



Chaire  
éco-conception

# AgricultureS urbaineS, toiture potagère et services écosystémiques

**Baptiste Grard**, Christine Aubry, Nathalie Frascaria-Lacoste et Claire Chenu

UMR ECOSYS, INRA, France  
Département SIAFEE, AgroParisTech, France  
UMR SAD-APT, INRA, France

Bordeaux, le 12 décembre 2018



~3% de la surface du globe terrestre

60-80% de la consommation des ressources énergétiques et

60-80% des émissions de gaz à effet de serre

(Kamal-Chaoui et Robert (2009) dans Luo et al. 2015)



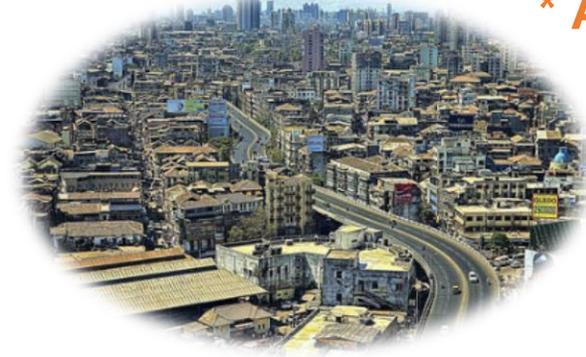
**\* Manque de ressource foncière associé à un manque d'espace de nature**

**\* Approvisionnement alimentaire des villes**

**\* Fragmentation de l'habitat**

**\* Pollution**

**\* Dépendance énergétique**



**\* Gestion de l'eau**

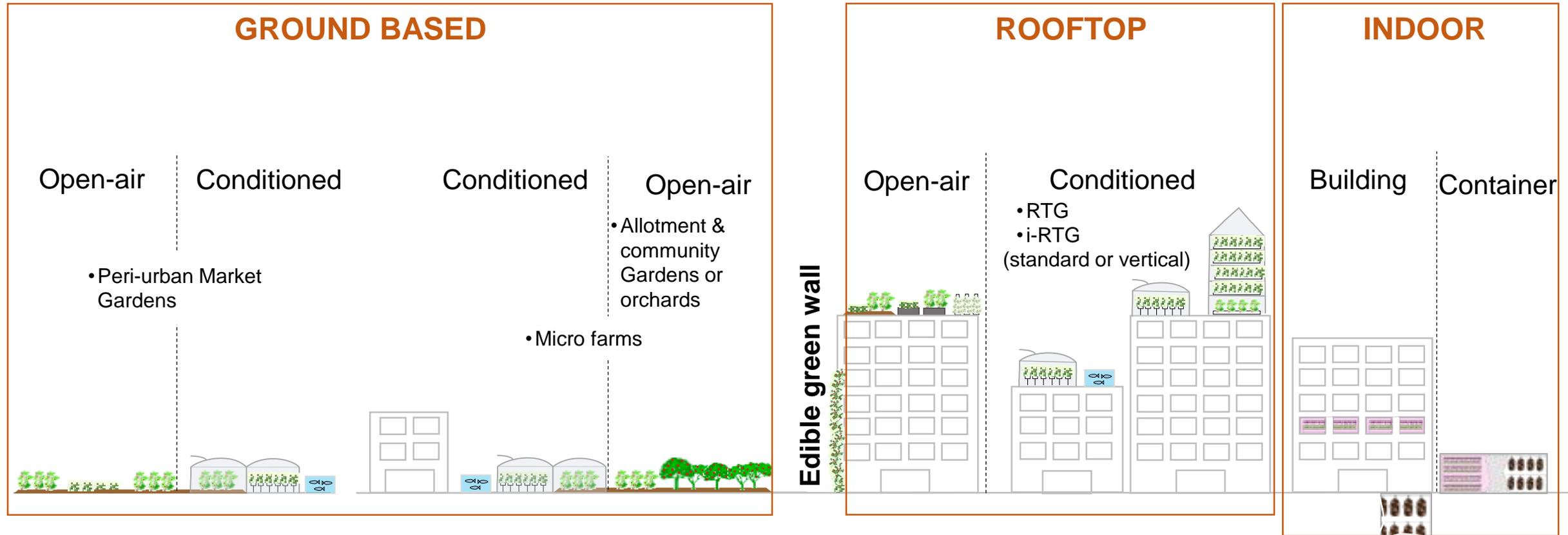
**\* Imperméabilisation des sols**

# Les villes sont au cœur des problématiques environnementales actuelles



@Vincent Callebaut

# AgricultureS UrbaineS



Urban fringe

Peri-urban Agriculture

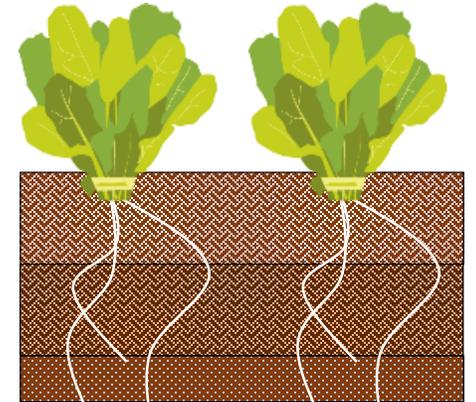
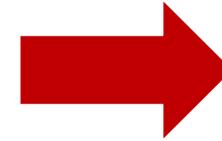
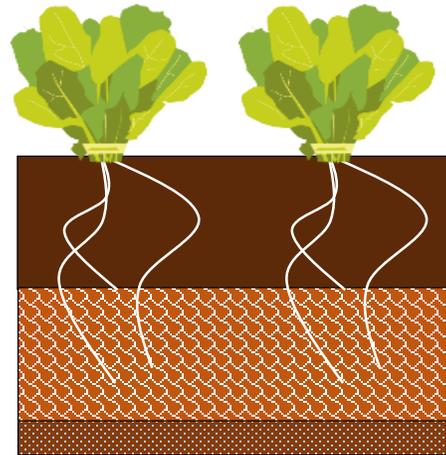
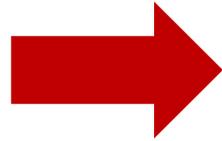
City

