Prise en compte de la bioaccessibilité dans les évaluations des risques sanitaires

Ronald CHARVET
Division Prévention des Impacts Environnementaux
Agence d'Ecologie Urbaine
Direction des Espaces verts et de l'Environnement

Contexte

Mise en place de nouveaux usages en milieu urbain (accès aux pelouses pour des usages récréatifs, jardins partagés/pédagogiques, agriculture urbaine, permis de végétaliser, débitumage des rues, cours oasis, vergers urbains...).

Ces nouveaux usages peuvent s'accompagner de risques sanitaires au regard de la qualité parfois médiocre des sols urbains.

Cours oasis au Lycée Français d'Anvers
Lycée Français d'Anvers © Ville de Paris

Rue Borda (3e arrondissement)
Clément Dorval / Ville de Paris

Sécuriser ces nouveaux usages

Pour permettre la mise en place de ces aménagements en garantissant les aspects sanitaires, les services de la Ville de Paris mènent avec des partenaires scientifiques des études depuis 2013 sur les risques sanitaires liés aux usages « potager » et « récréatif » dans les espaces verts parisiens.

Etude POTEX (Potagers Expérimentaux) 2013-2017

(Rabia BADRDEDINE (INERIS) / Philippe BRANCHU (CEREMA) / Camille DUMAT (ENSAT)/
François NOLD (Laboratoire d'agronomie / Ville de Paris), Isabelle ROUVIE (Service Parisien Santé Environnement / Ville de Paris)

Etude COMETE (COntamination en Métaux des Terres des Espaces verts parisiens) 2017-2020

*(**Philippe BRANCHU** (CEREMA), **Francis DOUAY** (Yncréa), **Aurélie PELFRENE** (Yncréa), **Nathalie BERTHIER** (CEREMA), **Isabelle LAMY** (INRA),*
***Caroline PETIT** (INRA/AgroParisTech), **Christian MOUGIN** (INRA),* **Florence BRONDEAU** (UFR de Géographie et aménagement - Sorbonne)/
Guillaume MORIN (UMR 7590 - CNRS – UPMC) / **Elisabeth REMY** *(INRA/AgroParisTech).*
François NOLD (Laboratoire d'agronomie / Ville de Paris), Isabelle ROUVIE (Service Parisien Santé Environnement / Ville de Paris)

Guides et ouvrage

groupe de travail « Risques liés aux jardins collectifs et privatifs urbains »

Chloé Besnard (Université Nantes), Philippe Branchu (CEREMA), Ronald Charvet (Ville de Paris), Francis Douay (ISA Lille), Thierry Lebeau (Université Nantes), Gaëtan Lefebvre (CEREMA), Cécile Le Guern (BRGM), Aurélie Pelfrêne (ISA Lille), Elisabeth Rémy (INRA-AgroParisTech).

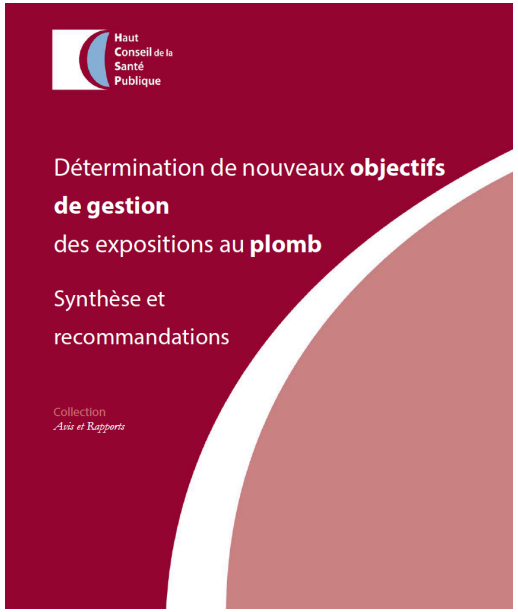
Ce guide est financé dans le cadre du projet POLLUSOLS soutenu par la Région Pays de la Loire

Les recommandations en vigueur :

Recommandations du Haut Conseil de la santé publique :

Valeurs de contamination des milieux d'exposition devant conduire à un dépistage du saturnisme infantile.

