

Des jardins urbains... pour des villes plus durables et résilientes

C. Dumat*, S. Mombo, M. Shahid & T. Xiong

PR Toulouse INP-ENSAT, CERTOP, Réseau-Agriville

*Mots clefs : Durabilité des sols/Services écosystémiques,AU,Agronomie-environnement-santé,
Approche sociotechnique : Biogéochimie/SHS, Continuum « Formation-Recherche-Société ».*



Plan :

1-Complexité des sols & Enjeux

2-Qualité des sols de Jardins.

3-Nature en ville et Durabilité des territoires



►1-Complexité des sols & Enjeux

Pollutions - Changement climatique

Surexploitations - Croissance démographique...

- Pressions anthropiques sur les écosystèmes et ressources
- Inégalités écologiques – Risques Environnement-Santé



Sols :Artificialisation, Imperméabilisation,
Tassement, Erosion, Salinisation, Pollutions



**TRANSITIONS
ÉCOLOGIQUES**

(Carrère, Dumat et Zelem, 2019)

Ma carte mentale du sol...

Cycles biogéochimiques
*Compartimentation - Biodisponibilité
Services écosystémiques
Agroécologie

Inter/trans-disciplinarité
Réglementation
Normes

Terrains :
Jardins collectifs
Exploitations agricoles
(maraichage, vigne)
Sites industriels

Objectifs :
Mécanismes, Intentions,
Pratiques, Transmission,
Transitions Ecologiques.

Gestion des risques
Environnement-Santé

Collaborations :
Chercheurs (biogéochimie)
Agences (Ademe, BRGM...)
Associations, Villes...

Alimentation durable
*Agricultures urbaines
Sciences & Société
*Paysages comestibles
*Scénarios, pratiques...





Sols vivants ↔ Services écosystémiques (SE)



1)
Production



2)
Filtre
Biodégrad.
Stockage



3)
Matériaux



5)
Habitat
Biodiv.



4)
Environ.
pour les
activités...

(Dumat, 2020, MOOC-AU)

Complexité des écosystèmes sols :

moyens pragmatiques (analyses, tests, OAD) d'y faire face entre savoirs scientifiques, savoir-faire des professionnels et parfois flou artistique...

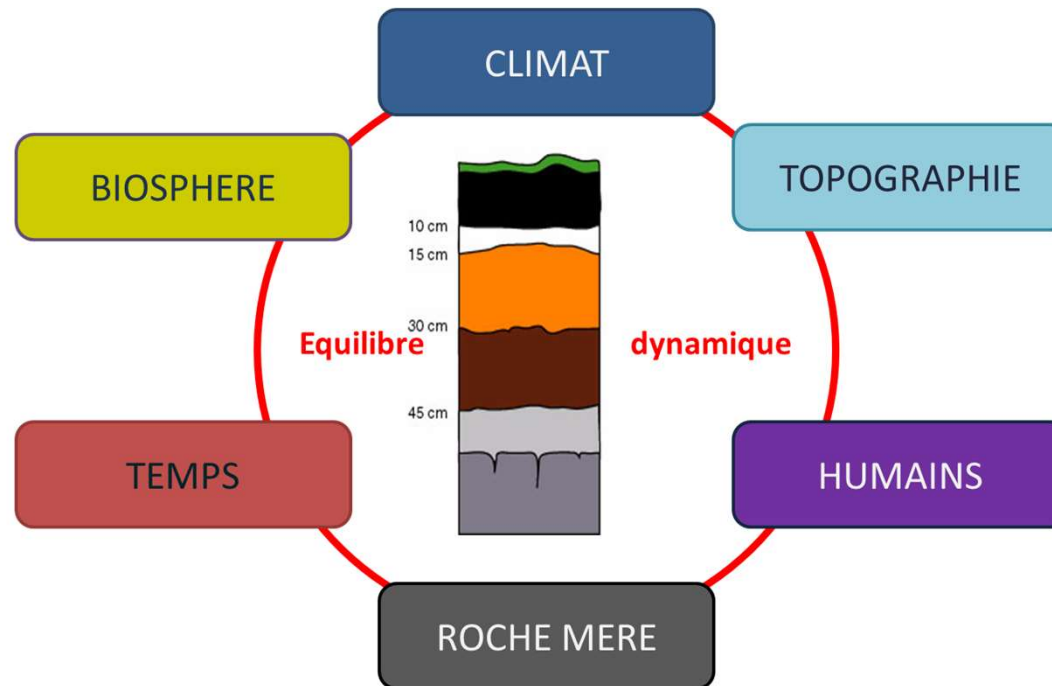
❑ **Ecosystème complexe; Interface/atm., hydrosphère et lithosphère; Cycles biogéochimiques et bio-activités; Réactifs/Majoritaires.**

❑ **Milieu *très hétérogène* à diverses échelles.**

❑ **Nombreuses interactions au sein du sol:** Constituants MO, argiles, oxydes; Organismes vivants; Substances nutritives (NPK, C...); Polluants : pesticides, métaux, HAP...



Multiplés facteurs de formation et transformations des sols
→ **Milieus de vie très variés pour les organismes...**



Comment optimiser les services écosystémiques des sols ?
Recherches sociotechniques / MOS. Jardins. Friches industrielles...

MOS (EC) : Minéralisation, Humification, Complexation...

V-minéral. faible.
ISMO élevé.
MO liée.

-Une tentative de synthèse d'informations- (Dumat, 2018)



Type de MOS	Rôles	
► <i>MOS très stables</i> - Black carbon - Biochars	- Amendements (Indice de battance ↓) - Adsorbants - Catalyseurs	- Faible accessibilité des MOS : protection par les argiles; faible travail du sol... - Conditions BioPhysicoChimiques défavorables à l'activité des microorganismes du sol : pH très acide ou basique, sol saturé en eau (conditions redox, manque d'O₂) ou trop sec, T extrêmes, pollutions (écotoxicité), sol pauvre en MOS...
Substances humiques		

Ces informations sur les MO sont trop souvent « statiques ».

→ Mesurer l'activité des μorganismes, permet d'estimer la dynamique des MO qui est fonction du pH, texture, climat...

La réactivité biologique du sol

Le bilan humique est complémentaire...

► <i>MOS rapidement dégradée</i> « LWOC »	- Engrais - Éliciteurs	- Forte accessibilité des MOS : texture grossière du sol; travail intense du sol... - Travail favorisé des μorganismes : pH ≈ 7, sol aéré, humide, réchauffé, non pollué, riche en MOS...
--	---	--

V-minéral. élevée.
ISMO faible.
MO libre.

Recherche MOS :

- Pratiques, Filières
- Qualité ? Quantités ?
- Compartimentation / ex. Cu
- Economie circulaire durable
- Dynamique (turnover)
- Travail d'équipe des organismes vivants du sol



Analyses/Observations :

- Granulométrie
- Aspect (arrondis, anguleux)
- Analyses chimiques, isotopiques
- Cinétiques des phénomènes...

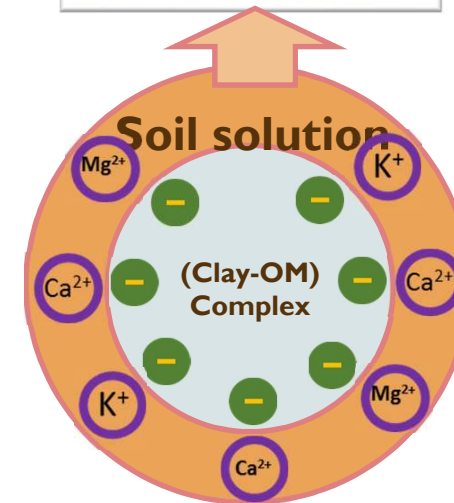
Soil components : clay minerals, organic matters...



Top soil enriched with organic matters



Soil enriched with clay minerals



(Clay-Organic Matter) Complex

Un gradient d'anthropisation



**Sol
forestier**



**Sol
agricole**



**Sol
horticole**



**Sol
urbain**



**Sol
industriel**

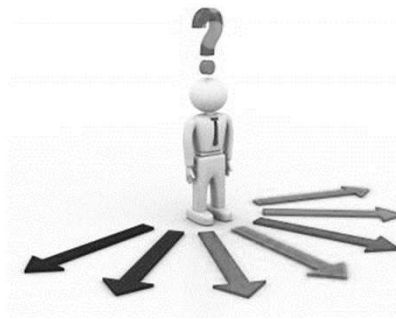
... les profils de sols

Various Soils with Various Uses...

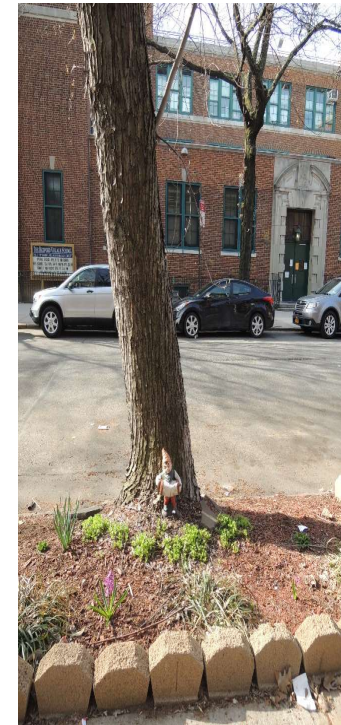
“Natural” soils



What kind of
global policy for
sustainable soil
management ?



Highly anthropogenic
soils



Environmental and Sanitary Risks Induced by Soil Pollution

Risk is a function of:

Source of pollution



Source



Pollutant transfer



Transfer

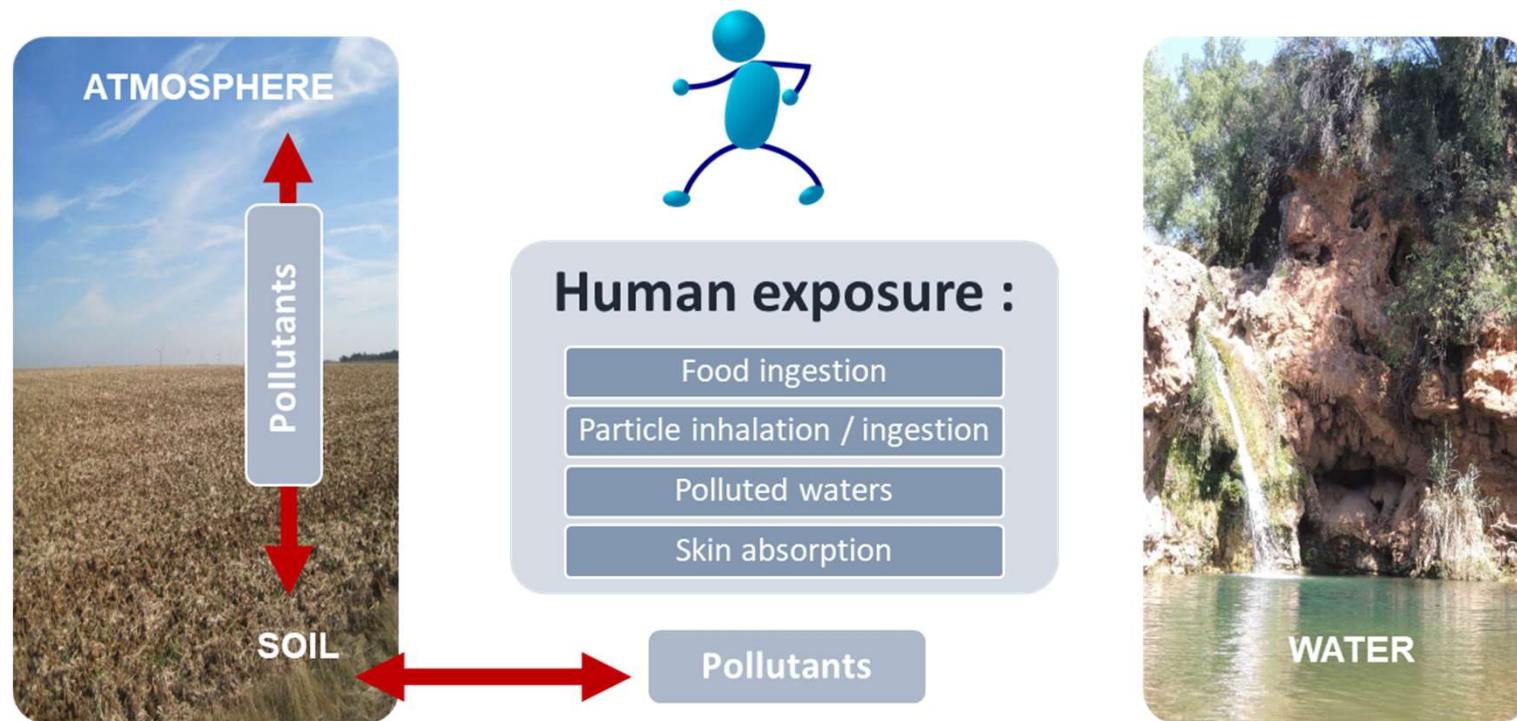


Target characteristics



Target
(eco)toxicology

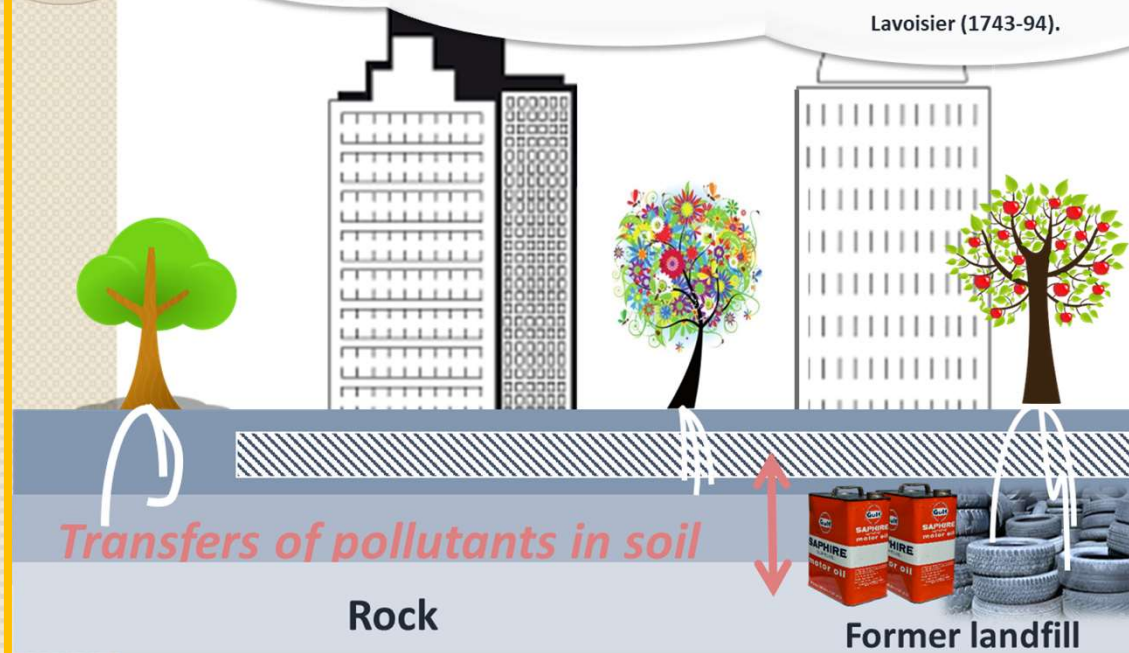
The Multiple Factors for Soil Pollution and Interaction with Other Media and Humans



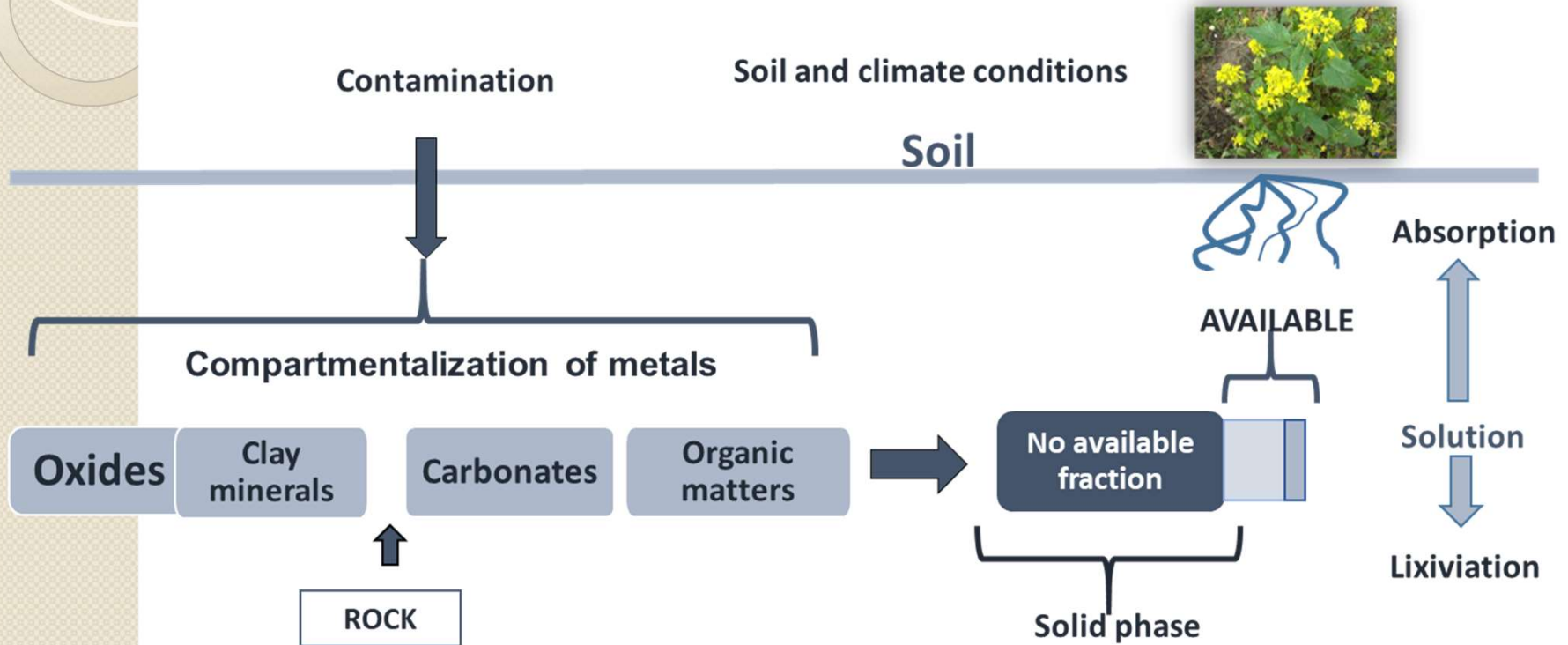
Plant quality depends on the sub-soil !

"Nothing is lost, nothing is created,
everything is transformed"

Lavoisier (1743-94).



Bioavailability



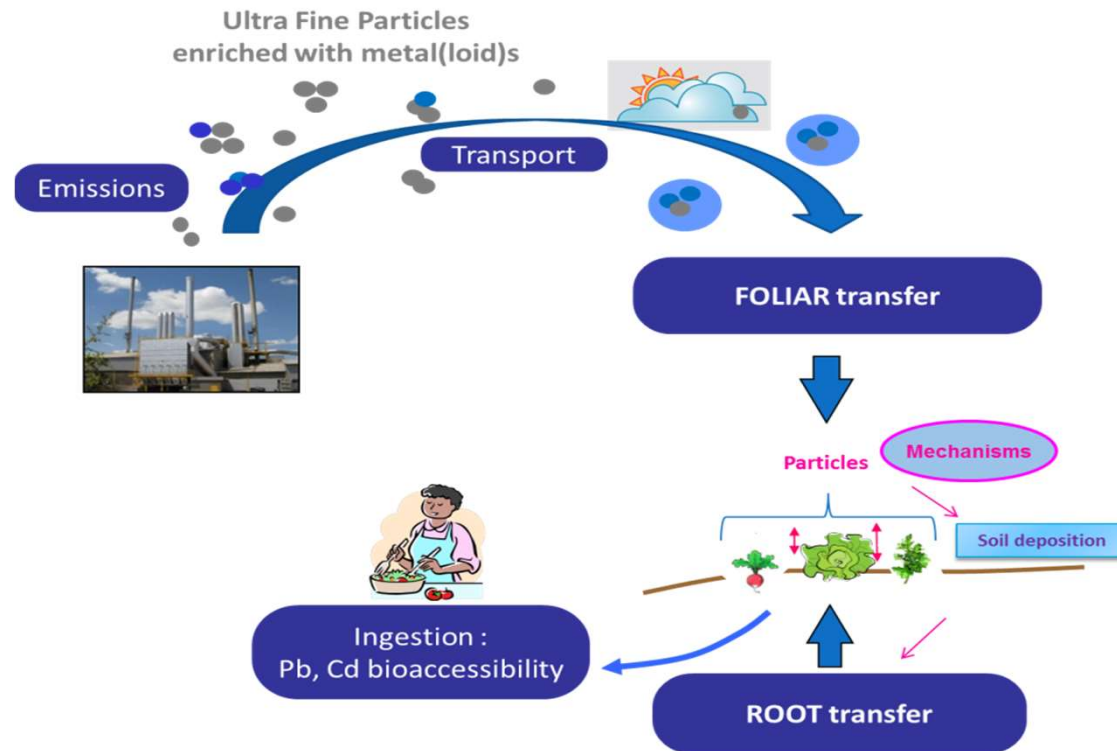


Aptitude à l'accumulation de métaux par diverses espèces végétales

	cadmium	plomb	cuivre
Accumulatrices	carotte laitue épinard		carotte
Moyennement accumulatrices	chou céleri		laitue betterave
Faiblement accumulatrices	Betterave poireau		pomme de terre
Très faiblement accumulatrices	pomme de terre	toutes espèces	

Oui, mais,
en plus des transferts racinaires de possibles transferts foliaires...

Possible absorption foliaire des métaux si PM dans l'atmosphère.



Lavage soigneux des végétaux, bases des nervures supprimées....
(Schreck et al., 2014; Xiong et al., 2016)

Remediation: What's it all about?

Highly polluted soil = waste



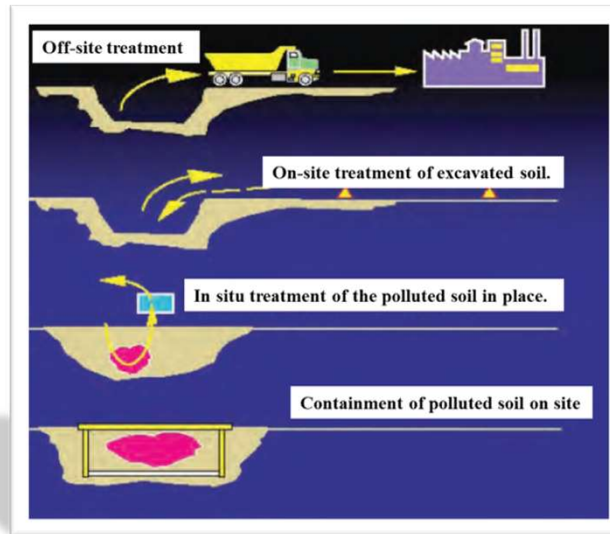
Average or slightly polluted soils :
Bioremediation techniques !



