par ex dans micro-ondes

plus rapide quand le plastique vieillit. Photodégradation :  $\frac{1}{2}$  vie 2 à 30 jours, mais dérivés ?



- > 75% population USA avec taux mesurables dans urine
- $\frac{3}{4}$  des enfants allemands ont taux supérieurs au seuil toléré
- 60 millions de consommateurs, février 2009 : 20% des tee-shirts avec des taux de phtalates supérieurs à la norme européenne
- 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.
- 6 mois dans une voiture neuve !
- quantités énormes dans l'air (jusqu'à 300 ng / m<sup>3</sup>)





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, les rôles des perturbateurs endocriniens – bisphénol 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 présentent 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

Un en reste pas moins que l'hypospermie d'un rôle joué par les perturbateurs endocriniens est de plus en plus confortée par des données biologiques et toxicologiques. Qui elles soient issues de l'exposition sur l'animal ou des expositions humaines aux perturbateurs, notamment in utero.

La nouvelle étude française présente (enfin) dans la balance, en particulier par sa puissance statistique : elle porte sur plus de 26.000 hommes, ce qui en fait probablement la plus vaste enquête sur le sujet.

Les chercheurs de l'Institut de veille sanitaire (InVS) ont travaillé avec ceux de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) dans le cadre de la base de données « EPR200 ». Jusqu'en 2001, c'y



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

Les auteurs de l'étude ont analysés les données de tous les hommes dont le couple participait à un programme d'AMF dans les 136 principaux centres en France métropolitaine, entre le 1<sup>er</sup> janvier 1989 et le 31 décembre 2005. Deux spermogrammes – analyse du sperme – étaient disponibles pour chacun d'entre eux. N'ont été retenus que les hommes dont le partenaire était définitivement stérile.

Des publications antérieures montraient que le type d'échantillon que nous avons étudié est considéré comme optimal et le moins biaisé pour analyser la qualité du sperme. En effet, ces hommes sélection-

nés n'ont 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'AMF est remboursée par la Sécurité sociale, ce qui garantit un accès équitable. Un empêchement : la population qui y a recours possède plutôt un niveau d'éducation supérieur à la moyenne générale.

Certaines informations sur des facteurs susceptibles de diminuer la fertilité masculine n'étaient pas accessibles aux auteurs de l'étude. C'est, entre autres, le cas de l'indice de masse corporelle, qui a augmenté au cours des dernières décennies, et

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 moindre qu'en moyenne. Notre échantillon est donc même susceptible de sous-estimer le déclin spermatozoïque ».

La nouvelle étude montre « une diminution significative et continue de la concentration du sperme atteignant 23,2% sur la période étudiée », indiquent les auteurs. En 1989, un homme de 34 ans avait une concentration moyenne de 73,6 millions de spermatozoïdes par millilitre de sperme. En 2005, elle était

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 (9, à 20 millions/ml). L'inquiétude vient surtout de la régularité avec laquelle ce taux décroît. « Nos résultats sont cohérents avec ceux d'études publiées dans d'autres pays. Nous avons constaté un déclin régulier, quasi linéaire, d'en moyenne 1,9% par ans », indique le docteur Le Moal.

Outre la concentration en spermatozoïdes, deux autres indicateurs, bien que moins valides, ont été utilisés : l'analyse de la morphologie des spermatozoïdes, et leur capacité de mouvement, caractéristique essentielle pour pouvoir assu-

### L'essor de la fécondation « in vitro »

Procréation assistée Le nombre d'enfants nés en 2010 par assistance 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 39 668 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 35,2% en 2005, avec toutefois une période de stabilisation de 1996 à 1998.

À l'inverse, la motilité des spermatozoïdes s'est améliorée de 1991 à 1998. Elle est ensuite restée stable jusqu'en 2005.

Conclu pour l'instant la qualité du sperme, cette étude ne permet pas de déterminer les facteurs qui pourraient expliquer ce déclin. Néanmoins, commente le docteur Le Moal, « il faut rester ouvert sur les différentes explications possibles, l'évaluation plutôt en faveur de l'hypothèse d'un effet des perturbateurs endocriniens ».

Les auteurs de l'étude vont poursuivre leurs travaux en se servant du registre tenu depuis 2006 par l'Agence de la biomédecine, à laquelle tous les centres d'AMF doivent obligatoirement transmettre leurs données. ■

PAUL BENEKMOUS

## Un phénomène mis en évidence depuis vingt ans



## La production de spermatozoïdes baisse depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle



# Surprises

## Insolites

Quinté International  
n°1230 - 13.20 juillet 2011

---

allemands  
**Santé publique : les Verts contre  
les phtalates dans les sex-toys**

