La ville en transformation. Approches pluridisciplinaires pour adresser les nouveaux défis : changements climatiques, nouvelles technologies, nouvelles mobilités





Ville 2050

La ville en transformation. Approches pluridisciplinaires pour adresser les nouveaux défis

Session 2a :

Les enjeux de l'artificialisation - retour sur l'expertise ESCo INRA-IFSTTAR



# Artificialisation Mesures et Déterminants

**Anne Ruas** 

29 Janvier 2020

Présentation Séminaire Ville en transformation Ville2050

1

# **Expertise collective sur** l'artificialisation des sols



- Expertise demandée par l'état (2015-2017)
  - ADEME, MTES, MAAF
- Contenu
  - Mesure de l'artificialisation
  - Déterminants
  - Conséquences
  - Leviers d'action
- Résultats
  - rapports: 8 pages (résumé); 130 pages (synthèse); 622 pages (complet)
  - Vidéo de la restitution (8 décembre 2017)
  - http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Sols-artificialises-et-processus-d-artificialisation-des-sols

2

### Méthode



- Expertise co-pilotée par l'Inra et l'Ifsttar 2015-2017
  - Choix des experts, du plan
  - Ecriture des synthèses, présentation des résultats (8/12/17)
- **55** scientifiques de diverses disciplines
  - sciences de l'environnement,
  - sciences économiques
  - géographes, sciences sociales
- Analyse d'un corpus bibliographique
  - plus de 2500 références.
- conduite selon les règles de la charte nationale de l'expertise
  - Délégation à l'Expertise scientifique collective, à la Prospective et aux Études, Inra

3

# **Expertise collective sur** l'artificialisation des sols



- Contenu
  - Mesure de l'artificialisation Anne Ruas
    - Définition
    - · Méthodes de mesure
      - Auteurs: Eric Barbe, Catherine Mering, Christiane Weber (coord.),
         Sébastien Gadal, Thomas Houet, Clément Mallet, Anne Puissant.
    - Estimation en France
    - Tendance générale
  - Déterminants

#### Anne Ruas / Maylis Desrousseaux

- Nombreux experts, dont Anne Aguilera, Leslie Belton Chevallier, Olivier Bonin, Laetitia Dablanc, Marianne Thebert
- Conséquences

Beatrice Bechet / Yves Le buissonnais

Leviers d'action

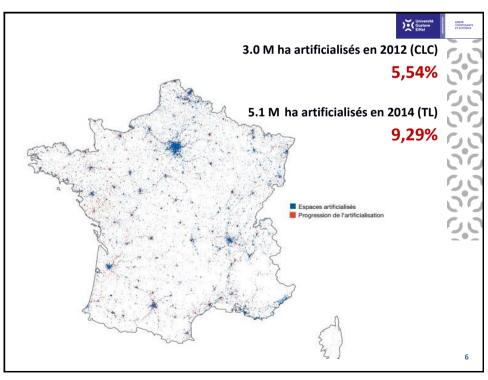
Maylis Desrousseaux

4

### Mesure

- Selon la méthode utilisée, l'estimation de la surface artificialisée en France varie considérablement :
  - 5,6 % selon CORINE Land Cover (télédétection, 2012)
  - 9,3 % selon Teruti-Lucas (enquête statistique, 2014)

5



# « Les villes occupent 22% du terr français! » Le Monitor 30/08/2011

- « En 10 ans, la superficie de l'espace urbain en métropole progresse de 19 %. Les villes occupent désormais 22 % du territoire et abritent 47,9 millions d'habitants, soit 77,5 % de la population. De nouvelles petites unités urbaines sont apparues, et le périmètre de certaines grandes unités urbaines s'est agrandi. »
  - INSEE PREMIÈRE N° 1364 N° 1364 25/08/2011

7

Taille des unités urbaines (en milliers d'habitants)	d'unités	Nombre de communes	Population			Superficie		Densité	Université Gustave Eiffel	
			1999'	20071	Évolution 2007/ 1999	Délimi- tation 1999	Délimi- tation 2010	Évolution 2010/ 1999	en 2010 (hab./ km²)	
2à5	1 251	1 908	3 863	4 145	7,3	30 318	36 445	20,2	113,74	
5 à 10	515	1 151	3 3 1 4	3516	6,1	19 020	22 555	18,6	155,86	
10 à 20	223	814	2 924	3 077	5,2	13 198	14 488	9,8	212,42	
20 à 50	126	796	3 788	3878	2,4	9 869	11 910	20,7	325,62	
50 à 100	64	548	4 354	4 498	3,3	8 344	9 846	18,0	456,82	
100 à 200	22	386	3 152	3 260	3,4	4 160	4 499	8,1	724,72	
200 à 2 000	31	1 212	14 625	15 205	4,0	12 390	16 169	30,5	940,35	
Agglo. parisienne	1	412	9 739	10 303	5,8	2 723	2 845	4,5	3 621,81	
Ensemble urbain	2 233	7 227	45 759	47 883	4.6	100 022	118 757	18,7	403.20	
dont centre		2 5 4 2	23 819	24 715	3,8	59 104	56 758	13,0	370,21	
dont banlieue	-	4 685	21 940	23 168	5,6	40 918	51 999	27,1	445,55	
Ensemble rural	380	29 343	12 760	13 912	9,0	443 919	425 184	- 4,2	32,72	
Ensemble	2 233	36 570	58 519	61 795	5,6	543 94	543 941	0,0	113,61	
© INSEE Surface	Comr	nunes F 118 75						1etrop	ole	
Une <b>unité</b> trouve une duquel il n	zone	de bâti	cont	inu, d	c'est-à-	dire ı	ın es <sub>i</sub>	pace a	u sein	



## 5,6%; 9,3%; 21,8% Qu'est ce qui est mesuré? Comment?

L'artificialisation des sols ... c'est quoi ?

9

9

## L'artificialisation des sols .. C'est quoi

- Notion introduite par les agronomes français
  - Appréhender les mutations du paysage, Quantifier et comprendre les causes des pertes agricoles
  - Espace divisé en 4 catégories :
    - Usage agricole
    - Usage forestier
    - Espaces naturels
    - RESTE = sol artificialisé

10



# L'artificialisation du sol... c'est quoi ?

« surfaces **retirées** aux usages agricoles, forestiers ou naturels »

11

11

## L'artificialisation des sols .. C'est quoi

- Surfaces sur lequel on ne fait pas et on ne pourrait pas facilement faire de l'agriculture 'productive'
  - Artificialisation: surfaces retirées à l'agriculture et à l'espace dit naturel dont les forêts mais « inclut les chemins, les aires d'entreposage, les bâtiments agricoles etc. » (D Cebron, MAAF, 2016).
- Artificialisation:
  - Processus,
  - Résultat : **surfaces** mesurées ou estimées.

### Définition officielle

- Université
  Gustave
  Eliffel
- Surfaces retirées à l'usage agricole/forestier/naturel (a/f/n), qu'elles soient bâties ou non; revêtues ou non :
  - Zones urbanisées : habitats, bureaux, usines
  - Espaces verts 'non a/f/n': parcs, jardins, golf, etc.
  - Routes, voies ferrées, aires de stationnements
  - Chantier; carrières, mines; décharges

13

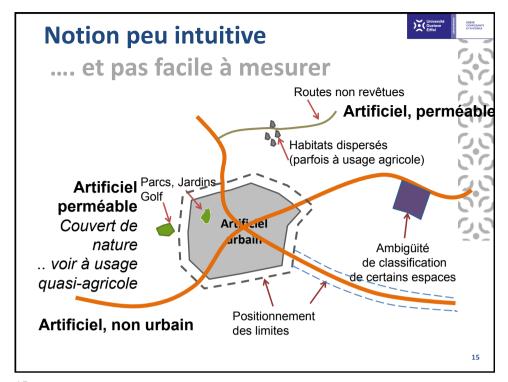
13

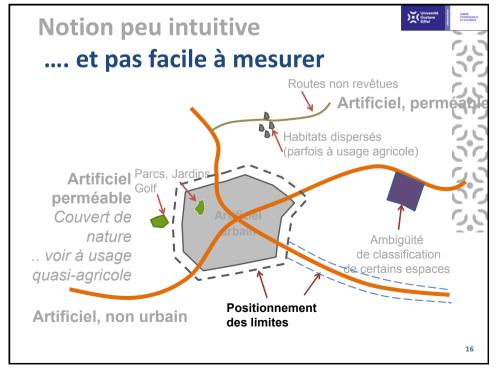
## Difficultés : 3 notions 'proches' et souvent confondues

Université
Gustave
Eiffel

artificialisation :

- artificialisation
- processus de perte/gain terrain agricole/forestier/naturel
- > urbanisation (étalement urbain urban sprawl)
  - Processus d'accroissement des villes
- > imperméabilisation : soil sealing
  - propriété d'un sol





University Gustave

#### Quelques mots sur l'imprécision quantitative due à la définition



à partir de quelle distance peut-on cultiver?

