



Mutualisation de compétences et innovation les clés de la réussite pour la reconversion de friches en projets d'agriculture urbaine

Benjamin PAUGET
Resp. R&D, TESORA

Anne BARBILLON
Coordinatrice SecurAgri

Pascale TAILLAT
*Cheffe de projet
prévention des
pollutions*



Union des Professionnels
de la Dépollution des Sites.

Sites et sols pollués : 30 ans, l'âge de raison ? - 11 Octobre 2022 - Paris

L'Agriculture Urbaine et la pollution des sols

**Un besoin de renaturation
et de création de zones de
verdure**



**Investissement de terrains
urbain pour des activités
agricoles et/ou potagères**



**Présence potentielle de
pollution dans les sols, besoin
de caractériser les risques**

**Réal besoin d'accompagnement de la
part des collectivités, aménageurs,
bailleurs, porteurs de projets...**

La création d'un partenariat



Plateforme d'expertise pour l'évaluation et la gestion des risques sanitaires liés à la pollution en agricultures urbaines et péri-urbaines



UNE TERRE PROPRE POUR DEMAIN
Bureau d'études dans l'ingénierie de l'environnement, spécialisée en Sites et sols pollués

Accompagnement

Missions de prestations à destination des acteurs de terrain (collectivités, aménageurs, porteurs de projets...)

Recherche

Appui à la recherche, alimentation des bases de données, lien entre terrain et expérimentations

Vulgarisation

Production de documents de vulgarisation et conception de modules de formations

Recherche et développement

caractérisation de la bioaccessibilité et de la biodisponibilité (bioindicateurs), friches...

Evaluation des risques

Des évaluations des risques sanitaires et environnementaux spécifiques à chaque site

Un premier guide issu du programme REFUGE

- Programme de recherche participative porté par des chercheuses d'AgroParisTech et de l'INRAE
- Proposition d'une méthodologie d'évaluation et de gestion des risques liés à la contamination des sols en AU
- Financement : AgroParisTech, INRAE, ADEME et Région Ile de France
- Proposition d'une méthodologie en 3 étapes d'évaluation et de gestion des risques liés à la contamination des sols en AU



La démarche REFUGE en trois temps (AgroParisTech, INRAE, 2020 - © Roskocom)

Les VASAU du guide REFUGE et leur utilisation

Les Valeurs d'analyse de la situation en Agriculture urbaine (VASAU) : un outil d'aide à la décision

Aucun contaminant ne dépasse la VASAU 1

➔ Le sol est en principe cultivable

Au moins 1 contaminant dépasse la VASAU 1 (ETM) et aucun organique > VASAU 1

➔ Surveillance dans les végétaux

Au moins 1 contaminant dépasse la VASAU 2 (ETM) ou la VASAU 1 (Orga)

➔ EQRS

Tableau 6 : Proposition de VASAU pour l'agriculture urbaine en Île-de-France

Polluants	VASAU 1 (mg/kg)	VASAU 2 (mg/kg)
Pb	53,7 ^a	100 ^c
Cd	0,51 ^a	1,0 ^d
Hg	0,32 ^a	0,64 ^d
Cu	28,0 ^a	84,0 ^d
Zn	88,0 ^a	264,0 ^d
As	12,0 ^b	20 ^b
Ni	31,2 ^a	62,4 ^d
Se	0,31 ^a	0,62 ^d
Cr	65,2 ^a	130,4 ^d

a : Valeurs CIRE IDF
 b : Valeurs Étude COMETE Ville de Paris
 c : Valeurs HCSP
 d : Valeurs définies dans le cadre du REFUGE

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (extrait de RMQS-IDF⁹)

AP	VASAU 1 (mg/kg)
Benzo(a)pyrène	0,020
Benzo(b)fluoranthène	0,015
Benzo(k)fluoranthène	0,005
Benzo(e)pyrène	0,005
Benzo(a)anthracène	0,098
Benzo(a)fluoranthène	0,015
Benzo(b)fluoranthène	0,156
Benzo(k)fluoranthène	0,126
Benzo(a)anthracène	0,083
Benzo(a)pyrène	0,090
Benzo(b)fluoranthène	0,103