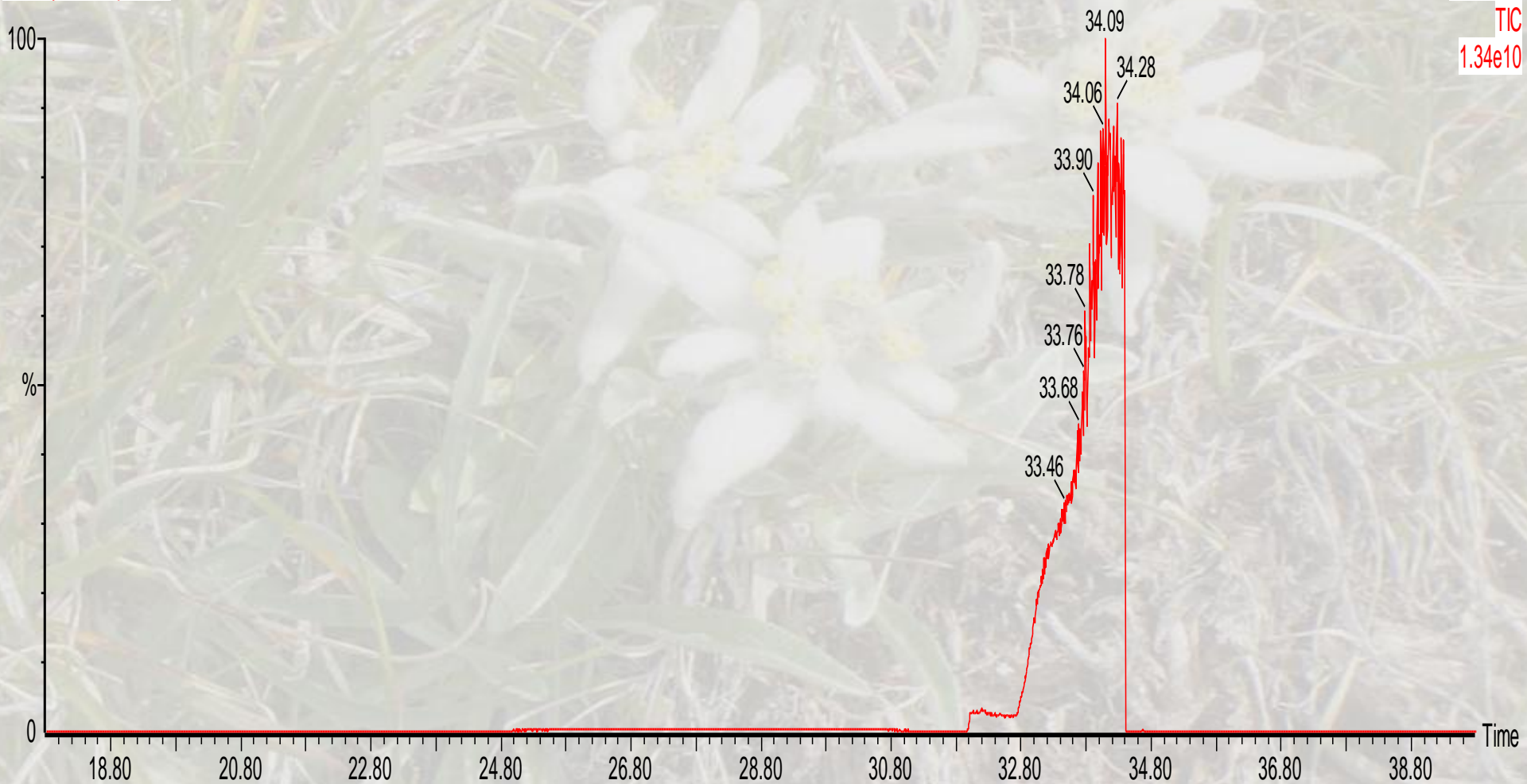


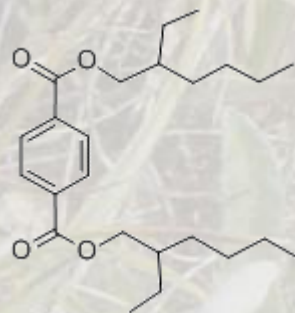
Pht\_toy1\_28sept2011

# Enorme pic de phtalate

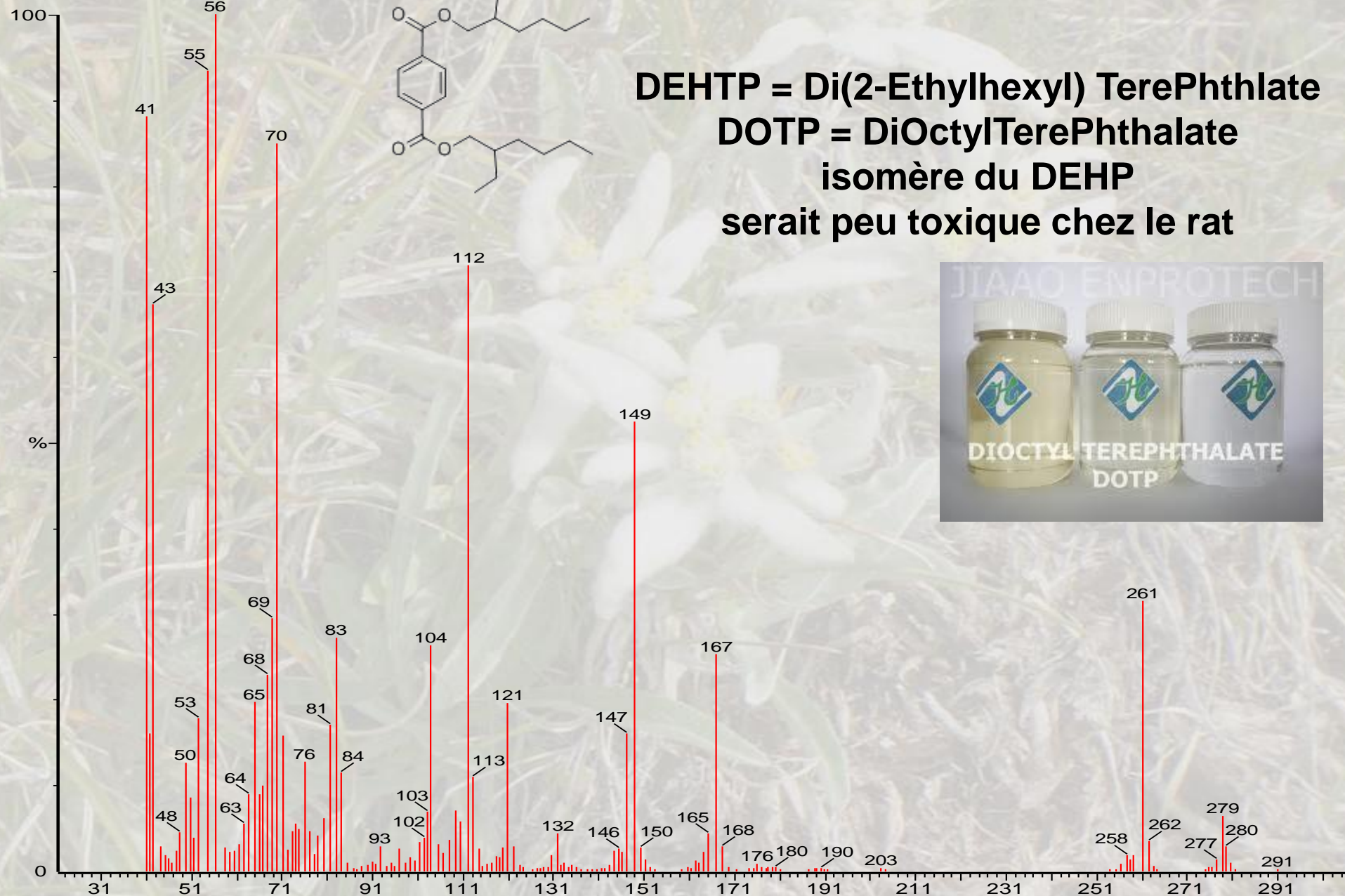
, 28-Sep-2011 + 10:19:36

Scan E1+  
TIC  
1.34e10