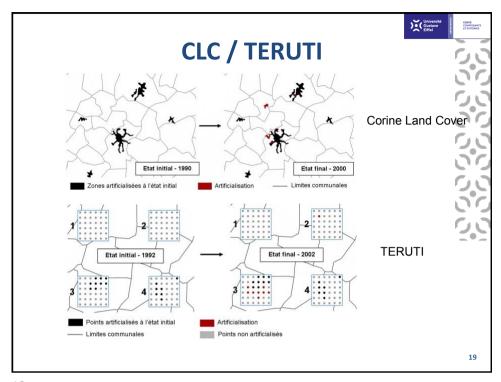
- Le réseau routier couvre 1.000 000 km
  - 370.000 km de routes départementales
  - plus de 610.000 km de routes locales.
- Supposons que 1/3 soit en zone rurale :
  - 1 000 000 / 3 = 333 333 km
  - Si on change de 6 m la largeur prise en compte pour le calcul (3m de chaque cote)
    - 1 Ha = 100m\*100m = 10000m<sup>2</sup>
    - 333 333 333m \* 6m / 10000 = 200.000Ha = 0.2 MHa

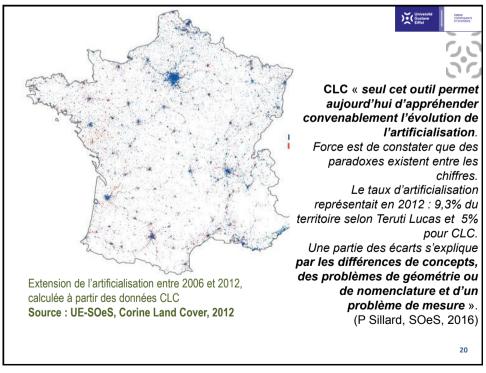
17

### Mesuré comment?

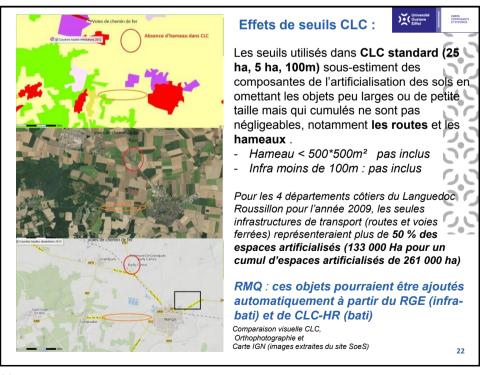
#### En France:

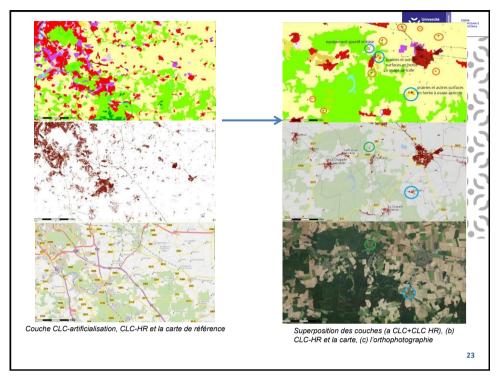
- Pas de mission de production de ces données
- Données nationales de référence
  - **CLC** Landsat, traitement image et photointerprétation
  - Teruti-Lucas Enquêtes terrain
  - **DGFIP** Agrégat Parcellaire foncier (déclarations)
- Données régionales :
  - RGE OS, MOS (ex MOS IAURIF), ...

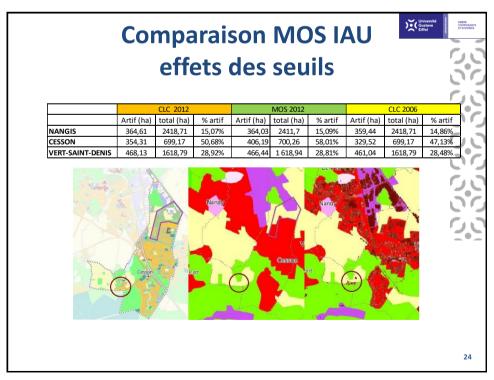


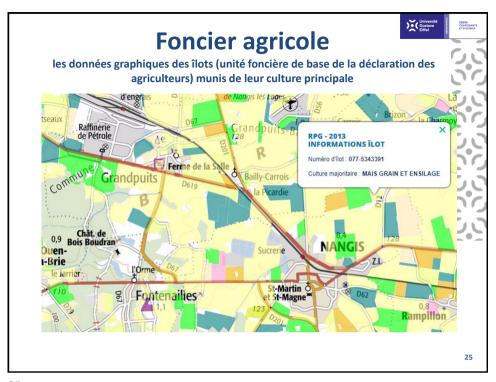


		Constraint
Source des données	Surface totale artificialisée, (à des dates différentes selon les sources)	Taux moyen d'augmentation des surfaces artificialisées par an (sur des périodes variables selon les sources)
TERUTI LUCAS (source Agreste MAAF)*	5.1 M ha artificialisés en 2014	61 200 ha /an entre 06 et 14
Corine Land Cover (source MEEM, CGDD)**	2.5 M ha artificialisés en 1990 2.7 M ha artificialisés en 2000 2.9 M ha artificialisés en 2006 <b>3.0 M ha artificialisés en 2012</b>	20 000 ha/an entre 90 et 00 33 000 ha/an entre 00 et 06 16 000 ha/an entre 06 et 12
Fichiers fonciers - METL – DGALN-DHUP*** - Cerema ****	-	33 300 ha/an entre 00 et 10 31 800 ha/an entre 06 et 10 27 500 ha/an entre 06 et 15
	1	









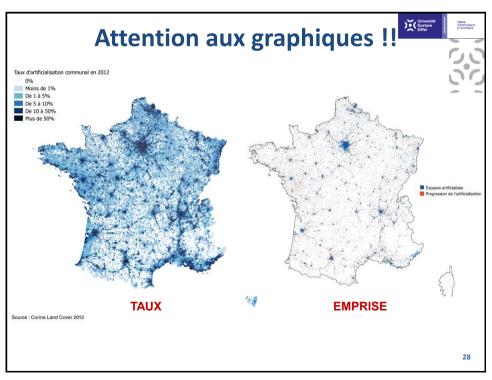
			Université 2 COSS COMPONANTS
	CORINE Land Cover (CLC)	Teruti et Teruti-Lucas	Fichiers fonciers
Méthodologie	Interprétation visuelle d'images satellitaires,	Enquêtes ponctuelles extrapolées	Plan cadastral + infos sur propriétés
	(+ données complémentaires d'appui)	(+ données PAC depuis 2012)	bâties et non bâties. Fichiers MAJIC
			(Mise à Jour des Infor Cadastrales)
Origine/propriété/	SOeS-CGDD	SSP-MAA	DGFiP/ CEREMA
exploitation des données	Accès libre	Accès libre	Accès sous condition d'usage
Résolution spatiale	25 ha/100 m (5 ha pour les évolutions)	Données stat: 309 000 points (3-40 m²)	Parcelle cadastrale
	d'occupation homogène	groupés en 31 500 Grappes. Pas précis à	
		éch. < dépt	
Couverture nationale	100%	100 % intégré par unités adm.avec	100% hors domaine public et
(en % du territoire)		intervalles de confiance	infrastructures non cadastrées
listorique et pas de temps des	Environ tous les 6 ans depuis 1990	Annuel depuis 1982 (coordonné avec	Annuel
données		enquête europ. Lucas depuis 1995)	
Nomenclature	3 niveaux hiérarchiques avec 44 postes pour	57 postes	13 postes
	le plus fin	combinant occupation et usage des sols	
Imperméabilisation	Oui, pour 2012 avec CLC HR	Oui par interprétation	non
Limites	Faible résolution spatiale (sous-estime les	Extrapolation spatiale	Pas complet (infra)
	petits objets : mitage) : vu par CLC, un	Biais d'enquêteur possible	Méthode de compensation
	tiers des communes n'ont pas de bâti	Conçu pour les milieux agricoles : peu	Déclaratif
		précis pour les classes peu représentées	Pas de classification des sols
		Pas de cartographie	
Possibilités d'évolution de la	Amélioration de la résolution : « CLC HR soil	Augmentation du nombre de points	
méthode	sealing » et Complement RGE (infra)		
Domaine d'application	Bonne cartographie de l'OS (100 000e raster	Mesure la progression de l'artif. en	
	100 m)	France à pas de temps annuel	
	Comparaisons européennes possibles (38	Statistiques (pas de carto) Comparaisons	
	pays)	européennes triennales possibles (Lucas	
		Eurostat)	
Taux moyen d'augmentation	33 000 ha/an entre 2000 et 2006	61 200 ha /an entre 2006 et 2014	27 500 ha/an entre 2006 et 2015
	16 000 ha/an entre 2006 et 2012 corrections		

### Attention ...

- aux définitions
- aux méthodes
  - Exhaustif
  - Statistique
- aux seuils dans les spécifications
  - Valeur terrain en dessous de laquelle l'information n'est pas saisie

27

27



### **Artificialisation**

- Un territoire agricole n'est-il pas artificiel?
- Pourquoi exclure les jardins?

Notion complexe, peu intuitive

- Quelle distance faut-il prendre de part et d'autre d'une infrastructure ?
- L'analyse de son évolution est pertinente
  - · Combien?
  - Pour quelle nouveau poste ?
- Quel rythme de mise à jour pertinent ?
  - Espaces en Transition
- > Nécessité de représentation cartographique

29

29

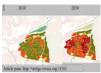
#### · Aujourd'hui:

- Pas de mesures précises
- TL apporte un plus sur les conversions et l'analyse des évolutions
- CLC permet une cartographie (et donc permet une vérification) et des analyses spatiales contextuelles
- Demain
  - 1. TL reste utile!
  - CLC pourrait être améliorée pour calculer l'artificialisation à partir de données existantes (RGE (routes, bati), CLC-HR)
- Opportunité pour la réalisation d'une BD Occupation des sols, plus riche, plus détaillée
  - 1. L'expérience RGE-OS prouve qu'on peut avoir une BD OS bien plus riche et plus précise
  - 2. Apport du traitement d'image sur les nouvelles images Sentinel

30

# Le sol .. a une profondeur et une hauteur

> Le Sol, un objet en 3D







Evolution des OS 2D

+ Profil de sol · 3

Relief urbain: 31

- Approche multidisciplinaire
- Développer une vision locale (l'objet sol)
  <u>et une vision spatialisée</u> (l'organisation des paysages)
- ➤ Le Sol, terre fertile et interface (cycles, fonctions et services rendus par les sols)

