

Le sol urbain et ses enjeux

Arbres en ville – retour d'expériences

pascal.boivin@hesge.ch



Le sol tel que la plupart des gens le perçoivent

... est un espace à deux dimensions qui peut être cultivé, construit, acheté, vendu...



Photos Jeffery et al., 2010 European Commission, and Bodenschätze 2015 NFP 68/BAFU/BLW/ARE



Le sol a aussi une 3ème dimension: sa profondeur

Sol agricole



Agroscope

Sol forestier



www.geo.wzw.tum.de/

Sol urbain

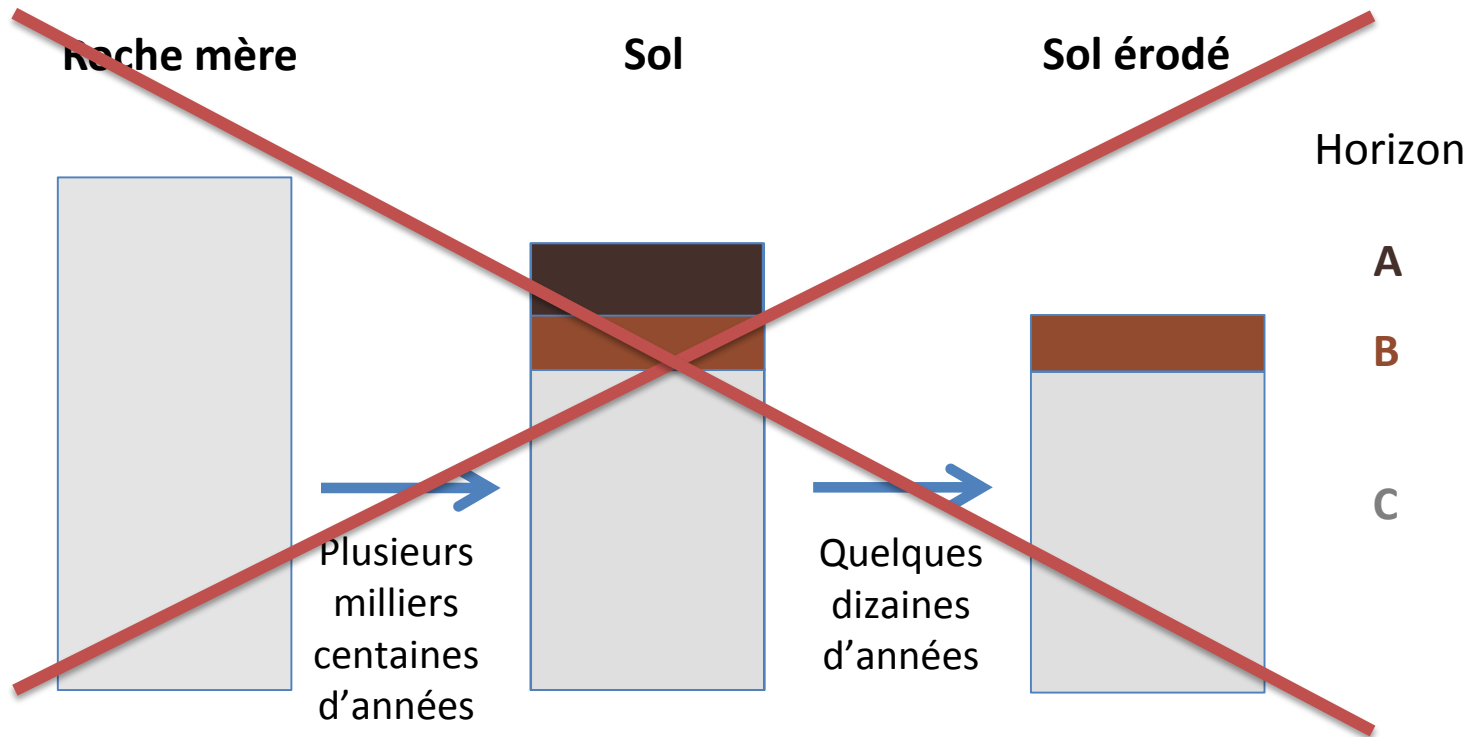


www.nrcs.usda.gov

- Ces trois dimensions sont essentielles pour comprendre les rôles du sol pour l'homme et l'environnement



Le sol a aussi une 4ème dimension: celle du temps



- Le sol n'est pas une ressource renouvelable à l'échelle humaine

Le sol, qu'est-ce que c'est ?