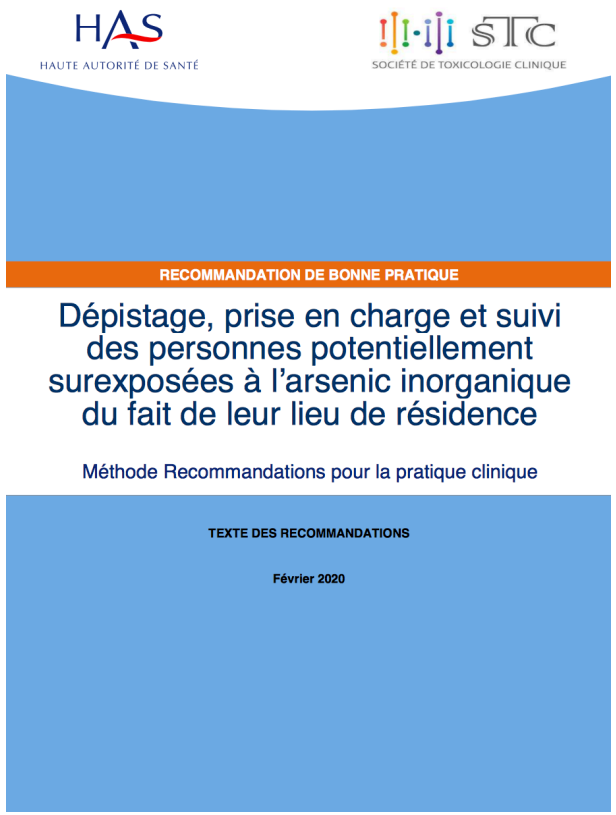
Milieu	Sols	Poussières déposées dans les logements	Eau de boisson
Concentration moyenne entraînant un dépistage du saturnisme (plombémie attendue > 50 µg/L chez environ 5 % des enfants)	300 mg(Pb)/kg(sol)	70 µg/m²	20 µg/L



> 100 mg/kg de plomb : EQRS

Plomb

Arsenic



Stratégie de dépistage d'une contamination humaine par l'arsenic des sols > 25 mg/kg

Les objectifs :

Garantir la compatibilité des usages avec les nouveaux aménagements :

- Etude historique et de pollution de sol
- Réalisation des aménagements avec apport de terre végétale saine et contrôlée
- Qualité de la terre d'apport équivalente aux seuils de référence des terres agricoles d'Ile de France (pour les éléments traces métalliques - ETM)

Dans le cas de terres déjà en place, vérifier la compatibilité :

- Caractériser la pollution des terres
- Evaluer le risque sanitaire en fonction des teneurs en polluants et de la fréquentation
- Proposer des mesures de gestion pour les espaces verts non compatibles (excavation des terres, changement ou restriction d'usages)

Voies d'exposition concernées : Ingestion de sol pour les enfants de moins de 7 ans et/ou ingestion de végétaux consommables contaminés

Etude COMETE : cas des espaces verts

Prélèvements :

- Prélèvements composites sur une profondeur de 0-20 cm .
- Uniquement sur des pelouses accessibles
- Nombre de prélèvements adapté à la taille de l'espace vert

Interprétation :

- Calcul de la moyenne pour caractériser le site
- En cas d'hétérogénéité à l'échelle du site mais si on observe une homogénéité à l'échelle des pelouses, le site est traité à l'échelle de la pelouse ou d'une partie d'un site.