31

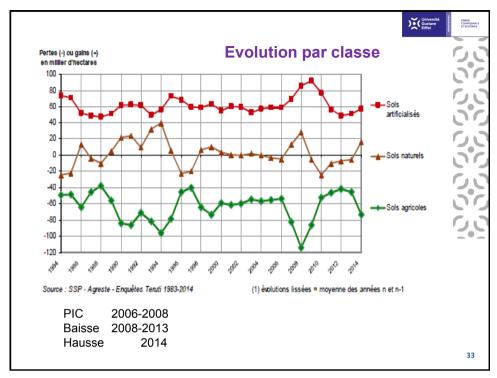
31

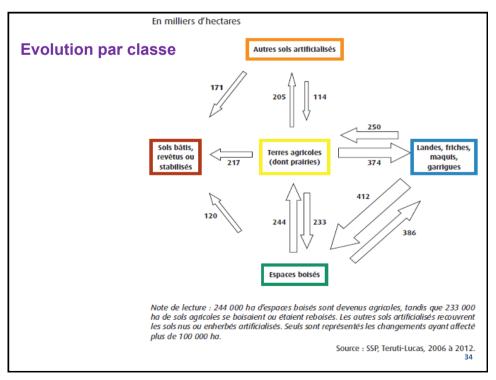
# **Expertise collective sur** l'artificialisation des sols

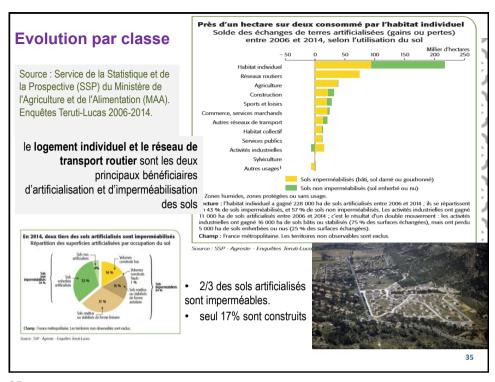


- Contenu
  - Mesure de l'artificialisation
    - Définition
    - Méthodes de mesure
    - Estimation en France
    - Tendance générale
  - Déterminants
  - Conséquences
  - Leviers d'action

32









#### La mesure de l'artificialisation

Université
Gustave

Université
COSPOCIATION
ET STRICTUES

### Tendances générales

Groupe Déterminant (tendances générales)

Mario Polèse, Denise Pumain, Marianne Guérois; Jean Cavailhes, Frédéric Gilli

37

37

### **Europe / Monde**

Université COMPONITS ET SYSTÉMES

l'Europe est dans le monde une région de **petites villes**, espacées en moyenne d'une **quinzaine de km**.

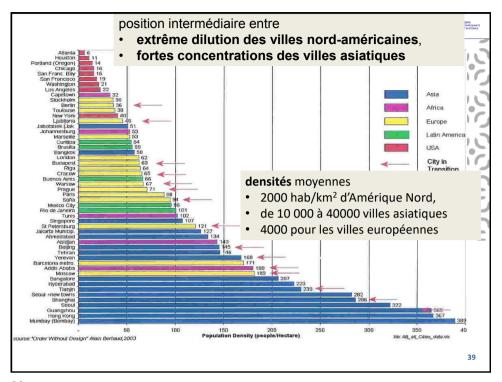
Près de la moitié de la population vit dans des agglomérations de moins de 500 000 habitants,

l'Europe se différencie nettement sur ce plan des autres continents

Taille des villes	<500 000	500 000 à 5	500 000 à 5
		millions	millions
Amérique latine	36	22	15
Amérique du nord	30	35	12
Europe	47	22	4
Asie	19	13	6
Afrique	23	11	3

Nations Unis 2014

38



### France - Europe

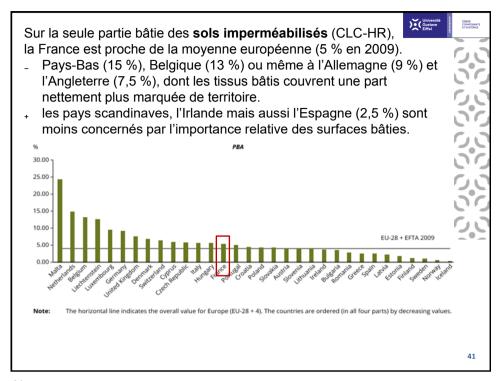
En Europe, selon *Corine Land Cover*, l'artificialisation des sols a progressé, entre 2000 et 2006, de 2,7 %

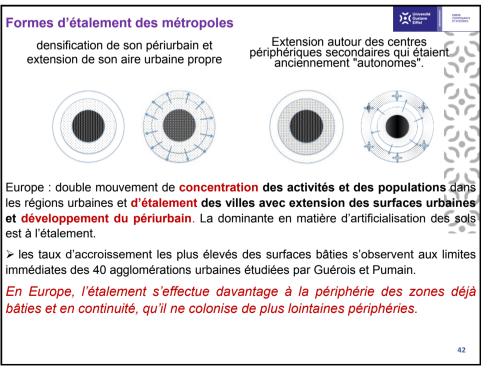
La France est le deuxième plus gros contributeur en <u>valeur</u> <u>absolue</u> (13 200 ha/an), derrière l'Espagne (25 400 ha/an).

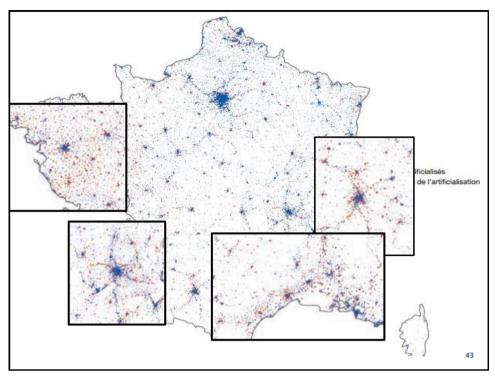
En <u>valeur relative</u> la croissance des surfaces artificialisées en France se situe dans la moyenne européenne, autour de 0,5 %/an, à un rythme semblable à celui de l'Italie, environ 5 fois moins rapide qu'en Espagne et deux fois plus rapide qu'en Allemagne (dont il faut rappeler que la population diminue).

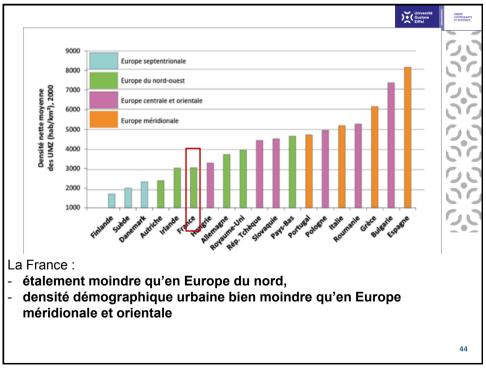
La France se situe donc dans la moyenne européenne

40









# Expertise collective sur l'artificialisation des sols

Contave Erifel

- Contenu
  - Mesure de l'artificialisation
  - Déterminants
  - Conséquences
  - Leviers d'action

45

45

## Les déterminants de l'artificialisation

- 1. Tendances globales
  - Auteurs: Jean Cavailhès (coord.), Catherine Baumont,
     Thomas Coisnon, Gabrielle Fack, Sonia Guelton, Frédéric
     Gilli, Walid Oueslati, Sonia Paty, Stéphane Riou
- 2. Les choix des ménages
  - Auteurs : Anne Aguilera (coord.) et Olivier Bonin
- 3. Réseaux, Foncier Economique

Réseaux

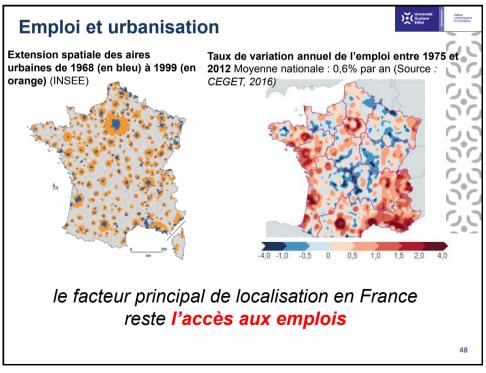
- Auteurs : Thomas Thévenin Valérie Facchinetti-Mannone Logistique
- · Auteur Laetitia Dablanc

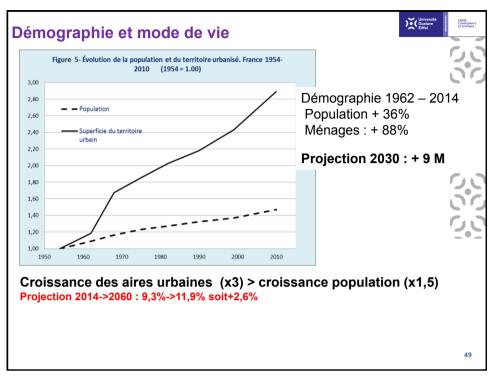
#### **Déterminants**

- Concentration des emplois, concentration des personnes pour plus d'innovation
- Croissances démographiques,
- Familles plus petites
- Foncier
- Cout du transport faible; Rapidité du transport
- moins de dépendance aux centres urbains
  - l'arrivée des nouvelles technologies ne semble pas avoir inversé l'étalement

47

47





## **Echelon global**

Université Gustave Eiffel St

L'étalement urbain = tendance générale dans le monde depuis :

- L'ère de l'automobile
- La progression du niveau de vie
  - La demande logement augmente avec le revenu
    - Surface habitable par personne : doublement depuis 1970
    - Augmentation de la part des maisons individuelles et de la taille des jardins

La France est dans la moyenne européenne

## L'économie géographique explique l'urbanisation et la métropolisation



- Economies d'échelle et d'agglomération
  - gains de productivité, croissance économique, concentration des activités

#### Urbanisation

 baisse des coûts de transport internationaux est la cause de la mondialisation

#### ➤ métropolisation

- ... mais la métropolisation
  - met en crise certaines villes moyennes et petites
  - modifie les besoins fonciers

5:

51

## Effets économiques directs vertueux de la métropolisation



- Création d'emplois :
  - investissement public de 1% du PIB = 365000 emplois crées en 5 ans dans le secteur de la construction
- Création de richesses :
  - La valeur patrimoniale des terrains construits a été multipliée par 5 entre 1998 et 2013
  - Le prix unitaire des terrains à bâtir a été multiplié par 3

Les actifs liés à l'urbanisation ont grandement contribué à l'enrichissement de la France depuis le début des années 90

#### Effets négatifs indirects

- inégalités sociales
- déclin de certaines villes moyennes

52





#### Explication économique de la périurbanisation

- Baisse du cout du foncier du centre-périphérie
- Réduction des coûts par localisations périphériques
  - Pour les entreprises :
    - maintien des économies d'agglomération et de l'accessibilité (rocades, zones aéroportuaires, plateformes logistiques)
  - Pour les ménages (arbitrage logement / transport)
    - migrations vers la périphérie + cadre de vie « vert »
- pour les aires métropolitaines, on constate :
  - > Périurbanisation des entreprises et des ménages
  - > Augmentation de la demande foncière périphérique

53

53





les besoins en logement en France restent importants et le nombre de logements neufs ne couvre pas la demande annuelle.

situation pas uniforme sur le territoire.

