

Exposition des enfants en bas-âge aux poussières de sol

Laure Malleret, Yves Noack, Thierry Orsière



C. Patinha, A.P. Reis



geobiotec
Geobiociências, Geoengenharias
e Geotecnologias



universidade
de aveiro



Contexte général

The One Health Triad

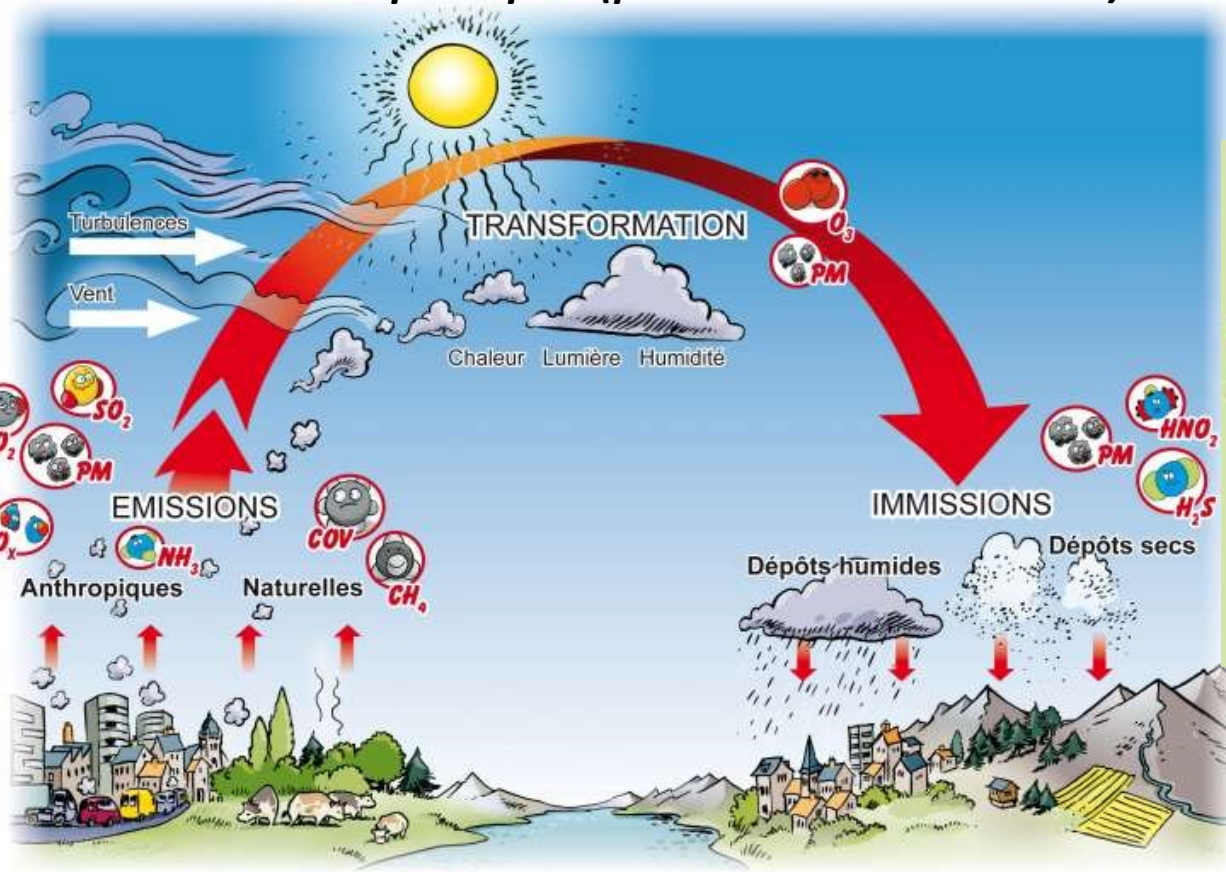


- Approche « **One health** », une santé un environnement
- Impact des contaminants de notre environnement sur notre santé
- Des **préoccupations politiques et sociétales**
 - ❖ Réglementations dans les Etablissement Recevant du Public (ERP) (01/18 « enfants », 01/20 « 2nd degré », 01/23 « autres »)
 - ❖ Campagne nationale de diagnostic sur sol/eau des lieux accueillants des enfants
 - ❖ Incendie Notre Dame de Paris
 - ❖ ANSES, valeur guide sur poussières intérieures
 - ❖ Santé publique France, Etude Esteban

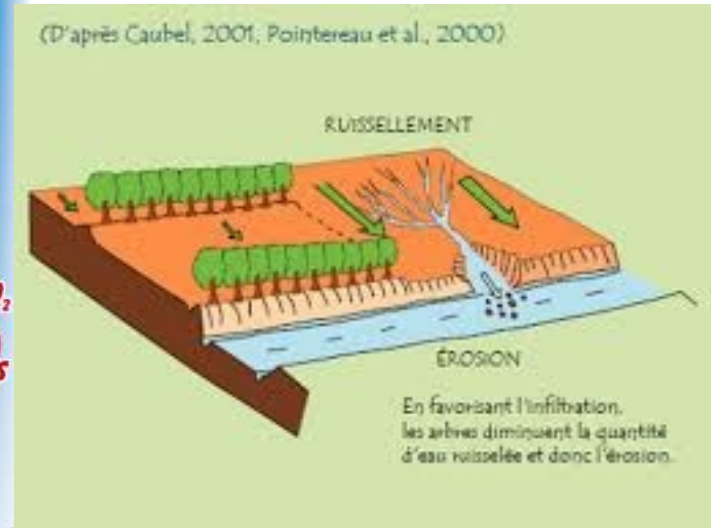
Poussières au sol



Retombées atmosphériques (particules sédimentables)