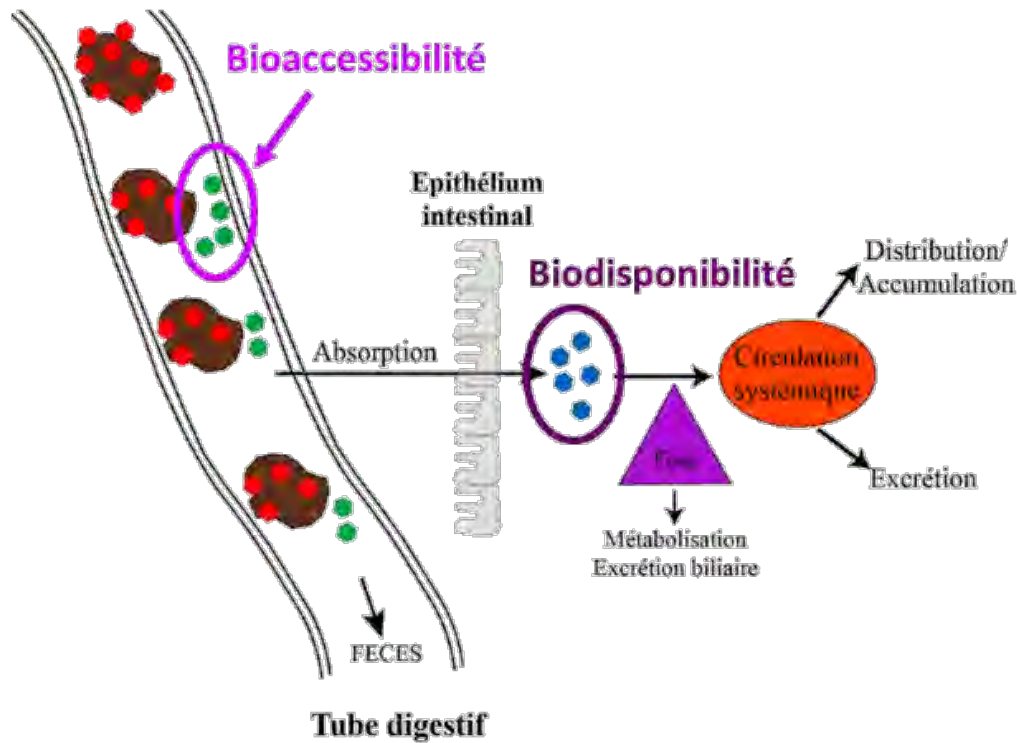
Hydrocarbures Totaux (extrait de BDSolU)

HCT C10-C40	VASAU 1 (mg/kg)
HCT C10-C40	69,5
Benzo(g,h,i)perylène	0,028
Somme 16 HAP	0,091
	1,053

La bioaccessibilité

DEVENIR DES MÉTAUX APRÈS INGESTION DE PARTICULES DE TERRE

Pelfrène et al.