➤Les zones les plus tendues sont celles où le coût du logement est le plus élevé.

Le secteur de la construction contribue à la création d'emplois et à la croissance, et la construction constitue un investissement qui soutient la croissance.

➢ la question est de savoir où construire les logements et de quel type





#### Les infrastructures de transport





France : réseau routier le plus important d'Europe.

- © grande accessibilité des villes, importance des échanges régionaux et nationaux,
- (28% TL)

L'ajout d'une infrastructure éloignée du centre – de type rocade – contribue largement à l'artificialisation et à l'augmentation de la consommation foncière à destination économique.

> La tendance à la concentration spatiale de la localisation des industries dans le territoire, est contrebalancée par le déploiement d'infrastructures de transport qui induit de la dispersion dans la localisation de ces activités.

L'étalement urbain rend le financement des infrastructures plus coûteux : les économies d'échelle liées à la densité disparaissent au fur et à mesure que la ville s'étend en surface.

5

57



Aujourd'hui le foncier économique (entreprise, zones commerciales, logistique, service public) couvre 20 % des surfaces artificialisées. Selon les estimations de TL. Jeur augmentation entre 2006 et

Selon les estimations de TL, leur augmentation entre 2006 et 2014 est plus rapide que celle des usages résidentiels.

#### Pourtant, peu d'études traitent de ce sujet

➤ forts besoins de recherche sur l'impact de la construction des entreprises, des entrepôts, des infrastructures de transport et centres commerciaux.

#### Pour les centres commerciaux :

- ➤ Quel rôle dans le déclin des centres urbains de certaines villes de taille moyenne ?
- Quelle la réalité des créations d'emplois qui suivent leur ouverture.

Des pistes de réflexions s'orientent vers le renouvellement des échelons de gouvernance.

#### **Etalement logistique**

Laetitia Dablanc



- \* 81% des EPL (Etablissement ou plateforme logistique) font plus de 5000m² et se situent autour des grandes agglomérations
  - > Polarisation métropolitaine des fonctions logistiques
- > Evolution : AUGMENTATION ET DEPLACEMENT
  - ➤ Entre 1990 et 2017 : croissance de + de 50% en nombre et en surface (jusqu'à 200% USA)
  - des franges des villes vers les zones périubaines, proches des hub de communication

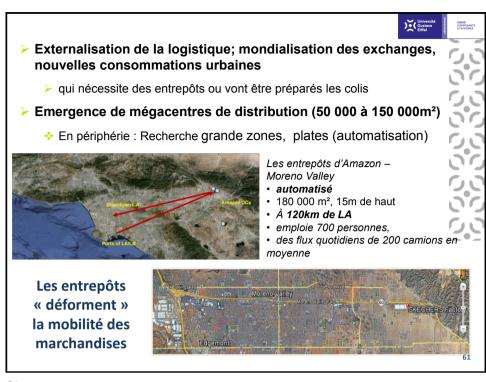
#### ▶ Logistic Sprawl :

- > Déconcentration spatiale des bâtiments logistiques
- Différentiels de prix du foncier, besoin de grandes parcelles, accessibilité aux réseaux routiers/aériens, besoin de connectivité aux autres grands marchés consommateurs voisins

59

59







## La moitié des communes d'IDF sont « logistique »

IdF: 618 communes (sur 1281) comptent des entrepôts

800 000 livraisons tous les jours, 20 Millions m² d'entrepôts, aug 50% entre 2001 et 2009 (surf)

#### **Augmentation**

Nbre d'entrepôts (>5000m2)

- 2000: 714 entrepôts
- 2012: 955 entrepôts Nbre d'entrepôts par million d'habitant
- 2000: 65
- 2012: 81

## Resserrement .. et étalement

- marché local important, Proximité des nœuds des réseaux d'infra, Marché du travail, Marché immobilier
- la distance moyenne au barycentre des entrepôts est passée de 155 km en 2000 à 110 km en 2012 (Heitz) (resserrement)

63

63





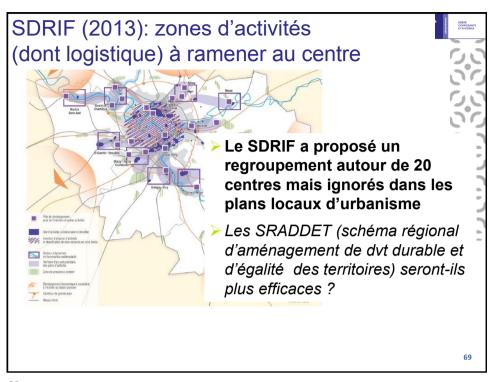
- La distance moyenne des terminaux à leur barycentre (centre de gravité) s'est accrue de:
  - 3,5 km à Paris (de 17,5 à 21 km) 2000-2012
  - 9 km à Los Angeles (de 42 à 51 km) 1998-2009
- Accroissement des distances parcourues pour livrer l'économie urbaine
- Pour le secteur de la messagerie, calcul des émissions nettes de CO<sub>2</sub> de ce desserrement (Andriankaja)
   16 350 tonnes supplémentaires en 2010 par rapport à 1974

65





Perspec	tives	?							Universit Gustave Eiffel	COSYS COMPOSANTS ET SYSTÈMES
Name and size of studied metro area	Amster- dam 4,092 km2	Atlanta 21,700 km2	Belo Horizonte 331 km2	Berlin 3,778 km2	Gothen- burg (metro) 3,695 km2	Gothen- burg (region) 22,752 km2	L.A. 87,940 km2	Paris 1 (all WHs) 12,058 km2	Paris 2 (parcel/ express) 12,058 km2	Randstad 14,668 km2
Change in average distance of WHs to centre of gravity per year (km/year)	-0.33	0.45	-0.05	0.2	0.3	0.19	0.88	0.29	0.33	Not calculate d
Trois agglomérations sans étalement										3.0
logistique										00
<ul><li>– Amsterdam</li></ul>										
<ul><li>Rotterdam</li></ul>										50
<ul><li>Seattle</li></ul>										
➤ Contrôle de l'usage des sols										
										68









#### Session 2a.2

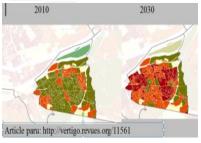
Les impacts environnementaux de l'artificialisation des sols sur les propriétés et les fonctions/services des sols



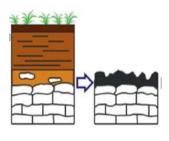


#### Des définitions à partager sur les sols

Le Sol, un objet en 3D







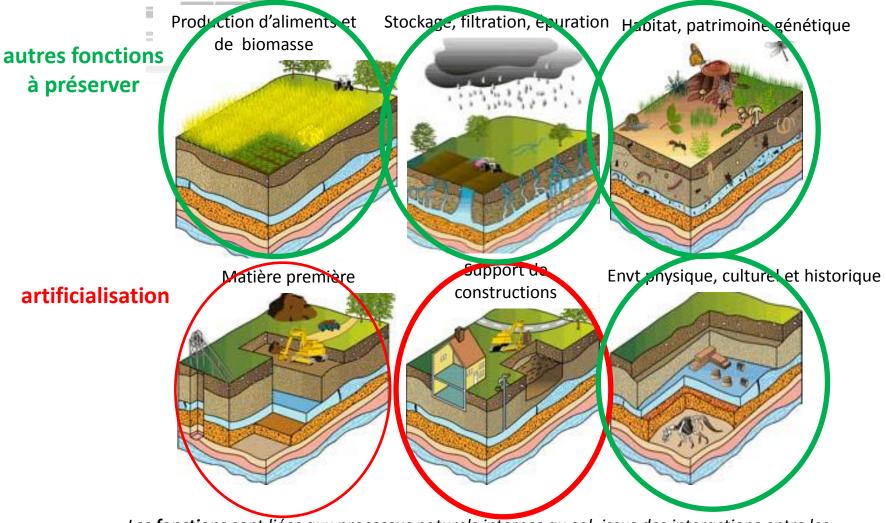
+ Profil de sol: 3D



+ Relief urbain: 3D

- Approche multidisciplinaire
- Développer une vision locale (l'objet sol)
   et une vision spatialisée (l'organisation des paysages)
- Le Sol, terre fertile et interface (cycles, fonctions et services rendus par les sols)

