

## Les sols urbains : impacts, limites et solutions



**PR C. DUMAT**

Formation sols et eau – 9 décembre FNE



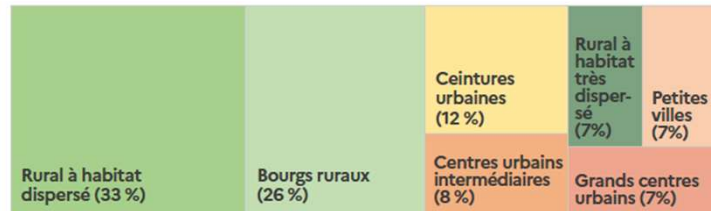
### **Sommaire :**

1. Le sol : *un bioréacteur qui fournit des services écosystémiques.*
2. Evaluation de la qualité des sols : *critères, usages, co-construction...*
3. Comment articuler l'objectif ZAN et la gestion durable des sols urbains ?



# Contexte :

**C**haque année, **24 000 ha d'espaces naturels, agricoles et forestiers**<sup>1</sup> ont été consommés en moyenne en France lors de la dernière décennie, soit près de 5 terrains de football par heure. **Tous les territoires sont concernés**, majoritairement ceux sans tension immobilière (60 %), et en particulier les espaces périurbains et ruraux peu denses.



Répartition de la consommation d'ENAF 2011-2021 par typologie de communes (Cerema, sur la base du zonage Insee)

## Des enjeux adaptés à chaque territoire

La consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers a été constatée, entre 2011 et 2021, à :



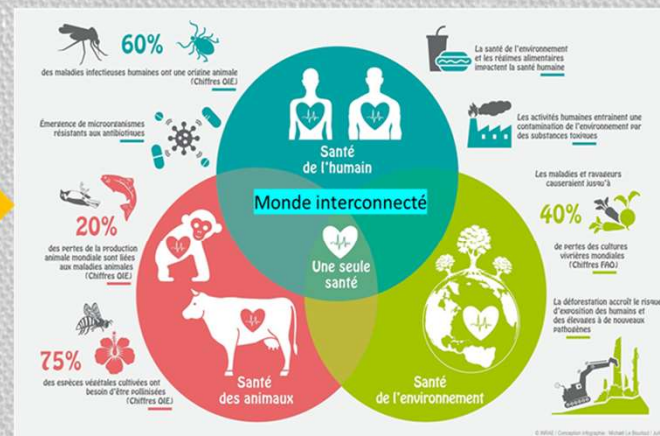
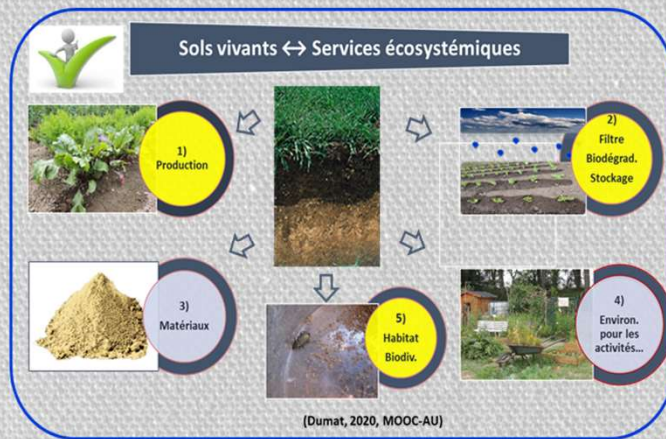
**dans des zones où le marché immobilier est détendu.**  
Les petites et moyennes villes dont la périphérie s'étend et le centre est délaissé.

**Une priorité :** faire revivre les espaces déjà urbanisés, notamment les friches.

**dans des zones où le marché immobilier est tendu.**  
En périphérie des métropoles, parce que le coût de l'immobilier éloigne les ménages plus modestes des centres villes attractifs.

**Une priorité :** construire pour répondre à la demande en privilégiant le recyclage des surfaces déjà artificialisées, notamment les dents creuses.