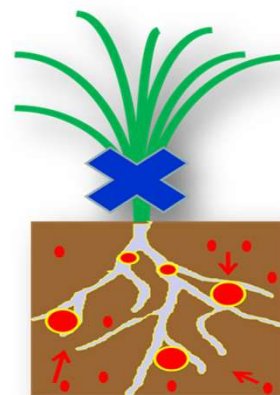
Questions before Decontamination

4 main treatments

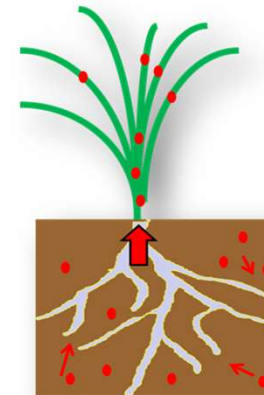
- Physical-chemical
- Thermal
- Biological
- Confinement



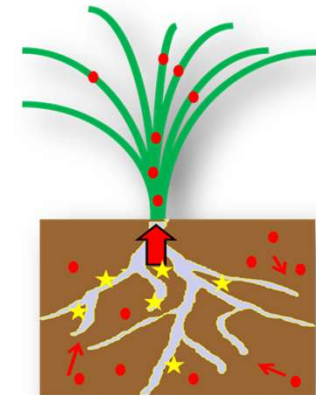
Phytotechnologies



Phyto-stabilisation of pollutants in the roots



Phyto-extraction with translocation to the leaves



Biodegradation by rhizosphere microorganisms

►2-Jardins collectifs urbains : Laboratoires agroécologiques

Qui utilise, exploite, peut entretenir les sols ?

Les agriculteurs - Les industriels - Les jardiniers (JEVI)

Qualité des sols de Jardins ?

**Entretien et
Restauration la
fertilité des sols**

↑ **Connaissances
collectives :
Productions, Santé**

**- Agroécologie
- Gestion
multicritère**

**Réglementation
(ICPE, loi cadre?)**

Pratiques durables :
**- Engrais verts, MOS, faibles
intrants**
- Phytoremédiation



Jardins Associatifs Urbains et villes durables : pratiques, fonctions et risques

Projet ANR Villes Durables « JASSUR »

Jardins associatifs – Services & Risques

- ❑ 12 laboratoires, 7 villes: Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nantes, Paris, Toulouse; **Sites contrastés; 2014-2018.**
- ❑ **Suite: projets Villes Paris et Toulouse, Chine, Gabon...**



Villes et Bâtiments Durables

► **Enquêtes** auprès des jardiniers (Posture vis-à-vis du risque? Pratiques de jardinage et objectifs de production), observations des réunions et des pratiques de cultures :

- Quantités de légumes produits dans les parcelles.
- Perception des risques santé & environnement par les jardiniers.

► **Mesures** agro-environnementales :

- Transfer et biodisponibilité des éléments nutritifs et polluants.
- Caractérisation des milieux: Eaux (pH, polluants..), Sols (texture, pH, OM, CEC, polluants...).
- Caractérisation des productions (C, N, polluants, bioaccessibilité).

Boom des AU!

Ce qui est observé :

❑ **Formes très diverses d'AU :** Jardins, poulaillers, ruches, zones de maraîchage, µfermes, fermes verticales, etc. ↔ **fonctions variées:** alimentation, éducation, enviro., etc.

❑ **A différentes échelles :**

Quartier ↔ Ville ↔ Région ↔ Pays ↔ Monde.

(Dumat et al., 2016; Sobocinski, 2015; Duchemin et al., 2010)



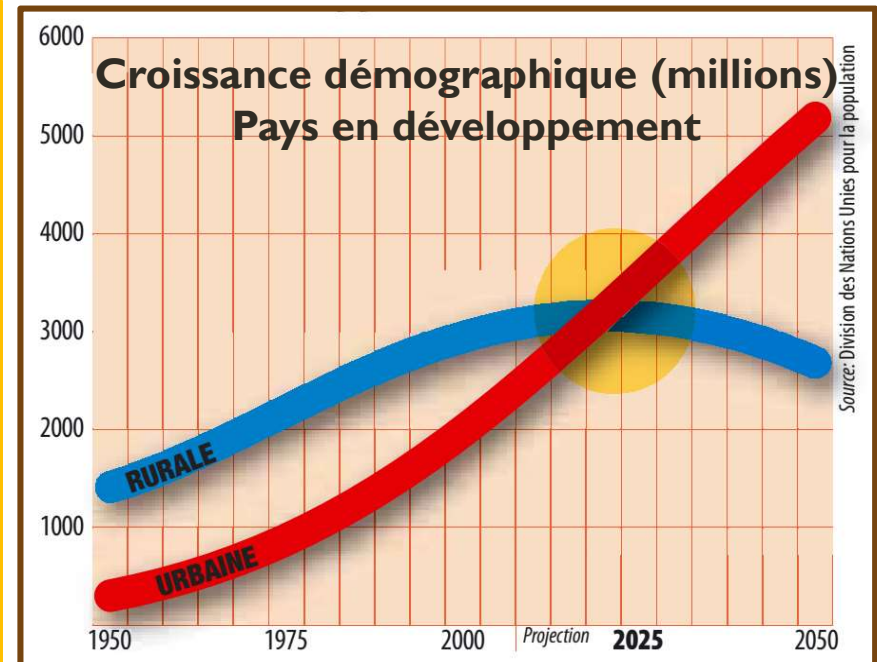
Pourquoi ce boom des AU ?

55% de la population mondiale en ville et **80% en 2050** (FAO).

AU = une clef de **survie alimentaire** mondiale! Qualitatif >> quantitatif.

Crise économique, sanitaire: Recherche de sens, d'autonomie et de **lien social**...

Outils multifonctions : planification, design territorial, démocratie, sc. participatives, éducation, valo. des déchets, résilience des villes...



(Dumat et al., 2018; Zask, 2016; Scheromm, 2015; Chenot et al., 2012)

SE fournis par les JEVI

-Les +60 ans pratiquant le jardinage : ↓ 30% de plusieurs problèmes cardiaques et cérébraux (Sweedden, 2013 / 4000 individus).

-Ces jardins participent à l'alimentation durable et à l'écologisation des territoires : trames, pratiques. Etc....



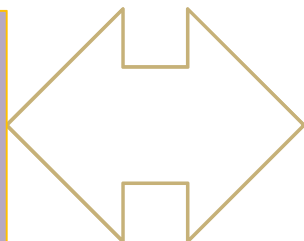
Toulouse : ville rose jardinée et écologisée



Divers terrains contrastés étudiés

Jardins collectifs

2014-20 : projets de recherche sociotechnique et participatifs
*JASSUR / ANR Ville Durable



Maraîchage professionnel

Ex. Ecologisation de la plaine des Quinze Sols à Blagnac.
*Fondation de France.

Projets d'AU-31 soutenus par la métropole interagissent de façon complémentaire sur le territoire (maillage, interactions) pour favoriser l'alimentation durable, l'optimisation des SE, la santé environnementale, l'éducation à l'environnement, le lien social : design territorial (Dumat et al., 2018)

► **Approche sociotechnique : Mesures biogéochimiques, enquêtes...**





Carnet de récolte

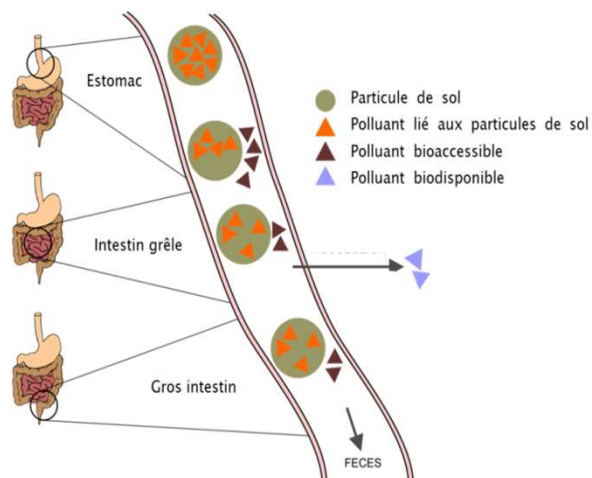
Nom du jardinier:

Nom du jardin:

Année 2012



**Pratiques, vie du sol, perception des
risques, organisation,
gestion des pollutions...**



Mesures de bioaccessibilité

REX sur la gestion des pollutions de sites d'AU contrastés

Conceptualisation et gestion collective des risques

dans le cas d'une pollution en arsenic dans les jardins collectifs urbains.

► Chronologie de "l'histoire" de la pollution dans les jardins et interactions entre les acteurs impliqués.

La pollution des eaux a été **découverte fortuitement** en 2010 par des étudiantes dans le cadre d'un projet pédagogique (La dépêche, 2011).

L'Agence Région Santé (ARS) a été contactée par les chercheurs.

Un **arrêté préfectoral** interdit l'utilisation de l'eau chargée en As. Les puits sont condamnés.

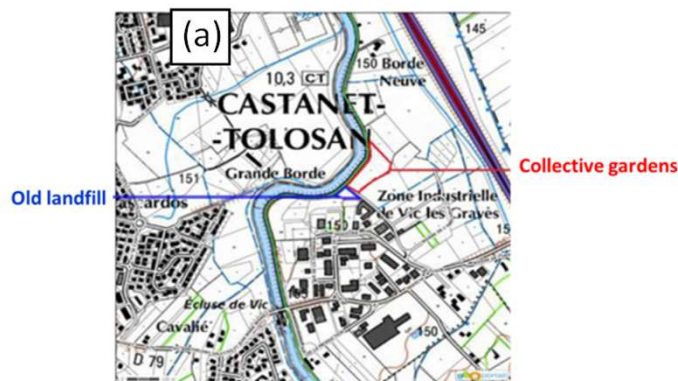
Les jardiniers souhaitent comprendre les risques de pollution des végétaux pour les contrôler et trouver des solutions pour l'arrosage des cultures.

Garder les jardins!



Le responsable des jardins collectifs indique un puit pollué condamné. (Ladepêche, 2011)

► **Jardins collectifs à Castanet-Tolosan (31) : 40 parcelles et puits contaminés par As (pts rouges); 9 parcelles étudiées en détail; 30 jardiniers impliqués dans le projet de recherche; des interviews individuelles + des réunions collectives.**



1. Sampling of soils, vegetables and waters.



2. Analysis of agronomy and environment parameters.



3. Interview of gardeners → Productions and Food practices.



4. Meeting with the various actors and the **Development of tools for risk management.**

Cadre théorique de Gilbert (2003) :
Construction sociale du risque, appliqué pour investiguer la question de recherche suivante :

En quoi l'As dans les jardins est un problème public et comment les acteurs réagissent face à cette pollution non réglementée?

Construction collective du risque dans les jardins : 3 postures / As

Groupe de jardiniers	Posture
Confiants (20%) 	Ces jardiniers cultivent des légumes sans s'inquiéter ou s'intéresser à la pollution. Ils font totalement confiance au maire, aux chercheurs et responsables des jardins et ne posent pas de question particulière sur la gestion de la pollution.
Très impliqués dans la gestion des risques (70%) 	Ces jardiniers sont très curieux pour comprendre les facteurs influents pour la qualité des végétaux, proactifs pour rechercher des solutions alternatives d'arrosage. Ils travaillent en bonne entente avec les autres acteurs. De plus, la pollution les a stimulé pour développer des projets : mare, parcelle accessible aux handicapés...
Opposés (10%) 	Ces jardiniers sont très véhéments pendant les réunions. Ils souhaitent exprimer leur mécontentement parfois lié à une inquiétude vis-à-vis de la pollution, mais pas toujours...Ils ne font pas confiance aux autres acteurs et certains stoppent les activités de jardinage.

Construction collective du risque dans les jardins : Positions d'élus en Région Midi-Pyrénées

- La qualité sanitaire des sols cultivés est un sujet sensible, en lien direct avec les habitants, **mobilisant la responsabilité de santé publique du Maire pour les terrains qui sont mis à disposition par la commune.**
- La préoccupation est émergente à Toulouse et les autres métropoles. Les sols urbains sont souvent très remaniés, on ne connaît pas toujours l'origine des pollutions.
- Pas de valeurs seuils de référence sol, le recours aux Évaluations quantitatives des risques sanitaires (EQRS) est nécessaire.
- Les solutions curatives coûtent cher.