En bref:

- Un milieu *d'ancrage* pour les racines.
- Un réseau poral assurant des réactions, les transferts des fluides, avec un ***équilibre air –eau***.
- Un réseau poral *stable* sous les contraintes.
- Un réservoir à eau, *air* et nutriments.
- Un *tampon* (thermique, pH, hydrique, organique).
- Un bio-réacteur extrêmement performant.
 - Rôle épurateur
 - Filtre

Le sol, qu'est-ce que c'est?

Sa structure et ses systèmes poreux

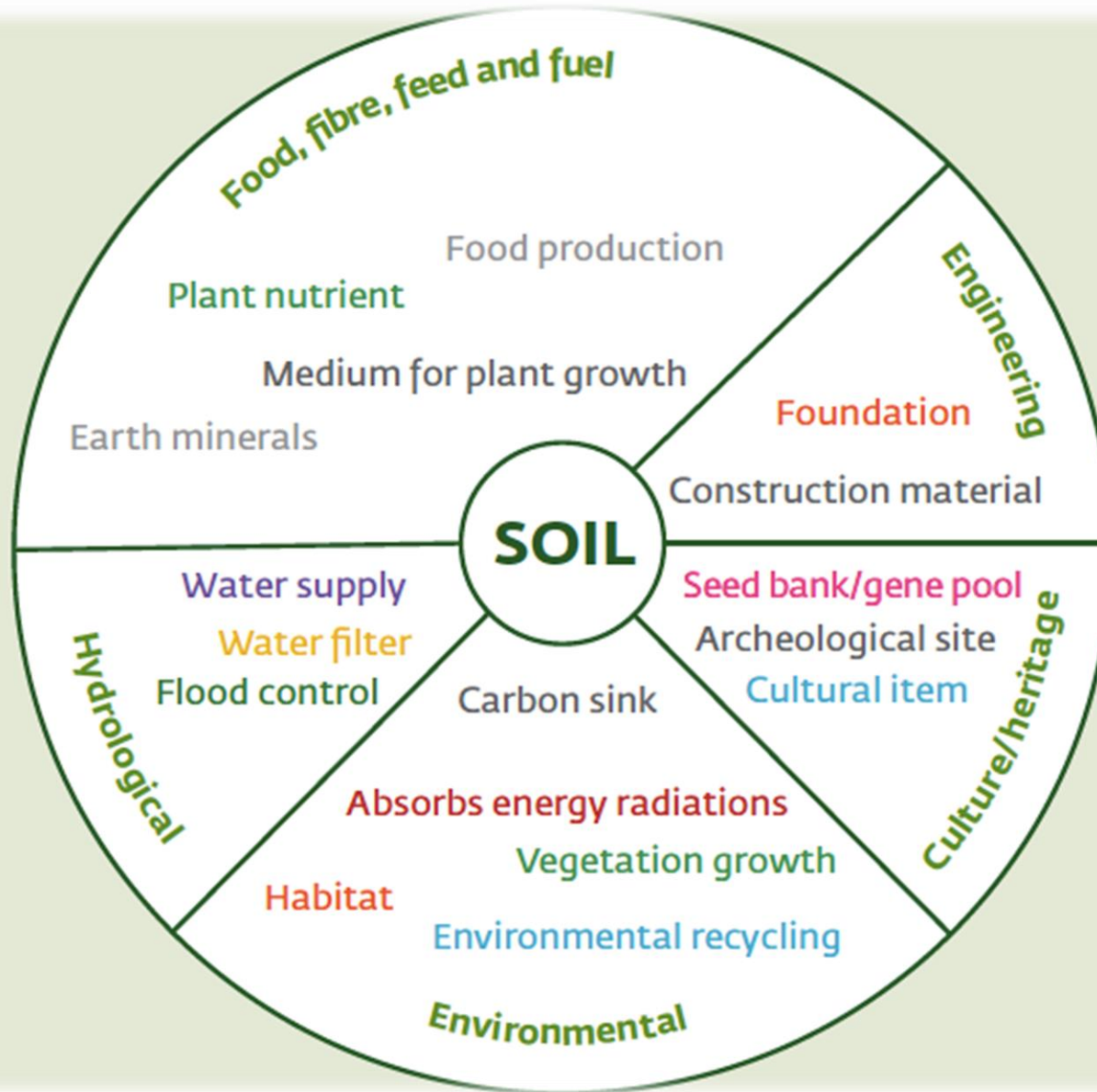


- Porosité structurale  ■ Transferts air et eau
 - Vides d'assemblage
 - Meso et macropores
 - Biopores
 - Fissures
- Porosité du plasma  ■ Tampon
 - Espace entre les particules colloïdales (argiles et matière organique)
 - Pore de rayon $\approx < \mu\text{m}$
 - Eau
 - Nutriments etc.
 - Également appelée porosité texturale



Transfert air et eau – Tampon et réservoir
Deux systèmes poreux pour des fonctions essentielles aux sols

Les fonctions du sol



Les différentes fonctions du sol



hepia - Agronomie

Fonction économique de production

Alimentation, énergie, biomasse, matériaux, granulats...