## La santé des sols : Enjeu crucial pour l'humanité !



Actualité  
Parlement européen

**70 % des sols dégradés → coût 50 milliards € / an**  
**Assainir d'ici 2050 ! 10 Milliards de terriens dont 80% urbains (ONU)**



# 1.

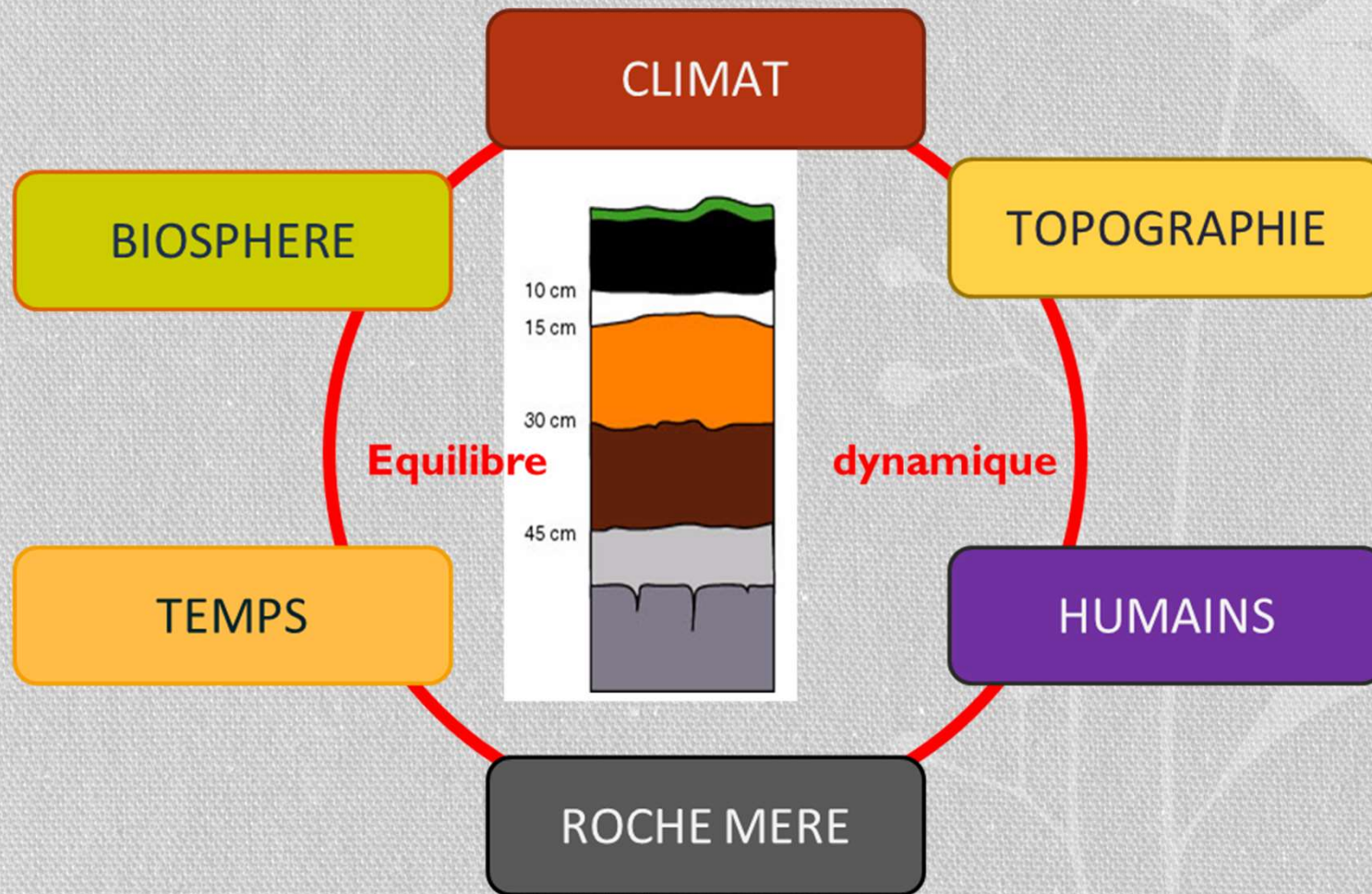
## Le sol : un bioréacteur qui fournit des services écosystémiques.