**DEHTP = Di(2-Ethylhexyl) TerePhthlate**  
**DOTP = DiOctylTerePhthalate**  
**isomère du DEHP**  
**serait peu toxique chez le rat**





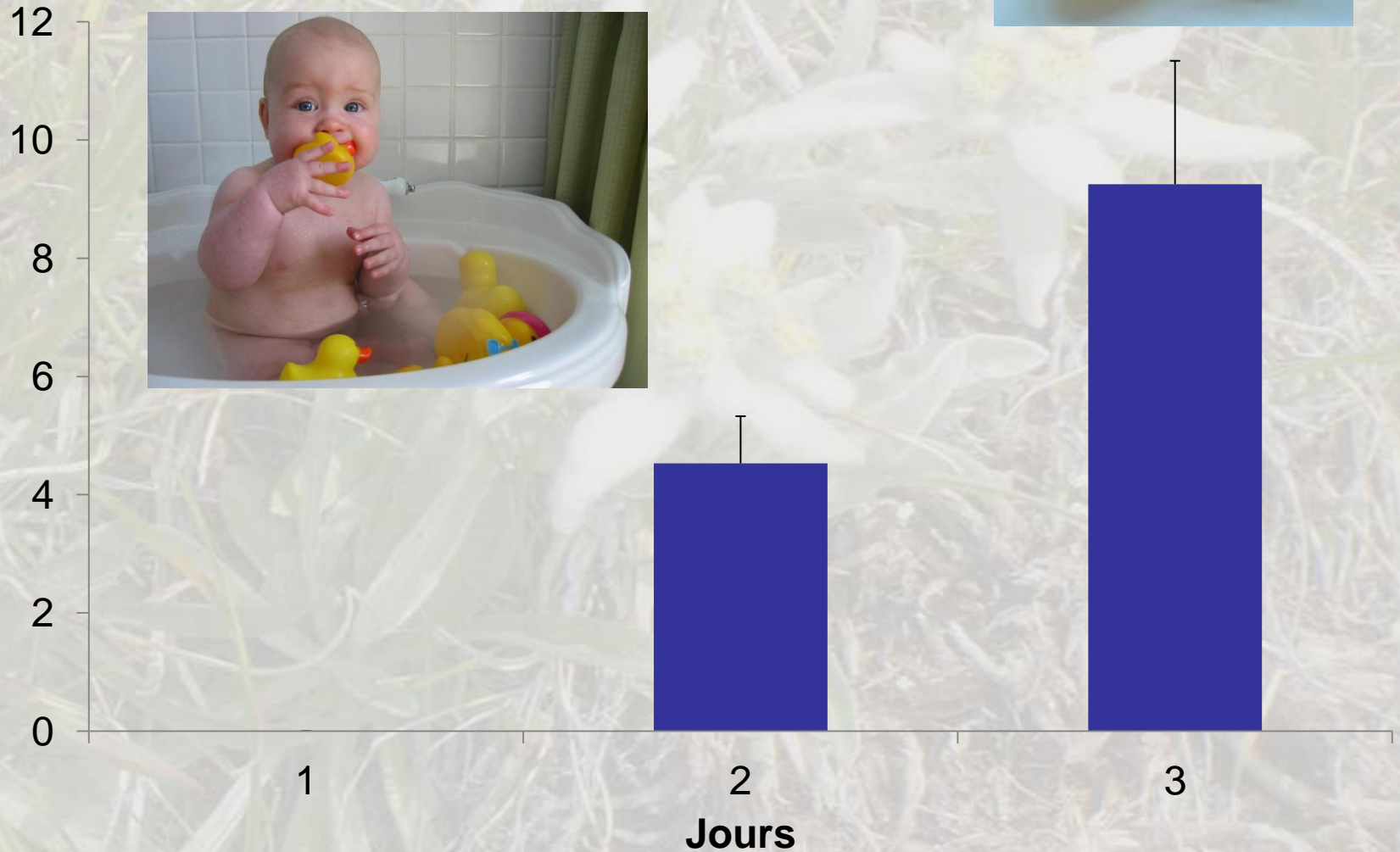
DEHPT aussi dans jouets pour enfants (plus de 3 ans !)  
Trouvé aussi au Japon, Allemagne, Suisse Autriche