Ruissellement de surface et érosion et des sols

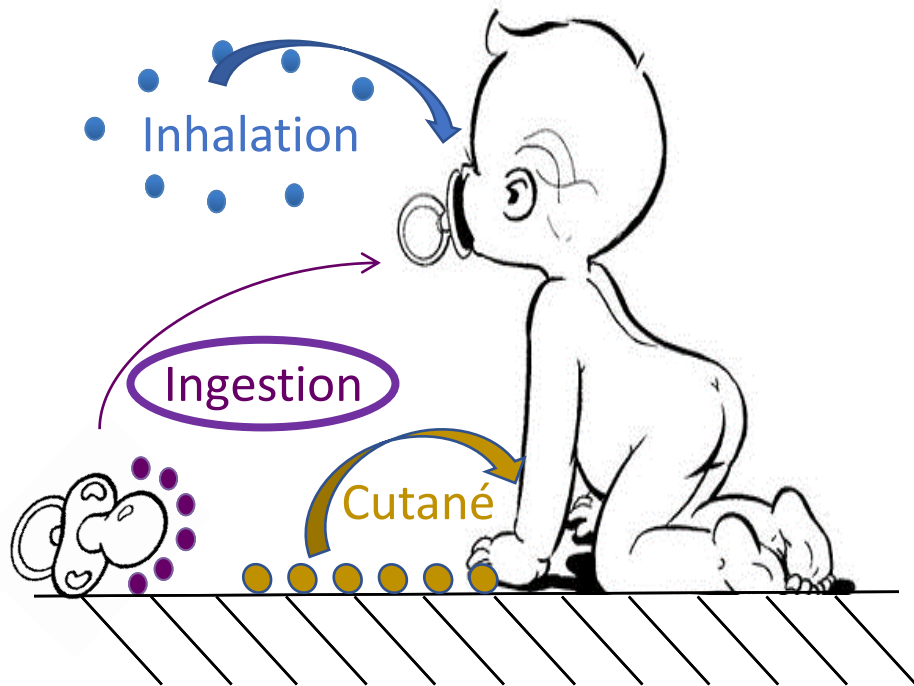


*Equipements,
Activités humaines
Matériaux de construction*



Apport extérieur

Exposition des jeunes enfants (0-6 ans) aux poussières de sol



Comportement particulier:
*jeu au sol,
portage main-bouche*

Leurs effets dépendent :

- de leur **composition chimique**
- de la taille des **particules**
- de nos **caractéristiques** (âge, sexe...), **mode de vie** (tabagisme...) et **état de santé**
- du degré **d'exposition** (spatiale et temporelle) de la **dose inhalée**

Génotoxicologiques

ETM / HAP

Caractérisation physique

Jeunes enfants (0-6 ans)

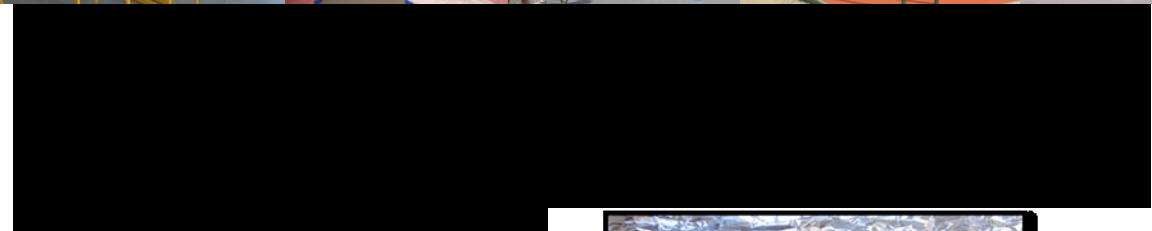
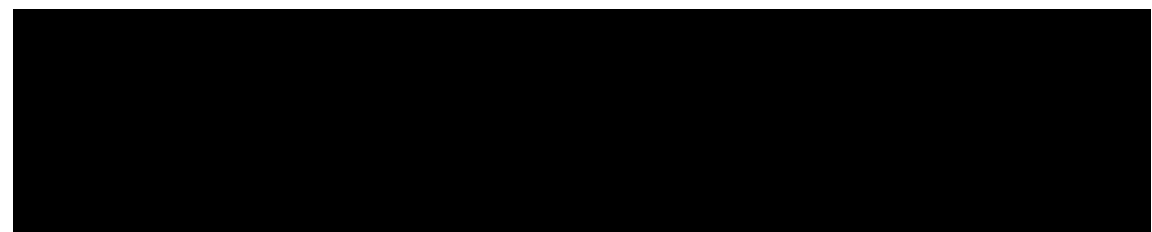
Journée

Extérieur et intérieur

Méthodologie expérimentale

3 sites ateliers: *écoles maternelles situées dans des environnements contrastés*

Prélèvement des poussières de sols: *en intérieur et en extérieur*

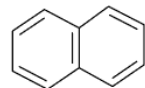


1. Industriel (Port St Louis du Rhône)
2. Urbain et portuaire (Marseille)
3. Péri-urbain (Trets)

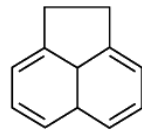
Échantillon de poussière de la cour, à l'école Ruffi (Marseille, saison: été, fraction: 50-100µm)

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

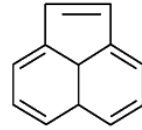
- ❑ **Ubiquiste** dans l'environnement
- ❑ 16 d'entre eux **classés prioritaires par l'US-EPA**
- ❑ Inclus dans plusieurs listes de polluants prioritaires à suivre (air, boue, sol)
- ❑ **Mutagène et/ou cancérigène**
- ❑ Le **benzo(a)pyrène** est classé **CMR (benzo(a)pyrène CMR classe 1)**



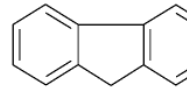
Naphtalène*



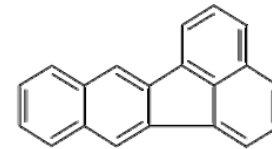
Acénaphthène*



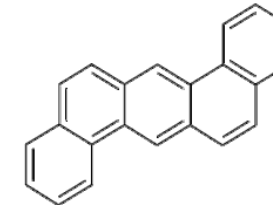
Acénaphthylène*



Fluorène*

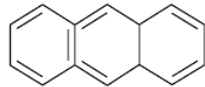


Benzo[k]fluoranthène*

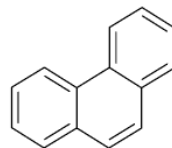


Dibenz[a,h]anthracène*

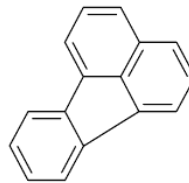
<https://www3.epa.gov/>



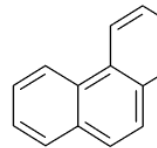
Anthracène*



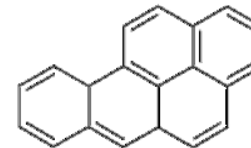
Phénanthrène*



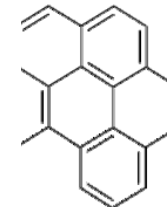
Fluoranthène*



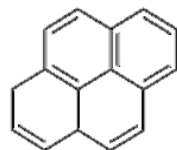
Chrysène



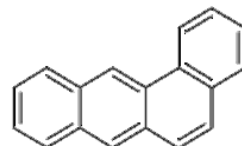
Benzo[a]pyrène*



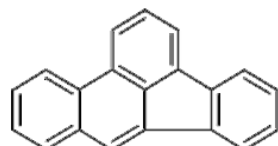
to[g,h,i]perylène*



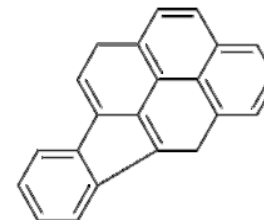
Pyrène*



Benz[a]anthracène*



Benzo[b]fluoranthène*



Indéno[1,2,3-c,d]pyrène*

Origine des HAP dans notre environnement

Émissions naturelles :