$$DJE = \frac{C \times Q \times F}{P} \times \frac{T}{T_m}$$

✓ Utilisable pour Cd, Pb et As seulement

Pour l'As et le Cd : $DJE_{ajustée} = DJE \times BA_{terre}$

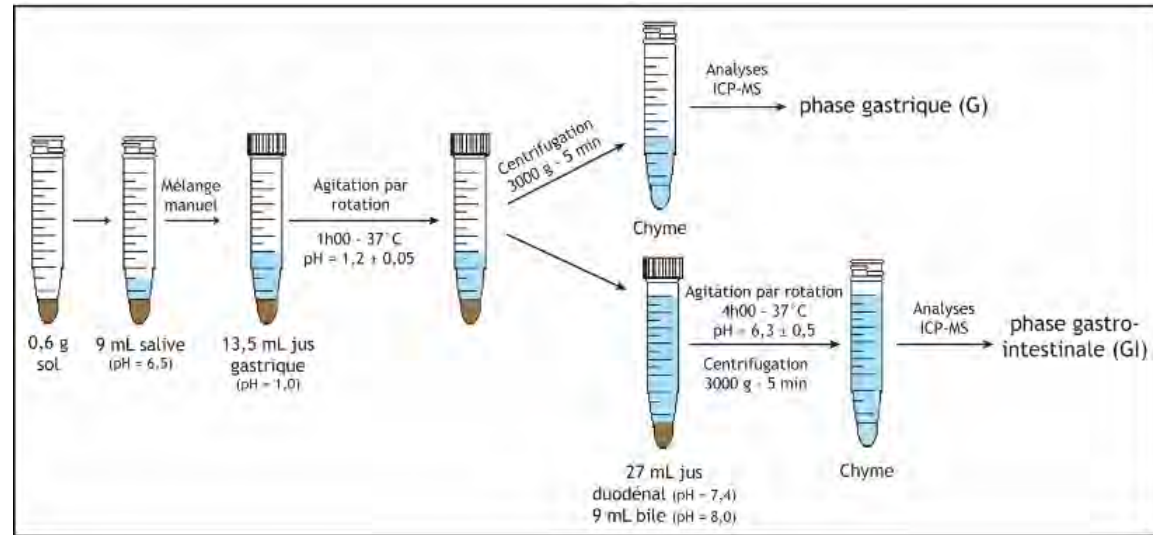
Pour le Pb : $DJE_{ajustée} = DJE \times 2 \times BA_{terre}$

✓ Améliore l'estimation de l'exposition

✓ Améliore la finesse de caractérisation des risques sanitaires

Bioaccessibilité Test UBM (ISO 17924:2018)

Une démarche longue,
complexe, nécessitant de
nombreux réactifs et
couteuse...



Extraction à l'HCl

- + proche des conditions physiologiques (ratio S/L, réactif, T°C, pH)
- + rapide
- + d'échantillons / semaine

Elle s'inscrit dans une démarche exploratoire à moindre coût, dont les résultats seront validés par UBM

HCSP (2021): « La détermination de la fraction dite « acido-soluble » du plomb en est un substitut acceptable, moins onéreux et très bien corrélé à la méthode BARGE ».

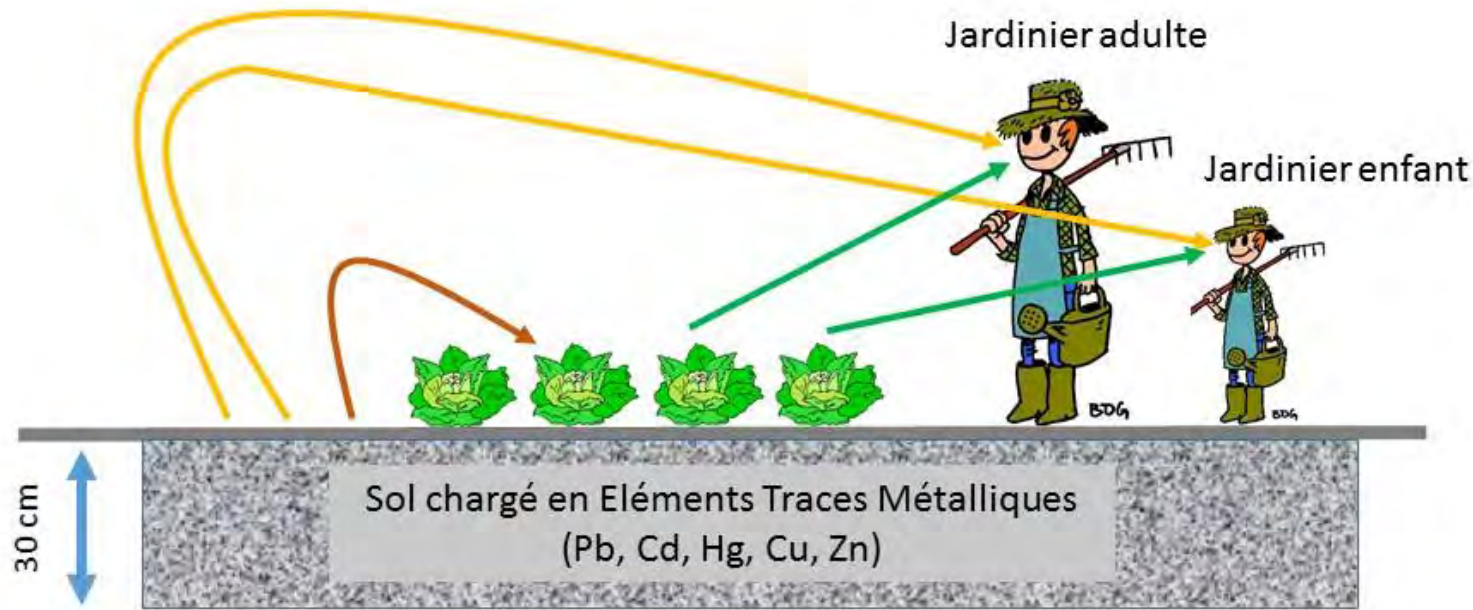
La caractérisation des risques sanitaires : les modèles