Fonction écosystémique ou écologique

Régulation, filtration et épuration des eaux, régulation des GES, biodiversité, refuge pour la faune...

Fonction de support

Vie terrestre, constructions, activités humaines, loisirs, paysages, archéologie...

Une fonction économique de **production alimentaire** avec l'agriculture ou de production de bois destiné à la construction ou à la production d'énergie avec la forêt.

Une **action sur le climat** : les sols ont la capacité de stocker des gaz à effet de serre (gaz carbonique, protoxyde d'azote) ou d'en émettre. Actuellement, une attention particulière est portée à son rôle de stockage vis-à-vis du changement climatique.

Grand **réservoir de biodiversité**, le sol est le support de toute vie terrestre : les plantes s'y enracinent, les animaux y cherchent leur alimentation et leur refuge... Le sol est un maillon de tout l'écosystème terrestre et constitue un écosystème à part entière.

La vie qui se développe sur Terre repose sur le sol. La fonction de support concerne aussi nos loisirs, **l'implantation de nos cités**, de nos bâtiments et des infrastructures. Les paysages sont l'expression des caractéristiques de ce support.



© Alterre Bourgogne

Une **source de matériaux de construction** (terres, granulats, roches...) : l'argile et le sable étant parmi les plus anciens matériaux utilisés pour la construction d'habitats.

Le siège de **nombreux cycles biogéochimiques** : la matière organique se dégrade sous l'action de nombreux micro-organismes pour donner des éléments minéraux assimilables par les plantes qui peuvent, à leur tour, être combinés en molécules plus complexes.

Une fonction environnementale à travers le **stockage, la régulation et l'épuration de l'eau** via son action de dégradation des contaminations chimiques.

Les sols conservent les traces du passé, celui de la Terre et celui des hommes. Ils sont une mémoire vivante des événements naturels et humains, un **héritage culturel**.

Notion de Biens et services Écosystémiques

« Ô combien complexes et imprévisibles sont les mécanismes de contrôle exercés entre eux par les êtres organiques contraints de lutter les uns contre les autres »...

Charles Darwin, L'Origine des espèces

Biens et services écosystémiques

<http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>



- Par définition, les services écosystémiques sont les bénéfices que les hommes tirent des écosystèmes. L'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire a identifié quatre catégories
- Services d'approvisionnement
 - ils fournissent les biens eux-mêmes comme la nourriture, l'eau, le bois et les fibres;
- Services de régulation
 - ils régissent le climat, l'eau, les déchets, propagation de maladie etc.;
- Services culturels
 - ils concernent la beauté, l'inspiration et la récréation qui contribuent à notre bien-être spirituel;
- Services d'assistance
 - ils comprennent la formation du sol, la photosynthèse et le recyclage des substances fertilisantes, en l'absence desquels il n'y aurait ni croissance ni production.
- Du fait que certains services importants n'ont peut-être pas encore été identifiés, nous adopterons une approche conservatoire de la préservation de notre capital naturel

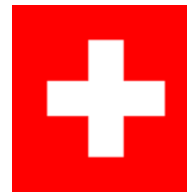
Biens et services écosystémiques



- Une tendance moderne de l'économie de la finance vise à monétariser ces biens et services
- Ceci dans le but de “mieux” gérer l'environnement *via* l'économie et les valeurs attribuées
- *« L'écologie est la science qui permet à l'homme de gérer le milieu naturel avec plus de prudence et de le détruire avec plus d'assurance » (anonyme)*
- *Quant à l'économie ...*

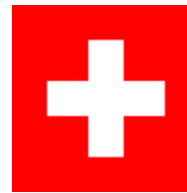


- De 1990 à 2000, plus de 2,8 % des terres ont changé d'affectation au profit de la périurbanisation avec une augmentation sensible du phénomène.
- Ce changement concerne de 0,3 % à 10 % du sol, selon les pays de l'UE. La tendance, aggravée par les perspectives de changement climatique est à une aggravation de la dégradation des sols (aggravation étant en quelque sorte auto-entretenu, le sol étant lui-même un puits de carbone).
- La Commission estime « que la dégradation des sols en Europe va se poursuivre, peut-être à un rythme plus rapide ».
- En France, 100 000 hectares de terres agricoles disparaissent tous les ans.