#### Fonctions/services du sol et artificialisation

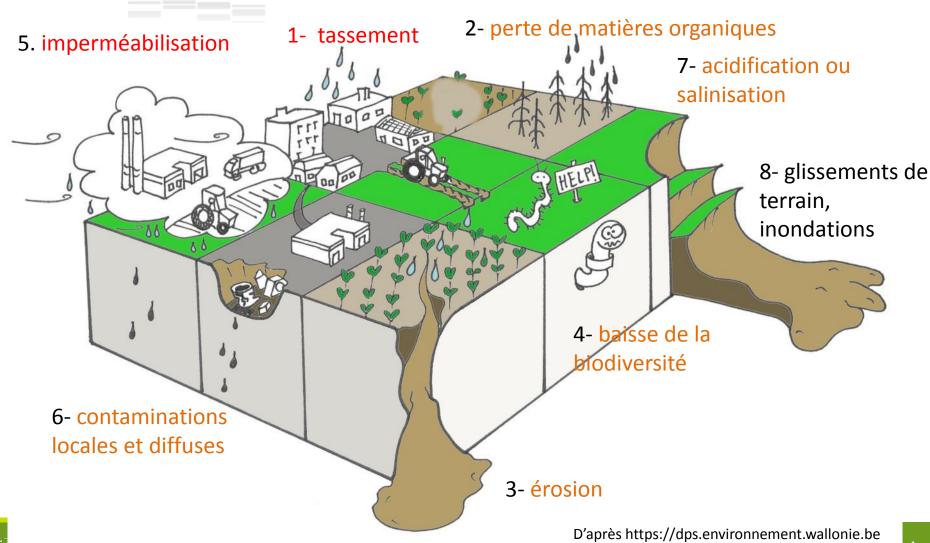


« Les **fonctions** sont liées aux **processus** naturels internes au sol, issus des interactions entre les composantes biotiques et abiotiques, qui génèrent des **produits** et des **services** » (cs Gessol)

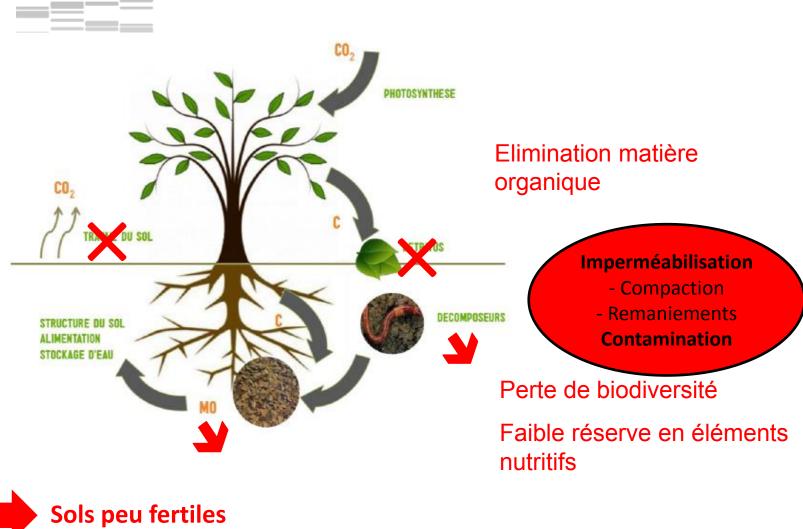




## Processus naturels et anthropiques facteurs de l'artificialisation



#### L'artificialisation modifie les propriétés des sols

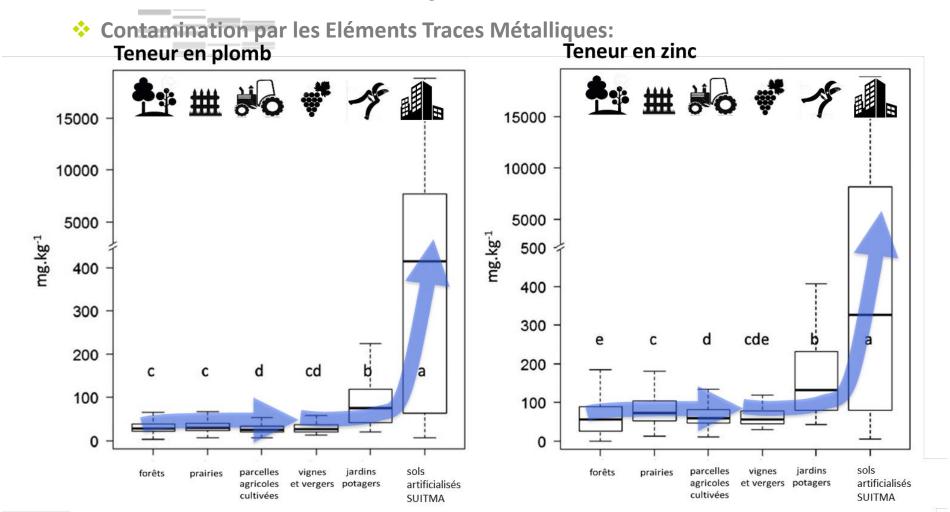


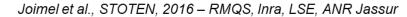






#### La contamination des sols plus forte en milieu artificialisé









#### L'artificialisation impacte la biodiversité des sols



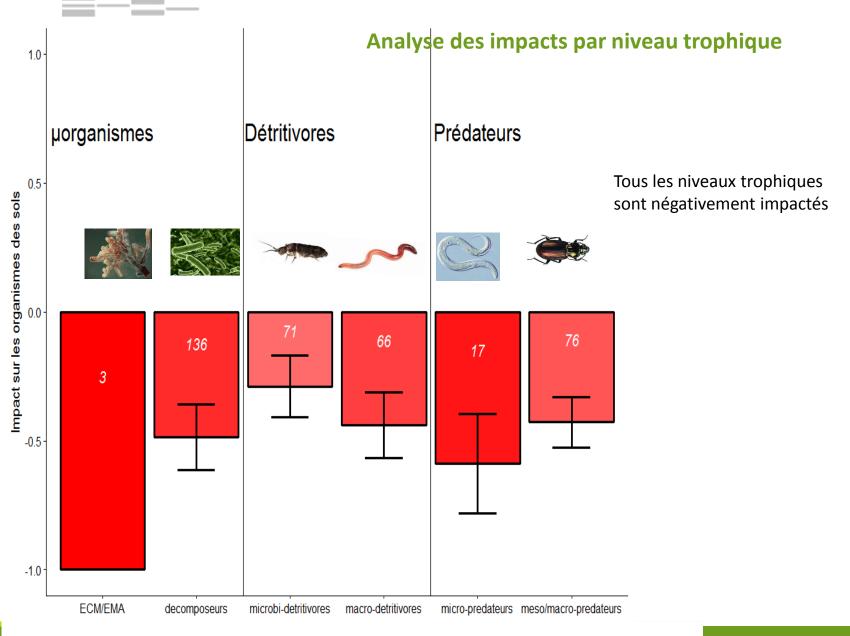
Analyse des impacts par type d'artificialisation : méta-analyse

Effets mécaniques Contaminations Fragmentation Etalement urbain





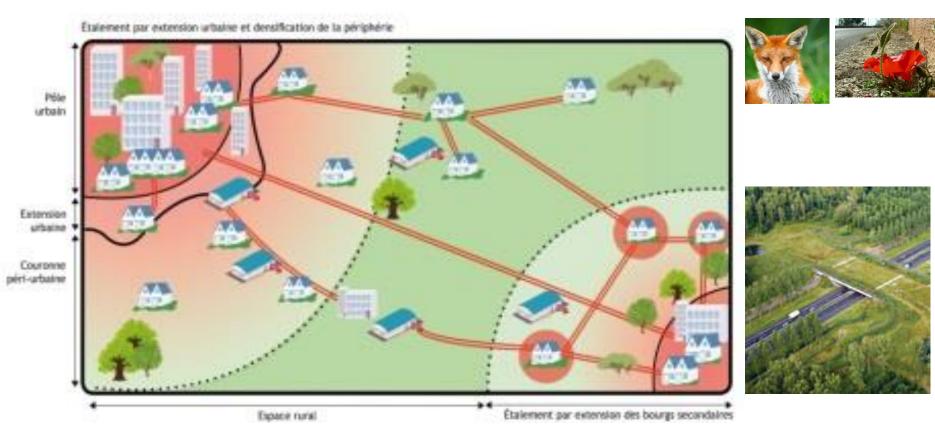








#### L'artificialisation impacte la macrofaune et la flore



- ⇒ perte de connectivité par fragmentation des paysages.
- ⇒ dégradation voire une disparition des habitats surtout pour la faune Mais l'urbanisation génère aussi de nouveaux habitats (bâti, espaces verts...)
- => les espèces animales généralistes et les espèces végétales invasives/ exogènes et rudérales sont favorisées au détriment des espèces caractéristiques des milieux





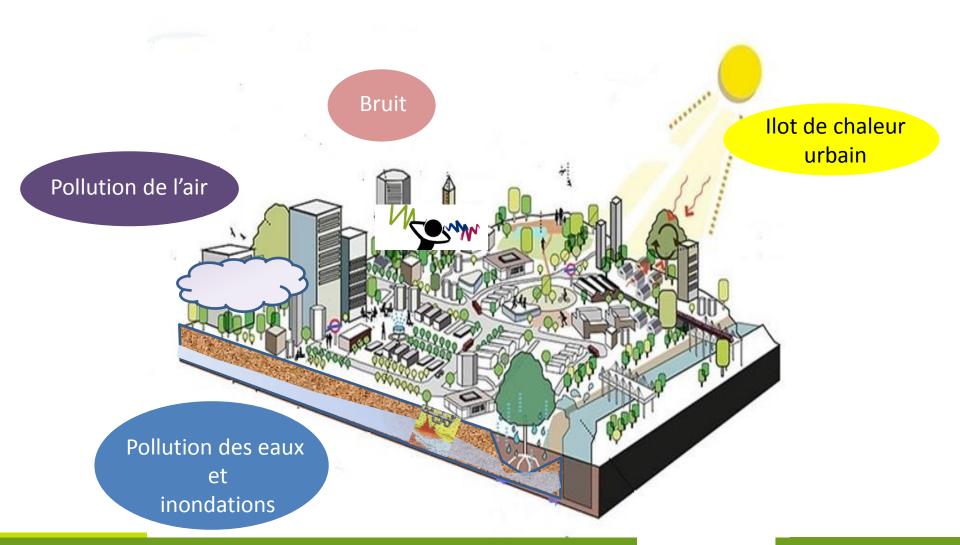


Les impacts environnementaux de l'artificialisation des sols sur l'environnement physique urbain