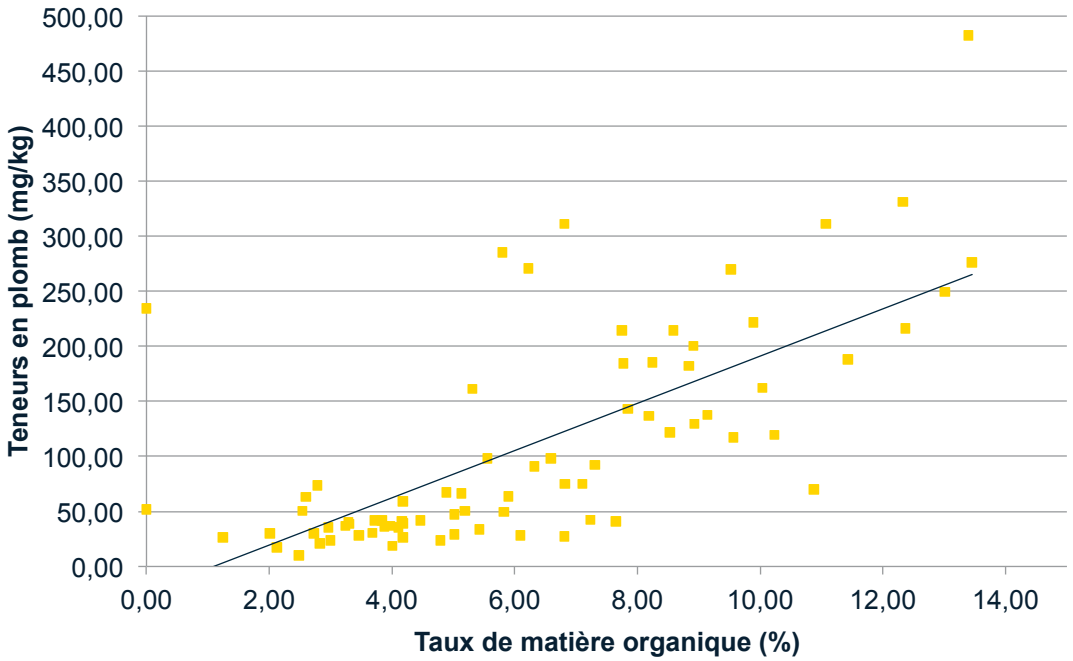
EQRS :

- Si la moyenne >100 mg/kg de plomb ou si un ETM > valeurs de fond parisien *(compatibles avec un usage récréatif).*

Mesure de gestion systématique :

- Si la moyenne > 300 mg/kg de Plomb

L’origine de la pollution :



Corrélation entre la teneur en Plomb (mg/kg) et le taux de matière organique (%) des sols des espaces verts parisiens.

Pollution en ETM des espaces verts engendrée par l’apport de terre végétale d’origine maraîchère ayant subi de l’épandage/eau brute/ gadoue avant les années 1950

Les résultats :

	Plomb	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cuivre	Mercure	Zinc	Nickel
Valeurs guides de la CIRE IdF*	53.7		0.51	65.2	28	0.32	88	31.2
ASPITET Sols ordinaires	9-50	1-25	0.05-0.45	10-90	2-20	0.02-0.1	10-100	2-60
Valeurs de fond espaces verts parisiens (95e percentile)	363	12	1.21	31	132	2.8	387	20.6

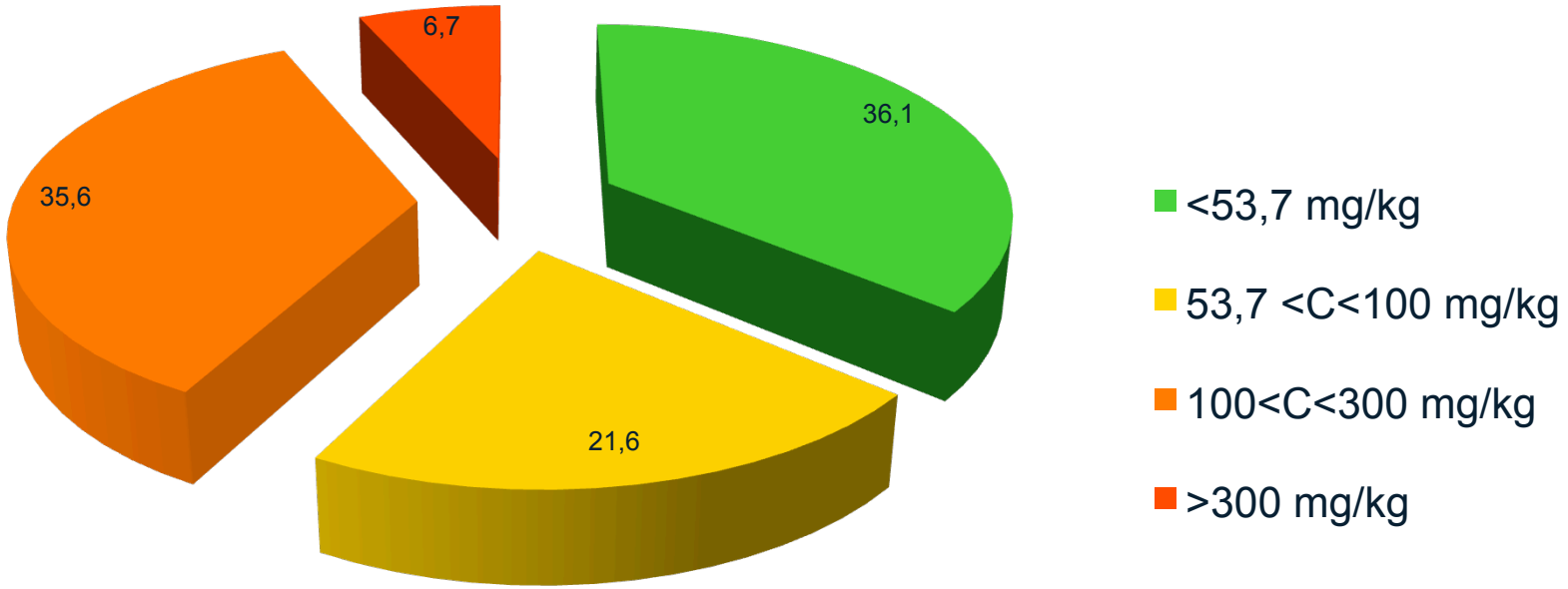
Comparaison des différentes teneurs en ETM (mg/kg) retrouvées dans les sols selon le contexte.