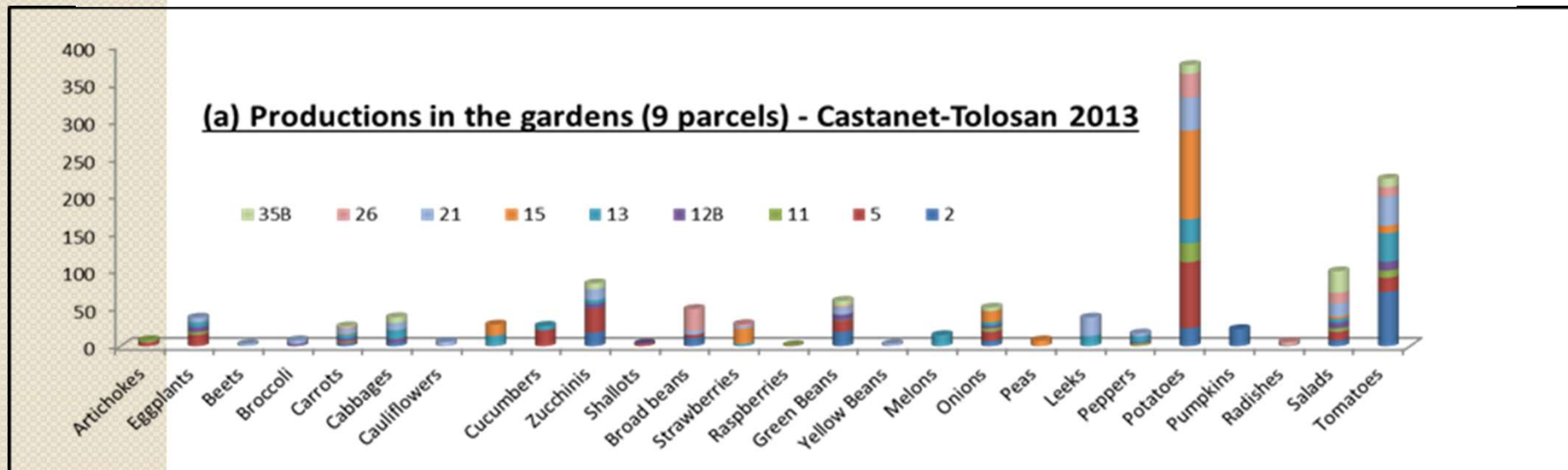


Construction collective du risque dans les jardins :

► Le travail des chercheurs pour réaliser l'EQR

$$\text{Dose journalière ingérée (DJI)} = [As]_{veg} \times DC_{veg}$$

DC_{veg} : Daily vegetable consumption (Swartjes 2011; Okorie et al. 2012)



Quantities of vegetables (kg fresh matter) produced in the gardens in 2013
(interviews of the gardeners / harvest booklet)

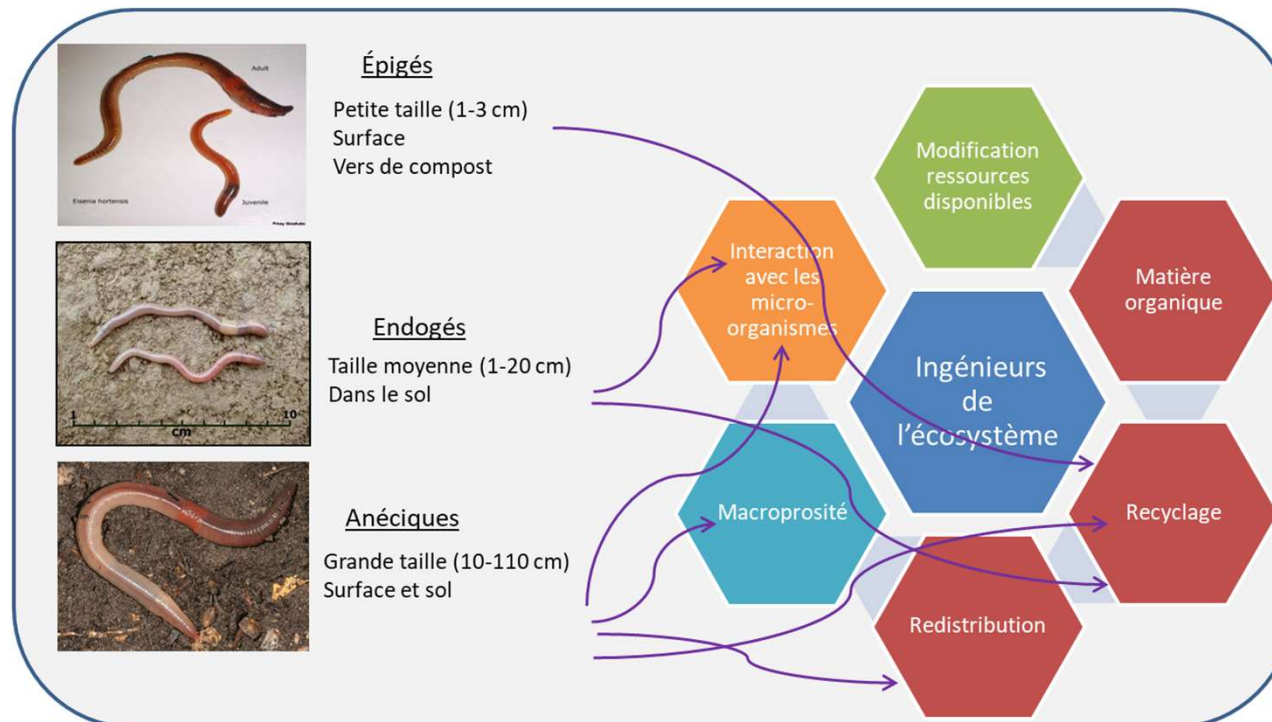
$$DJI < TDI$$

(Dose maximum admissible issue des études toxicologiques : $180 \mu\text{gAs.day}^{-1}$, humain de 60kg)

Influence de la pollution sur les activités des vers de terre et conséquences sur les SE.

Etude selon un gradient de pollution (métaux) :

- Densités de vers de terre et concentrations en métaux,
 - Activités de bioturbation, enfouissement...
 - Infiltration de l'eau dans le sol de surface, phytodisponibilité
- (Capowiez, Dumat, Leveque. Recherches depuis 2012)





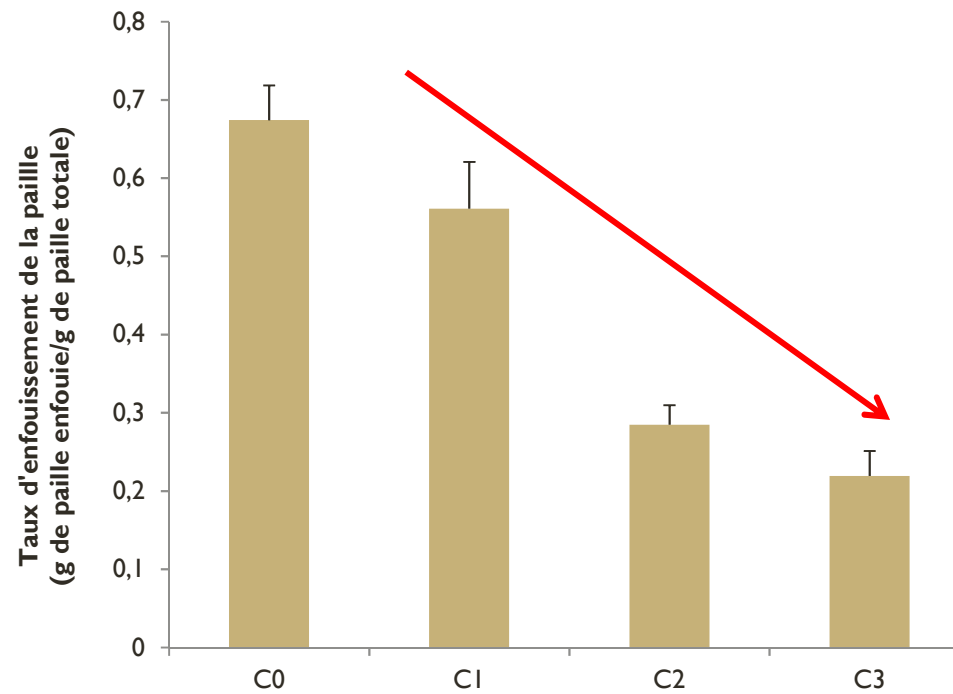
(ppm)	Pb	Cd	Cu	Zn
C ₀	19.2	0.3	21.6	75.7
C ₁	800.5	0.6	26.8	80
C ₂	2822.8	1.5	40.2	91.1
C ₃	3730.7	2	46.3	96.1

Concentrations en métaux appliquées dans les mésocosmes

L. terrestris



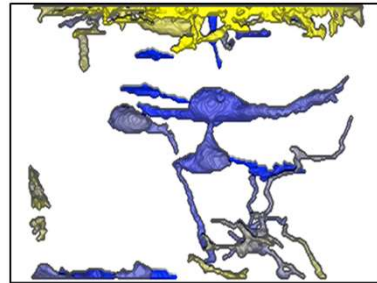
Test d'enfouissement



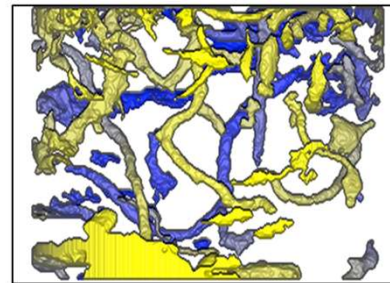
Impact des métaux sur la capacité d'enfouissement de la matière organique



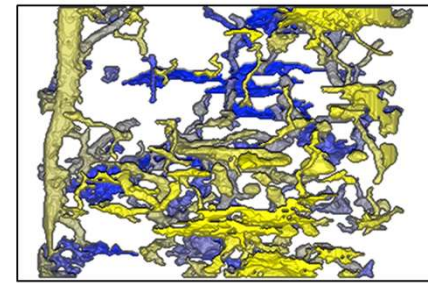
Colonne de sol à 30 m de l'usine
➤ Peu de galeries, vestiges



Colonne de sol à 90 m de l'usine
➤ Nombreuses grosses galeries



Colonne de sol à 120 m de l'usine
➤ Très nombreuses galeries.



➤ Impact de la pollution sur l'activité de bioturbation et de création de macroporosité



• Test Beerkan :
Infiltration de l'eau
dans la macroporosité du sol.



↑ des SE et de l'infiltration de l'eau dans le sol si la pollution est faible



BALMA Parcelles	Texture (%) A / Lf / Lg / Sf / Sg	pH-eau et pHKCl	MO (%)	C/N
A	40,9/26,7/13,5/11,2/4,6	8,3/7	3,08	10,5
B	38,3/19,1/8,2/25,9/6,3	8,5/7,3	2,23	10,4
C	29,9/22,1/12,1/26,4/9,6	8,4/7,4	1,5	10
D	34,3/20,3/12,5/14,2/11,9	8,1/7,3	6,86	10,1

Peu de transferts racinaires de métaux
Possibles transferts foliaires / qualité de l'air...A surveiller

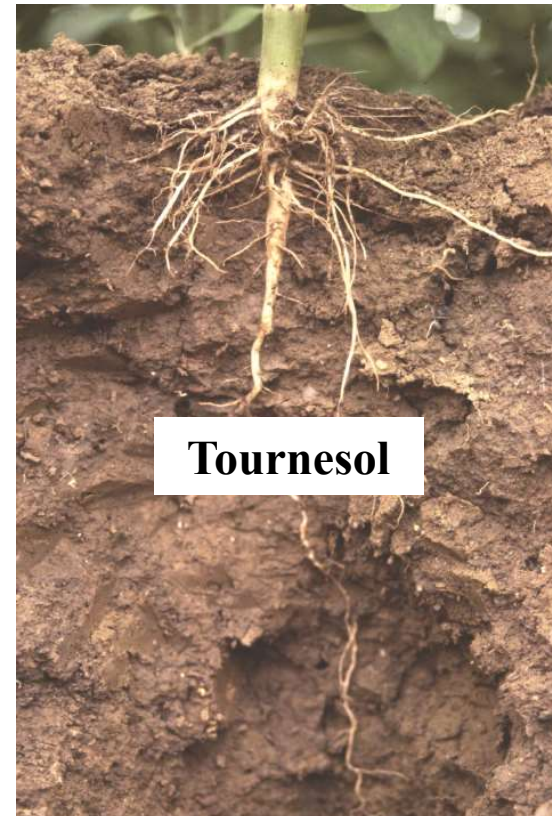
Les sols

- **Terreforts & argilo-limoneux,**
relativement fertiles:
 - matières organiques
 - pH un peu basique
 - Peu de polluants Pb, Cd...