Éruptions volcaniques



<http://www.gralon.net/>

Feux de forêt



<http://footage.framepool.com>

Émissions anthropiques :

Pétrogénique



<http://www.planete-energies.com/>



Industries pétrochimiques



Zone industrialo-portuaire Marseille-Fos

Pyrolytique



Traffic routier, autoroutier en zone urbaine



<http://infodoc.agroparistech.fr/>

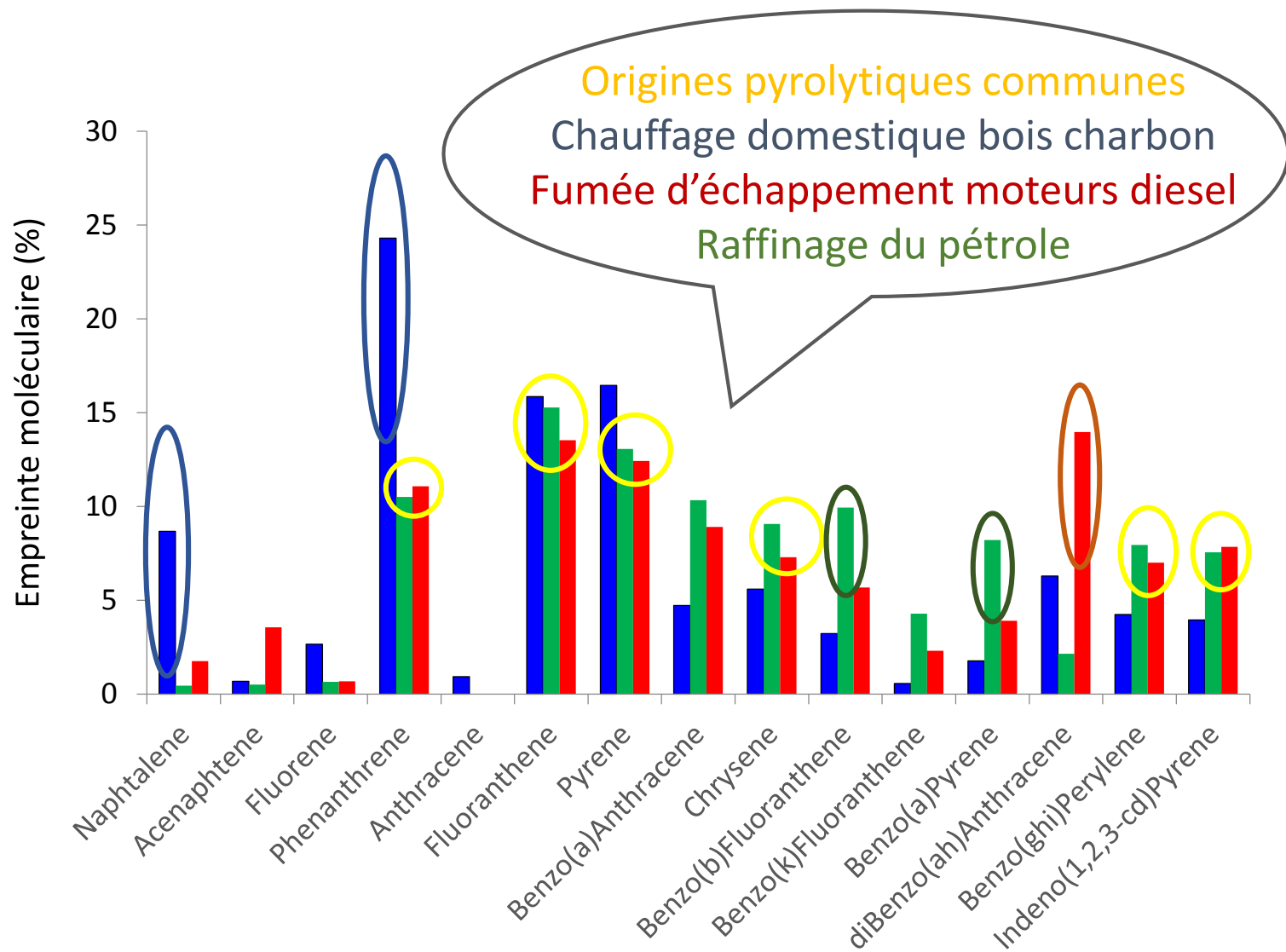
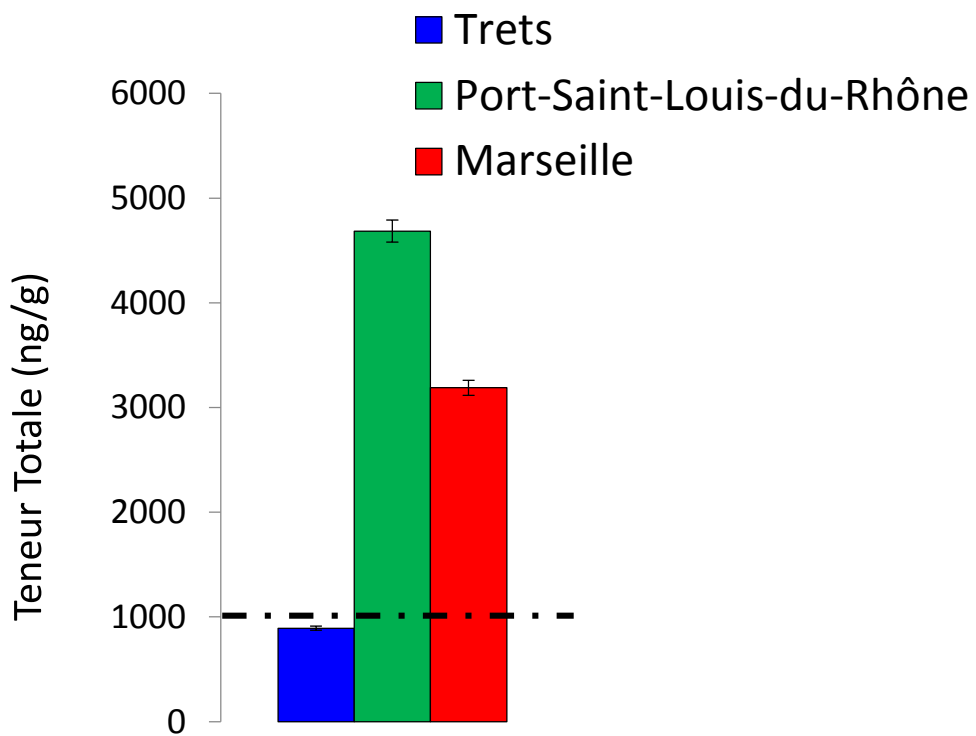