# Fourmis avec canards



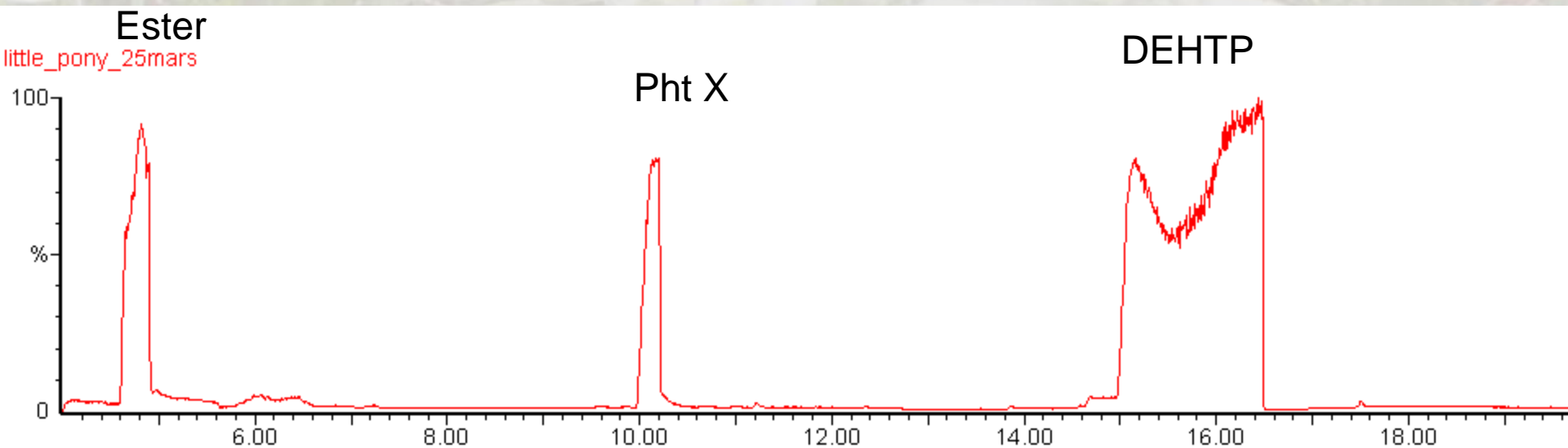
Quantité DEHTP ng/Fi







# Little poney



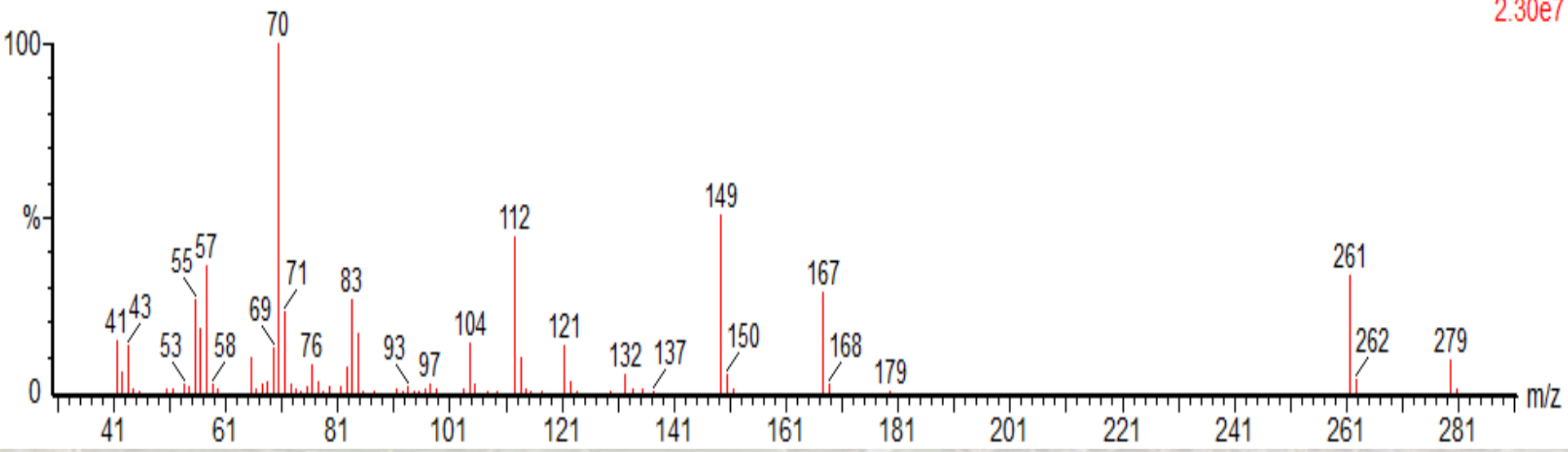
En 2 jours sur Lasius 90 ng de DEHTP !!!