- ❑ Ecosystème complexe, à l'interface: atmosphère, hydrosphère, lithosphère.
- ❑ Milieu hétérogène à divers niveaux.
- ❑ Nombreuses interactions et réactions entre constituants du sol, organismes vivants, substances nutritives et éventuels polluants ↔ SE



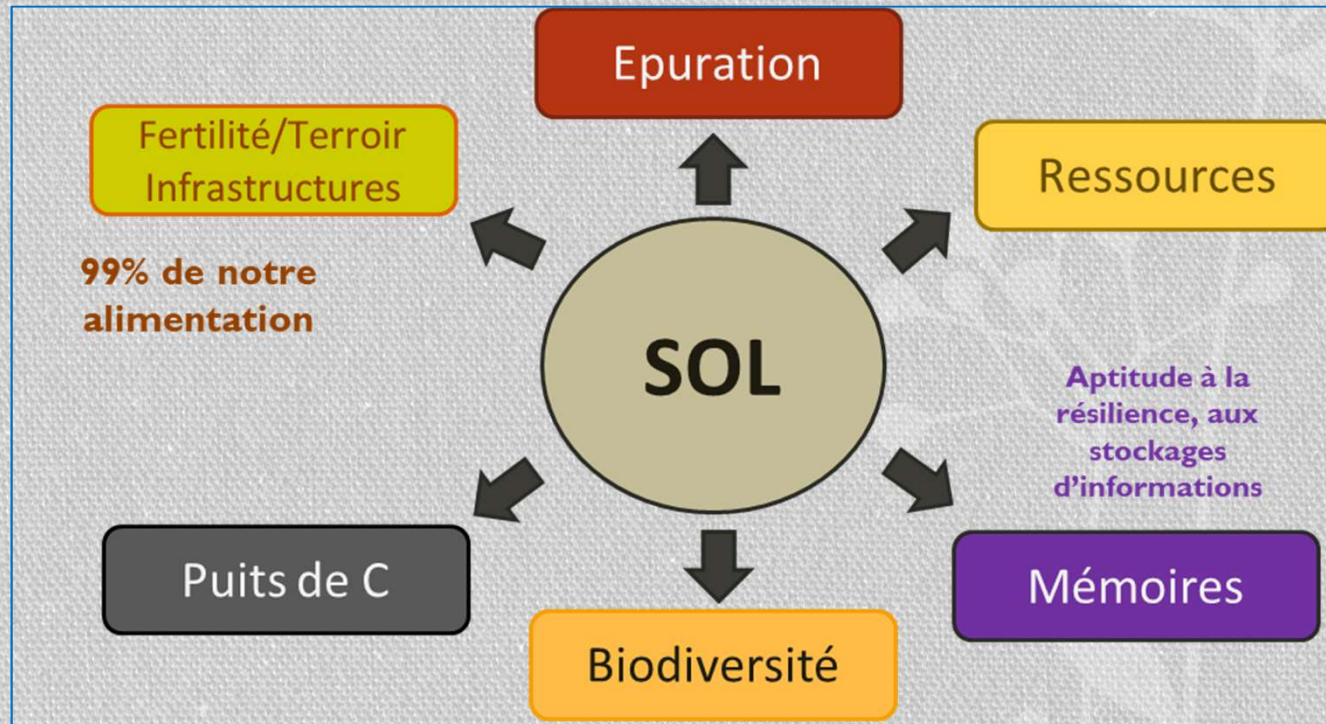


# Multiples facteurs de formation et évolution des sols





Les sols en bonne santé sont porteurs de diverses fonctions indispensables à notre survie (SE).



**Loi ZAN** → Indicateurs pour qualifier et cartographier **4 fonctions écologiques** potentiellement exercées par les sols des ENAF : 1-Régulation du cycle de l'eau (indicateur = potentiel d'infiltration); 2-Source de biomasse (potentiel agronomique); 3-Réservoir de carbone (stock potentiel de C) et 4-Biodiversité du sol (indicateur de diversité et abondance lombricienne).