<http://footage.framepool.com>



Grand Port Maritime de Marseille

Variation spatiale des teneurs en HAP selon les villes

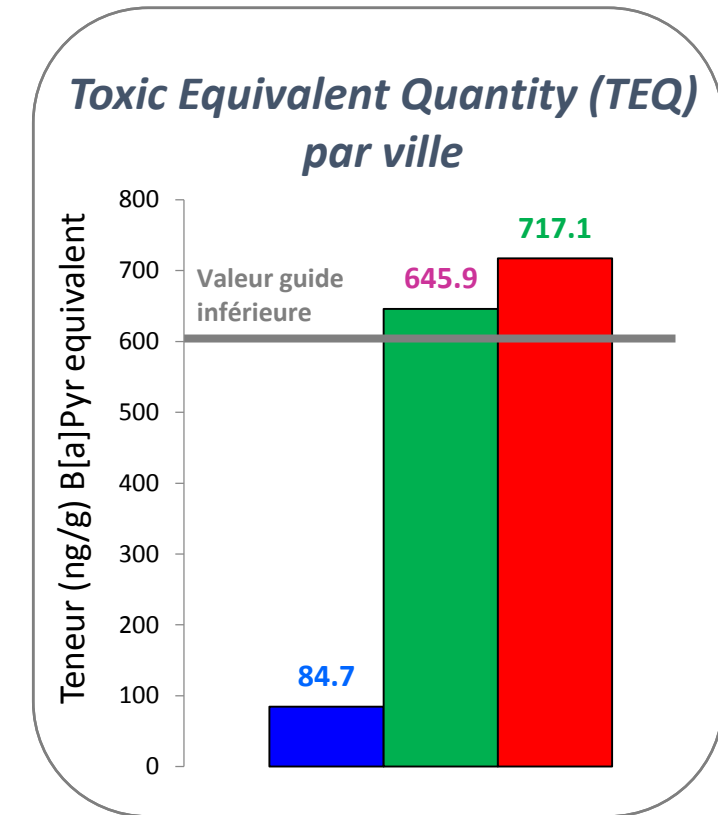


Teneur en HAPs (moyennées selon le site d'échantillonnage) dans les particules d'écoles selon les villes étudiées

Evaluation de la toxicité des particules liée aux HAP

HAP prioritaires EPA	Facteur d'Equivalence Toxique (TEF)	Cancérogène CIRC	EU sécurité alimentaire (EFSA)
Naphtalene	0,001	N.C.	
Acenaphtene	0,001	3	
Acenaphtylène	0,001	N.C.	
Fluorene	0,001	3	
Phenanthrene	0,001	3	
Anthracene	0,001	3	
Fluoranthene	0,001	3	
Pyrene	0,001	3	
Benzo(a)Anthracene	0,1	2B	x
Chrysene	0,01	2B	x
Benzo(b)Fluoranthene	0,1	2B	x
Benzo(k)Fluoranthene	0,1	2B	x
Benzo(a)Pyrene	1	1	x
diBenzo(ah)Anthracene	1	2A	x
Benzo(ghi)Perylene	0,01	3	
Indeno(1,2,3-cd)Pyrene	0,1	2B	x

- Groupe 1 : substance cancérogène, - Groupe 2A : substance probablement cancérogène, - Group 2B : substance possiblement cancérogène, - Groupe 3 : substance inclassable quant à sa cancérogénicité



Cachada et al., 2016

TEQ limite 600 ng/g – 5300 ng/g

- Trets
- Port-Saint-Louis-du-Rhône
- Marseille

HAP



En résumé

- Contenu en HAP variable et contrasté selon les sites
- De fortes teneurs totales à Marseille et PSLR avec un fort marquage anthropique
- Des concentrations élevées en HAP cancérogènes donnant lieu à des équivalents toxiques élevés



Questionnements et Perspectives

- Contenu total en HAP vs le contenu bio-accessible?
⇔ Développer des outils
- Le TEQ calculé est-il en lien avec les effets génotoxiques observables?
⇔ Lien entre effets calculés et effets in-vitro
- Le TEQ reflète-t-il les effets des différents mélanges? Quel rôle jouent les métaux?
⇔ Etudier les effets « mélanges »