- Teneurs en Plomb potentiellement supérieures aux recommandations du HCSP
- Teneurs en Arsenic faibles en comparaison de la recommandation du HAS (25 mg/kg)
- Teneurs en HAP, HCT et PCB très faibles dans les terres végétales des espaces verts parisiens.

→ Etude focalisée sur le Plomb.

Les résultats :

Répartition des moyennes de teneurs en Pb (mg/kg) de 192 espaces verts parisiens étudiés



1/3 des espaces verts parisiens potentiellement concernés par des EQRS ou mesures de gestion

Les paramètres de l'EQRS :

Tableau 2 : Paramètres d'exposition

Paramètres d'exposition	Code	Enfants < 6ans	Unités	Sources
Durée d'exposition théorique	T	6	Années	INERIS (2001)
Temps moyenné pour les effets non cancérigènes	Tm	Tm=T	Années	US EPA (1989)
Temps moyenné pour les effets cancérigènes	Tm	70 (durée de vie)	Années	US EPA (1989)
Fréquence	F	365	Jours	Hypothèse retenue : 365 jours/365 jours
Quantité de sol ingérée	Q	91	mg	InVS-INERIS (2012)
Poids corporel	P	17	kg	CIBLEX (2003)

Ajustement de la fréquence de présence en fonction de chaque site :

- Habituellement : 132 jours (fermeture hivernale)

Les principes de gestion actuels

3 cas de figures différents selon les concentrations en Pb :

1- **Jardin partagé (usage potager)** : seuil de gestion à 53,7 mg/kg (Cire IdF)

2- **Espace vert dans un établissement sensible** : seuil de gestion à 100 mg/kg (HCSP) pour un usage récréatif compte tenu de la forte fréquence de présence et 53,7 mg/kg pour un usage potager.

3- **Espace vert public** :

- Seuil de gestion à 100 mg/kg déclenchant une EQRS, intégrant :
  -l'ensemble des ETM
  -le nombre de jours maximal de fréquence de chaque site

- Seuil de 300 mg/kg déclenchant des mesures de gestion

En cas de d'incompatibilité suite à l'EQRS ou si la teneur en Plomb est > 300 mg/kg : possibilité de réaliser un test de bio accessibilité pour prendre en compte une estimation plus réaliste de l'exposition.