→ **Nécessité de mieux connaître les sols pour les préserver !**

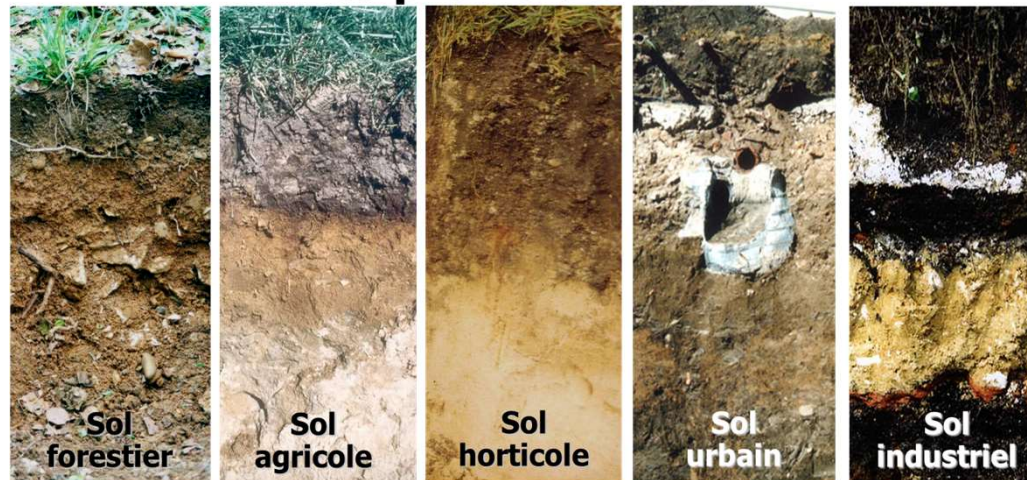


# Un gradient d'anthropisation

... les usages, les paysages

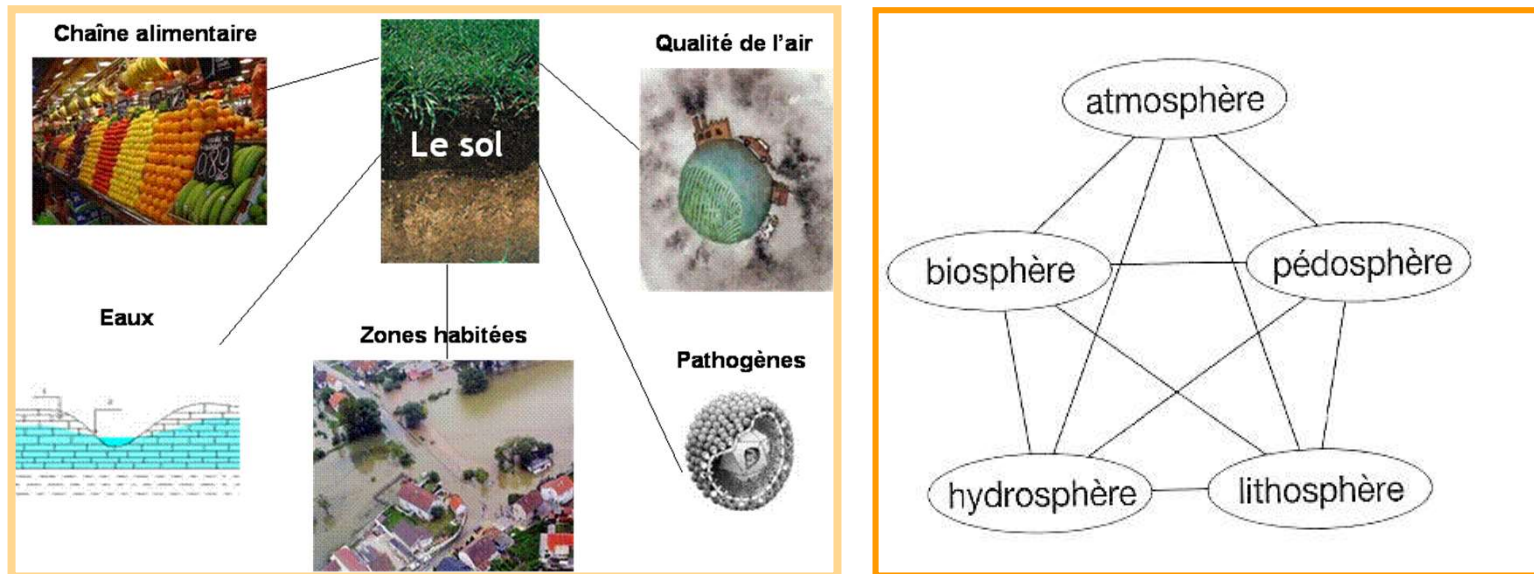


... les profils de sols





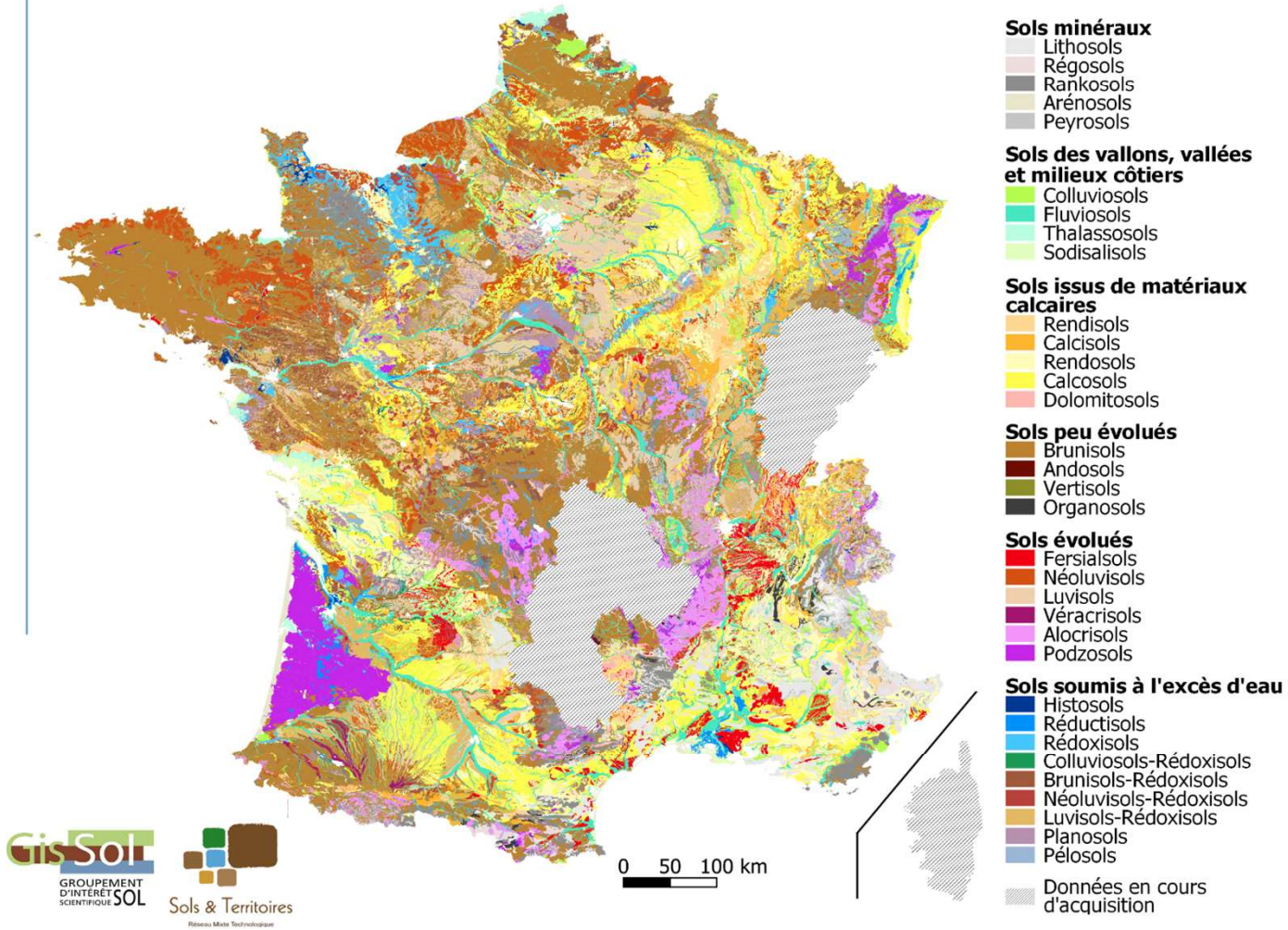
## Usages – Services écosystémiques - Interactions



**Services écosystémiques : quels sont ceux à privilégier ?**  
**Interprétation Etat des milieux (IEM-ST) / Usage?**  
**Politiques publiques ↔ Espace public, Recherche**



Carte des sols - représentation des différents types de sols dominants en France Métropolitaine



Source : Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols et Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires, 2019



(sablo-argilo-acide)