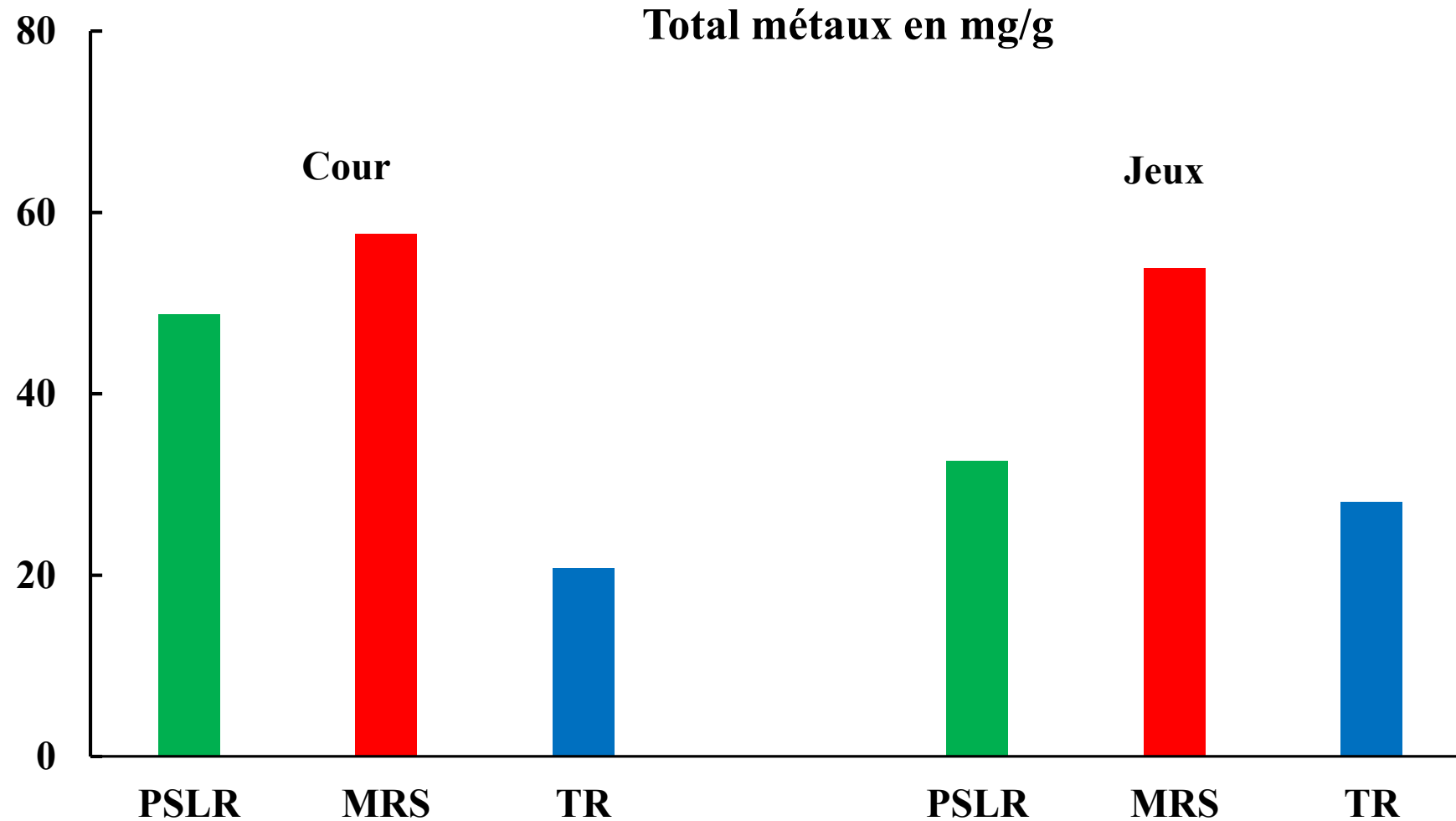
Les métaux

Cliquez sur une case pour obtenir sous le tableau une description détaillée de l'élément correspondant.

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
87 Fr	88 Ra	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	
		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

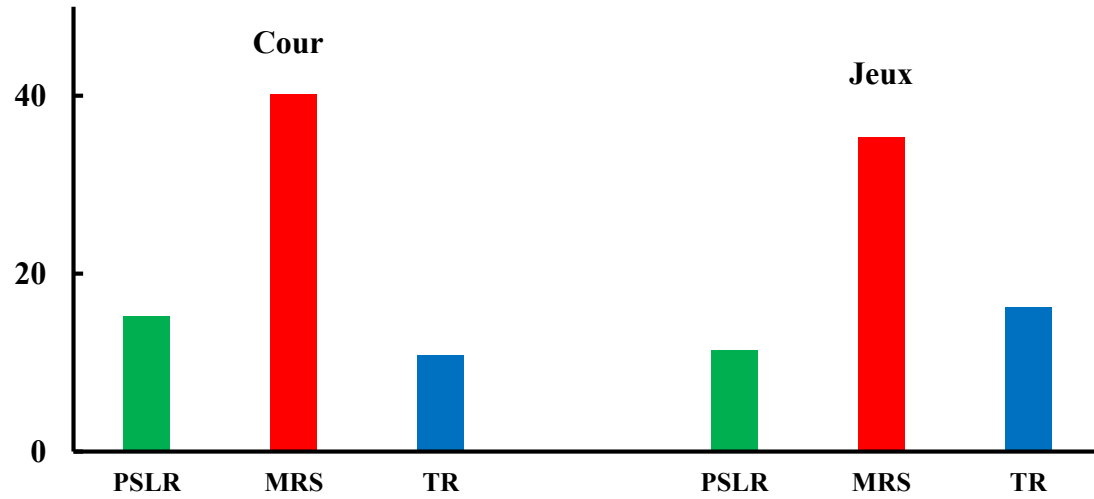
- Métaux analysés : Aluminium, Arsenic, Cadmium, Chrome, Cobalt, Cuivre, Fer, Manganèse, Molybdène, Nickel, Plomb, Thorium, Titane, Uranium, Vanadium, Zinc
- Ils peuvent être présent dans les roches ou les sols, mais leurs concentrations peuvent être augmentées par les activités anthropiques
- Beaucoup peuvent être toxiques ou génotoxiques

Composition chimique - Métaux

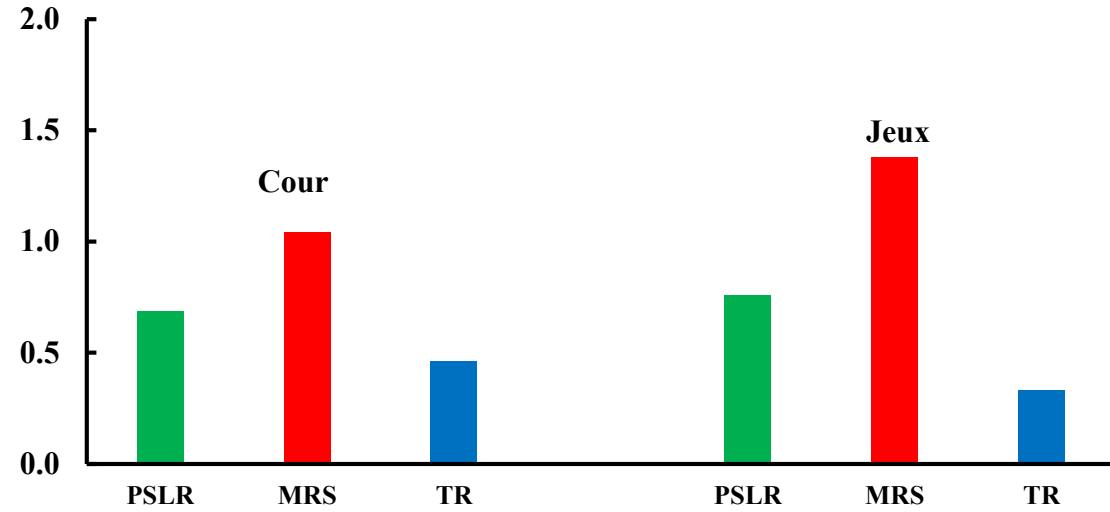


Composition chimique - Métaux

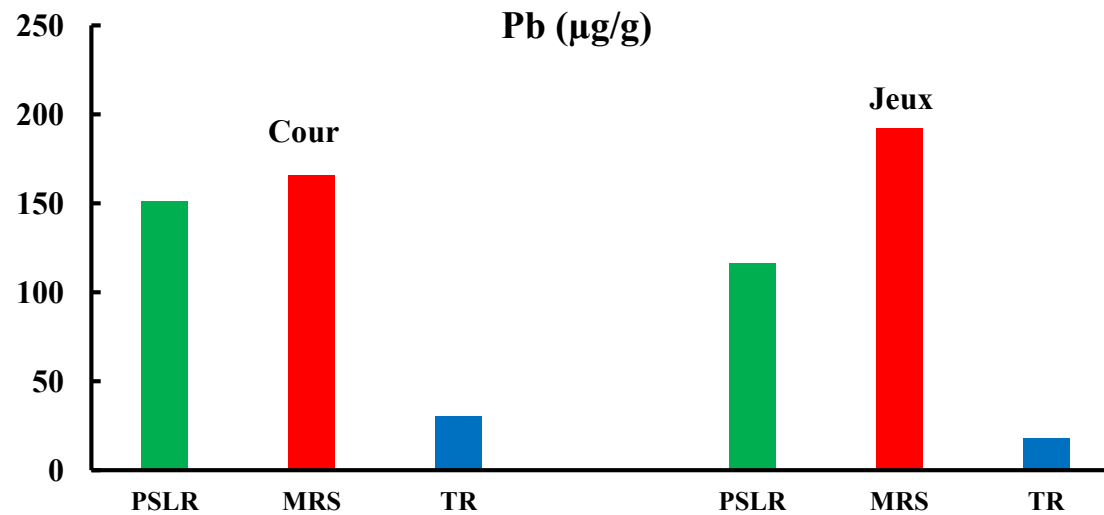
Al (mg/g)