## Impacts directs et indirects de l'artificialisation des sols sur l'environnement urbain





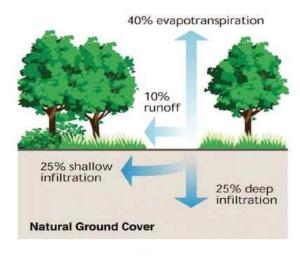


#### Modification du cycle de l'eau et augmentation des charges polluantes

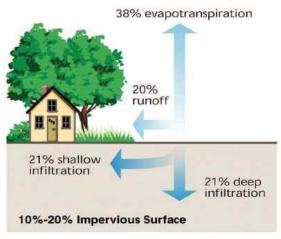


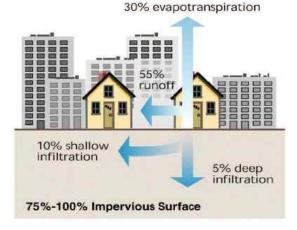










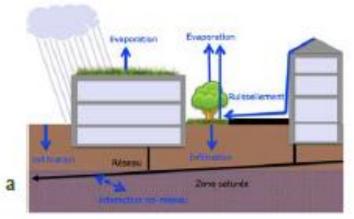


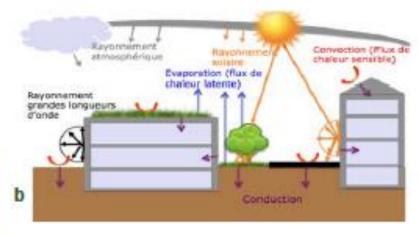






#### L'îlot de chaleur urbain





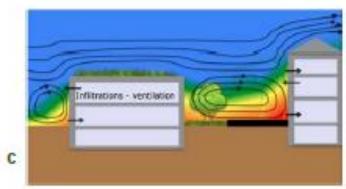


Figure 6. Bilan hydrique (a), bilan thermo-radiatif (b), et processus aérauliques (c)

Modélisation des bilans hydrique, thermique et radiatif et processus aérauliques







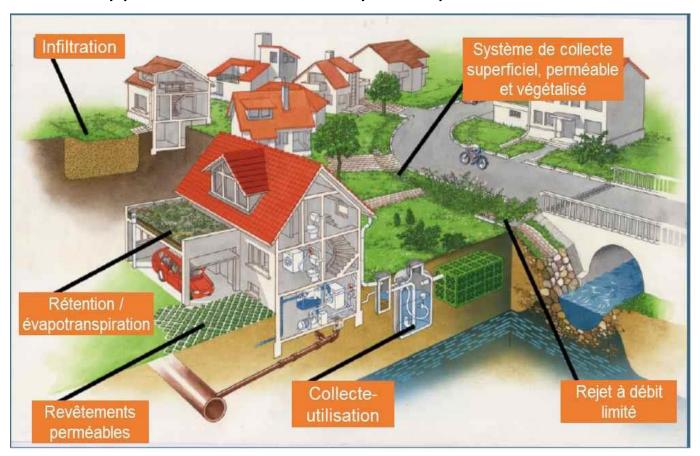
# Les leviers d'action pour limiter l'artificialisation des sols





## Solutions techniques pour diminuer les impacts = réduire les nuisances pour garder la ville attractive

- gérer l'*eau* et la *végétation* de façon globale et intégrée dans les projets urbains pour développer des services éco-systémiques







#### Solutions techniques pour diminuer les impacts

#### Des solutions techniques à l'échelle locale : grises, vertes, bleues

type	principe	Effet sur t° surface	Effet sur t° proche	Autres fonctions	limites
Sols ouverts et végétalisés	Rafraichir par évaporation, évapotranspiration ombrage	Très élevée > 15°C	<ul><li>■ élevée</li><li>&gt; 1°C</li></ul>	Récréation Infiltration esthétique	Entretien
Toitures végétalisées	évapotranspiration	Dépend du type de végétation	Faible	Rafraichissement du dernier étage	Entretien
Façades végétalisées	évapotranspiration ombrage		Quelques degrés en climat chaud et sec	Réduction bruit Confort intérieur	Consommati on d'eau

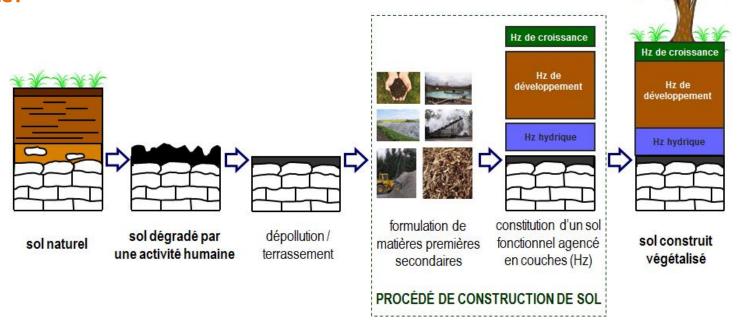




#### Solutions techniques pour limiter les impacts

Reconstituer ou construire des sols multifonctionnels avec le génie pédologique

#### Réversibilité?







#### Solutions techniques pour limiter les impacts

 Développer les éco-quartiers, les modes de transports doux, les zones calmes, de nouveaux matériaux pour contrôler les sources de bruit et de contamination

- Arbitrer entre la densification et le développement de *mosaïques paysagères* ouvertes, plus favorables à la biodiversité



#### Leviers d'action des politiques publiques

- Constat: il n'existe pas de politique publique <u>spécifique</u> destinée à limiter l'artificialisation des sols, ni sur les sols en général mais doctrine « zéro artificialisation nette »
- **Conséquence**: l'artificialisation des sols est disséminée dans différentes branches du droit et est appréhendée par des outils fiscaux répondant à des objectifs variés.
- Trois leviers à prendre en compte de manière complémentaire:
- 1. Eviter l'artificialisation des sols
- 2. Limiter les impacts de l'artificialisation des sols
- 3. Compenser les impacts de l'artificialisation des sols





#### 1. Eviter l'artificialisation des sols

Le droit et la fiscalité à la fois incitent à l'artificialisation des sols et tentent de la limiter: Un antagonisme à corriger

- Faire converger les mécanismes d'aide au logement (objectif social) avec le type de logement construit (HQE, réhabilitation).
- Enrayer le processus de limitation des voies de recours contentieuses et augmenter les pouvoirs du juge
- Encadrer la construction des résidences secondaires (« lits froids ») et améliorer la fiscalité portant sur les locaux vacants
- Encadrer les règles de l'urbanisme commercial
- Calibrage fiscal: taux insuffisamment incitatifs





#### 1. Eviter l'artificialisation des sols

Mieux protéger le foncier agricole: des outils existent mais sont peu mis en oeuvre

- Convergence des outils de protection de l'environnement et de protection de l'agriculture
- Consolider le zonage des terres identifiées comme agricoles par les documents d'urbanisme: Zone agricole protégée (ZAP) ou Protection des

espaces agricoles et naturels périurbains (PEAN) sous-exploités

Pouvoir du juge limité

- Renforcer les procédures d'avis (d'avis simple à avis conforme)
- Intégrer les problématiques alimentaires dans les documents de planification: préservation du foncier agricole périurbain (circuits-courts, food shelter)





# 2. Limiter les impacts de l'artificialisation des sols

## Améliorer les connaissances sur l'environnement dans le cadre de l'élaboration des documents de planification et des projets

- Etablir des indicateurs multifonctionnels des sols afin de mieux répartir les usages sur un territoire
- Elargir le spectre des impacts mesurés par les études d'impacts à l'artificialisation sur les sols : effets directs et effets cumulés
- --> Remise en cause du projet? De son utilité publique?
- Limiter l'imperméabilisation des espaces artificialisés: outil fiscaux,
   Versement pour sous-densité, taxe pour la gestion des eaux pluviales





# 2. Limiter les impacts de l'artificialisation des sols

#### Eviter le mitage: distinguer l'offre foncière de l'offre immobilière

- Reconsidérer les limitations de densité fixées par les zonages: endiguer la périurbanisation
- Renforcer les obligations de construction en continuité avec l'existant
- Promouvoir le recyclage du foncier: freins financiers et réglementaires
- Recours à la planification intercommunale: mutualisation de l'offre de logements, de zones commerciales et d'infrastructures



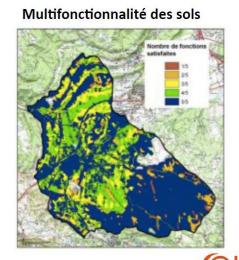


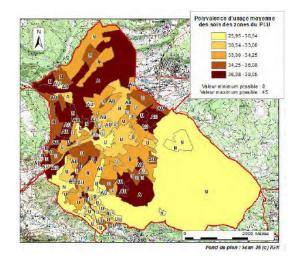
## Prendre en compte la qualité et les fonctions des sols le PLUi/m comme outil

### Mieux connaître et prendre en compte les sols (3D) dans l'aménagement à l'échelle locale et territoriale

- Cartographie à échelle adaptée (importance BD GIS Sol, RMT S&T)
- **Référentiels** ex. fond géochimique urbain
- Indicateurs multi-fonctionnels
- > projets UQUALISOL, DESTISOL, MUSE

# Adéquation des sols à leur usage Fonction EAU Fonction EAU Fonction EAU Fonction EAU Fonction EAU Fonction EAU Fonction FILTRE Fonction authority Fonction authority Fonction de fonction du sol (le niveau de la fonction visé dépendant de l'usage du sol)





projet Uqualisol-ZU: Préconisation d'utilisation des sols et qualité des sols en zone urbaine et périurbaine. S Robert et al. CNRS, Aix <u>srobert@cerege.fr.</u> www.gessol.fr

Projet UQUALISOL-ZU programme Gessol commune de Gardanne





# Face aux déterminants de l'artificialisation des sols des arbitrages politiques sont nécessaires :

- Entre préservation de l'agriculture et fourniture de logements
- Entre ville compacte et décentralisation concentrée
- Des difficultés de la cohérence intersectorielle, de la coordination territoriale et des lois du marché
- → Maîtrise de l'étalement ou contention urbaine? Reconstruire la ville sur la ville
  - .... coût élevé
  - Renouvellement urbain