# Ma carte mentale du sol...

Cycles biogéochimiques  
Services écosystémiques  
Agroécologie

Inter/transdisciplinarité  
Réglementation  
Normes

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

**Objectifs :**  
Recherche-Formation-  
Développement.  
Vulgarisation scientifique.

Gestion des risques  
environnementaux  
et sanitaires

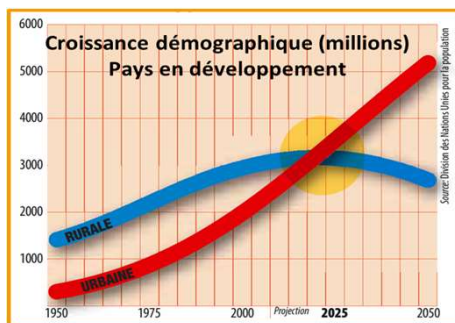
**Collaborations :**  
Chercheurs (biogéochimie)  
Agences (ARS, Ademe...)  
Associations et élus...

Alimentation durable  
Agricultures urbaines  
Sciences & Société  
Scénarios, pratiques...

Publications sur google scholar (Camille Dumat)  
Réseau-Agriville : <https://reseau-agriville.com/lassociation/>



# ► Sciences participatives & Agriculture Urbaine (AU)



80% de pop. urbaine en 2050 (FAO).

AU = une clef de survie alimentaire et résilience des villes.

## Associations de cultures étudiées sur des sites AU



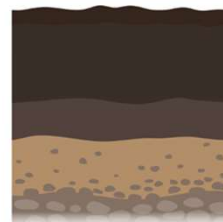
↑ Production agricole



Lutte / bioagresseurs



Amélioration de la qualité  
de l'eau et du sol



CoCultures

anr  
agence nationale  
de la recherche  
AU SERVICE DE LA SCIENCE

PEPR-2024 VilleGarden



CoConstruction

△ Biomasse

Rôles MO





# Les multiples enjeux écologiques du classement en zone agricole protégée (ZAP) de la plaine occitane des Quinze Sols

C. Dumat<sup>1,2,3</sup>, N. Barrutia<sup>4</sup>, L. De Oliveira<sup>4</sup>, G. Ferey<sup>4</sup>, T. Pelissier<sup>4</sup>, I. Plumecoq<sup>4</sup>, F. Vaquina<sup>5</sup>, A. Brin<sup>4</sup>

## CONTEXTE

**Projet transversal multiacteurs**

Agriculture sur la Plaine des Quinze Sols

Productions : **Maralchage** et **grandes cultures**

Intégration au Plan Local d'Urbanisme (PLU)

Enjeu de **transmission** des exploitations agricoles

**Caractéristiques des sols**

Zone inondable    Sols battants

Taux de matière organique faible

**Ambitions du projet global**

Protéger le foncier agricole

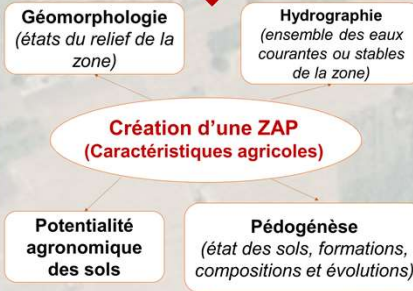
Œuvrer pour une **agriculture durable**

Faciliter les **relations** entre acteurs

Créer une **filière** matières organiques

**Objectifs**

**Protection du foncier agricole**  
**Développement d'une agriculture respectueuse de l'environnement**



## Résultats de la recherche sur la potentialité agronomique

**pH**

Le pH de la zone est plutôt basique (moyenne à 8). Cela induit une disponibilité faible pour certains éléments minéraux

**Texture** (Indique le type et la dimension des particules du sol : limons, sables, argiles)

**Indice de battance**

Il indique la battance, phénomène de croûte superficielle à la surface des sols, dû à l'évolution de la structure superficielle (désagrégation des mottes) qui apparaît sous l'action des gouttes de pluie.

**% Matière organique** (en se décomposant elle rend certains éléments minéraux disponibles pour les cultures)

Les sols de la plaine sont en moyenne pauvre en MO.

**Disponibilité des éléments minéraux** notamment en phosphore (P2O5) et en potassium (K2O) exprimés en (mg/Kg).

La disponibilité est influencée par la teneur du sol en éléments minéraux, mais également par la CEC. Lorsque la CEC est faible, les éléments ne sont pas retenus (indisponibles pour les cultures).