# DEHPT trouvé en Guyane à Port Cayenne sur *Solenopsis*

, 23-Jan-2012 + 08:55:13

solenogps146\_23janv12 3032 (24.218) Cm (3030:3036-3051:3083)

Scan EI+  
2.30e7





# Rachel Carson

1907 - 1964



Silent spring 1962 : pesticides (DDT)

Le printemps silencieux 1968

Interdiction DDT USA 1972







# Theo Colborn (1927 - 87 ans) EDCs



**Endocrine Disruptive Chemicals = 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**

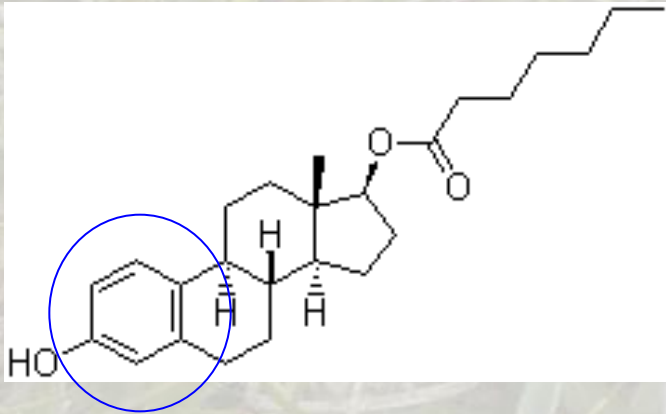
**Déclaration de Wingspread (1991) : création  
du terme EDC**

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

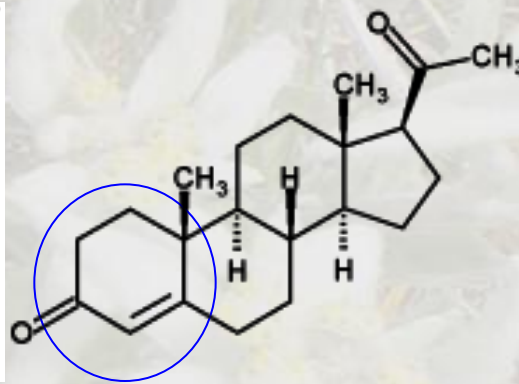


## Mode d'action des EDCs

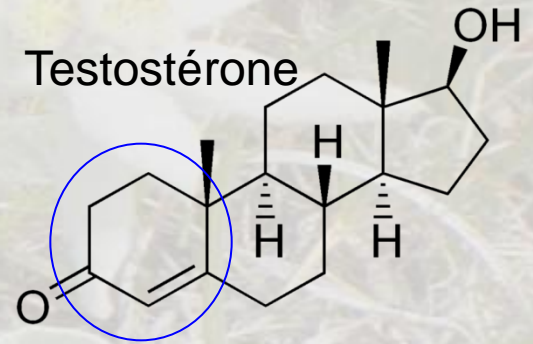
Comportent un noyau cyclique comme les hormones sexuelles stéroïdes



Oestradiol

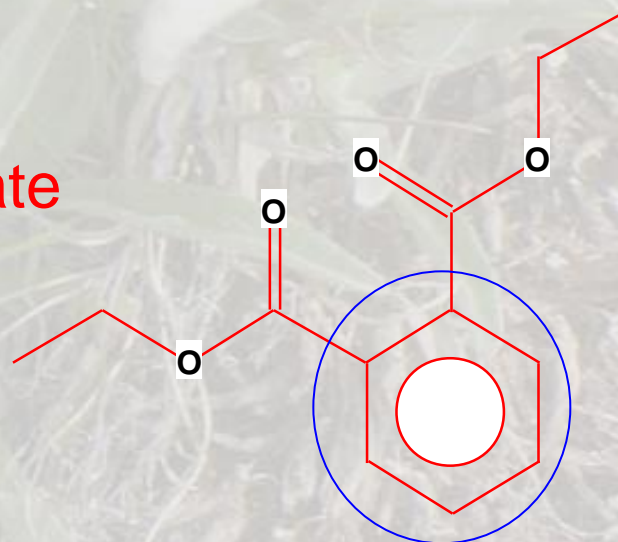


Progesterone



Testostérone

phtalate



# Principaux EDCs

EDCs depuis 50 ans

- Pesticides : atrazine, cyperméthrine, DDT, chlordane, pyréthroïdes (diff de pyréthrines naturelles), néonicotinoïdes
- Bisphénols (BPA) : détergents, plastiques polycarbonates (biberons, récipients de micro-onde), boîtes de conserve, tickets de caisse
- Phtalates (partout) : plastiques
- PCBs (Polychlorinated biphenyls) : dioxines, isolants (pyralène) matériel électrique, planchers, peintures, insecticides
- Parabènes (conservateurs et antimicrobiens) : lotions, crèmes solaires, confitures, sirops – E214 à 218, 220



Sans lest de plomb,  
nos tubes de rouge à lèvres  
ne sont pas un poids  
pour la nature.