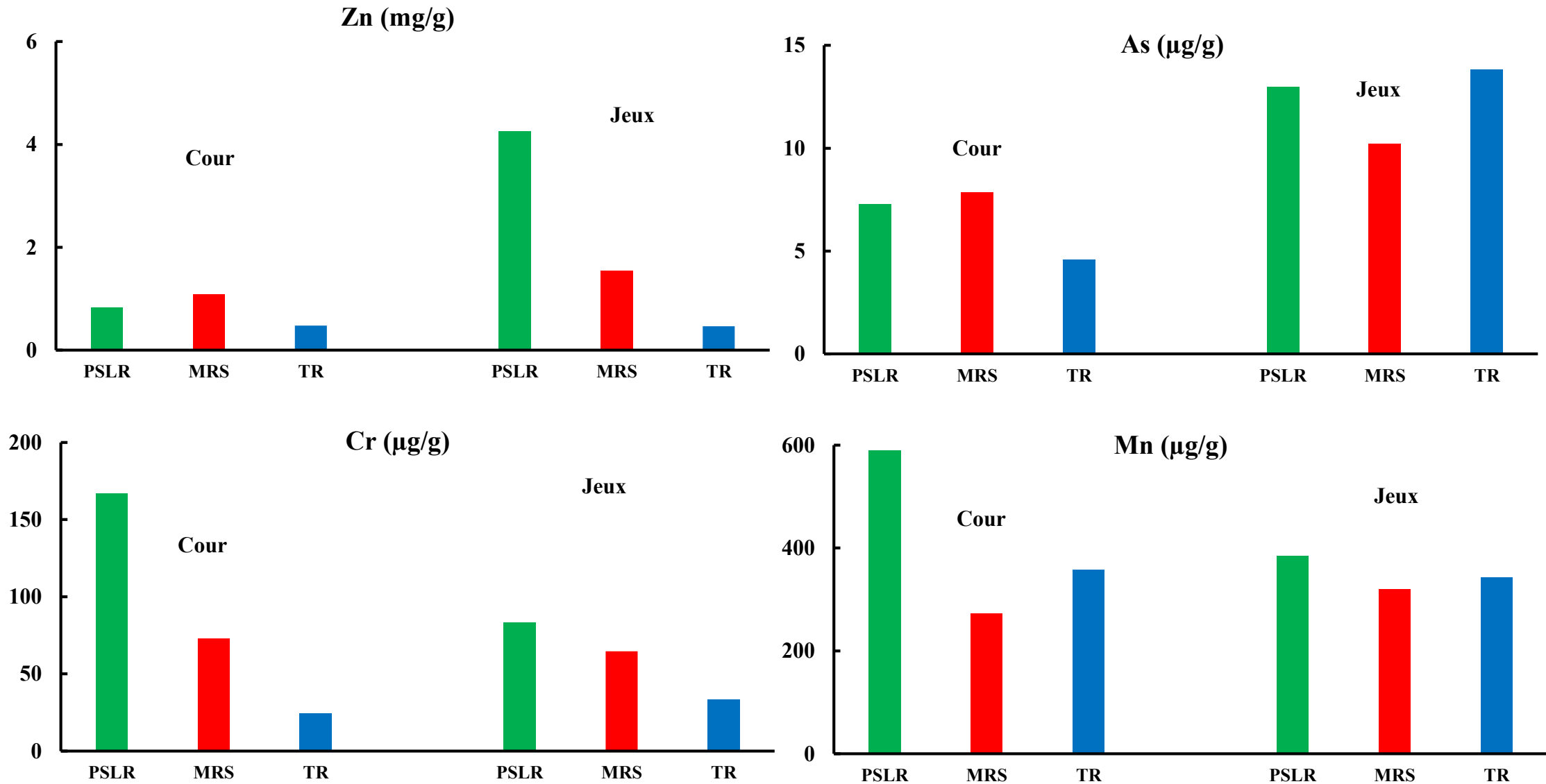
Cd ($\mu\text{g/g}$)



Pb ($\mu\text{g/g}$)



Composition chimique - Métaux



METAUX



En résumé

- Les concentrations en métaux sont variables en fonction des environnements.
- Marquage important des activités industrielles à Marseille et Port Saint Louis du Rhône.