**CEC**

La capacité d'échange cationique représente la taille du réservoir de stockage des éléments fertilisants : potassium, magnésium, calcium, ... Elle est liée à la texture (% d'argiles) et à la matière organique (%MO)

**Phosphate assimilable**

**Potassium**

Les sols de la plaine ont des teneurs en phosphate assimilable très variables (de faible à bonne) et des teneurs en potassium faibles. Cependant les résultats d'analyses montrent que ces éléments sont disponibles pour les cultures.

**Répartition des composants du sol de la plaine des "Quinze Sols" - Sable argilo-limoneux**

Sable 44%  
Argile 18%  
Limons fins 19%  
Limons grossiers 19%

Teneur en MO	Part d'argile dans le sol	Interprétation
< 1,4 %	< 2%	Sol très pauvre en matière organique
1,4 % < MO < 2%	22% < Argile < 30%	Sol pauvre en matière organique
2% < MO < 3%	30%	Sol moyennement pourvu en matière organique
3% < MO < 4%	Argile > 30 %	Sol pauvre en matière organique
MO > 4 %		Sol bien pourvu en matière organique

**PLAINE DES QUINZE SOLS**

Les sols de la plaine ont un indice de battance inférieur à 1,4, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas battants.

Valeur de la CEC sur les parcelles analysées

Réservoir important  
Réservoir moyen  
Réservoir faible

Très faible    Faible    Un peu faible    Bien pourvu    Toxique

Très faible    Faible    Un peu faible    Bien pourvu    Toxique

## ANALYSES DES SOLS

**INTERLOCUTEURS**

BRIN Antoine  
DUMAT Camille  
VACCHINA Fabrice

**LABORATOIRE D'ANALYSE**

GALYS laboratoire

R. Calais et al (2018)

Analyses complémentaires

## CONCLUSION

- ABSENCE DE CONTRAINTES TOPOGRAPHIQUES
- BONNE POTENTIALITÉ AGRONOMIQUE
- POTENTIEL IRRIGABLE

**PLAINE DES QUINZE SOLS ÉLIGIBLE AU CLASSEMENT EN ZAP**

## ATOUS DE LA ZAP

- PRÉSERVER DURABLEMENT LES ACTIVITÉS AGRICOLES DE L'URBANISATION
- MAINTENIR UN APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRE DE PROXIMITÉ
- CRÉER DU LIEN ENTRE LE MONDE RURAL ET URBAIN

## POINTS DE VIGILANCE

- MAINTENIR UN TAUX DE MATIÈRE ORGANIQUE ACCEPTABLE POUR CONSERVER LE POTENTIEL AGRONOMIQUE
- TRouver DES REPRENEURS ET/OU NOUVEAUX EXPLOITANTS

## Sources

Articles L. 112-2 et R. 112-1-4 à R. 112-1-10 du code rural et de la pêche maritime.

Articles R. 423-64 et R. 425-20 du code de l'urbanisme

Chambre d'agriculture. 2019. « Sols de la Haute-Garonne ». Disponible sur : <https://occitane.chambre-agriculture.fr/agriculture/environnement/agroecologie/guide-des-sols-midi-pyrenees/sols-de-la-haute-garonne/> (Consulté le 9 avril 2019).

Roebroek, Hubert. 2009. Le prélèvement de terre : Quels acquis méthodologiques (En ligne). Disponible sur : « Le prélèvement de terre : Quels acquis méthodologiques (Hubert ROEBROECK) » (<http://www.omefa.gov.on.ca/french/eng/inter/facts06-532.html#3>)

Roxanne Calais, Camille Dumat, Rémi Quinot, Marc Miette et Eva Schreck. « Analyse socio-scientifique de la qualité agro-environnementale et sanitaire des sols urbains pour promouvoir la transition agro-écologique ». Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]. Hors-série 31 | septembre 2018. mis en ligne le 05 septembre 2018.



# L'agriculture urbaine : par qui et pour qui ?

*Entreprises*

*Collectivités*

*Particuliers*

*Exploitations*





## Projet COTERRA

Ressources pédagogiques COTERRA  
à destination des apprenants de l'Université de  
Toulouse, Lycées agricoles, Agriculteurs...