[www.yves-rocher.com](http://www.yves-rocher.com)



## Principaux EDCs (suite)

- Pilules contraceptives et hormones de croissance  
(Distilbène -> effets 2ème génération)

Ethinylestradiol 1 à 3 ng/L eaux rivières bassin parisien  
Seuil limite dans l'eau potable prévu pour 2027



## Principaux EDCs (suite)

- PBB Polybrominated : ignifuges, peintures coques bateaux (TBT tributylétain -> bulots)
- HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques : combustion matière organique
- PFOA acide perfluooctanoïque : antiadhésif (Téflon), (retrouvé Antarctique) PFOS déjà interdit
- APE (Alkylphénol éthoxylates) : détergents, peintures, pâte à papier – dégradent en NP (nonylphénols) encore plus toxiques
- **Adipotoxines : EDCs fixés dans adipocytes homme**



# Effets des EDCs

## 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)**

## Petites filles écloses avant l'âge

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

## Effets des EDCs (suite)

- tendance obésité
- réactions immunitaires affaiblies
- croissance perturbée
- capacités cognitives diminuées (autisme ?)
- susceptibilité aux maladies : diabète type 2
  
- affectent aussi le comportement animal : cour, parade, agression, nidification, recherche nourriture, etc
  
- **Tous organismes affectés (incluant microbes) -> écosystèmes perturbés**



# Effets des EDCs



- Effets selon la période : embryon et nouveau-né très sensibles

- Effets paradoxaux : faibles doses parfois plus dangereuses !  
Ce n'est pas la dose qui fait le poison

- Effet cocktail : séparément pas d'effets à très faibles doses, mais effets multipliés simultanément (abeilles, foetus rat)

- effets transgénérationnels

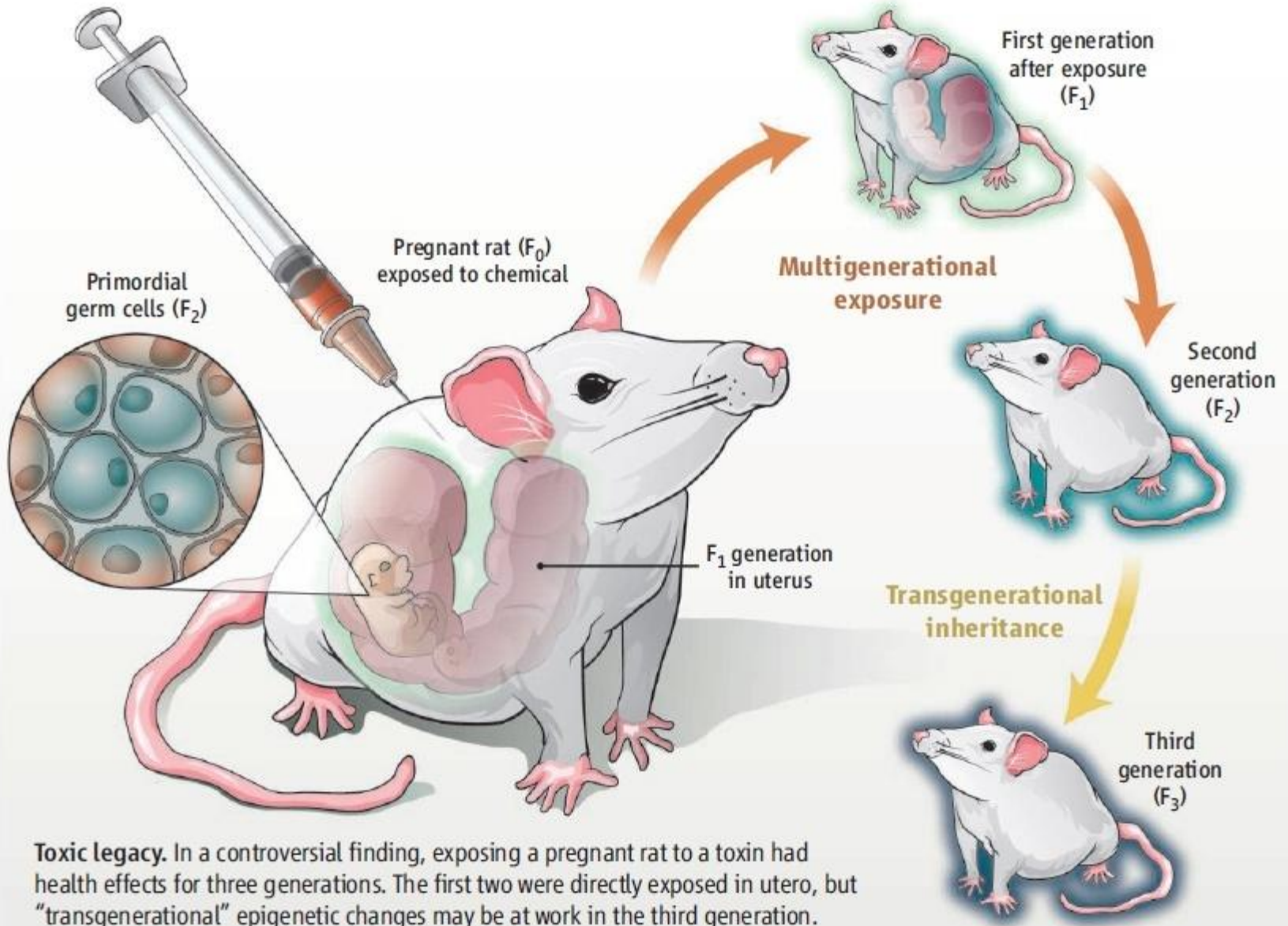
Distylbène : entre 1948 et 1977 sur 200 000 femmes en France pour prévenir fausses couches.

Nbx effets sur enfants sur deux générations.