# Pour aller plus loin:

- Rapport de l'expertise

- Synthèse de l'expertise

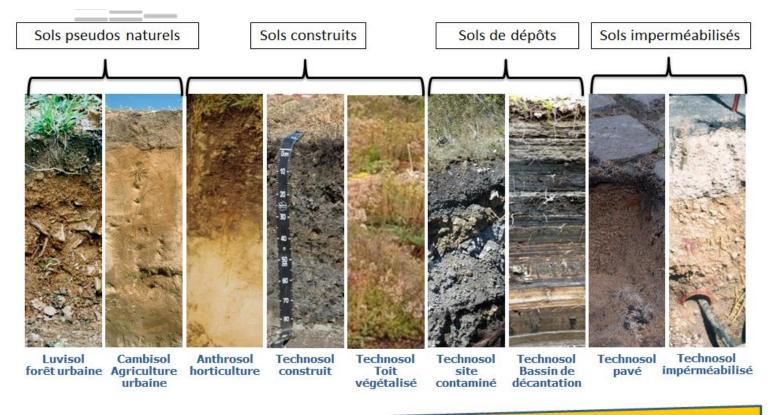
Les documents de l'ESCO

http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Expertises/Toutes-les-actualites/Sols-artificialises-et-processus-d-artificialisation-des-sols





#### Des impacts fonction de la nature de l'artificialisation



Influence humaine croissante

Morel et al., 2014

- \* Répartition hétérogène des sols : formation de TECHNOSOLS
- ❖ Diversité des perturbations export/apport de matériaux, ...

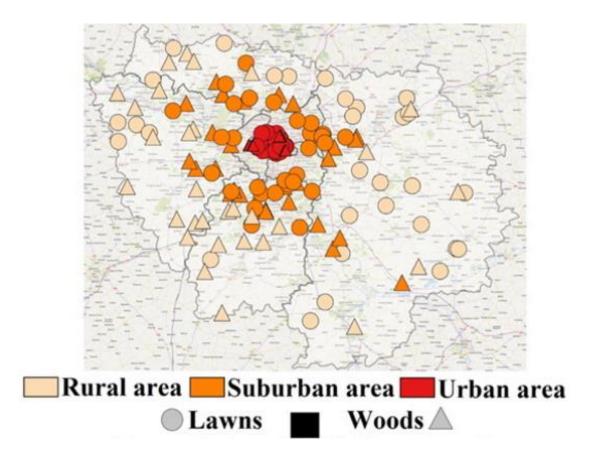




#### L'artificialisation contamine les sols en milieu urbanisé

Contamination par les Eléments Traces Métalliques:

Trafic routier, industries,...



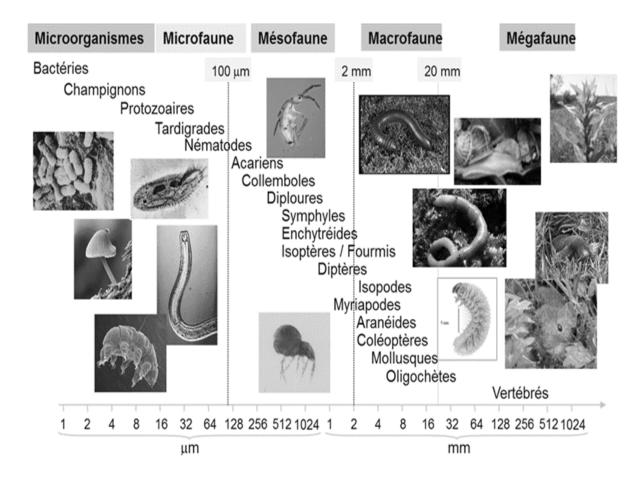
Les teneurs en ETM
le long d'un
gradient de
pression urbaine
en Ile de France
(180 sols de
pelouses et bois)



#### L'artificialisation impacte la biodiversité des sols

#### Une grande diversité des organismes du sol









#### 2. Charge polluante et écosystèmes aquatiques





Sources de pollution urbaine

Chauffage urbain Matériaux de construction



Infrastructures routières
Trafic automobile



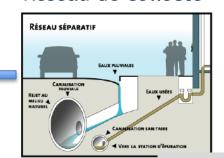


Milieux aquatiques

Contamination des eaux de ruissellement urbaines

Pollution dissoute et particulaire





Techniques alternatives





Infiltration dans les sols



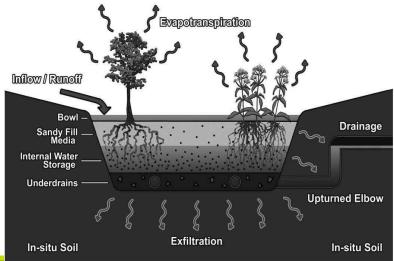


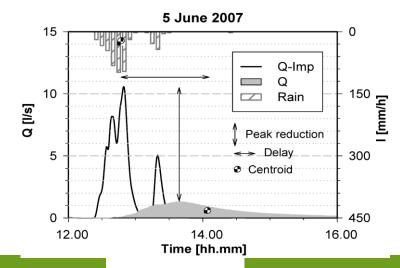
#### 1. Modification des processus hydrologiques

#### => gestion des eaux pluviales à la source par des dispositifs alternatifs













#### Principalement une artificialisation des terres agricoles

- Les phénomènes d'artificialisation et de déprise agricole interviennent conjointement (mais sur des espaces différents)
- L'artificialisation est un phénomène très inégalement réparti dans l'espace (50% des sols agricoles artificialisé => sols revêtus)
- Les terres agricoles apparaissent aisément convertibles :
  - proches des villes
  - Moins protégées que les espaces naturels
  - différentiel de rente

La dynamique d'occupation du sol peut s'expliquer par le différentiel de rente entre usages concurrents, et par l'évolution de la réglementation (zonage)

=> Le zonage comme outil de préservation des terres agricoles :

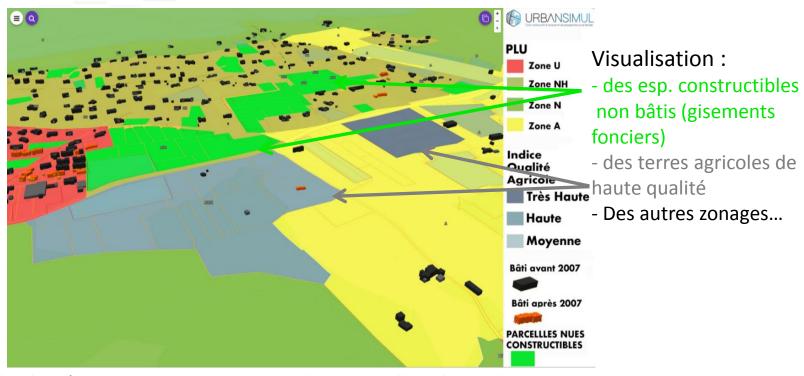
zone A (agricole) des plans locaux d'urbanisme + ZAP, PEAN...





# Artificialisation des terres agricoles : quels facteurs déterminants?

Ex. : préservation de terres agricoles de haute qualité à proximité de zones bâties, malgré le différentiel de rente



Croisement des données OS avec zonage PLU et IQ sol pour un village du Vaucluse (sources PCI, MAJIC, BDTOPO, CARMEN, PLU numérisé, RPG, outil UrbanSimul, INRA-CEREMA Paca)

> Evaluer la qualité des sols et les pertes de biomasse liés à l'artificialisation reste un exercice délicat









Ville 2050

La ville en transformation. Approches pluridisciplinaires pour adresser les nouveaux défis

Session 2b:

L'urbanisation et les mécanismes de compensation écologique

29/01/20

Pascal Gastineau AME-EASE

# Session 2b

L'urbanisation et les mécanismes de compensation écologique

Séminaire Projet fédérateur Ville 2050



#### Zéro artificialisation nette à horizon 2050 : quelles conséquences?

- Projet exploratoire financé par le PF Ville 2050.
- 3 personnes impliquées.
- Domaines : économie spatiale, économie de l'environnement.



### La séquence ERC

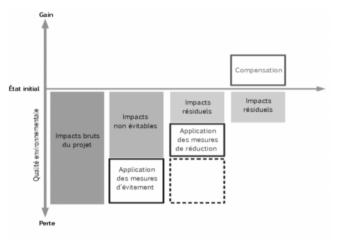


Figure – La séquence ERC



#### La séquence ERC

La séquence "Éviter, réduire, compenser" (ERC) a été introduite en droit français avec la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature.

Renforcée par la loi biodiversité de 2016, l'ERC est une composante des études d'impact accompagnant les projets d'aménagement, dont le principe fondateur est une "non perte nette" de biodiversité.

#### Des résultats contrastés :

- Des difficultés pratiques et méthodologiques (définition de l'équivalence, de l'évitement,...).
- Les procédures débouchent souvent sur des compensations à minima, souvent en milieu naturel (forêts, bois, prairies).
- Etude menée sur 24 projets d'infrastructures en Occitanie et dans les Hauts-de-France : dans 80 % des cas, les mesures de compensation ne permettent pas d'éviter une perte de biodiversité (Weissgerber et al., 2019).



#### Zéro artificialisation nette

- En 2011, l'Union européenne annonce son objectif de " zéro artificialisation nette" (ZAN) en 2050 pour préserver les ressources en sols (Feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources, 20.09.2011).
- La France est le premier pays européen à prendre un engagement similaire (sans horizon temporel). D'autres pays se sont fixé des objectifs de réduction.
- "La biodiversité connaît aujourd'hui une érosion massive et rapide. L'artificialisation des sols, parce qu'elle détruit les habitats naturels et les continuités écologiques, en est une des principales causes. Il est donc nécessaire de freiner ce phénomène et de renaturer les terres artificialisées lorsque c'est possible. C'est une des ambitions du plan biodiversité, présenté par le gouvernement en juillet 2018, plan qui prévoit notamment d'atteindre à terme le "zéro artificialisation nette"."