Transfert sol → humain via l'ingestion de sol et de poussière

Transfert sol → légume via le système racinaire et foliaire

Transfert légume → humain via l'ingestion de légumes

Transfert de pollution



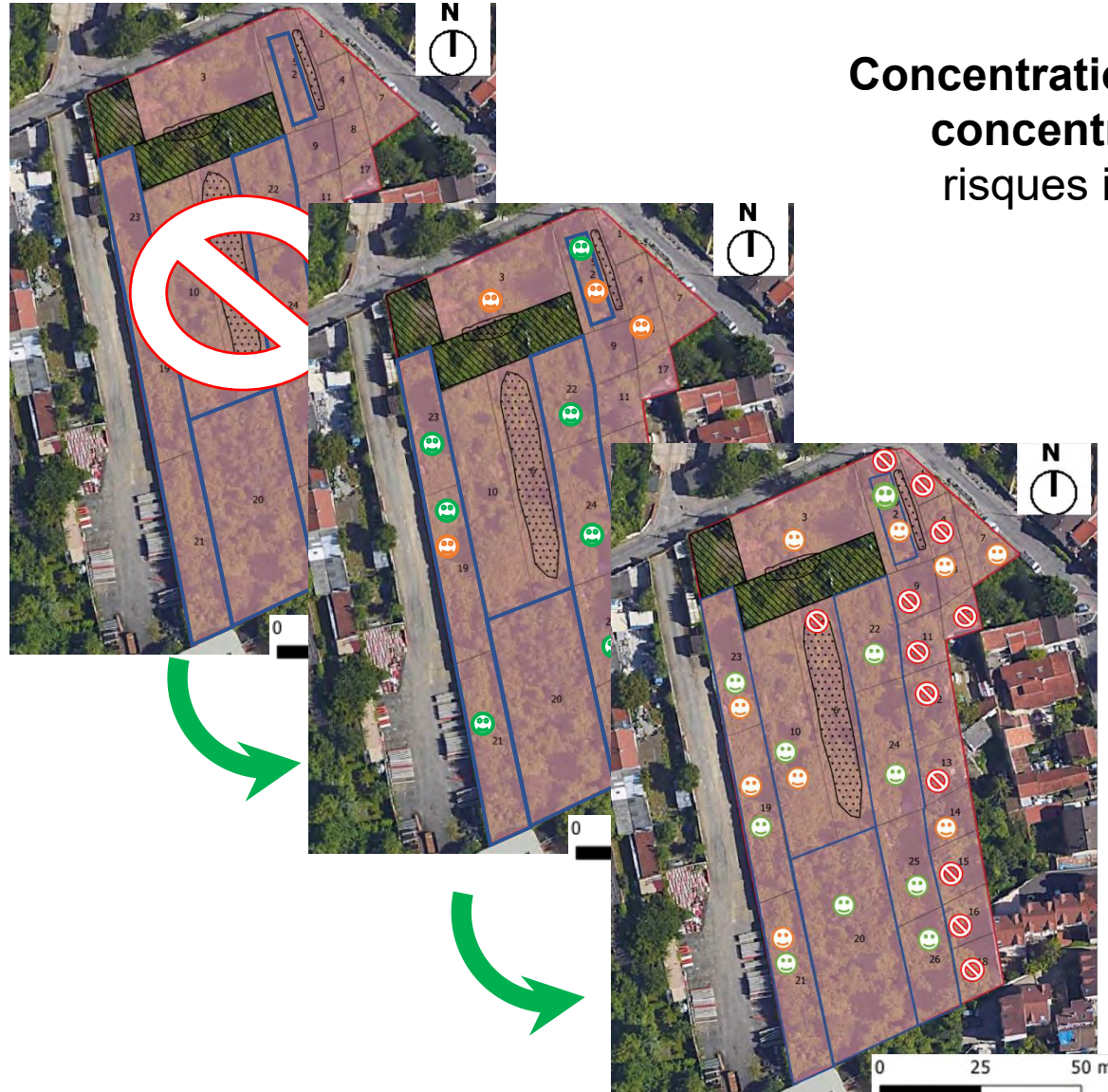
- 3 scénarios étudiés : Agriculteurs urbains, enfants jardiniers, adultes jardiniers
- Culture en pleine terre