Etude lancée pour voir sur 3 générations

- problème des adjuvants secrets

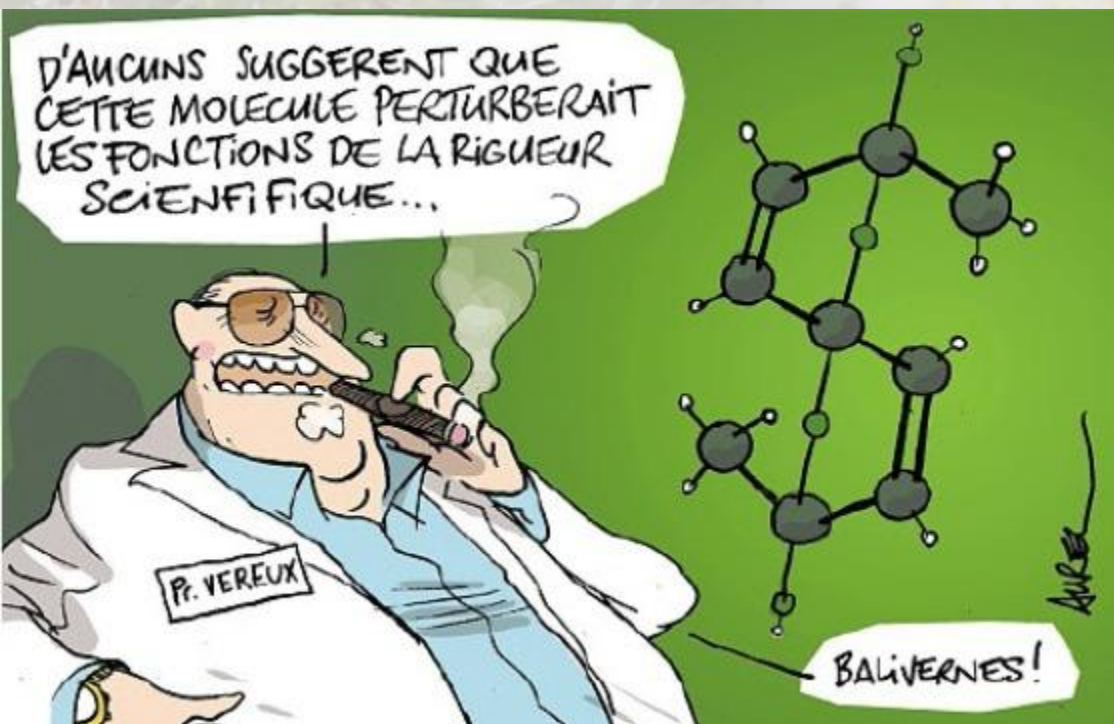
# Effets transgénérationnels





# 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 !

**De nombreuses substances chimiques  
ont été retrouvées dans les urines de  
la plupart des Américains**



**SOURCE: TOXICOLOGY  
LETTERS, 2009**





Je voudrais un biberon  
sans Bisphénol A, du lait  
sans mélamine, des petits  
pots légumes sans OGM,  
des cosmétiques sans  
parabens, etc.....



CANNELLA

**Non!** TROP DE NITRATES, D'ENGRAIS, D'HORMONES,  
DE DÉSHÉRBANTS, D'ANABOLISANTS, D'INSECTICIDES,  
DE FONGICIDES ET AUTRES MERDICIDES!!!

**NON  
AUX EXCÉDENTS  
AGRICILES**



DU 19 OCT. AU 2 NOV.

**LA FÊTE  
DES  
ENVIES**

ON S'Y  
RETROUVE  
TOUS!

**LE ROY MERLIN**  
...et vos envies  
prennent Vie!

[www.leroymerlin.fr](http://www.leroymerlin.fr)