Intra-urban Agriculture



# Conception de Technosol

---



# Conception de Technosol

Utilisation uniquement de  
résidus urbains

Toiture intensive  
(~500kg.m<sup>-2</sup>)

Poids

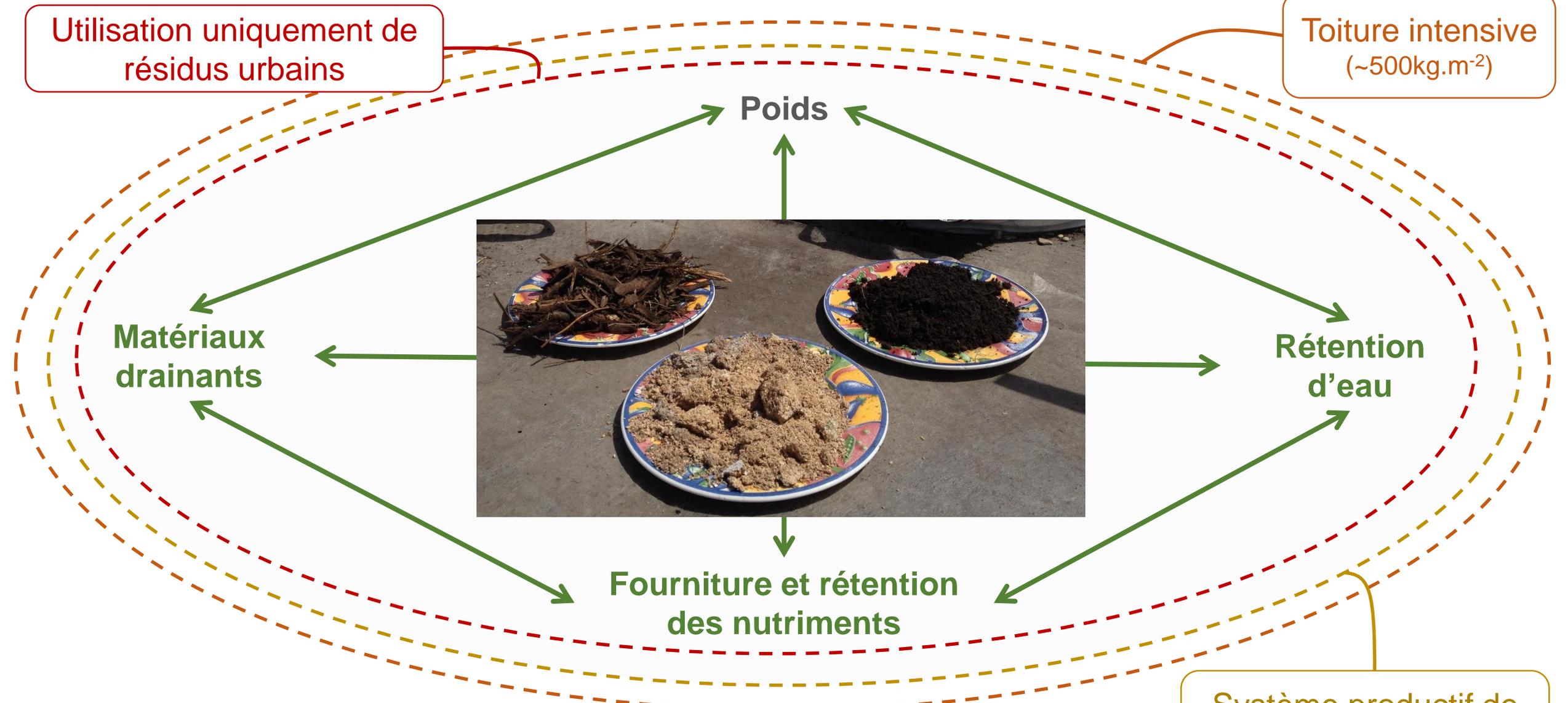


Matériaux  
drainants

Rétention  
d'eau

Fourniture et rétention  
des nutriments

Système productif de  
biomasse alimentaire



# Résidus urbains



Déchets du bâtiment  
ou de fabrication



Déchets des espaces  
verts



Déchets ménagers



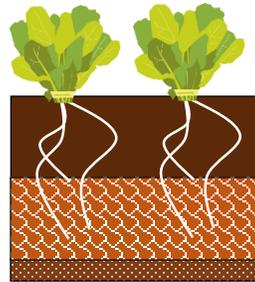
⇒ Des caractéristiques agronomiques potentiellement intéressantes

⇒ Faisabilité ?

# Objectifs de Thèse

1. Produits résiduaux urbains
2. Système low tech pour toiture intensive
3. Conduite en « agriculture biologique »

Technosol construit

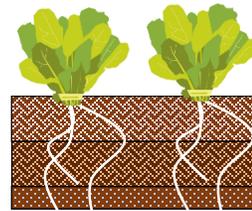


Formation

Temps T0



Evolution



Temps T



## Services écosystémiques

Production alimentaire

Qualité

Quantité

Rétention des eaux pluviales

Qualité

Quantité

Stockage de C

Recyclage de résidus urbains

Support de biodiversité

Isolation thermique du bâti

Îlot de chaleur urbain

...