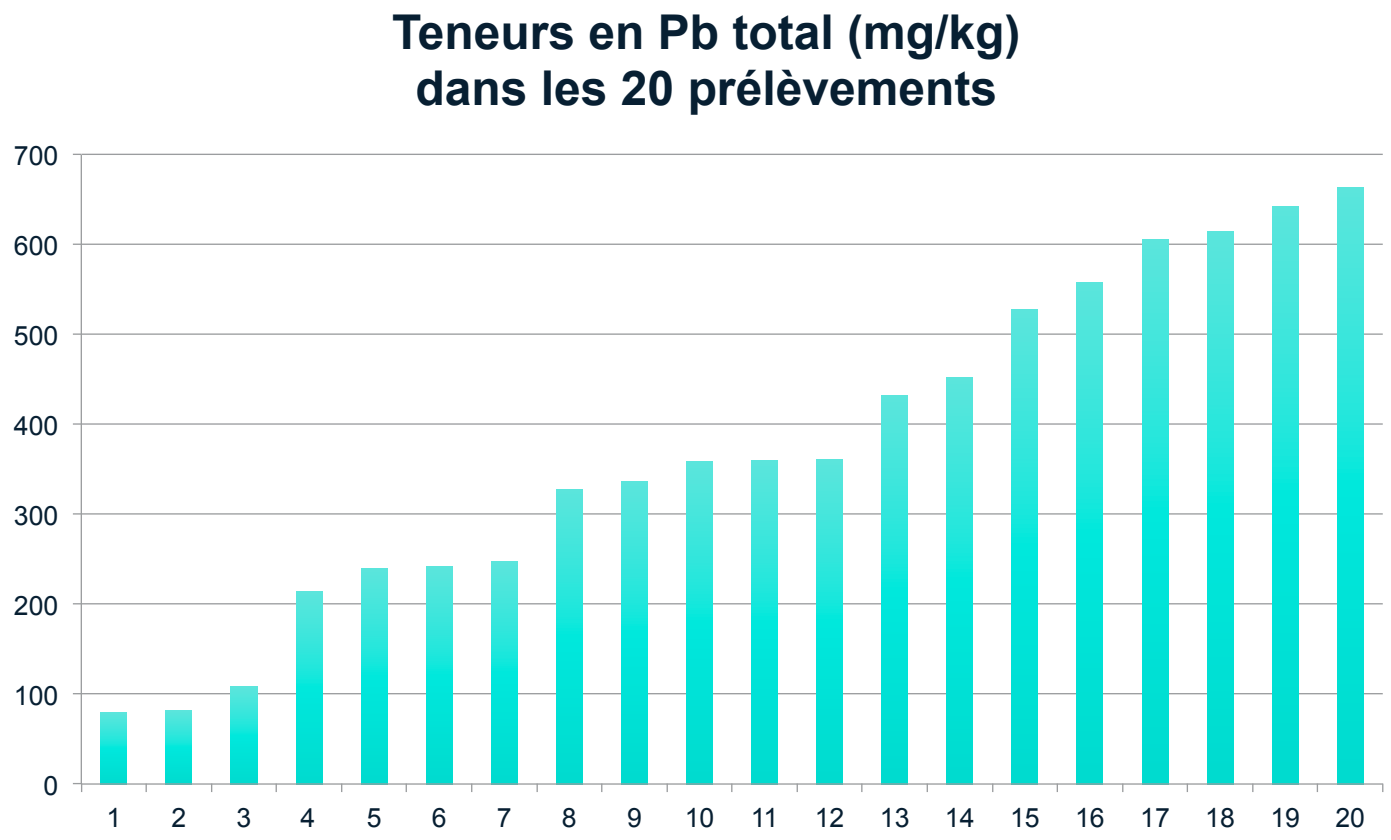
Analyses de bio accessibilité pour le risque lié à l'ingestion de terre pour les enfants de moins de 7ans

- Introduction dans la nouvelle méthodologie de gestion des sites et sols pollués de 2017 : possibilité d'avoir recours aux paramètres de biodisponibilité pour permettre une estimation plus réaliste de l'exposition avant d'engager des mesures de gestion.