Sols argilo-calcaires (> 30% d'argile et basiques) = Terrefort

Points forts (+)

- Bonne réserve en eau potentielle; à valoriser par un enracinement profond comme ci-dessous :

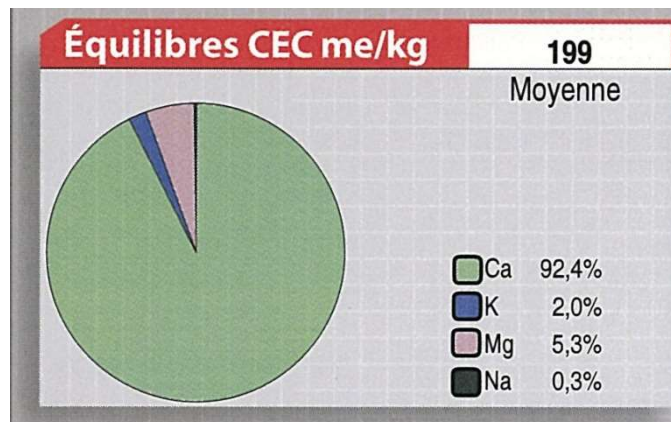
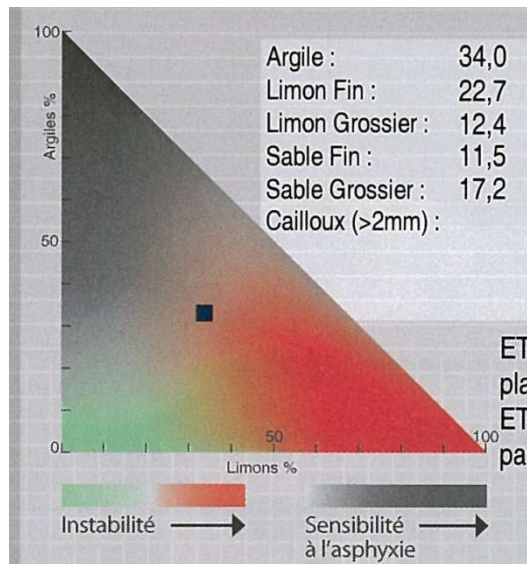


Tournesol

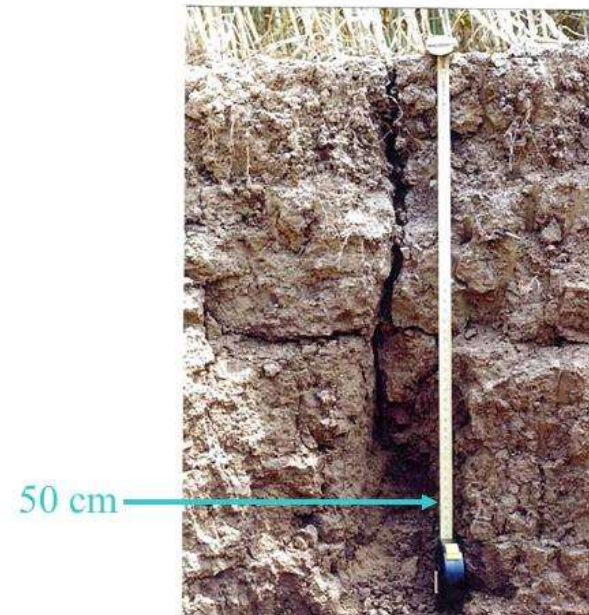
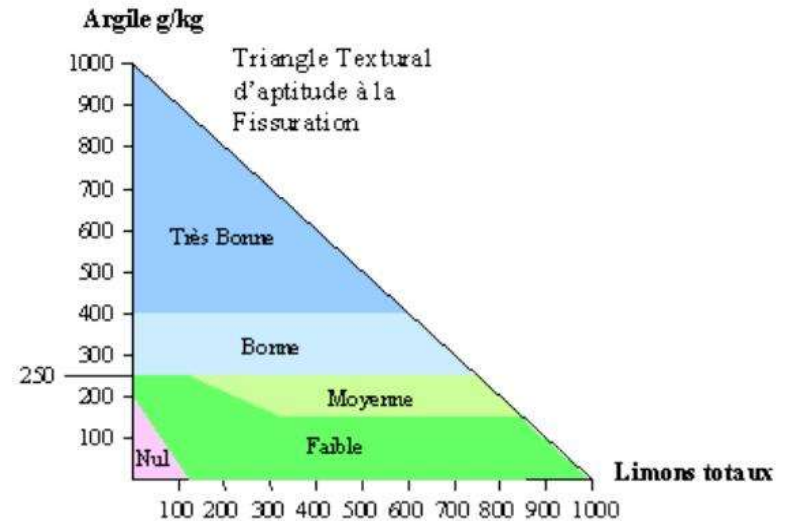
Terrefort

► autres points forts

- Bonne réserve minérale pour les cations (impasse K souvent possible).



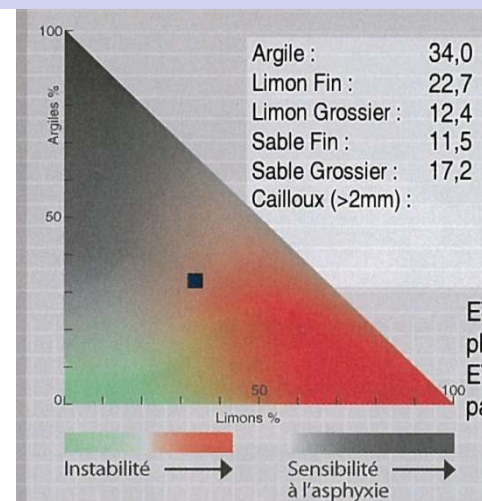
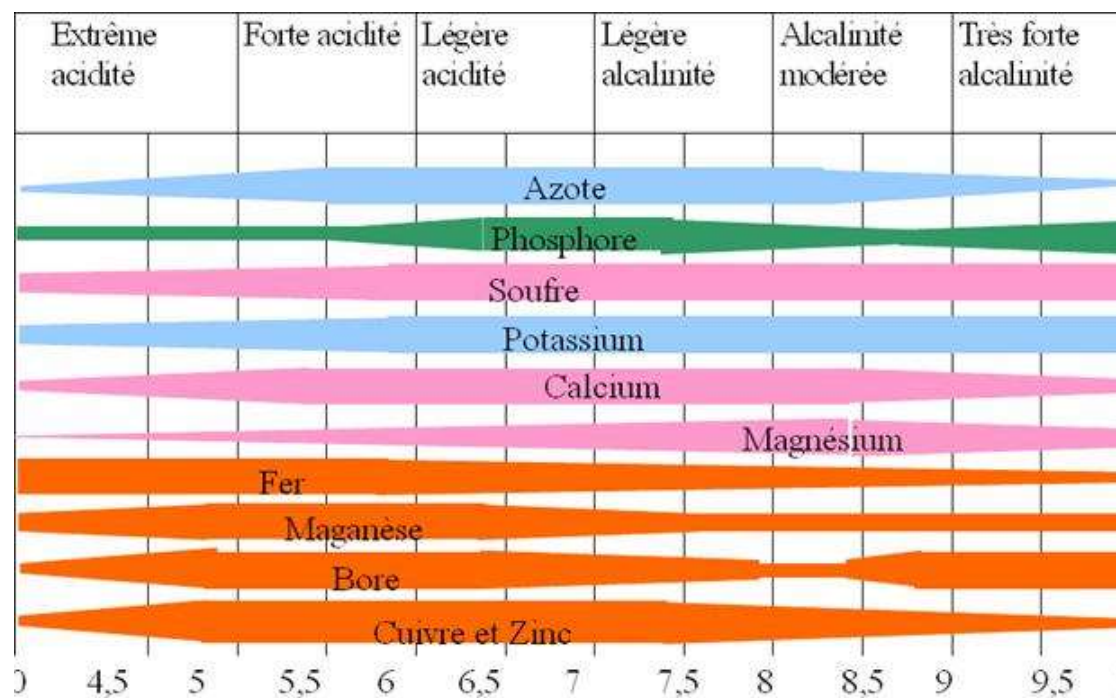
- Fissuration (estivale) → restructuration.



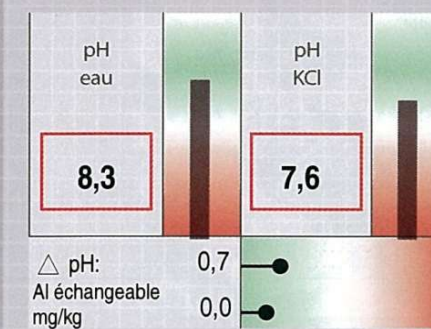
Terrefort

► Points faibles

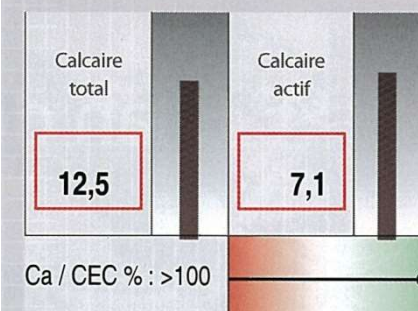
- Sol argileux $\pm$ calcaire.
- Blocage partiel du P_2O_5 et des oligo. (surtout Zn et Bore) par le calcaire.



Etat calcique-pH



Carbonates en %



Indice de Battance (IB) :

IB < 1,4	Non battant
1,4 < IB < 1,6	Peu battant
1,6 < IB < 1,8	Assez battant
1,8 < IB < 2,0	Battant
IB > 2,0	Très battant

Si pH eau < 7,2

$$IB = \left(\frac{1,5 \times (\text{limon fin}) + 0,75 \times (\text{limon grossier})}{(\text{argile}) + 10 \times (\text{MO})} \right)$$

pH eau > 7,2

$$IB = \left(\frac{1,5 \times (\text{limon fin}) + 0,75 \times (\text{limon grossier})}{(\text{argile}) + 10 \times (\text{MO})} \right) - 0,2$$

► Argile, limon fin, limon grossier et MO = en ‰

Sols Argilo-Limoneux, Limono-argileux (sols d'alluvions)

Points forts

- Texture relativement équilibrée
- Réserve eau satisfaisante (sauf si la charge en cailloux est très importante, cas de certains sol d'alluvions)
- Pouvoir fixateur en phosphore peu élevé. Sauf si pH entre 6 et 7 ou si pH > 7,5 (présence de calcaire) : blocage du phosphore.

Points faibles

- Sols pouvant être battants.
- Dans le cas où ces sols sont acides, en raison de leur pouvoir tampon important (CEC moyenne à élevée), les doses d'amendement à apporter pour un chaulage de redressement sont élevées.
- Si le taux d'argile > 30% le pouvoir fixateur K_2O peut être relativement élevé; il est alors conseillé de ne pas faire un seul apport de K destiné à pourvoir plusieurs années de cultures mais de fractionner l'apport.

Les végétaux

- Globalement pas de métaux lourds à des concentrations à risque pour la santé dans l'état actuel des connaissances.
- Attention à la qualité de l'eau des puits (As), à la qualité de l'air (Balma).
- Les divers apports doivent être de qualité.



Pour le jardinage comme pour les autres activités :
le risque 0 n'existe pas !

► Précautions et pratiques pour un jardinage sain et durable !



Prendre en compte :

- Proximité des routes, entreprises ICPE....
- Pratiques: Bouillie Bordelaise, pesticides, sur-fertilisation, composts, engrais verts.
 - Anomalies géochimiques positives: Pb/Nantes, As/Castanet?
 - Quelles substances, quels flux (entrées/sorties) dans les jardins?
- **Construction collective des savoirs, pratiques et gestion des risques.**
 - choix des espèces plantées pour ↓ les allergies aux pollens (Fuertes et al. 2014).
- Pratiques agroécologiques pour promouvoir la qualité et la vie des sols (engrais verts, apports de matières organiques, entretenir la porosité...).