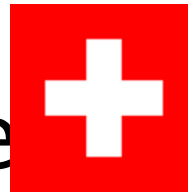
■ En suisse

- Au cours des dernières décennies le développement de l'urbanisation a conduit à une importante perte de surfaces agricoles (presque 1 m²/s).
- Entre 1979/85 et 1992/97, 29 800 ha de surface agricole ont ainsi été transformés en surface d'habitat et d'infrastructure. Ce sont surtout les meilleurs sols agricoles qui sont concernés.
- Environ 40 % des surfaces des zones à bâtir se situent sur les sols de meilleure qualité. Les nouvelles données de la statistique de superficie confirment que cette évolution se poursuit.



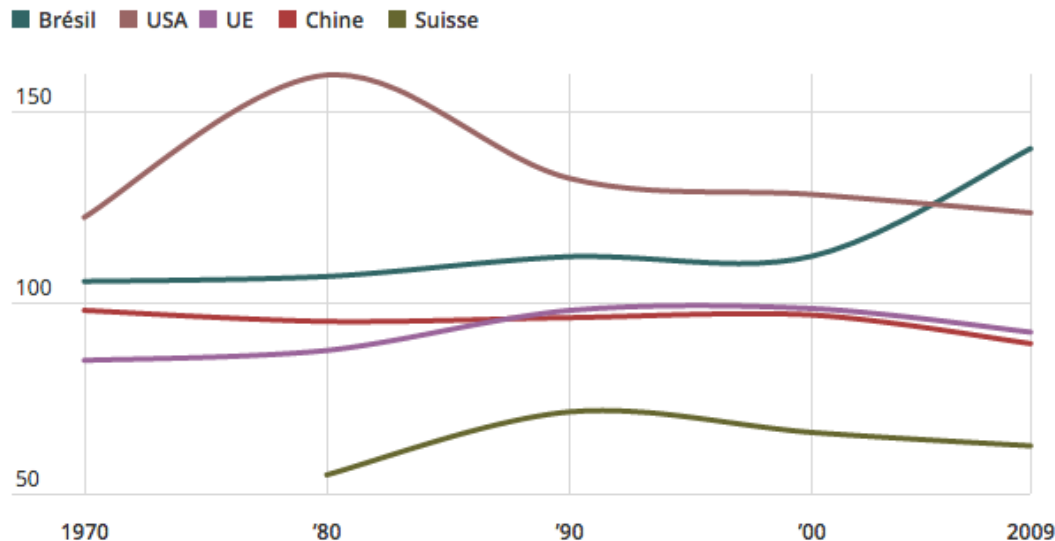
- La surface agricole utile a diminué de 1,6%, soit 180 km², entre 1996 et 2006.
- Comme, durant la même période, la population suisse a progressé, la surface agricole utile par habitant est passée de 150 m² en 1996 à 140 m² en 2006 soit une diminution de 8%.
- Les surfaces agricoles perdues font généralement place à des surfaces d'habitat et d'infrastructure, principalement en plaine là où les conditions de culture sont les plus favorables.
- Ce type de disparition est généralement irréversible.

Sécurité alimentaire



- Aujourd'hui, le taux d'autosuffisance alimentaire de la Suisse est d'environ 64%. Une fois les importations de nourriture animale factorisées, celui-ci n'est plus que de 56%. Un taux bas en comparaison internationale, selon une analyse publiée en 2009 par la FAO.