# Conclusion : bad news

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

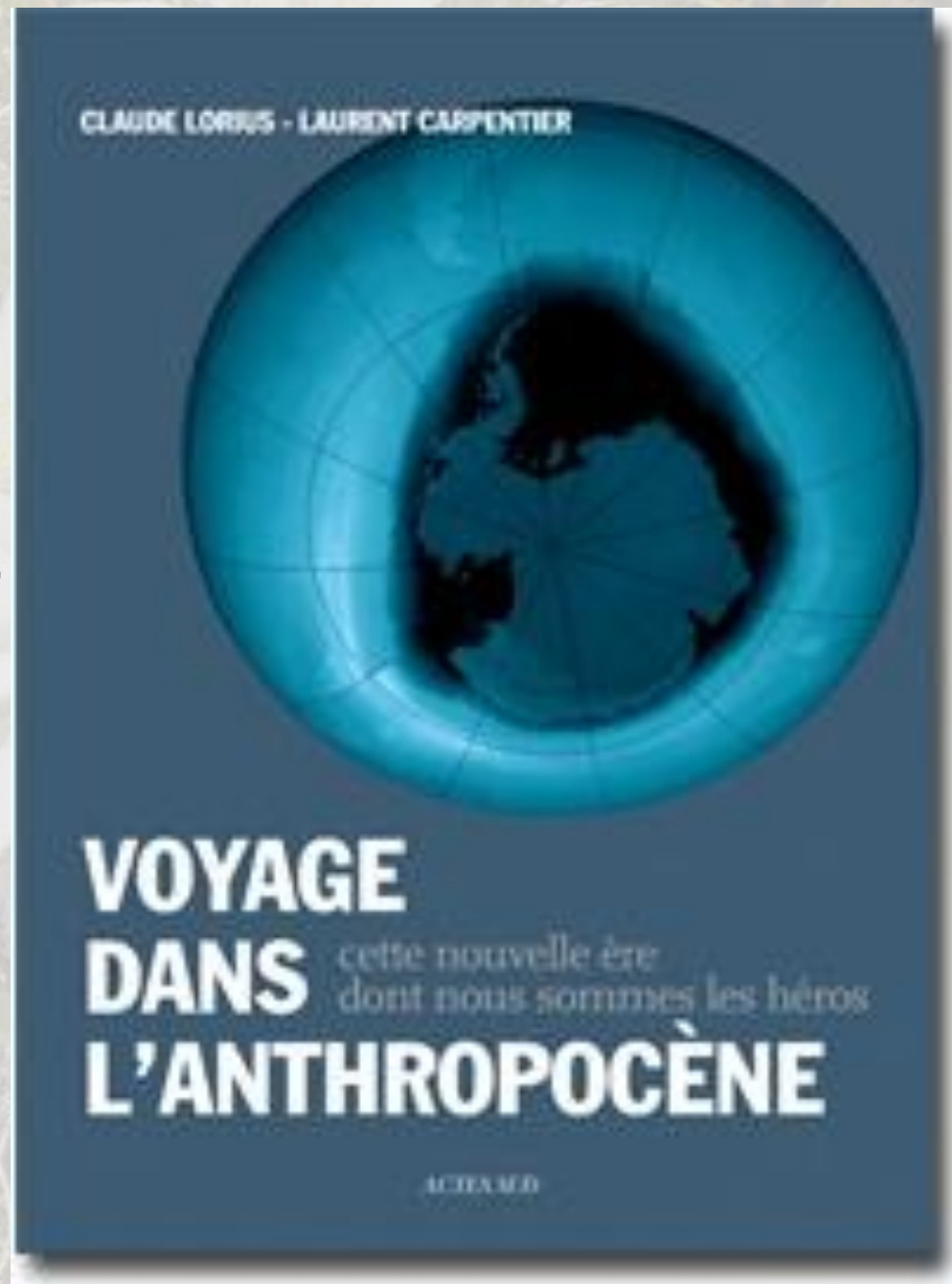
**Fourmis bons témoins ?**

# 6ème extinction ?

Fin de l'holocène ?

**Anthropocène** : effondrement des écosystèmes marins (réchauffement, acidification de l'eau, pollutions, océan de plastique)  
-> véritable extinction

**Claude Lorius, glaciologue**  
**Laurent Charpentier, journaliste**  
**(2010)**



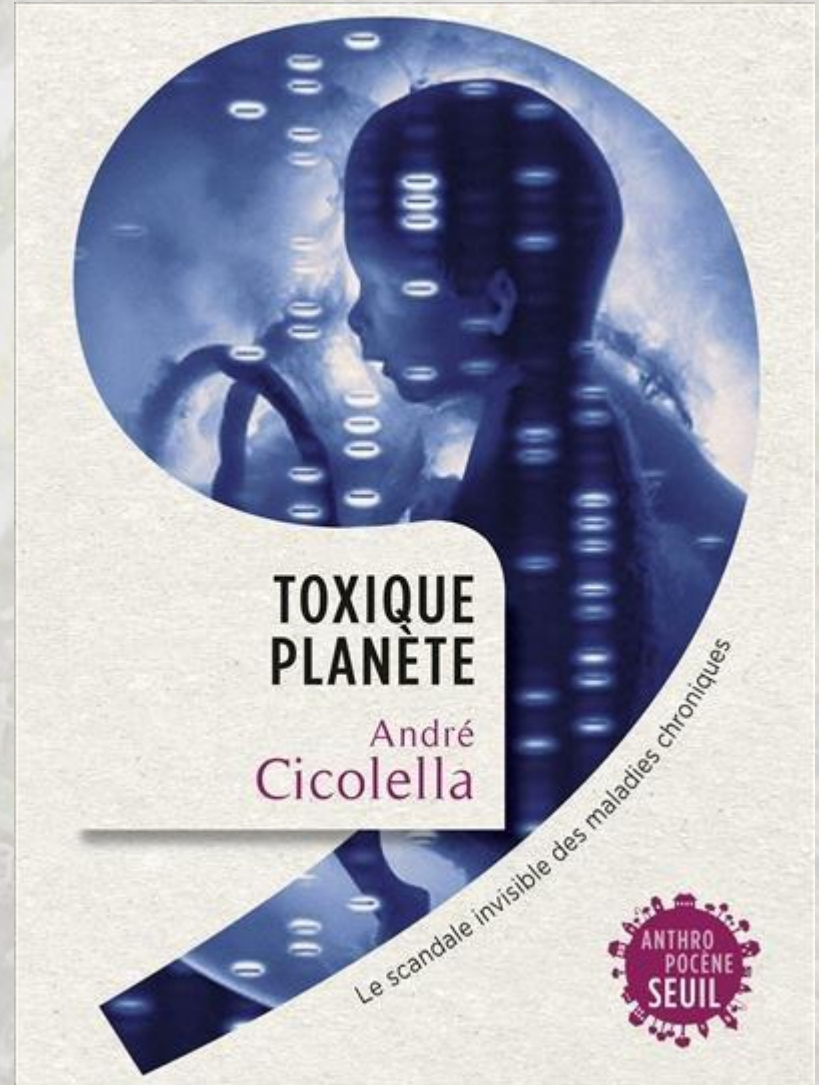


André Cicollela

RES  
Réseau Environnement Santé



Maladies chroniques





Stéphane Foucart



## La **FABRIQUE**

## du **MENSONGE**



Comment les industriels manipulent  
la science et nous mettent en danger





Merci



Le Monde 14 juillet 2011