(Mombo et al. 2015; Pierart et al. 2017; Xiong et al. 2016; Dumat et al. 2016 & 2018)

❑ Les points cruciaux pour ce collectif :

- **Concertation**,
- **Protocoles/diagnostic** pour la qualité du sol et la **gestion des risques potentiels Environnement et Santé**,
- Amélioration de la **fertilité des sols et Remédiation** si nécessaire.
- Favoriser le développement des **AU durables**.

❑ Les actions à construire :

- Outils /méthodes /protocole pour conduire des analyses de la fertilité du sol, des risques environnementaux et sanitaires.
- Actions pour réduire autant que possible les risques sanitaires.
- Modules de formation (formation médiation scientifique)...
- Guide de bonnes pratiques pour les jardiniers
- Panneaux d'exposition

Actions réalisées

❑ Des outils, procédures :

- Le livret des jardiniers.
- Tests "simples" sur les caractéristiques bio-physicochimiques des sols (pH, texture...) et conseils pour améliorer la fertilité des sols.
- Analyses de sols et végétaux.
- Carnets de récolte: quantification des productions.
- Communication des résultats aux jardiniers et construction collective de la gestion des risques (As dans l'eau des puits à Castanet-Tolosan).
- Le livret des insectes aux jardins.

❑ Communication:

- Publications scientifiques,
- Thèses, actes de colloques,
- Création du « **Réseau-Agriville** »



Ville de Toulouse :

-**Charte municipale de 2009** qui définit 3 critères : (1) Espace ouvert au public; (2) Elaboré de façon concerté; (3) Gestion éco-responsable.

-**Aspects sanitaires**

-Une **convention d'occupation provisoire de l'espace public** + 1 **convention de partenariat** ;

-**Formes variées de jardins** : parcelles individuelles, collectives, système mixte

Un jardin partagé est :

- créé de manière concertée
- ouvert au public
- géré avec des pratiques éco-responsables

Plan d'action Ville de Toulouse

- Être préventifs, avoir une vision d'ensemble
- Mettre en place un cercle vertueux
- * **Études historiques en amont du choix des parcelles.**
- * **Analyses de sol systématiques avant d'engager un nouveau jardin et sur tous les jardins ouverts :**
 - . Métaux lourds, hydrocarbures totaux (HCT), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), composés organiques volatils (COV), pH
 - + analyse de l'eau de la nappe si recours à l'eau de puisage ; si pollution, recours à l'eau de ville.
- * **Capitalisation des résultats (SIG)**
- * **Adhésion au programme JASSUR**

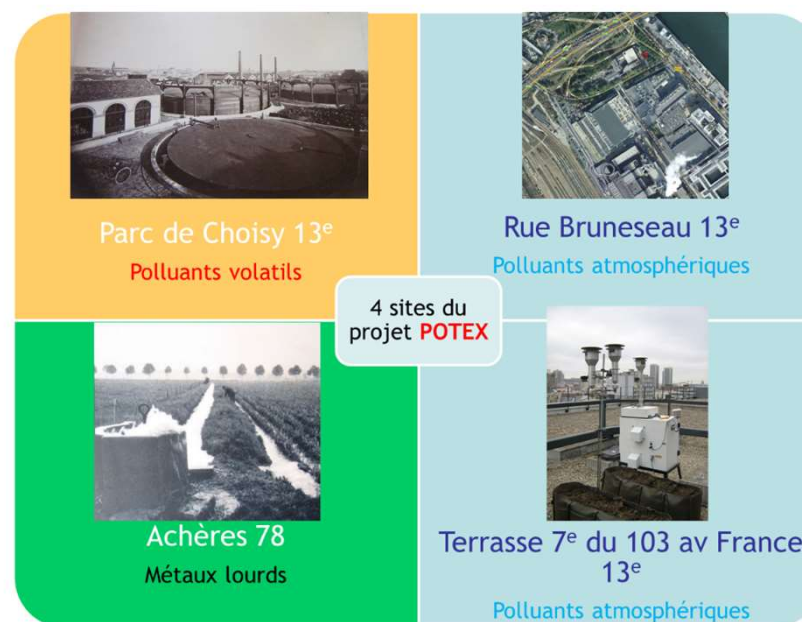
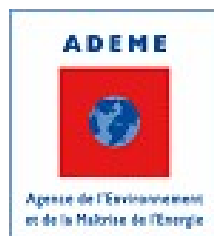
Des projets de recherche participatifs

► **PlantEval**, Ademe-Ineris et laboratoires : Guide d'échantillonnage, bases de données des polluants dans les plantes.

► **Zone des 15 Sols à Blagnac** (agriculture biologique).

► **Potex** (potagers de la ville de Paris)

Etc...



Colloques internationaux à Toulouse en Juin 2017, 2020, 2021....

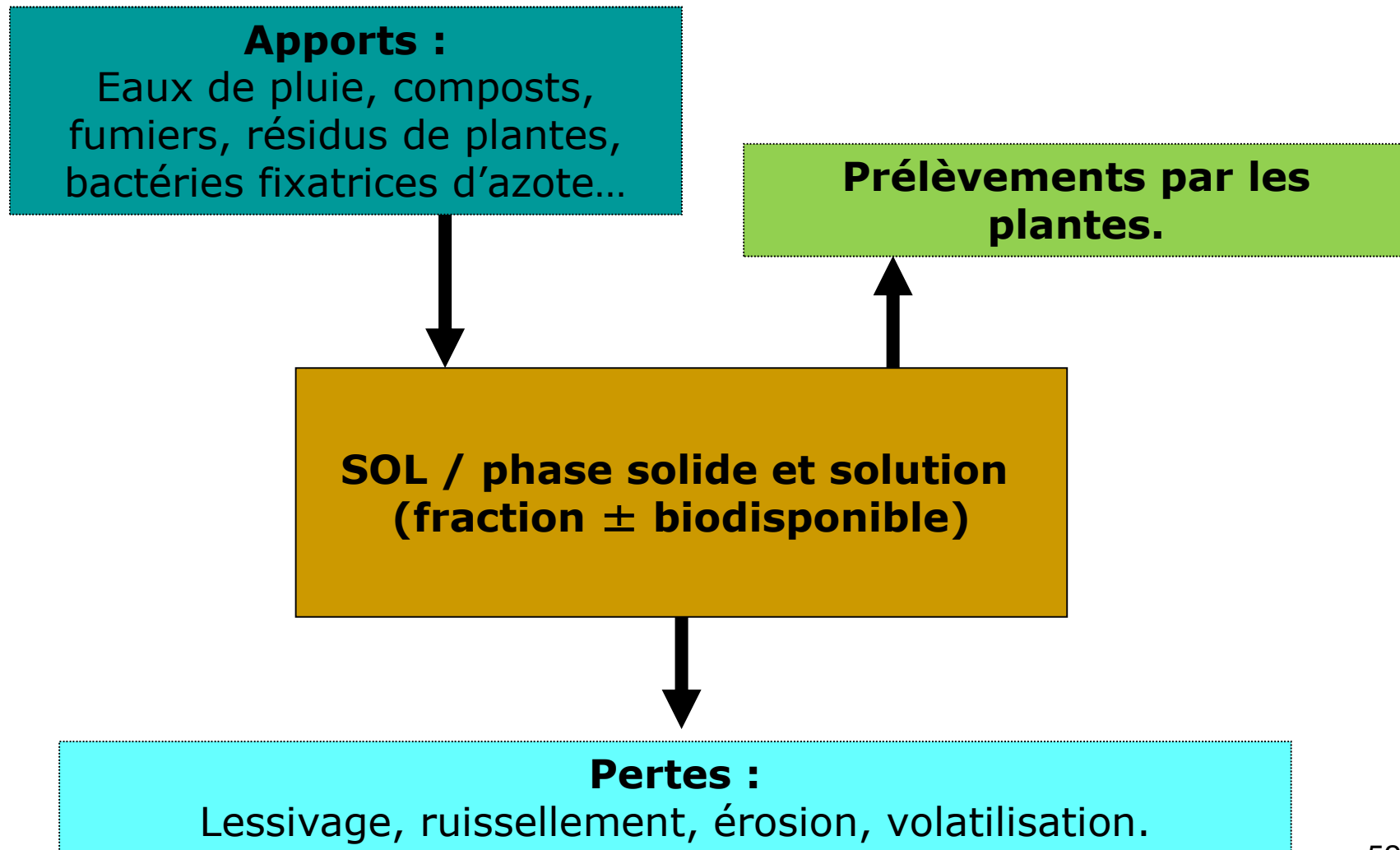
Métabolisme des écosystèmes jardins

- Connaissance et maîtrise des **flux d'entrée et sortie** (C, NPK, polluants) : composts, gestion des eaux qui proviennent du parking (déshuileur). Cycles biogéochimiques des différents éléments.
- Question de la « qualité » des végétaux en relation avec la qualité des milieux: Sol, Eaux, Atmosphère.

► **C'est comme en santé humaine !**

- Rôles multiples des jardins : production alimentaire, sensibilisation à l'environnement, lien social...

Devenir des éléments dans le sol



Organiser des réflexions pour définir la qualité d'un sol :



Sciences participatives : Opportunités pour les acteurs / Gestion agro-environnementale et sanitaire des sols et productions → Transition écologique.

- **Agronomique et Environnementale**

Aptitude d'un sol à remplir ses fonctions de production agricole ou écologique et sa résilience (capacité à se rétablir à la suite d'un stress).

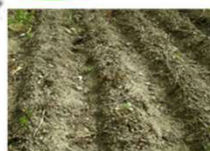
- **Composantes biologiques** (bioindicateurs, tels que vers de terre) et sa **fertilité** au regard des cultures qui peuvent y pousser (rendement).

→ Comparaison à un état idéal, qui varie selon le contexte.

→ Evaluation des risques environnementaux. Impacts de polluants biodégradables (pesticides, nitrates) / non dégradables (métaux) + voies de dissémination...



Parallèle Santé
Sol/Humain
(Dumat, 2015).



Qualité globale d'un sol :

- Paramètres bio-physico-chimiques, morphologiques,
- IEM selon les usages, le métabolisme de la zone en lien avec les cycles biogéochimiques.

Appréciation sur le terrain « Test du boudin »

- Test tactile qui permet d'apprécier la **texture de la terre**.
- Prenez une poignée de terre que vous humidifierez légèrement afin de pouvoir en faire une boule homogène.

Sensation	Cohésion	Plasticité	Caractéristiques
Adhérence de la terre aux doigts			
Ne colle pas Granuleuse Ne salit pas les doigts une fois sèche	Modelage difficile Faible cohésion Aspect fendillé	Boudin grossier > 7 mm	Sable à sable limoneux
Peu collante Faiblement granuleuse Salit les doigts	Modelage possible à aisé	Boudin de 2 à 7 mm	Limons sableux à limon moyen
Collante Douce au toucher Ne salit pas les doigts	Modelage aisé à très facile	Boudin < 2 mm Un fin boudin se met facilement en cercle	Limon argileux à argile

(Bacher & Leclerc, 2009)



Mais non, du **boudin** !
Blanc, aux pommes...



C'est quoi ce test du lapin ?



► Ressource Pédagogique sur le **SOL** disponible sur le Réseau-Agriville : Schreck E. & Dumat C. 2015. Ecosystème sol; Tests simples pour le caractériser. Réseau Agriville. Copyright, 22 mars 2015.



Les pesticides interdits dans les jardins dès 2019 !

Le 22 juillet 2015, l'Assemblée nationale adopte la loi de transition énergétique pour la croissance verte qui **interdit l'utilisation de produits phytosanitaires par les particuliers à partir de 2019.**

Les produits de bio-contrôle, qualifiés à faible risque ou dont l'usage est autorisé dans le cadre de l'agriculture biologique peuvent être utilisés.

Des solutions pratiques

- Chaulage léger: $\uparrow$ pH du sol $\downarrow$ transferts Pb, Cd.
- Plantes engrais verts pour améliorer la structure du sol, augmenter la biodiversité, réduire les pollutions...

Mustard



Borage



phacelia



- Paramètres agronomiques (pH, texture, matières organiques...) $\leftrightarrow$ choix de la nature et des quantités d'engrais, amendements.
- Vérifier la qualité des divers intrants (composts, eaux, BRF..).