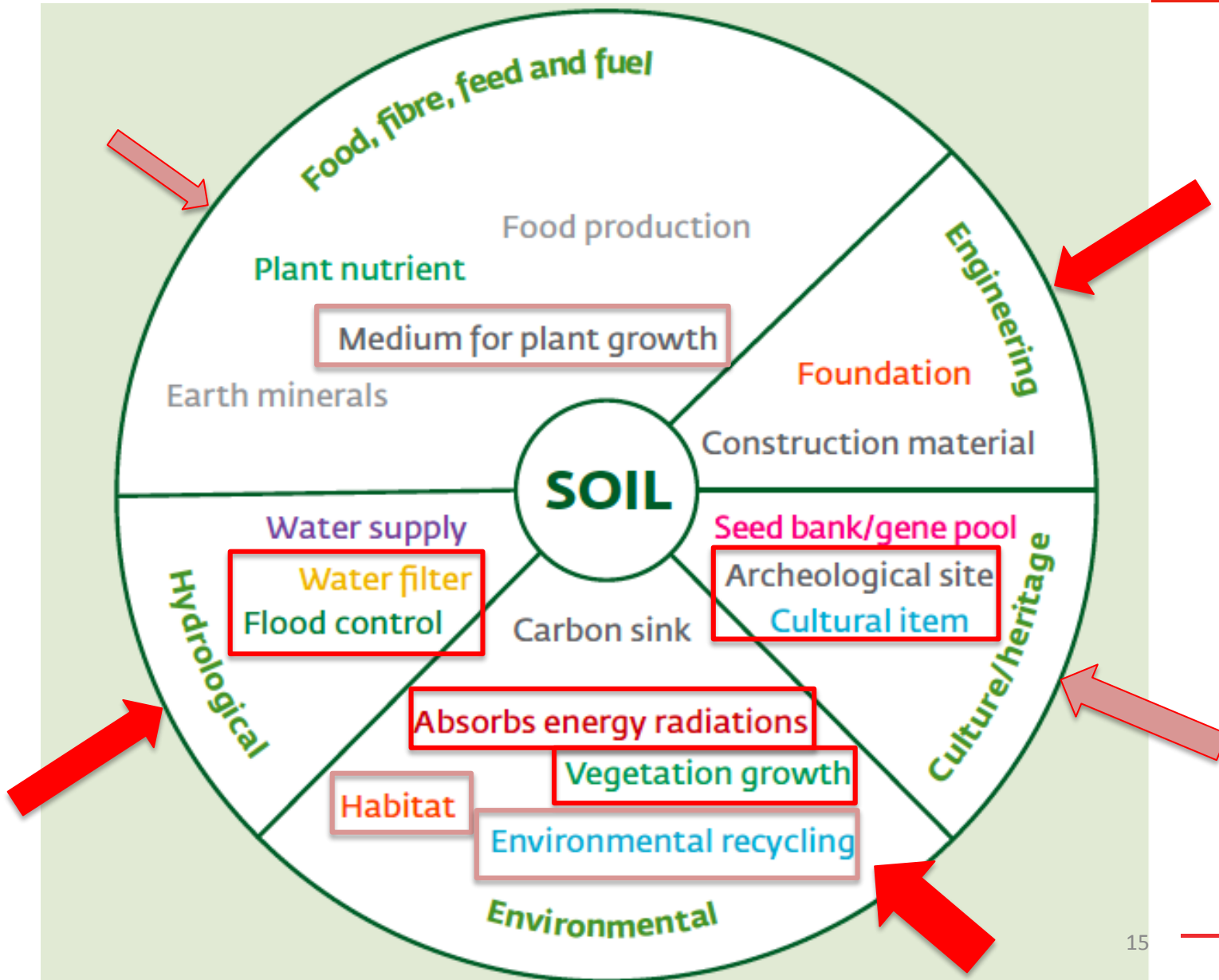
Autosuffisance calorifique entre 1970 et 2009 (en %)



Les différentes fonctions du sol urbain



hepia - Agronomie



Les fonctions des sols urbains

- Culture et société → *Andréa Finger-Stich*
 - La fonction de l'arbre requière la fonction du sol
- Plantations → *Lionel Chabbey et Marie Fournier*
 - Qualité des sols urbains et réussite des plantations
- Hydrologie, épuration → *Véronique Guiné*
 - Infiltration des eaux
 - Epuration des eaux



Les sols urbains : Anthroposols



hepia - Agronomie

- Souvent de très mauvaise qualité



.... Ou technosols

Christophe Schwartz, Vertigo, 2013



Qualité des sols urbains



- Mauvais matériaux
- Mélanges inappropriés
- Tassement
- Polluants
- Une affaire de conscience, de compétence et de surveillance
- Des erreurs qui coûtent mais des coûts mal révélés



Technosols



- Les technosols sont les sols dont les propriétés et la pédogénèse sont dominés par une origine *technique*. [...] Ils incluent [...] des sols construits avec des matériaux réalisés par l'homme.
- *World Reference Base for Soils – International Union of Soil Science, FAO-2006*
- Un intérêt croissant :
 - Sols urbains
 - Recyclage de matériaux
 - **Fonctions spécifiques telles que l'épuration**



Technosols - quel avenir ?