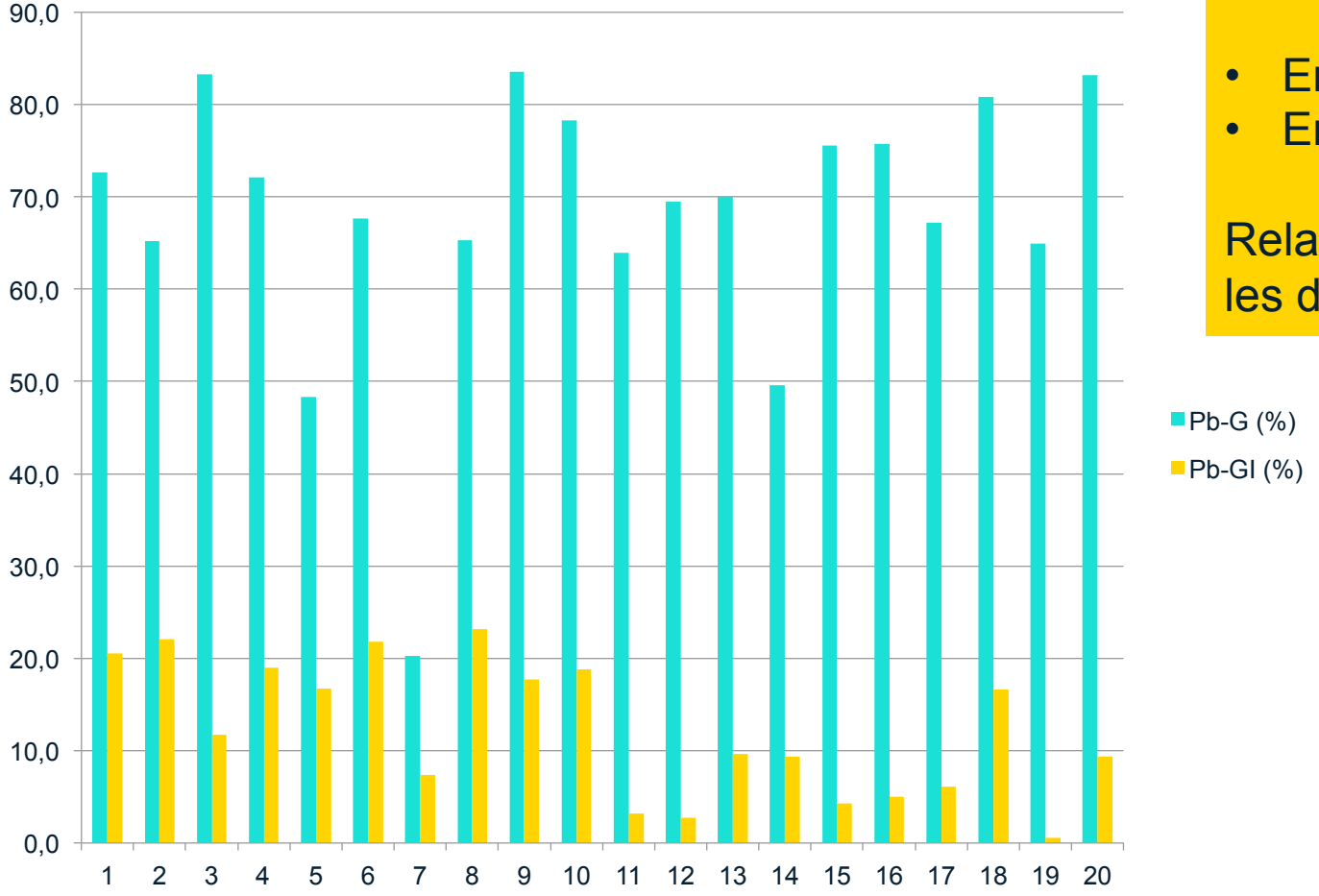
- Analyses réalisées selon le test BARGE par l'Yncrea Haut de France en 2018-2019

Test de bio accessibilité

Analyse de 20 échantillons sur une gamme représentative des teneurs en plomb que l'on peut observer dans les espaces verts parisiens (80 à 600 mg/kg en Pb).



Test de bio accessibilité



% de Bioaccessibilité dans les 2 phases en fonction des échantillons.