Les itérations des risques sanitaires (Agriculteur urbain)

**Concentrations moyennes et
concentration totales
risques inacceptables**

**Concentration par parcelle et
intégration de la bioaccessibilité
panachage de risques
acceptables/inacceptables**

**Concentration par parcelle et
intégration de la bioaccessibilité et
adaptation de l'usage
Optimisation des scénarios d'usage**



Mise en place de culture test



Chou kale



Blettes



Chicoré

Mise en place d'un culture test

- ✓ Chou kale
- ✓ Blettes
- ✗ Chicoré : dépassement pour le Pb

Une gestion itérative et optimisée



- BA** Test de bioaccessibilité
- Re** Recouvrement
- OK** Usage projeté acceptable
- De** Décapage
- H.S.** Culture hors-sol
- S** Sanctuarisation
- An S** **An L** **An F** Analyses complémentaires (sol, légumes, fruits)

La vision de la maîtrise d'ouvrage



Les porteurs de projets très impliqués ont pu amorcer le démarrage de leurs projets agricoles



Facilite le dialogue entre plusieurs mondes : celui de la recherche, du monde économique et des collectivités territoriales, ouvrant ainsi sur l'hybridation des analyses



Ce projet multi-partenarial s'est révélé fructueux pour la collectivité à plusieurs points de vue : économies d'échelles sur les prestations, rationalisation des interventions et du coût global.



Grande fluidité pour adapter les mesures de gestion préconisées et recherche en continu des solutions innovantes,



Répond à la priorité de la ville de Montreuil d'une certaine exemplarité environnementale, celle de préserver la ressource sol.

Une collaboration Securagri – Tesora :

- une gestion fine alliant agroécologie et études fine des risques sanitaires
- Amélioration de l'évaluation des risques en validant l'usage d'agriculture urbaine.



Le succès de itération et une maitrise d'ouvrage ouverte à l'innovation

- La bioaccessibilité : un usage délicat
- Des études à la parcelle pour optimiser la gestion
- La mise en place de culture test