COLLOQUE NATIONAL : CONSTRUIRE DES SOLS POUR VÉGÉTALISER LA VILLE : DU DÉCHET AU SOL FERTILE

[Le 23/03/2017 - Paris (AgroParisTech)]

Lieu : PARIS – AgroParisTech, amphi Rissler 16 Rue Claude Bernard, 75005 Paris. [Localiser sur une carte](#). Arrêt de Métro le plus proche : "Censier - Daubenton" - Ligne 7

Ne manquez pas le colloque de restitution des travaux de recherche du programme SITERRE sur la construction de sols fertiles à partir de matériaux recyclés urbains.

DOCUMENTS ASSOCIÉS

» Programme - (doc)

- Une nécessité pour préserver les sols naturels
- Une nécessité pour disposer de bons sols urbains
- Beaucoup d'intérêt industriel : les déchets
- Reconstruire les villes dévastées
- Outils multifonction de l'aménagement urbain

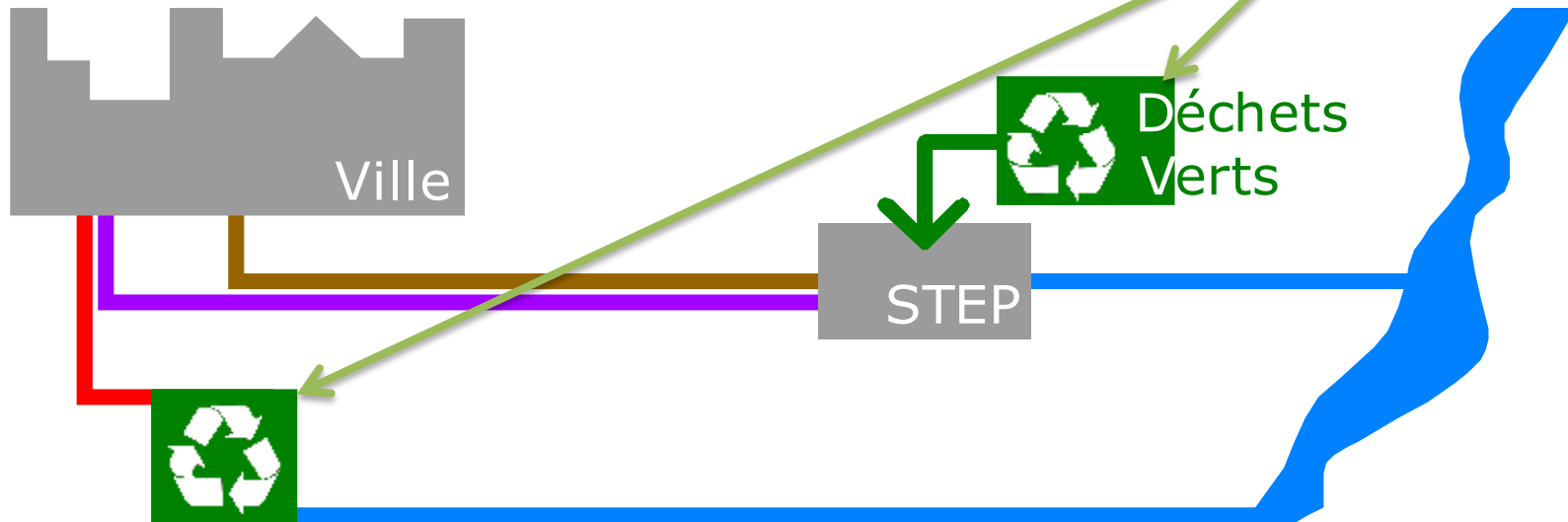
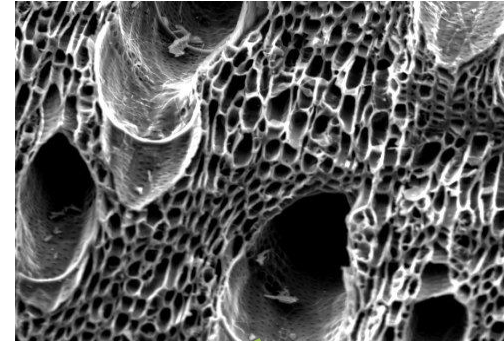
Bouclage des cycles SMARt Clean City