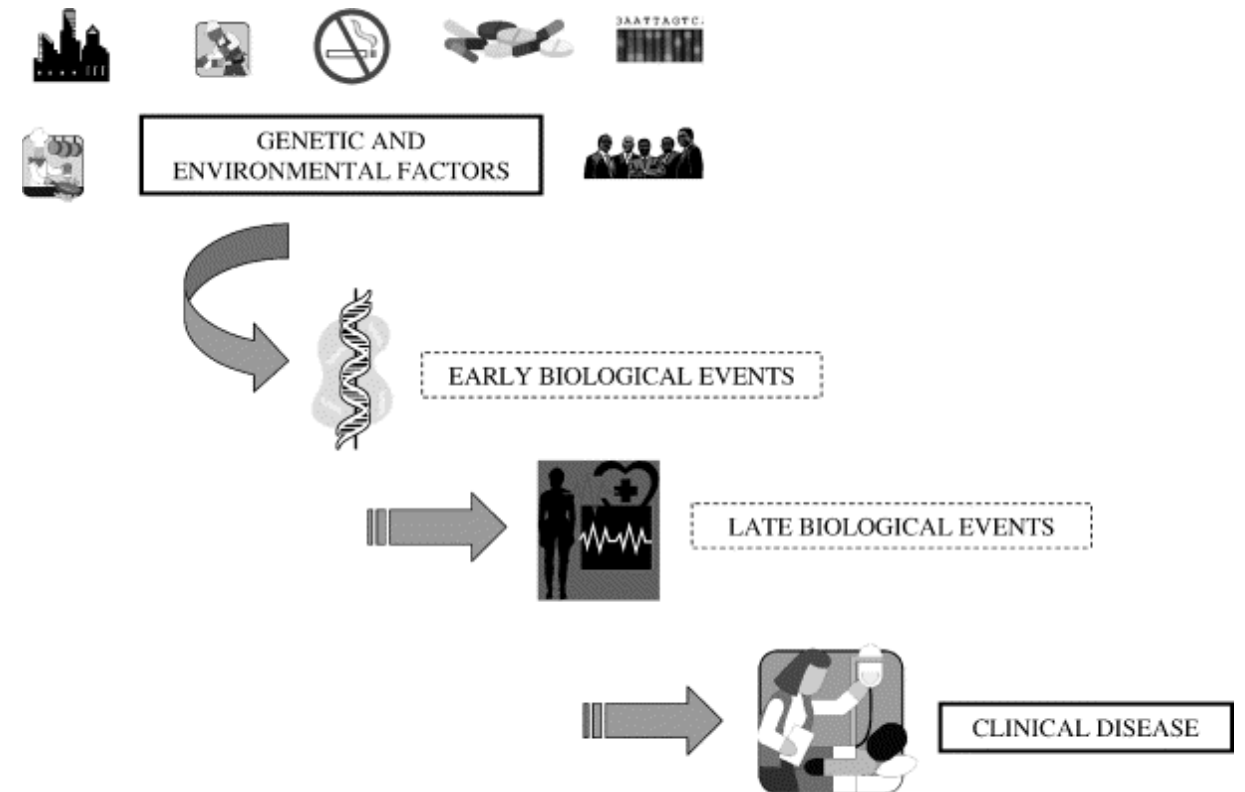


Questionnements et Perspectives

- Composition des revêtements de jeux à préciser.
- Quelles spéciations et donc bioaccessibilité pour ces éléments en fonction de l'environnement.

Ces particules présentent elles des effets génotoxiques ?

La génotoxicité, appelée également toxicité génétique, représente la capacité de certains agents physiques, chimiques ou biologiques à provoquer l'apparition de dommages à l'ADN* qui peuvent conduire à des mutations génétiques si ces lésions ne sont pas réparées. Ces agents sont qualifiés de mutagènes.



Centre international de Recherche sur le Cancer

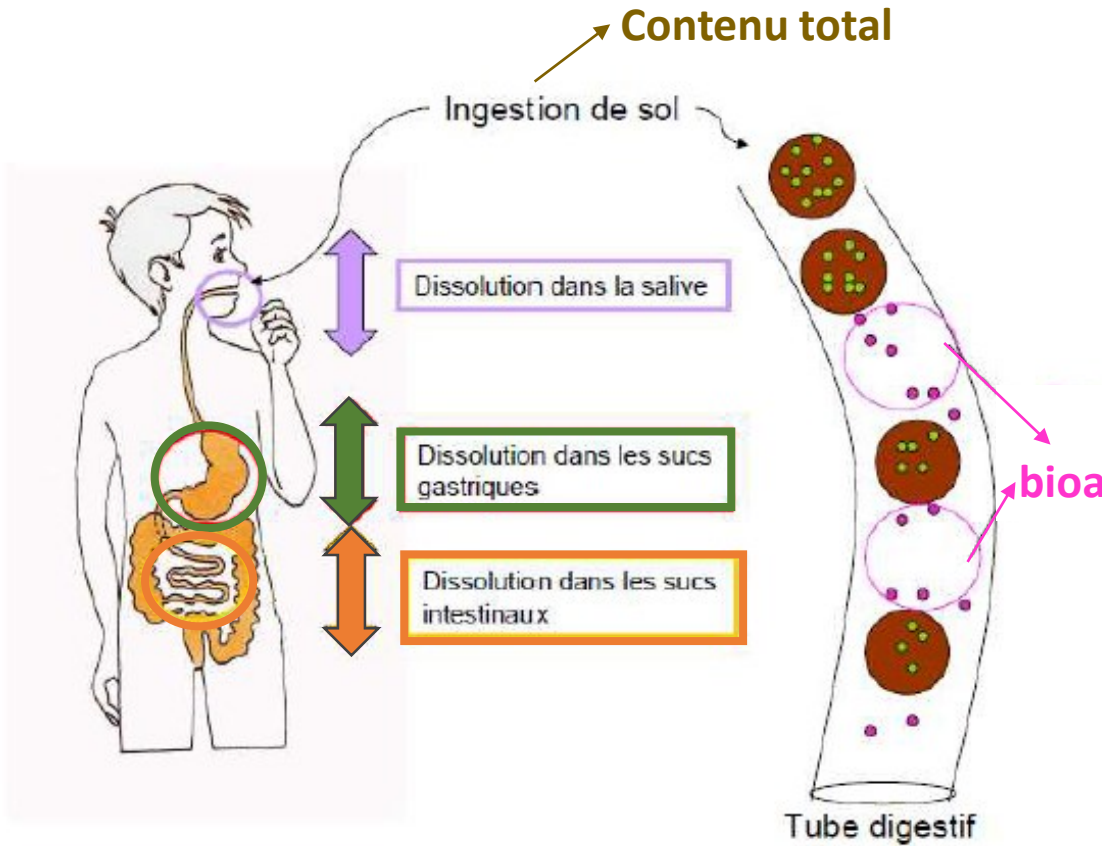


COMMUNIQUE DE PRESSE
N° 213

12 Juin 2012

LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT DES MOTEURS DIESEL
CANCEROGENES

Contenu total vs contenu bio-accessible et bio-disponible



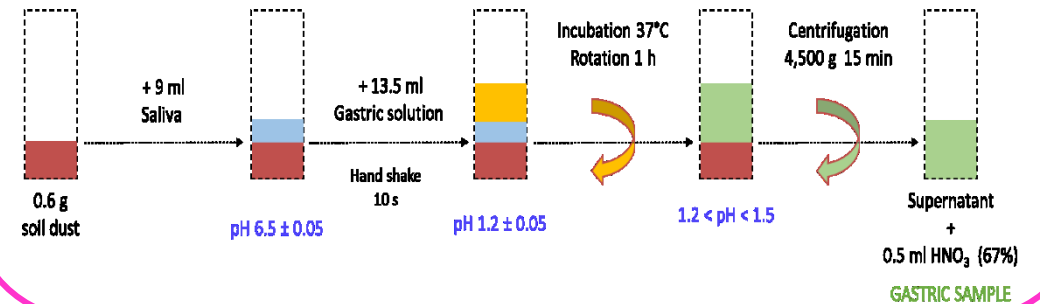
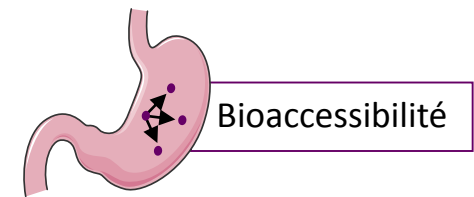
Distribution aux organes
Accumulation

Dose biodisponible

Excrétion (urine)

Passage dans la circulation sanguine

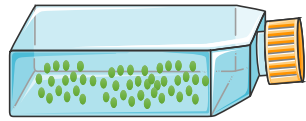
BARGE: BioAccessibility Research Group of Europe



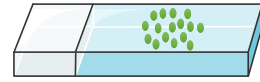
- Contaminants métalliques dissous dans les fluides gastriques
- Contaminants organiques dissous dans les sucs intestinaux