Des plantes engrais verts (seigle, moutarde, phacélie...) sont cultivées pour accroître la fertilité du sol.



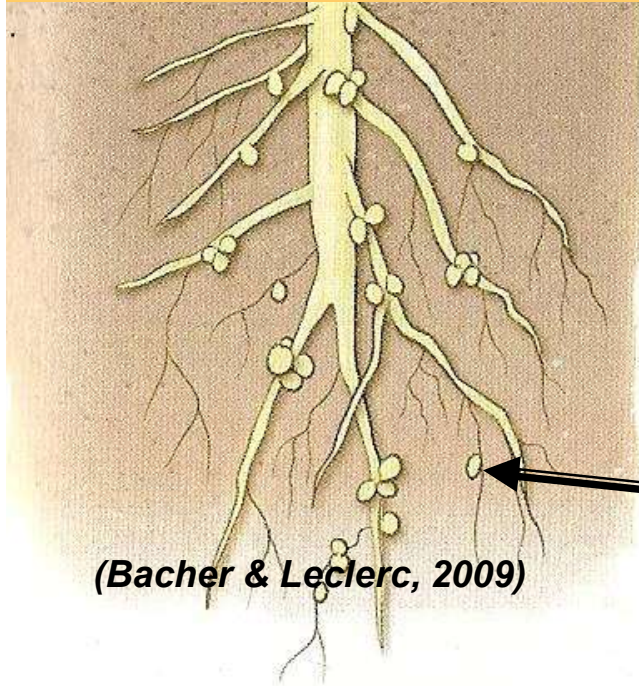
Les engrais verts en maraîchage biologique

TECHN'ITAB
maraîchage

La culture d'engrais verts est une des pratiques de base de l'agriculture biologique. La culture, puis l'incorporation dans le sol d'une couverture végétale permet de maintenir ou d'améliorer la fertilité des sols. En maraîchage, les engrais verts constituent une des réponses aux nombreuses préoccupations rencontrées : protection ou amélioration de la structure du sol, stimulation de l'activité biologique, maîtrise des adventices et éventuellement protection phytosanitaire.

Plantes peu exigeantes qui solubilisent les minéraux du sol, améliorent sa structure, favorisent l'activité biologique, etc.

Fixation symbiotique de l'azote



(Bacher & Leclerc, 2009)

Légumineuses

(fève, haricot, pois, trèfles, luzerne, lupins, genêts, cytise...)

La fixation symbiotique de l'azote s'effectue dans les **nodosités**.

Le petit pois et le lupin, deux légumineuses emblématiques du jardin.



Eviter les sols nus !



Une gestion optimisée de l'eau et une réduction des adventices grâce à la couverture du sol : paillage, engrais verts, végétaux broyés, etc.



Le jardinage pour tous :
un chemin en végétaux broyés pour l'accès aux personnes
en fauteuil et des bacs de culture en hauteur.



(Dumat & Dupouy, 2016)

Des jardins en carré et une spirale de plantes aromatiques ont été installés.



Les jardins en carré permettent de préserver la structure du sol et de réduire les pertes de eau. La spirale de plantes aromatiques est un exemple de permaculture : organiser des associations de cultures qui poussent en synergie (pas de compétition organisée mais l'organisation des synergies!).

Les déchets organiques sont transformés en compost qui enrichira ensuite les sols des jardins.



LES MATÉRIAUX DU COMPOST

Matériaux riches en azote*

- Fumier de poule
- Déchets de cuisine
- Fumier de bovin frais
- Engrais verts
- Foin de légumineuses
- Tontes de gazon
- Déchets de jardin
- Algues marines
- Consoude, ortie

Matériaux équilibrés

- Fumier pailleux
- Mauvaises herbes
- Marc de café
- Broussailles fraîches broyées (avec les feuilles)
- Certaines feuilles d'arbre (aulne, frêne) fraîches

Matériaux riches en carbone*

- Sciure et copeaux de bois
- Papier et carton déchiquetés (sans encres de couleur et en petite quantité)
- Broussailles et bois de taille broyés
- Paille de céréales
- Feuilles mortes

(D'APRÈS « JARDINER BIO C'EST FACILE », MENS, ÉD. TERRE VIVANTE, 2000, P. 15).

* CLASSÉS PAR ORDRE DÉCROISSANT.

Dans les écosystèmes naturels, les débris de végétaux tombés sur le sol se décomposent avant de réincorporer la terre et de former l'humus. Dans les écosystèmes anthropisés, tels les jardins urbains actuels, les apports de compost permettent d'entretenir le stock de matières organiques (MO).

<http://www.presse.ademe.fr/2012/01/faire-son-compost-cest-facile-lademe-reactualise-son-guide-pratique.html>

<http://www.terrevivante.org/435-faire-son-compost.htm>

Les abeilles solitaires et domestiques sont les bienvenues dans les jardins.



Le travail des insectes pollinisateurs est crucial pour la reproduction des plantes. Les abeilles solitaires sont beaucoup plus nombreuses et efficaces pour disséminer le pollen que les abeilles domestiques. Toutes ces abeilles sont accueillies aux jardins de Tournefeuille !

BUTINOPOLIS

<http://www.jardiniersdetournefeuille.org/jardiniers-de-Tournefeuille/butinopolis>



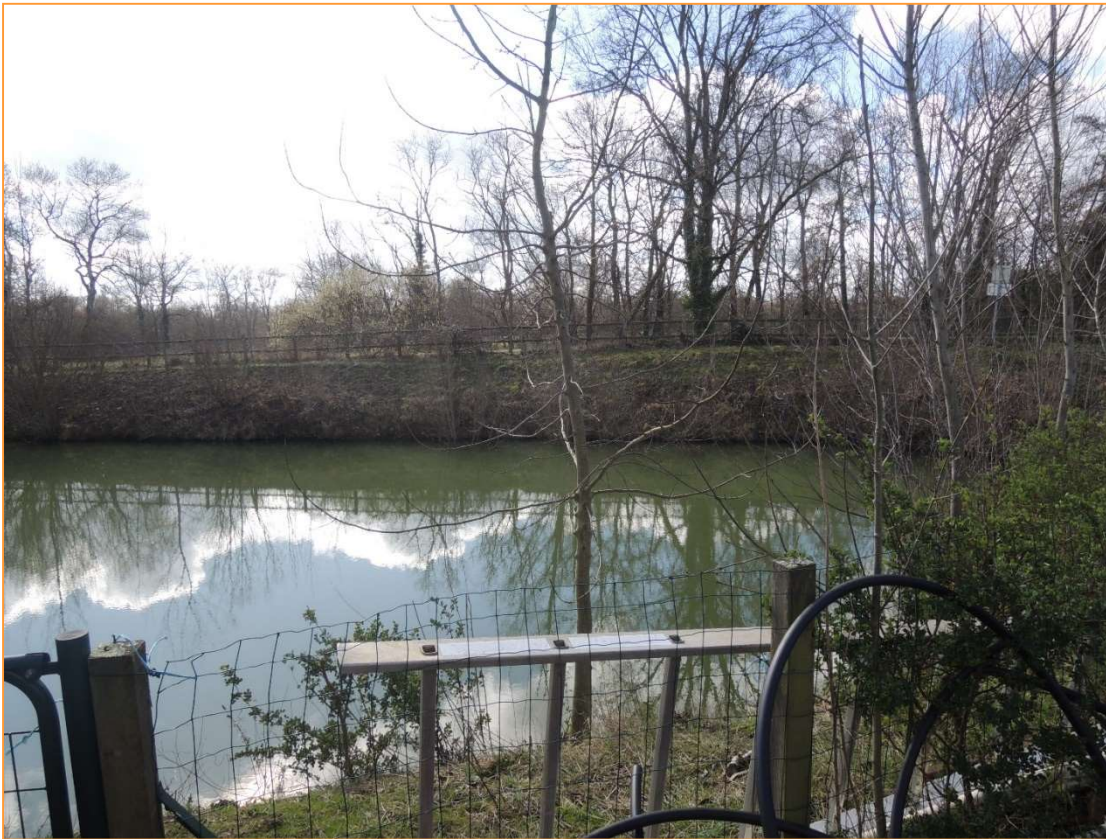
Des fleurs de légumes pour produire des graines pour les futures cultures.



Artichauts, salades, etc. les graines de légumes sont récoltées, puis conservées pour les cultures futures dans les jardins. L'objectif est de favoriser l'utilisation de graines adaptées au terroir et au climat local.

(Dumat & Dupouy, 2016)

Une gestion multicritères de l'eau



Jusqu'à présent, le principal objectif pour les jardiniers, était de récupérer, stocker puis distribuer de façon équitable de l'eau exempte de polluants, utilisable pour l'arrosage des différentes parcelles.

Avec l'hiver doux en 2015-16, les jardiniers doivent également gérer les risques sanitaires liés à la présence de larves de moustiques (des solutions biologiques seront utilisées).

►3-Nature en ville & Durabilité des territoires

- ❑ Techniquement possible d'optimiser les services écosystémiques des sols et ↑ la durabilité des jardins, des villes et du monde... Atouts +++ : Politiques volontaires (Ex. EcoPhyto II+) & Formations; Plaisir et poésie des paysages vivants et comestibles.
- ❑ Organiser des compartiments, des « niches », des paysages, favorables à la vie du sol en lien avec les caractéristiques (pH, MOS, qualité, couverts végétaux...) et les fonctions (SE) / usages, aménagements, complémentarités des acteurs : **approche transversale**.

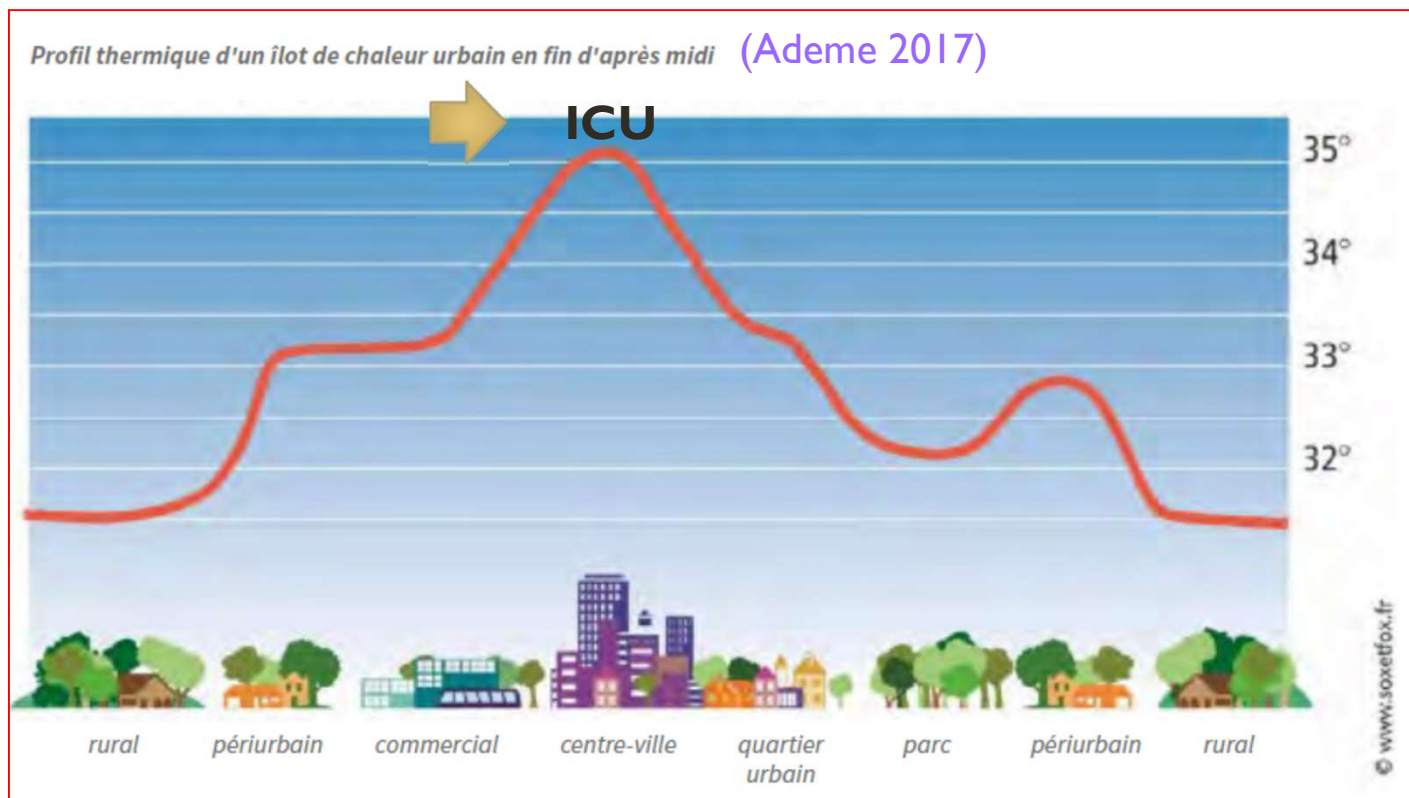


Services rendus par la nature en ville



- ❑ Biodiversité, paysages
→ PLAISIR des habitants / divers sens.
- ❑ Cycles biogéochimiques, économie circulaire, éco-conception...gestion des déchets organiques, développement durable.
- ❑ Lien social : espaces de discussion, partage, activités, formation/éducation.
- ❑ Alimentation et santé des personnes et de l'environnement.