## Evolution des Technosols en place

Biodégradation

Agrégation

Lessivage

Tassement

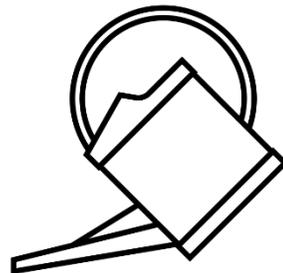
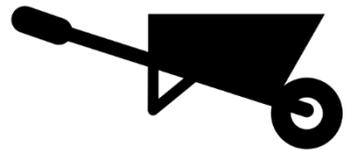
Altération chimique

Lixiviation





# Matériels et méthodes



# Projet de recherche T4P

Toiture expérimentale Bertrand Ney, AgroParisTech



Chaire  
éco-conception



David  
Haddad.com



Résidus de champignonnière



Compost de biodéchets



Compost de déchets verts

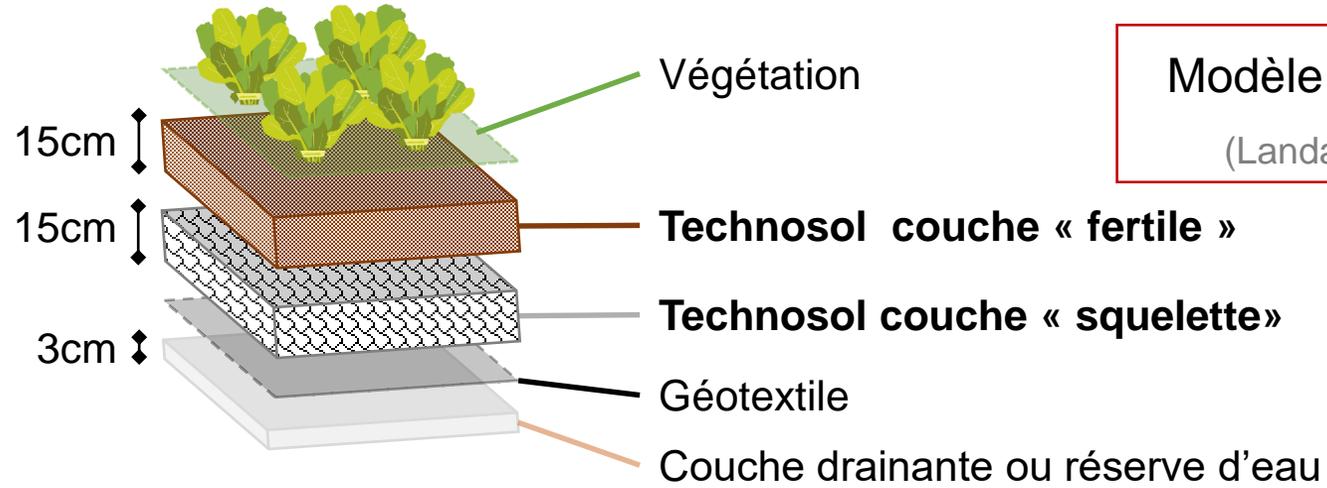


Bois broyé



Briques et tuiles concassées

- Disposition des Technosols

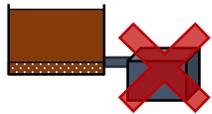


**Modèle : culture en lasagne**  
(Landa 1980 ; Collaert 2010)

- 3 dispositifs expérimentaux



- Compost de déchets verts
- Résidus champignonnière
- Terre à planter
- Bois broyé

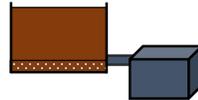


**Exp1** dit « S1 »  
5 traitements  
12 bacs

2012 → aujourd'hui



- Compost de déchets verts
- Terre à planter
- Bois broyé

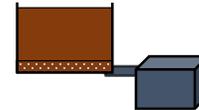


**Exp2** dit « T4Pbis »  
3 traitements  
9 bacs

2013 → 2015



- Compost de biodéchets
- Résidus champignonnière
- Bois broyé
- Briques et tuiles concassées



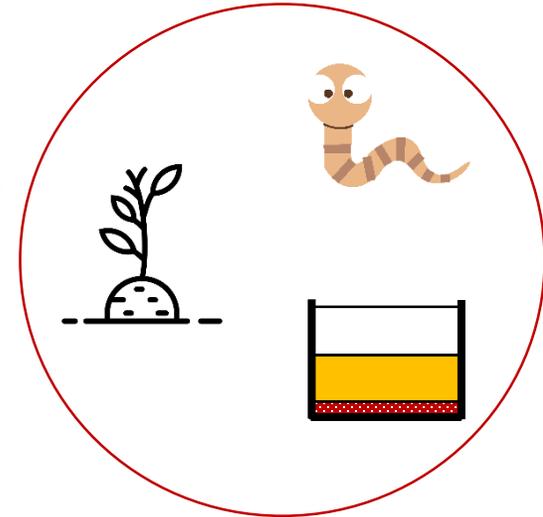
**Exp3** dit « Thèse »  
6 traitements  
36 bacs

2015 → aujourd'hui

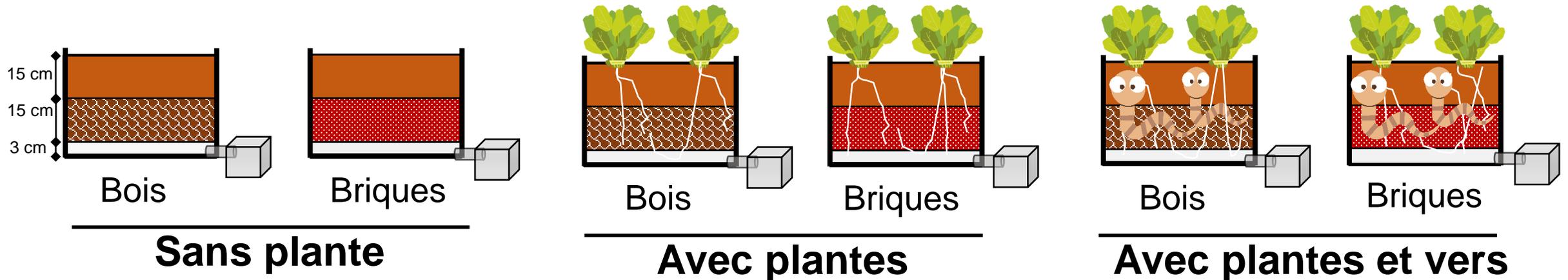


## Dispositif expérimental n°3

-  Mélange de compost de biodéchets et résidus de champignonnière (60/40 v/v)
-  Bois broyé
-  Briques et tuiles concassées