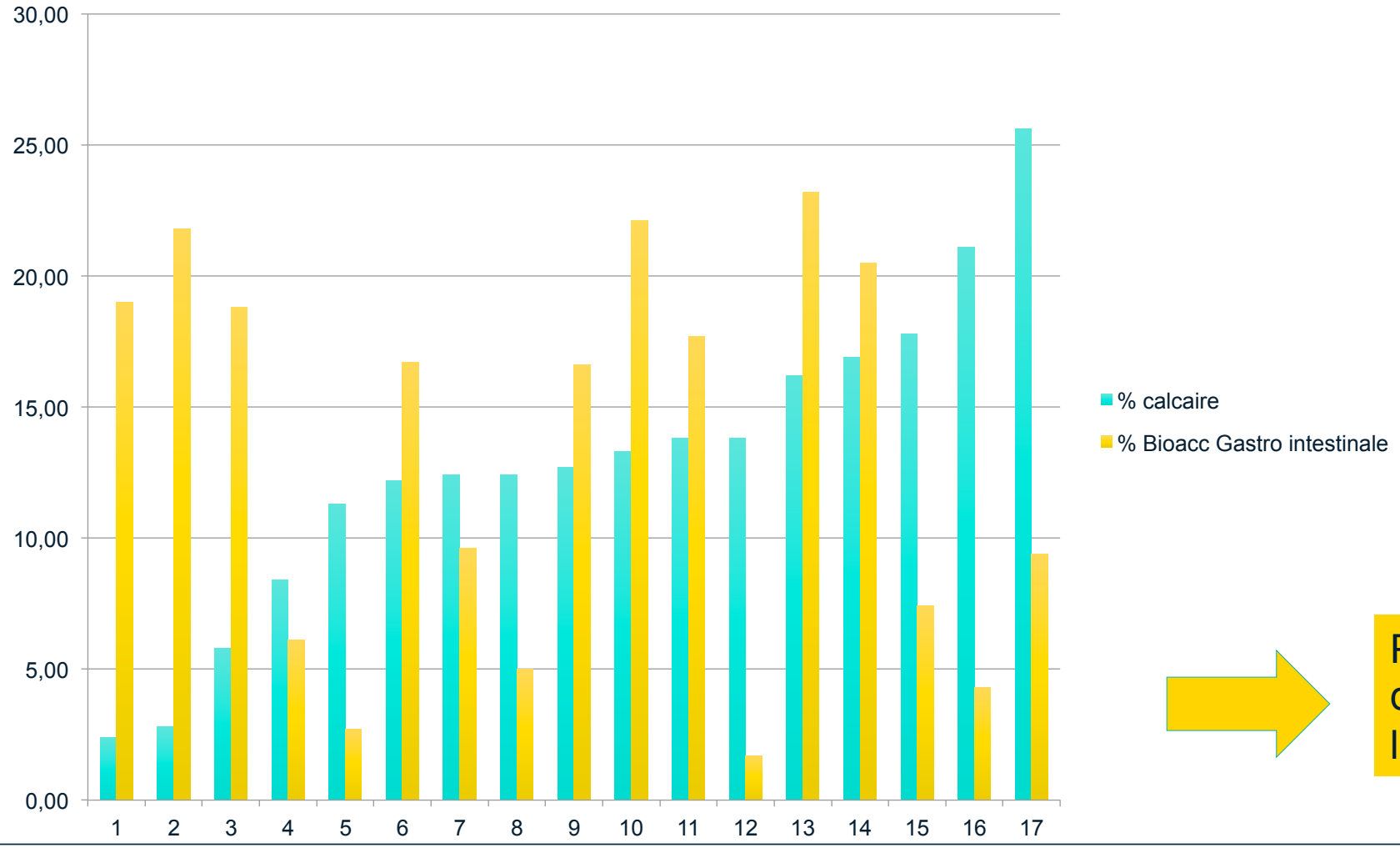
<u>% de bio accessibilité du Pb :</u>

- En phase gastrique (Moy : 67,4% +/- 14,8 %)
- En phase gastro-intestinale (Moy : 12,3% +/- 7,4 %)