PHÉNOMÈNE DE RAFRAÎCHISSEMENT GRÂCE A LA NATURE URBAINE



Rafraîchissement en lien avec la répartition des espaces végétalisés à l'échelle de la ville (d'après Coutts et al., 2014)

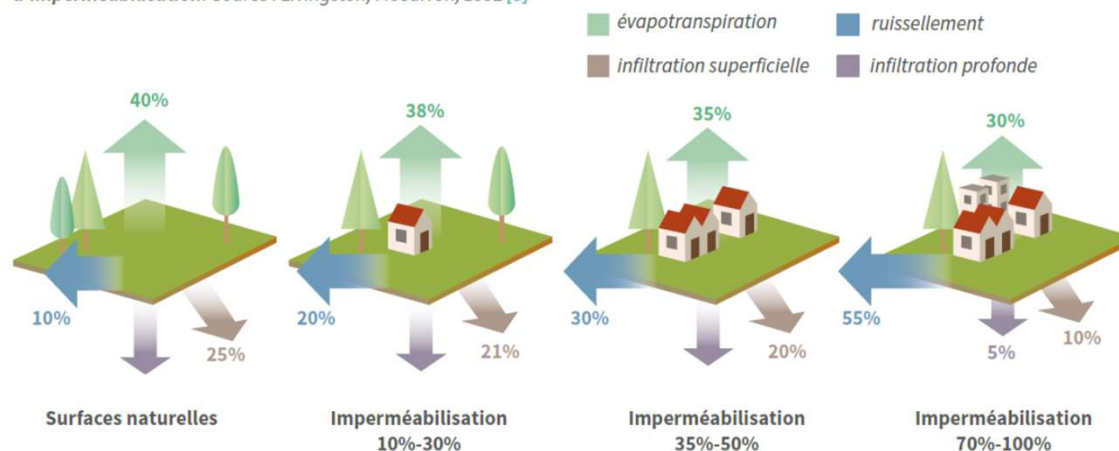
- ❑ Bande de végétation, 50 à 100 m de large : ↓ T d'un quartier voisin ($3,5^{\circ}$ C). La fraîcheur peut être ressentie dans un rayon de 100 m.
- ❑ Parc de 60 : ↓ T-air dans une zone construite située à 1 km sous le vent ($1,5^{\circ}$ C). De petits espaces verts (0,1 ha), séparés d'intervalles suffisants (200 m) au moins aussi efficace que des grands parcs.
- ❑ T-ville peut augmenter de 2 à 12° C selon la densité de population. La canicule de 2003 en France : + 20 000 décès.

(Ademe 2017)



- ❑ Les espaces verts urbains (végétaux et sol ou substrat) → rafraîchissement de l'air ambiant ($\downarrow$ chaleur estivale et ICU par ombrage et $\uparrow$ de l'humidité relative de l'air) par 3 phénomènes (qui reposent sur la présence d'eau) : interception du rayonnement solaire (ombrage), évapotranspiration (émission de vapeur d'eau), et dans une moindre mesure, la réflexion des rayons solaires.
- ❑ L'évapotranspiration repose sur un sol dont le volume et les propriétés permettent de stocker de l'eau (porosité, taux d'imperméabilisation). L'efficacité du rafraîchissement dépend aussi des espèces végétales, du climat, vents, morphologie urbaine, etc. → différents scénarios de rafraîchissement.
(Ademe 2017).

Importance relative de l'infiltration, du ruissellement et de l'évapotranspiration selon l'occupation du sol et le taux d'imperméabilisation. Source : Livingston, McCarron, 1992 [9]



Quartier du Trapèze à Boulogne-Billancourt
© Arnaud Bouissou/MEEM-MLHD



- ❑ Pin parasol pour piéger les métaux des PM atmosphériques (@Feix)
 - ❑ Un arbre mature peut piéger 20kg/an de PM
- ❑ A l'échelle de la ville de Madrid (Espagne) les arbres d'alignement captent 16,8 kg de métal / an (PM des pots d'échappement)
- ❑ La végétation et son substrat sur les toitures végétalisées peuvent piéger des polluants : O_3 , NO_2 , PM, SO_2
(Ademe 2017)

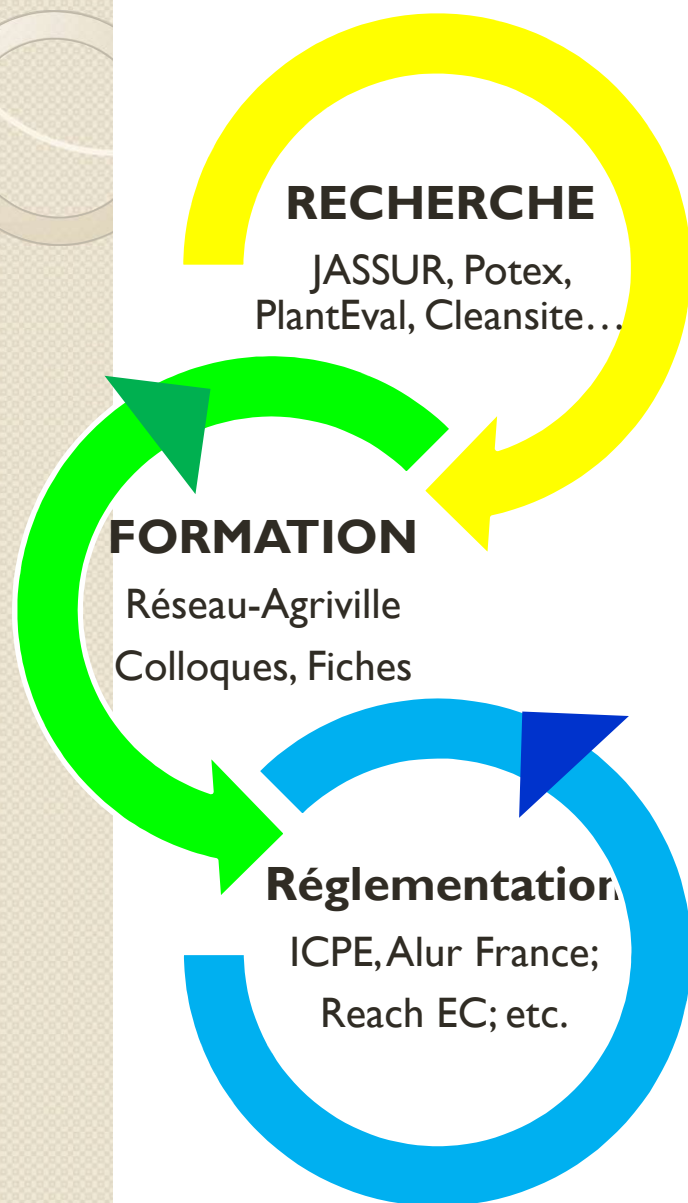
Préconisations → optimiser les bienfaits 😊

- ❑ ↑ nombre d'espaces verts urbains, leur proximité pour les utilisateurs, leur attractivité et esthétisme (Jonker et al., 2014). Indicateur OMS / accès à un espace vert (espaces > 0,5 hectare) et donc l'impact positif sur la santé (WHO Europe, 2016). Distance maximale de 300 m résidence-espace vert est conseillée, les villes peuvent être comparée avec cet indicateur.
- ❑ Impliquer les utilisateurs et la communauté dans le design des parcs pour répondre à leurs préoccupations, perceptions, besoins, et accroître la fréquentation des espaces, l'activité physique dans ces espaces (Pietila et al. 2015) et les bénéfices (King et al. 2015).
- ❑ ↑ connectivité des espaces verts et services offerts pour tisser une trame verte (brune et bleue), se déplacer entouré de végétation. Les réseaux connectés et attrayants d'espaces verts favorisent la résilience / aux événements météorologiques extrêmes : (i) vagues de chaleur, par l'atténuation des ICU, ↑ confort thermique et bienfaits sur la santé et le bien-être (Coutts et al. 2016) ; (ii) précipitations intenses (↓ ruissellement).



Construction collective de la santé par les jardins...

► Quels résultats, actions ?



- Savoirs, savoir-faire
- Outils pratiques (tests simples, fiches...)
 - REX, publications, colloques...



<http://reseau-agriville.com/>

Pression sur les « politiques » :
sans que la réglementation les y obligent les
maires font des analyses des milieux avant
l'installation de jardins...

Conclusions et perspectives

- Un travail de recherche participatif réalisé dans les jardins a permis aux acteurs de progresser collectivement dans leurs pratiques: jardinage raisonné, gestion préventive des pollutions, articulation savoir/savoir-faire.

**Grand nombre de citoyens concernés par les activités de jardinage : Espace publique
→ Transition Ecologique**



**↑ Qualité des milieux et des productions, biodiversité.
↓ Risques et des inégalités écologiques**

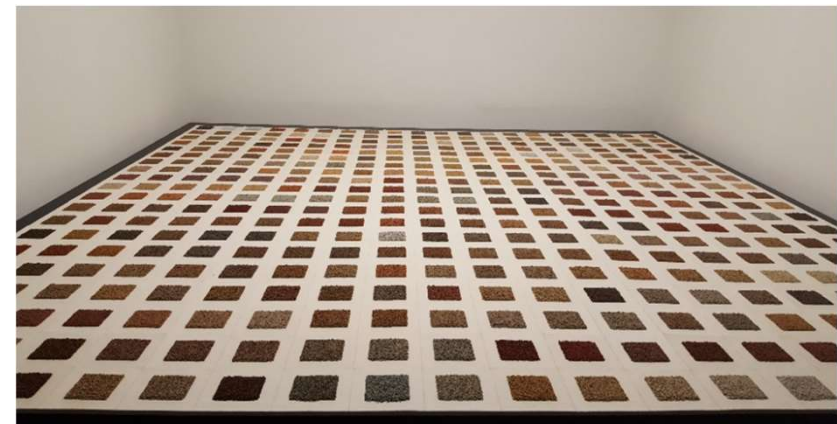
- Comment « vivre sainement » dans un environnement un peu pollué? Stratégies, innovation...Phytodisponibilité / concentration totale en As. (Wu et al., 2015..)
- Mais, les polluants sont parfois présents sans que cela soit connu; seuil Reach, économie circulaire...Réduire les émissions dans l'environnement est donc indispensable.

↑ la culture de l'espace public
pour promouvoir la transition
écologique urbaine.

<http://reseau-agriville.com/>



Je ne suis pas un matériau inerte,
mais un écosystème vivant !



« Sols » (Koichi Kurita, 1962)
Exposition Grand Palais Paris-2017

MERCI pour votre Attention



**Colloque international de recherche interdisciplinaire
« Transitions Ecologiques en transactions et actions »
*T-2021 en Juin 2021 à Toulouse***

<https://transitions2021.sciencesconf.org/>