Green wastes



Swiss-biochar

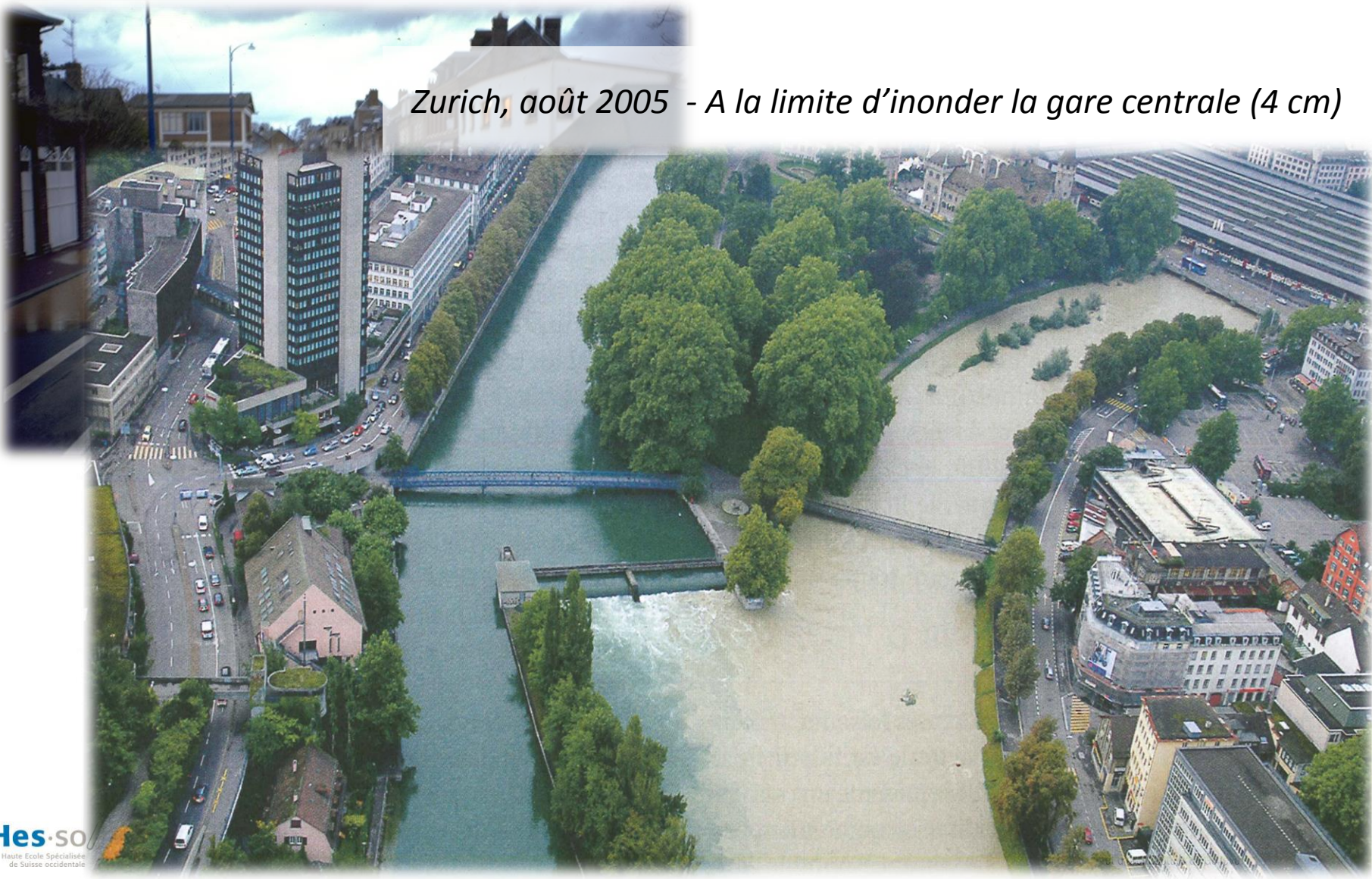


Un projet hes-so : hepia / Eia-Fr / Ecal / HEIG-Vd

Sols et risque hydrologique



Zurich, août 2005 - A la limite d'inonder la gare centrale (4 cm)



Risque hydrologique



- Travail sur le bassin versant amont
 - les sols agricoles sont tassés et peu perméables
 - Limiter les surfaces imperméabilisées et les cours d'eau rectifiées / accélérés

- Remettre du sol *perméable* en ville !

- Toitures végétalisées → Technosols

Toitures végétalisées et risque hydrologique



Taux d'abattement

Précipitations et débits totaux ainsi que le pourcentage d'abattement sur chacune des 5 toitures étudiées sur la période du 16.04 au 12.09 2015.