3 répliquats





## Dispositif expérimental n°3

- Rotation de cultures



**2015**

N D J F M A

*11/11/2015 - **Epinards** - 03/05/2016*

**2016**

M J J A S O N

*04/05/2016 - **Choux** - 30/08/2016*

*04/05/2016 - **Haricots** - 28/10/2016*

*01/09/2016 - **Laitues** - 04/11/2016*

## Dispositif expérimental n°3

### - Mesures réalisées



**Plantes** : quantité (masse) et qualité (Cu, Cd, Pb, Zn et Hg)



**Percolats** : volume et concentration des percolats (carbone et azote minéral)



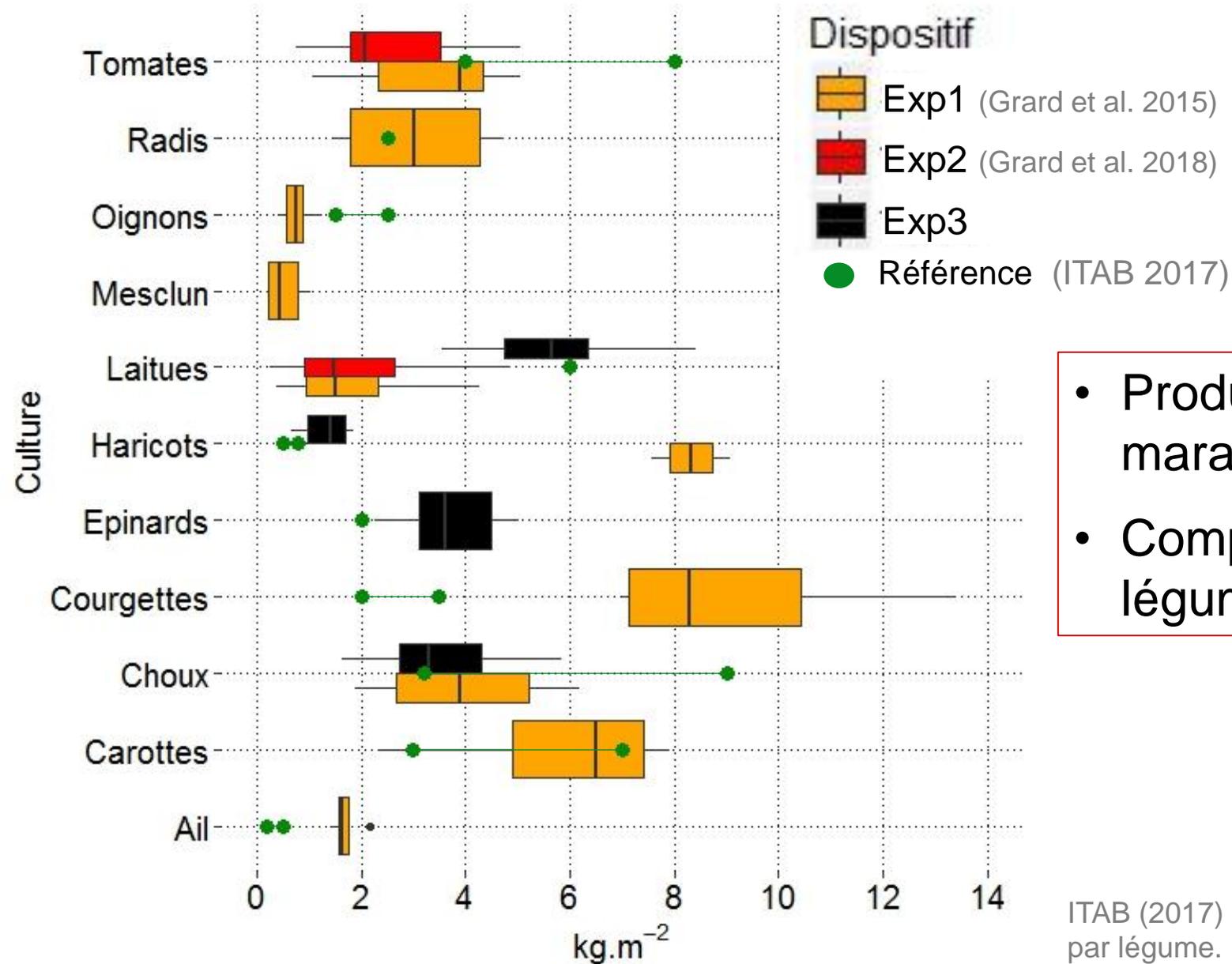
**Technosol** : observations, mesures, prélèvements, caractéristiques physiques et chimiques.