Evaluation des lésions primaires à l'ADN : test des comètes

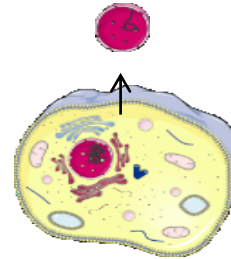
2h of exposition



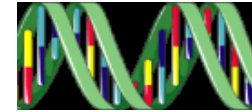
Cellule AGS
en culture



Cellule dans un
gel d'agarose



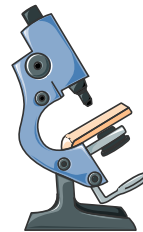
Lyse



Denaturation



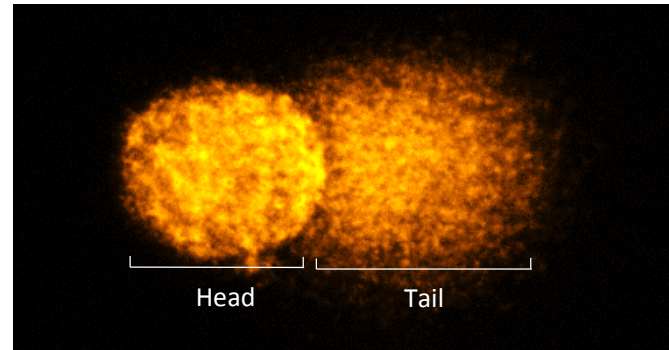
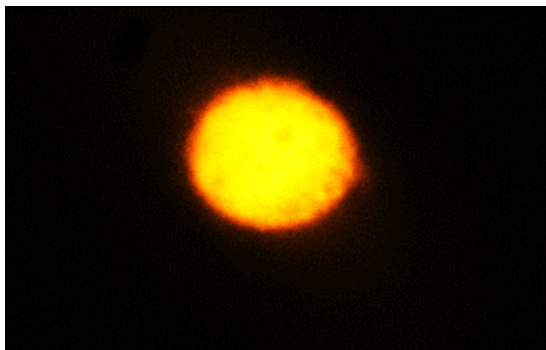
Electrophorese



analyses
microscopique



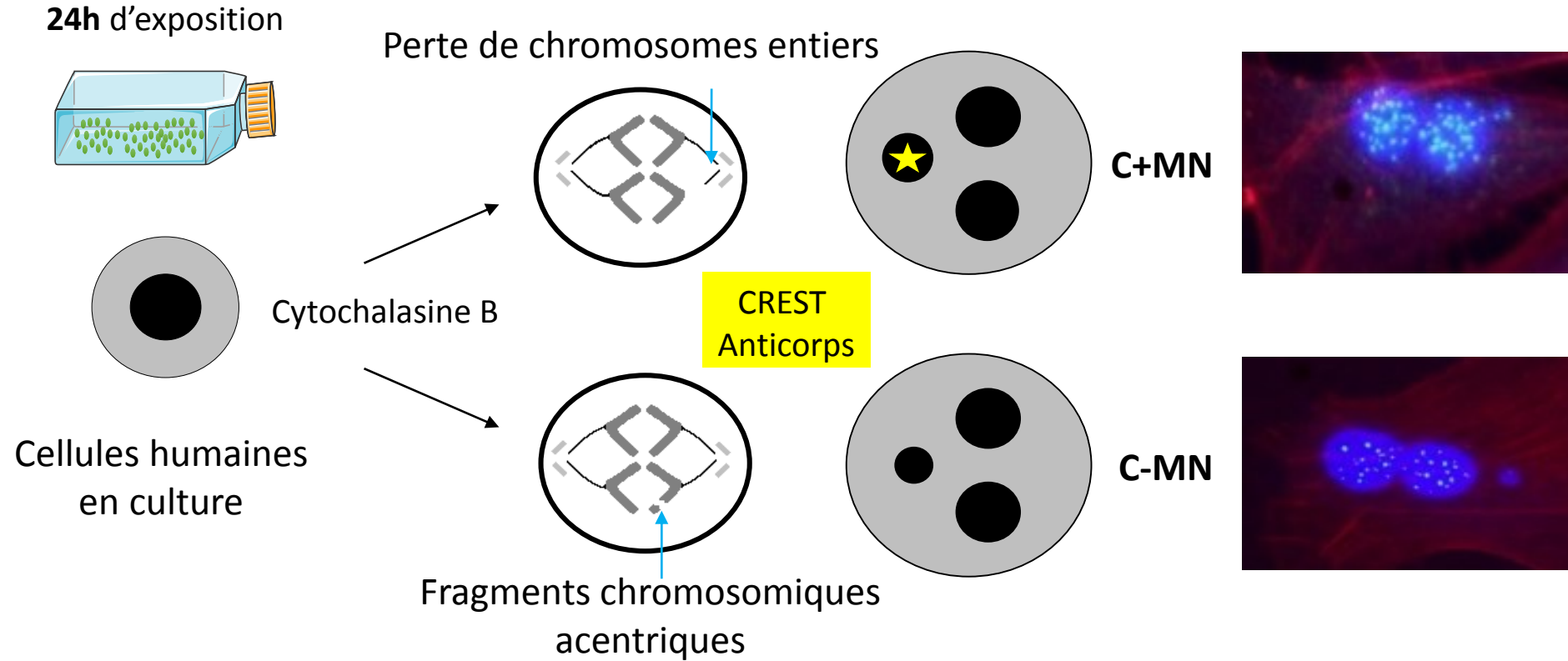
Neutralisation



Analysis: 100 cells (n = 3)

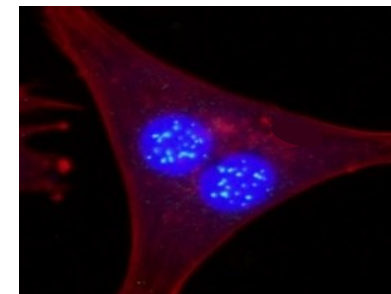
- % Tail DNA
- Significant differences with T-
- Dose-response relationship

Evaluation des mutations chromosomiques : test des micronoyaux couplé au marquage des centromères



Analyses: 2 000 cellules binucléées (n = 3)

- **Fréquence de cellules micronucléées**
- Différences significatives par rapport au T-
- Relation dose-réponse



Conclusions - Perspectives



- Identifier si il existe un danger en terme de génotoxicité lié à l'ingestion des poussières de sols
- Prendre en compte la bioaccessibilité des contaminants ETM et HAP dans la caractérisation de cet éventuel danger
- Tenter d'attribuer aux composés seuls (Ex Cd, BaP) ou aux mélanges les éventuels effets observés
- Tenter de définir les sources des contaminations des poussières les plus nocives en fonction du contexte urbain, portuaire, agricole, industriel



Un grand merci à nos financeurs et labels