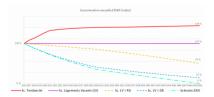


#### Zéro artificialisation nette











#### ZAN & ERC

L'objectif de zéro artificialisation nette fait écho à l'objectif de non-perte-nette de biodiversité et à la séquence Eviter-Réduire-Compenser (ERC).

- "Les politiques d'urbanisme et d'aménagement commercial seront revues afin d'enrayer l'augmentation des surfaces artificialisées (bâtiments, infrastructures de transports, parkings, terrains de sports...), de favoriser un urbanisme sobre en consommation d'espace et d'améliorer la mise en œuvre de la séquence "éviter-réduire-compenser"." (Objectif 3 de l'Axe 1 du Plan Biodiversité)
- "Vous veillerez ainsi à ce que la lutte contre l'artificialisation soit bien prise en compte dans les stratégies d'aménagement, lors de la définition des projets et lors de leur mise en œuvre. Votre intervention doit conduire à faire émerger les projets et les opérations sobres et vertueuses en matière de consommation d'espace qui s'inspire de la démarche "éviter, réduire, compenser" du code de l'environnement. Par ailleurs, vous encouragerez les projets ou les démarches visant la réhabilitation, la renaturation ou la désartificialisation de zones anthropisées. Votre analyse des projets devra intégrer l'approche "éviter, réduire, compenser." (Instruction du Gouvernement du 29 juillet 2019 relative à l'engagement de l'État en faveur d'une gestion économe de l'espace)



#### Le projet

Quelles pourraient être les conséquences de l'application systématique de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC), et notamment l'obligation de la mise en œuvre de la compensation écologique à l'ensemble des opérations de développement urbain?

⇒ Attention particulière portée au rôle joué par le marché foncier.



#### Le projet : la démarche et les objectifs

- 1. Recenser les connaissances disponibles sur le rôle de la question foncière dans la mise œuvre de la compensation écologique en France et à l'étranger (études de cas, littérature académique).
- Sur la base de ces enseignements, élaborer un cadre théorique d'économie urbaine qui permette de repenser et d'évaluer l'effet de politiques de compensation écologique.
   ⇒ Conditionner l'usage d'un sol (urbanisation d'un terrain) à un autre usage (conversion d'un autre terrain à des fins écologiques).
- 3. Utiliser la modélisation afin d'étudier quelles pourraient être les conséquences de l'application la séquence Eviter-Réduire-Compenser à l'ensemble du développement urbain, par exemple, en terme d'usage des sols ou encore en terme de bien-être (au sens économique du terme).
  - ⇒ Les effets en terme de bien-être peuvent transiter via la redistribution de l'environnement ou via la redistribution des rentes (foncières et immobilières).



#### Construction vs artificialisation

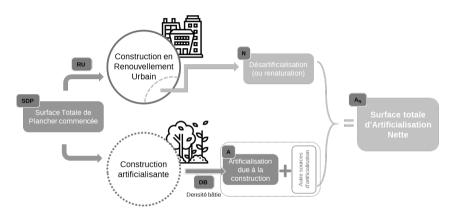


Figure – Schéma du système dynamique construction/artificialisation. Source : CGDD



## Les principaux déterminants de l'artificialisation

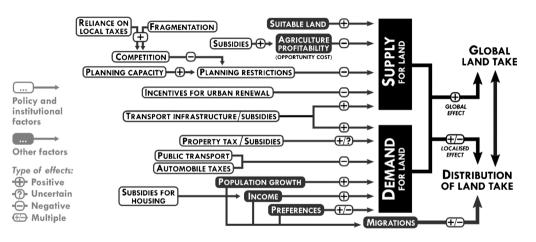


Figure - Principaux déterminants de l'artificialisation. Source : Colsaet et al. (2018)



## Pourquoi s'intéresser à la question foncière?

La compensation écologique crée un nouvel usage des sols susceptible de renforcer la pression et la concurrence foncière.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la compensation écologique les principaux enjeux associés au foncier sont (Berté, 2020) :

- la conciliation de la compensation avec d'autres usages des sols notamment dans les espaces agricoles;
- les stratégies de pré-identification de sites de compensation afin d'anticiper les futurs besoins de compensation;
- l'intégration de la séquence ERC dans une stratégie régionale planifiée;
- les effets sur les prix du foncier;
- les outils juridiques fonciers.



#### La disponibilité du foncier

Disponibilité du foncier pour assurer la pérennité de la mise en œuvre du dispositif.

Les deux principales contraintes qui pèsent sur le foncier sont à la fois :

- 1. trouver du foncier conforme à l'équivalence définie,
- 2. conserver une proximité géographique avec les impacts.

Dans le temps long, nouvel usage des sols qui gèle les terrains pour la compensation peut modifier les conditions locales de l'aménagement.



## Les acteurs clés (Fosse et al., 2019)

#### Les acteurs publics

- les communes et intercommunalités : définissent la politique locale d'urbanisme et d'affectation de l'espace ;
- l'Etat : assure un contrôle de légalité sur les documents d'urbanisme et accompagne les collectivités locales pour les élaborer.

#### Les acteurs privés

- les propriétaires agricoles et forestiers : peuvent vendre leurs parcelles pour des usages non agricoles;
- les aménageurs et promoteurs : définissent la localisation et le type de projet de construction ;
- l'investisseur immobilier : oriente ses moyens vers les secteurs les plus rémunérateurs ;
- les entreprises : leurs localisations et les dynamiques d'emploi qu'elles induisent jouent un rôle dans l'aménagement des territoires ;
- les ménages : choisissent la localisation de leur logement.



## Stratégies de localisation des ménages (Fosse et al., 2019)

En économie urbaine (modèle de base), le processus de localisation résidentielle des ménages repose sur un arbitrage entre :

- les coûts liés à la **demande de logements** ( > avec concurrence pour l'occupation des sols, plus fort à proximité du centre);

#### Autres déterminants :

• les aménités naturelles, urbaines et les interactions sociales.



## Construction de logements (Fosse et al., 2019)

Les marchés fonciers et immobiliers s'ajustent en fonction des demandes de terrains et de logements exprimées par les ménages. Les règles suivantes sont la plupart du temps observées :

- le prix par unité de service résidentiel diminue avec la distance au centre ;
- la taille optimale du lot foncier augmente avec la distance au centre;
- les densités d'occupation du sol diminuent avec la distance au centre.



## Économie & compensation écologique : littérature

La plupart des travaux, en économie, se situe dans le champ de l'économie écologique ou de l'économie institutionnelle :

- étude des institutions encadrant la mise en œuvre de la compensation (Quétier et al., 2014);
- acceptabilité des mesures de compensation écologique (Kermagoret et al., 2016).

Les travaux étudiant l'impact des mesures de compensation en termes de bien-être ne prennent pas en compte la dimension spatiale (Zafonte & Hampton, 2007; Flores & Thacher, 2002; Gastineau & Taugourdeau, 2014).

En économie urbaine : grand nombre de travaux étudiant les interactions entre marché foncier, usage des sols et politiques environnementales (Johnston & Swallow, 2006; Tajibaeva et al., 2008; Fujita, 2008).

Peu de travaux sur les obligations de compensation en économique urbaine : Fukumoto (2015), compare les obligations de compensation en Allemagne et au Japon.



## Réflexion plus large susceptible de motiver d'autres travaux

- Quelle adaptation des outils (juridiques et fiscaux) existants pour lutter contre l'artificialisation?
- La ville est-elle réversible?



## Rôle de la planification / gouvernance

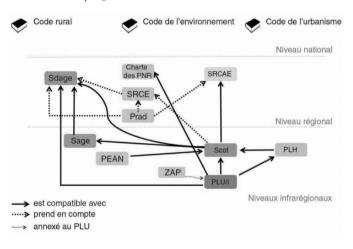


Figure – Les rapports de compatibilité et de prise en compte des principaux documents de planification. Source: Desrousseaux et al. (2019)



## Outils réglementaires et économiques Fosse et al. (2019)

Plusieurs mesures pour éviter les incitations à l'artificialisation :

- imposer une obligation de densification par l'instauration dans les PLU d'un plancher de densité et d'un taux plancher de renouvellement urbain dans chaque commune pour les constructions nouvelles:
- exclure de l'égibilité au dispositif Pinel et au prêt à taux zéro les constructions sur des terres non artificialisées :
- exonérer totalement de taxe d'aménagement les projets qui ne changent pas l'emprise au sol bâti (surélévation, rénovation, reconstruction).

#### Conditionner l'artificialisation à une renaturation équivalente :

- mettre en place un marché de droits à artificialiser contre renaturation (même problème que pour la compensation : garantie de la qualité environnementale de la renaturation ?);
- financer la renaturation en ajoutant une composante artificialisation à la taxe d'aménagement dont les recettes serviront à financer les opérations de renaturation des sols et de densification du foncier bâti existant.

# La ville est-elle réversible? les modalités pratiques/techniques de la désartificialisation

"La "désartificialisation" pose question sur le plan technique : la déconstruction, la dépollution et la restauration des sols sont coûteuses. Quelques expérimentations existent aujourd'hui et le modèle économique sur lequel reposeraient de telles opérations reste à construire." (Colsaet, 2019)

- Identifier les espaces pouvent être désartificialisés/renaturés.
- Renseigner les bonnes pratiques déjà identifiées.
- Connaître les coûts de la renaturation.
- Etudier l'acceptabilité de ces mesures.











Ville 2050

La ville en transformation. Approches pluridisciplinaires pour adresser les nouveaux défis – à voir également :

- Session 1 : Les documents d'urbanisme et les impacts climatiques, environnementaux et autres
- Session 2a: Les enjeux de l'artificialisation retour sur l'expertise ESCo INRA-IFSTTAR
- Session 2b : L'urbanisation et les mécanismes de compensation écologique
- Session 3 : Les nouvelles technologies au service des mobilités. Une approche prospective pour un développement éthique et socialement responsable