# Résultats

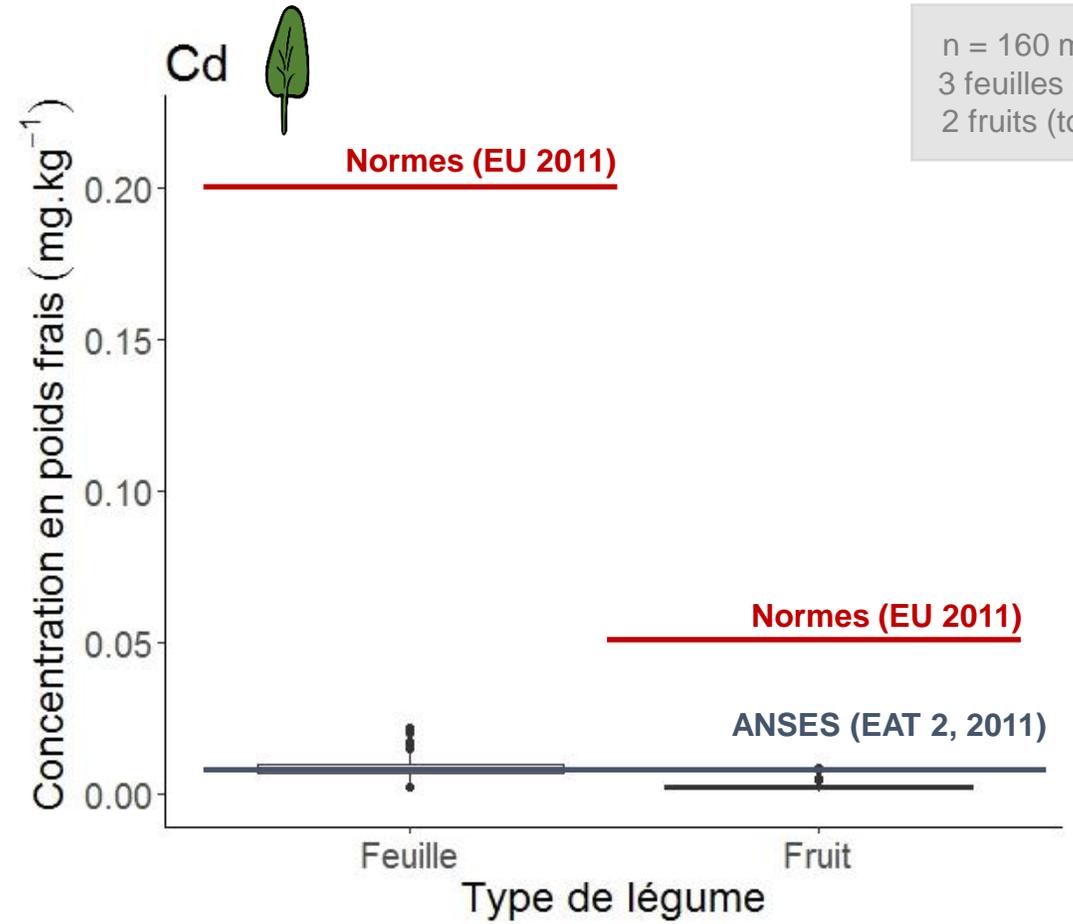
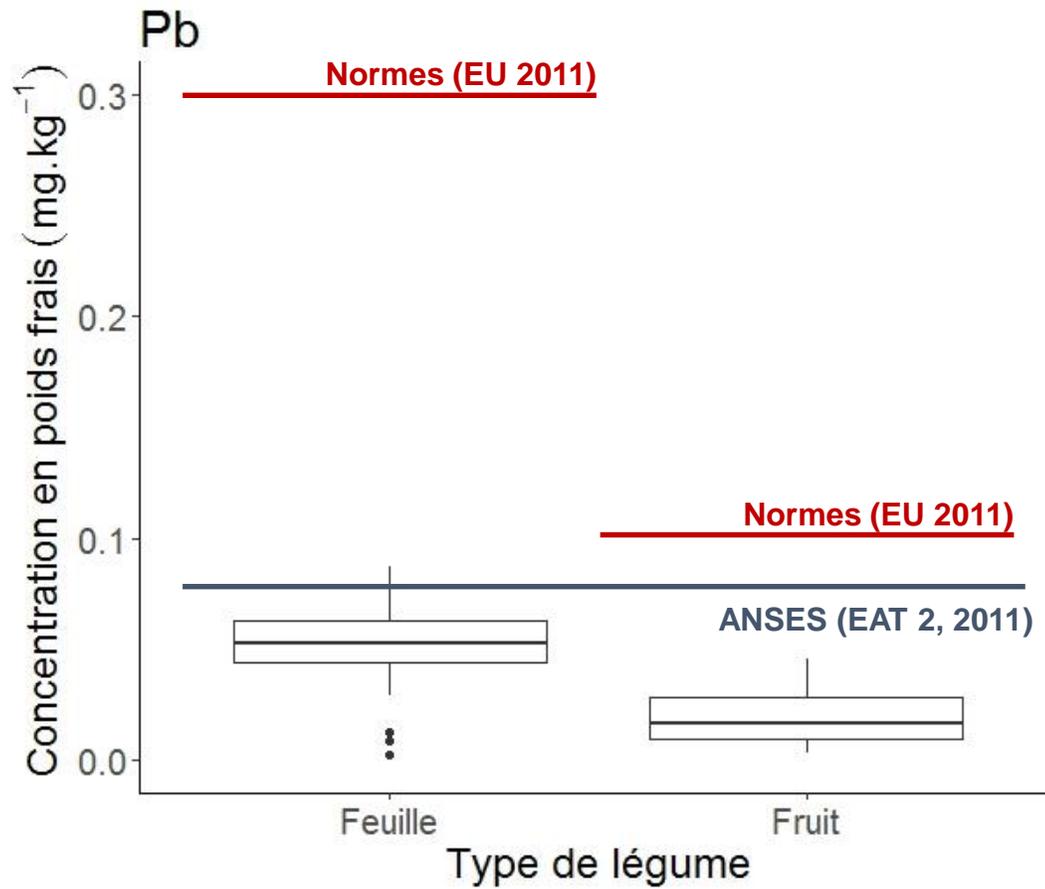