Toitures	Cumul précipitations (m ³)	Débits totaux (m ³)	% d'abattement
HEAD	176	41	76.9
EMS RIVE	623	259	58.5
Europe	159	43.7	72.5
HUG	331	146	55.8
EMS Marronniers	36	13	64.6

Toitures végétalisées et risque hydrologique

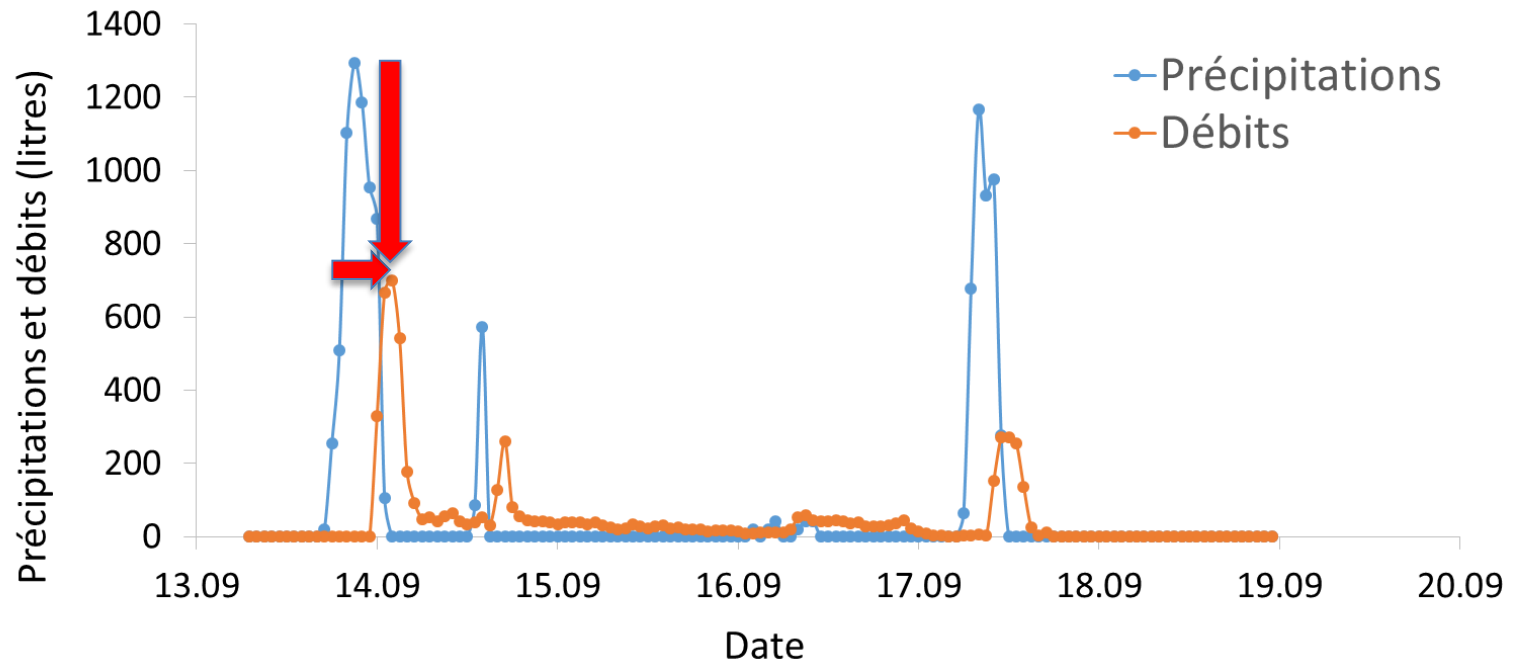


Illustration du temps de retard mesuré sur la toiture de l'EMS des Marronniers.

- Temps de retard entre 3 et 5 heures en fonction de l'état de saturation du substrat et de l'intensité pluviale → Long par rapport à la littérature
- Ecrêtage de 50 à 80 % du pic

L'agriculture urbaine

- De très nombreuses fonctions
- Des attentes et du succès
- Remettre en culture la ville?



Ferme de Budé



Tout est à faire...



- Le sol urbain peut beaucoup gagner en qualité
- Jusqu'à maintenant « rien » n'est fait dans ce sens
- C'est une question clé pour l'environnement urbain
 - Risque hydrologique, pollution des eaux
 - Recyclage des matériaux
 - Qualité de vie
 - Les plantations et les parcs
 - Les îlots de chaleur

Merci pour votre attention