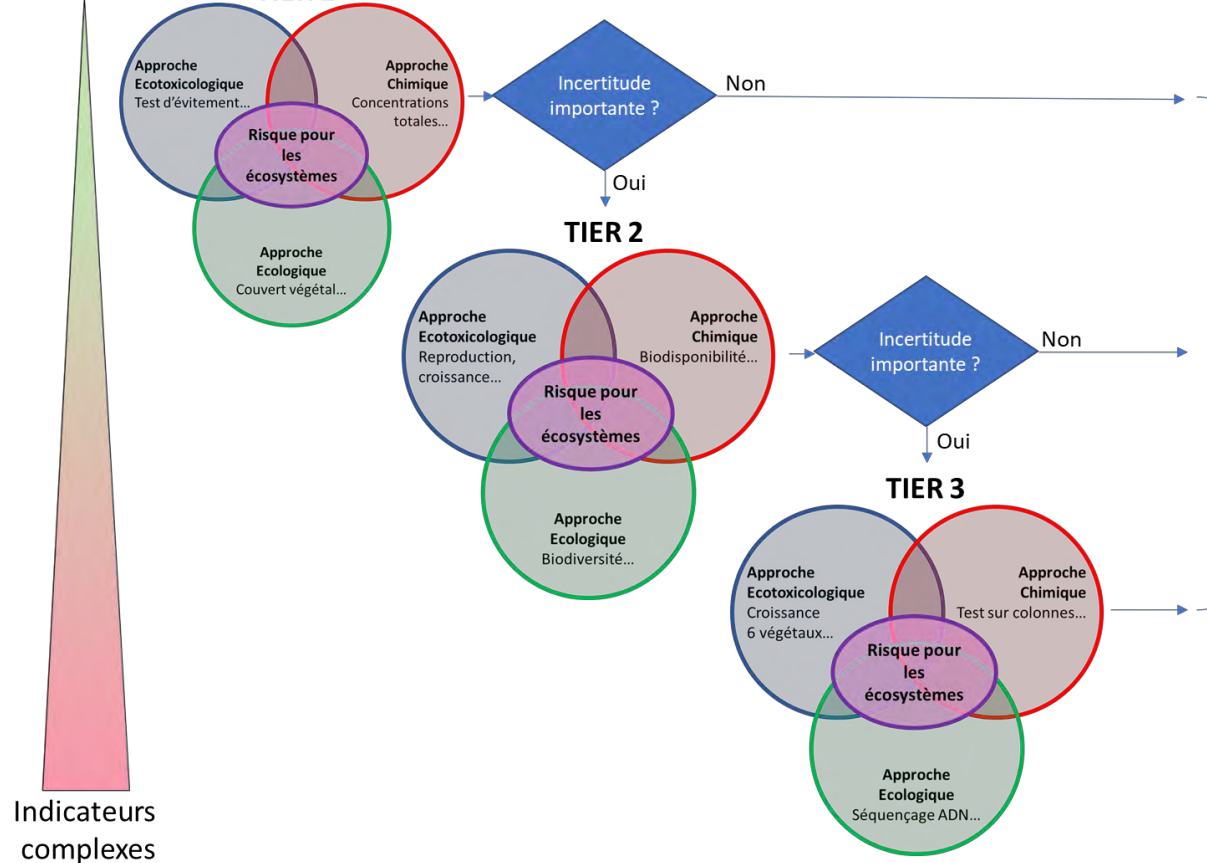


Et moi, je ne risque rien ?



La caractérisation des risques environnementaux

Indicateurs simples



Indicateurs complexes



		NOUVEAUX RESULTATS
		Caractéristique de la mesure
Physico-chimie		Teneurs totales et extractibles
		Transfert vers les végétaux
Bio-indicateurs d'accumulation	Accumulation plantes (CMT - Végétaux)	Transfert vers les escargots
	Accumulation escargots (SET - Escargots)	Etat biologique du sol
Bio-indicateurs d'effets	Indices Nématodes <i>in situ</i> NF EN ISO 23611-4	Toxicité des polluants sur les invertébrés du sol
	Test éco-toxicologique <i>C. elegans</i> NF ISO 10872	État de santé des végétaux et des sols
	Indice Oméga 3 - Végétaux <i>in situ</i> ISO/CD 21479	Phytotoxicité des polluants
	Test écotoxicologique Oméga 3 - Végétaux <i>ex situ</i> AFNOR XP X31-233	Écobiologie du sol
	Indices Vers de terre <i>in situ</i>	

Merci de votre attention !

benjamin.pauget@tesora.fr
anne.barbillon@agroparistech.fr
pascale.taillat@montreuil.fr