# Production alimentaire



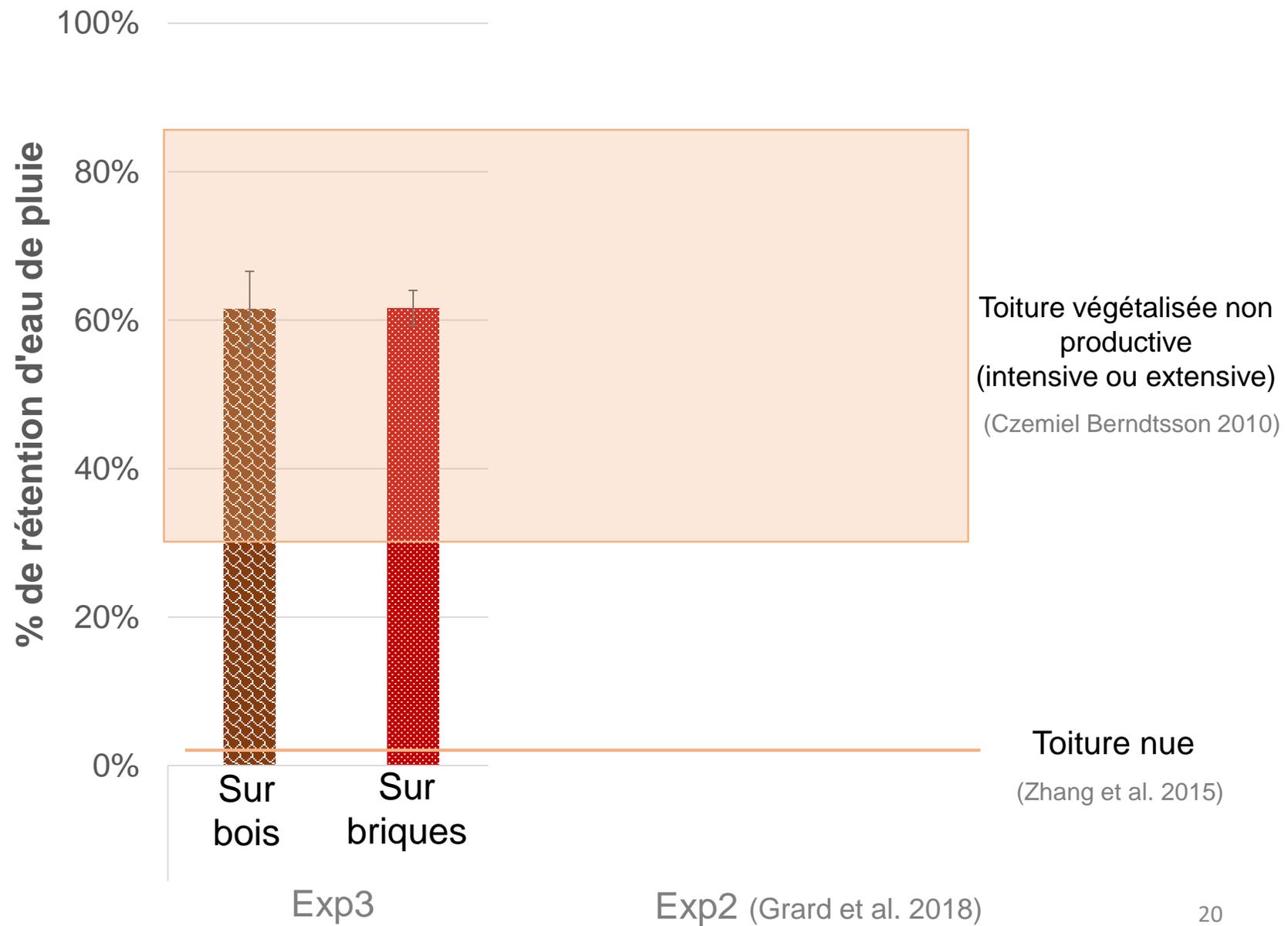
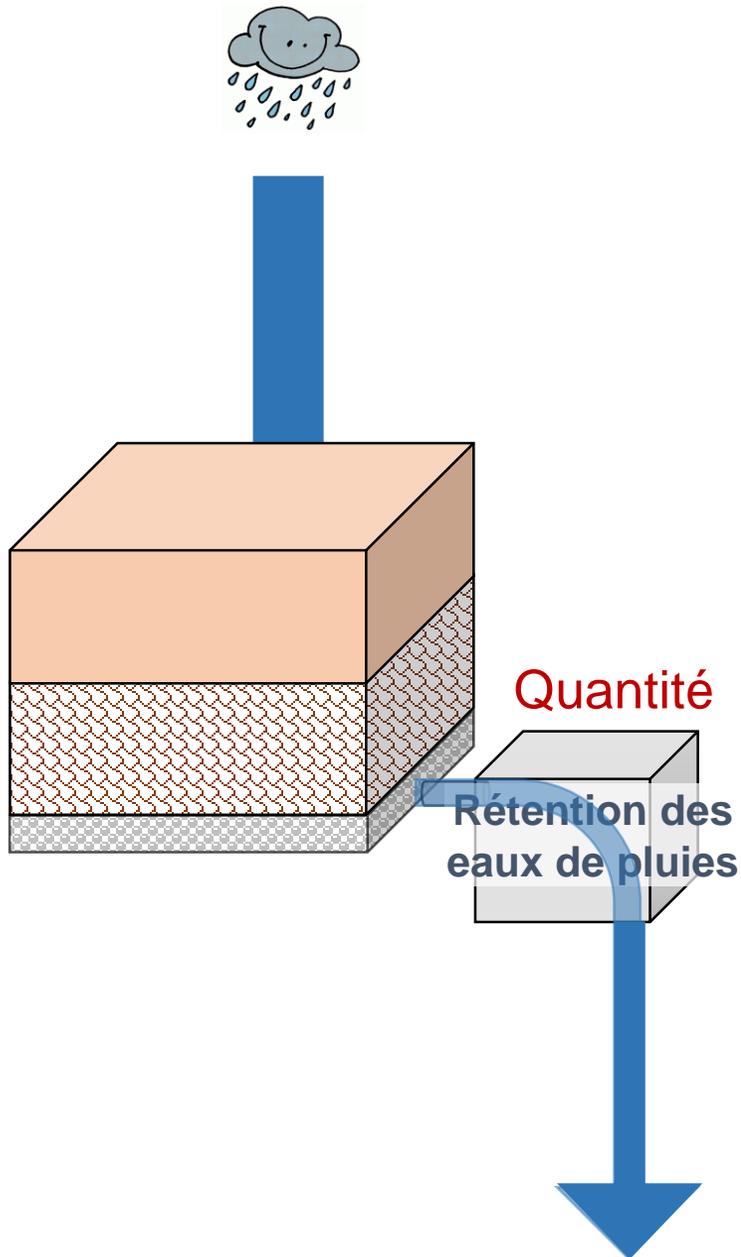
- Production équivalente à celle de maraîchers professionnels
- Comparaison modulée par le type de légume

# Qualité des aliments



n = 160 mesures  
3 feuilles (laitues)  
2 fruits (tomates)