Relativement homogène à l'échelle de Paris malgré les différences agronomiques

Test de bio accessibilité

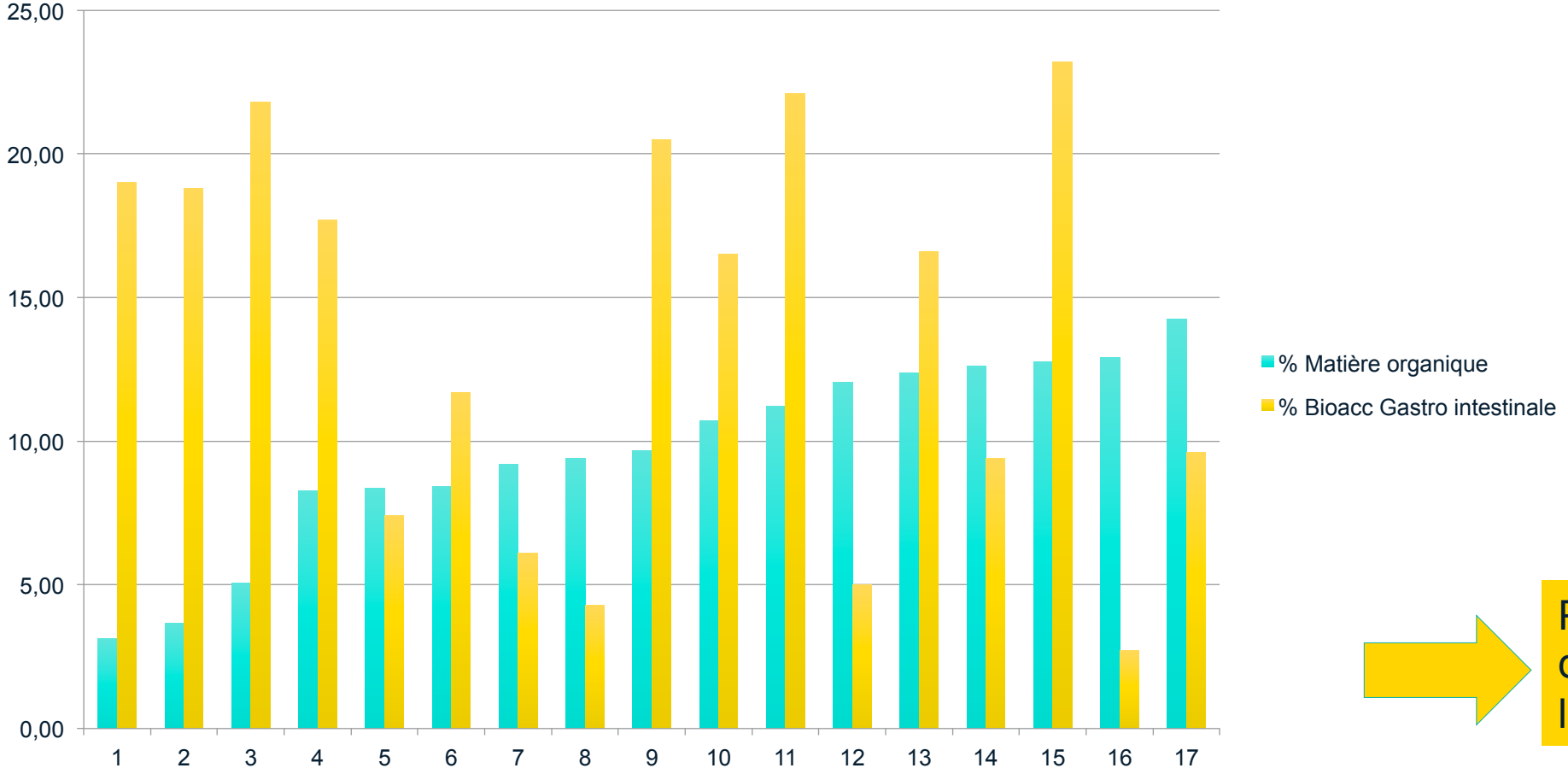
Analyse de 17 échantillons sur une gamme représentative du % en calcaire total que l'on peut observer dans les espaces verts parisiens (2,4 à 25 % en calcaire total).



Pas d'influence significative du % de calcaire sur le % de bio accessibilité

Test de bio accessibilité

Analyse de 17 échantillons sur une gamme représentative du % de matière organique que l'on peut observer dans les espaces verts parisiens (3 à 15 % en MO).



Pas d'influence significative du % de MO sur le % de bio accessibilité

L'étude COMETE (2016-2018)

Calcul de la dose d'exposition INVS / Ineris 2012 :

Ainsi, le calcul de dose d'exposition ajustée pour cet élément peut être réalisé selon l'équation suivante, moyennant les hypothèses concernant la biodisponibilité et l'absorption de Pb. Pour un enfant et en considérant la valeur maximale de l'absorption de 80%, il est obtenu :

$$DJE_{ajustée} = DJE.\frac{BA_{TERRE}.fa_{TERRE}}{BA_{VTR}.fa_{VTR}} = DJE.\frac{BA_{TERRE}.0,8}{0,4} = DJE.2.BA_{TERRE}$$

Recommandations Ineris 2020:

L'intégration des fractions bioaccessibles permet :

- des estimations plus réalistes des expositions et des risques, en particulier pour l'As et le Cd. En effet, dans le cas du Pb, des valeurs de bioaccessibilités attendues, *a minima* inférieures à 50 % sont nécessaires, ce qui n'est pas le cas dans la majorité des situations ;
- des propositions d'actions mieux proportionnées.

Introduction dans l'EQRS
de la valeur de bio accessibilité
de chaque site

bio accessibilité gastrique ou gastro intestinale ?

CHOIX :
Gastrique : majorant
Gastro intestinale : physiologique

L'impact sur l'EQRS n'est alors perceptible que si l'on utilise la Bio accessibilité Gastro intestinale.