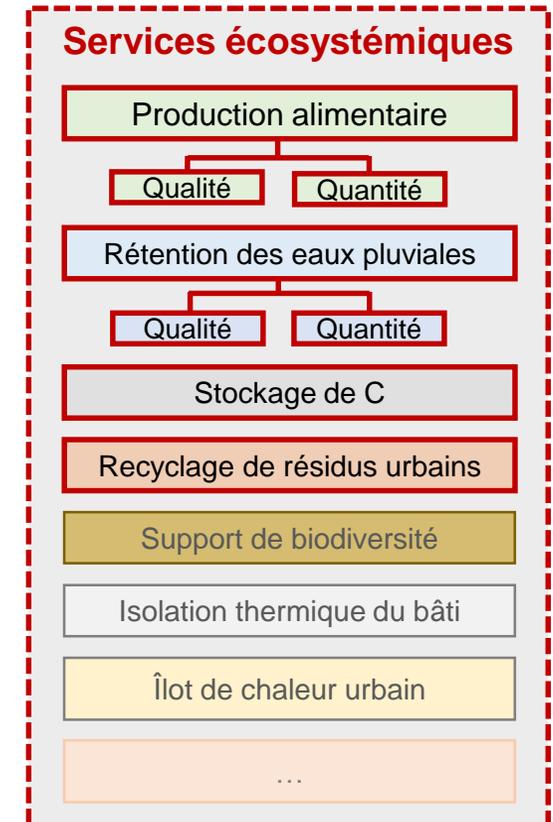
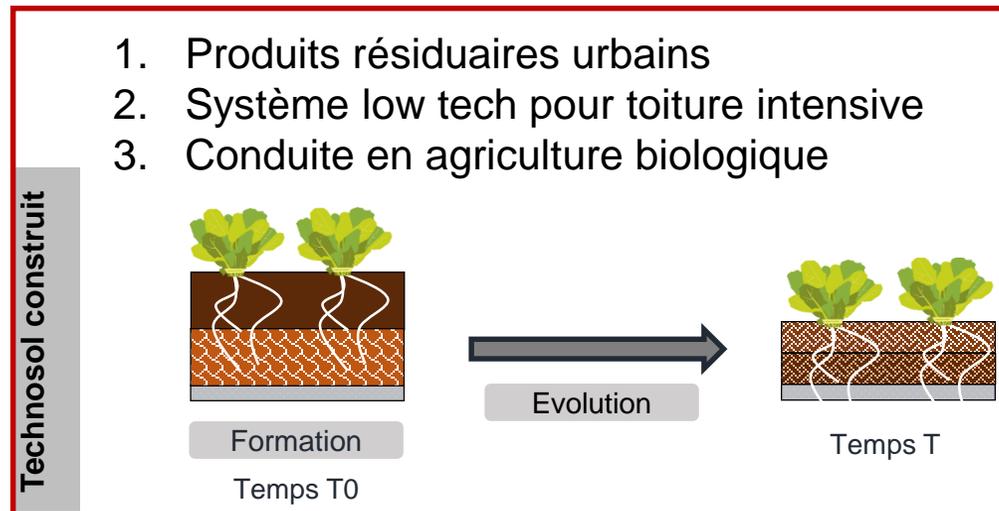
- Effet du type de légumes (ADEME 2005, livre « Contamination des sols »)



# Conclusions



- Etude quantitative des services écosystémiques rendus par une toiture productive
- Etude de la multifonctionnalité de telle toiture
- Performance des systèmes de cultures (production alimentaire)
- Compromis entre services (di-service qualité de l'eau)



Pour plus d'information ...

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

Contacts Adresses & plan d'accès Presse Téléchargements Actualités Espace grand public navigation par profil

**AgroParisTech** Le Vivant, notre vocation  
INSTITUT DES SCIENCES ET INDUSTRIES DU VIVANT ET DE L'ENVIRONNEMENT  
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY FOR LIFE, FOOD AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

Rechercher sur le site

AGROPARISTECH FORMATION RECHERCHE VIE ÉTUDIANTE PARTENARIATS INTERNATIONAL FONDATION

Pour relever les grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle  
développement durable, alimentation des hommes, gestion des ressources naturelles, gestion et préservation de l'environnement

Bienvenue sur le site d'AgroParisTech, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement.

AgroParisTech, la grande école européenne d'ingénieurs et de managers dans le domaine du vivant et de l'environnement, est né, le 1<sup>er</sup> janvier 2007, du rapprochement de l'ENGREF, l'ENSIA et l'INA P-G.

**A la une**

- La chaire Anca lance le challenge #Chichedefi !**  
Le 18 janvier, à l'occasion du « Global Pulse Day », la chaire (...)
- AgroParisTech vous présente ses meilleurs vœux.**  
AgroParisTech vous présente ses meilleurs vœux. Ensemble pour un (...)
- Daniel Tomé professeur à AgroParisTech : Laurier de la recherche agronomique 2016**  
Mardi 13 décembre 2016, Stéphane Le Foll, Ministre de (...)
- Constance Madaule décroche le prix de l'ingénieur entrepreneur**

**Nos rendez-vous**

- JANV 17** **Conflits dans les territoires forestiers vers (...)**  
La prochaine séance du séminaire mensuel « Conflits et Territoires » (organisé (...))
- JANV 24** **Projets européens en agriculture biologique**  
Le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt organise, (...)
- JANV 26** **Journée des Terroirs**  
Les étudiants de la cellule "Goût et Terroirs" organisent la Journée des (...)
- JANV** **Conférence « Techniques d'Agriculture Urbaine, (...)**

**Bibliothèques, documentation, éditions**

- Musée du vivant
- Pôle images
- Écoludo
- Semaine ATHENS

**Ferme expérimentale de Grignon**

- Grignon Energie positive
- Jardin expérimental sur les toits**
- Centre international de gastronomie moléculaire

Podcast AgroParisTech

Jardin expérimental sur les toits



## Recycling urban waste as possible use for rooftop vegetable garden

GRARD B.J.-P.<sup>1,2</sup>, BEL N.<sup>3</sup>, MARCHAL N.<sup>4</sup>, MADRE F.<sup>3,5</sup>, CASTELL J.-F.<sup>1</sup>, CAMBIER P.<sup>1</sup>, HOUOT S.<sup>1</sup>, MANOUCHEHRI N.<sup>6</sup>, BESANCON S.<sup>6</sup>, MICHEL J.-C.<sup>7</sup>, CHENU C.<sup>1</sup>, FRASCARIA-LACOSTE N.<sup>2</sup>, AUBRY C.<sup>8</sup>

<sup>1</sup> UMR ECOSYS, INRA, France

<sup>2</sup> UMR ESE, AgroParisTech – University Paris-Sud, CNRS France.

<sup>3</sup> TOPAGER, France

<sup>4</sup> Association "Potager sur les toits", France

<sup>5</sup> UMR CESCO 7204, Muséum National d'Histoire Naturelle, France

<sup>6</sup> UMR GENIAL, AgroParisTech, France

<sup>7</sup> UP EPHOR, Agrocampus Ouest, France

<sup>8</sup> UMR SAD-APT, INRA, France

\* Corresponding author's contact details: E-Mail: [baptiste.grard@agroparistech.fr](mailto:baptiste.grard@agroparistech.fr) | Tel.: +033 6 58 50 80 15

Agronomy for Sustainable Development (2018) 38:2

<https://doi.org/10.1007/s13593-017-0474-2>

RESEARCH ARTICLE



## Rooftop farming on urban waste provides many ecosystem services

Baptiste J.-P. Grard<sup>1,2</sup> · Claire Chenu<sup>1</sup>  · Nastaran Manouchehri<sup>3</sup> · Sabine Houot<sup>1</sup> · Nathalie Frascaria-Lacoste<sup>2</sup> · Christine Aubry<sup>4</sup>

Accepted: 10 November 2017

© INRA and Springer-Verlag France SAS, part of Springer Nature 2017

## Pour plus d'information ...

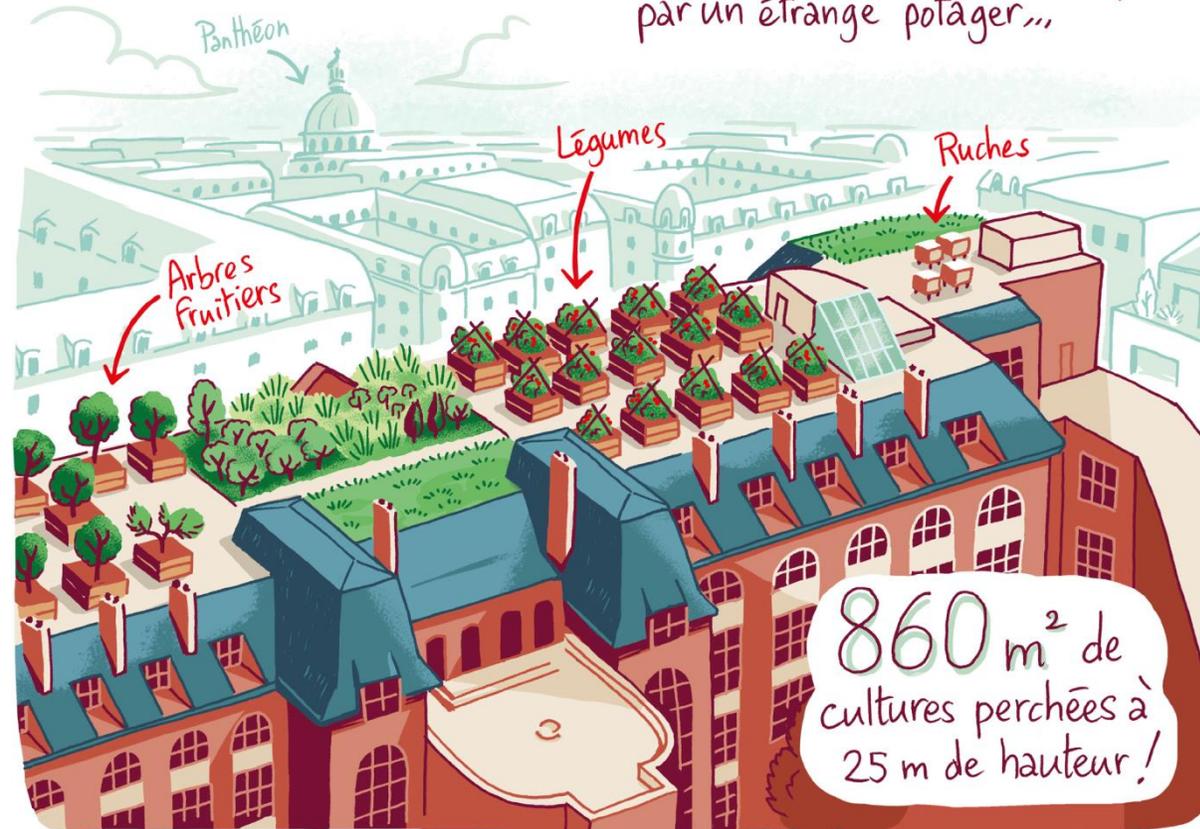
- « Toits potagers en ville, ce n'est pas que pour faire joli »
- « Agriculture urbaine en France, le jeu des 7 familles »
- BD : « Sur le toit, des légumes et de la science »
- « Les projets d'agriculture urbaine peuvent-ils être viables? »
- « Non, tout ce qui pousse en ville n'est pas pollué »
- « A la rencontre des petites bêtes des toitures végétalisées »



=> <https://theconversation.com> <=

# Pour plus d'information ...

AgroParisTech, en plein cœur de Paris,  
le toit de l'établissement est occupé  
par un étrange potager...



Baptiste Grand, chercheur AgroParisTech-INRA, nous fait visiter...



THE CONVERSATION

et/ou <http://www.mathieuughetti.com/>

Ecological Engineering 111 (2018) 117–124



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecological Engineering

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



Are Collembola “flying” onto green roofs?

Sophie Joimel<sup>a,\*</sup>, Baptiste Grard<sup>a,b</sup>, Apolline Auclerc<sup>c,d</sup>, Mickaël Hedde<sup>a,1</sup>, Nolwenn Le Doaré<sup>a</sup>, Sandrine Salmon<sup>e</sup>, Claire Chenu<sup>a</sup>



## ■ Biodiversité

■ Le projet de recherche T4P continu!

■ Généralisation à d'autres situations (**SEMOIRS**)

→ *Evaluation des **S**ervices **E**cosystémiques rendus par les **MicrO**-fermes urbaines et leu**R**s **S**ols*

**PARKING**



**PARKING**

**SPECIAL  
ALL DAY  
SAT. & SUN.  
\$6. FLAT**