**L'ÉROSION** : Mieux comprendre pour gérer durablement  
en inter-sciences et multi-acteurs, sur le terrain et au laboratoire.  
Dumat C., Jamault A., Baquie A. & Alletto L. (2024)





## Quelques facteurs influant l'érosion

Facteur	Indicateur opérationnel	Principes des solutions
<b>Pente du terrain</b>	L'érosion croît lorsque les pentes sont longues ou assez fortes. Risque fort d'érosion si pente > 5% et les rigoles apparaissent à partir de 2% de pente.	Casser la pente pour réduire la vitesse de l'eau par un ensemble de dispositifs complémentaires
<b>Couverture du sol</b>	Risque fort d'érosion, si couverture du sol < 40 % de couverture végétale	Plantes de couverts, mulch, etc. permettent d'amortir et ralentir l'eau des pluies.
Texture du sol	Risque si texture limoneuse avec moins de 15% d'argile.	La texture du sol ne se change pas, mais les apports de MO et apports de carbonates de calcium améliorent la structure du sol.
<b>Teneur en matière organique (OM), et présence de cations bivalents</b>	Risque si OM < 2% (sol) dans le cas de l'agriculture intensive sur grands plateaux limoneux. Indice de battance > 1,6	Apports de MO si possible locale et bio avec un indice de stabilité élevé pour jouer un rôle d'amendement.
Force et fréquence des pluies	2 périodes d'érosion : l'érosion hivernale, avec des pluies continues et peu intenses; l'érosion printanière, avec des pluies courtes, intenses et des orages.	Aménagements au niveau de la parcelle et du BV pour canaliser l'eau, permettre son infiltration dans le sol.

Les facteurs indiqués en vert sont ceux pour lesquels les agriculteurs ont la capacité à les modifier pour réduire l'érosion





## Recherches (SE, Biodiversité) : MOS - JEVI - Bioturbation - Indicateurs Sol

V-minéral. faible. ISMO élevé. MO liée. **-Une tentative de synthèse d'informations-**  
(Dumat, 2018)

<b>Type de MOS</b> ► MOS très stables Black carbon Biochars  Substances humiques	<b>Rôles</b> 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'O <sub>2</sub> ) ou trop sec, T extrêmes, pollutions (écotoxicité), sol pauvre en MOS...
---	--	---

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...

► MOS rapidement dégradée « 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...
---------------------------------------	-----------------------	--



- Pratiques, Filières Qualité ? Quantités ?
- Compartmentation / ex. Cu
- Economie circulaire durable.
- Collaborations des organismes vivants.

\*\*\*\* \*\*\*\*

-Granulométrie

- Aspect (arrondis, anguleux)
- Analyses chimiques, isotopiques
- Cinétiques des phénomènes...
- \* Approche télédétection (IR)

STABILITE

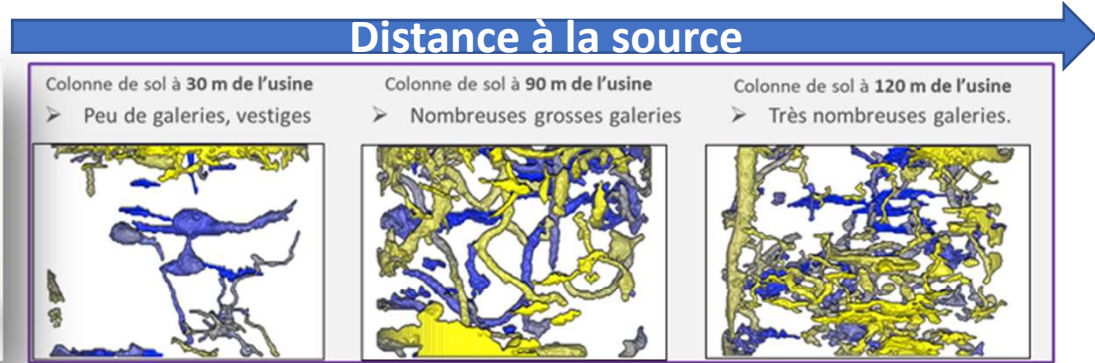
V-minéral. élevée. ISMO faible. MO libre.



# ► Influence de la pollution sur la vie des sols et les SE



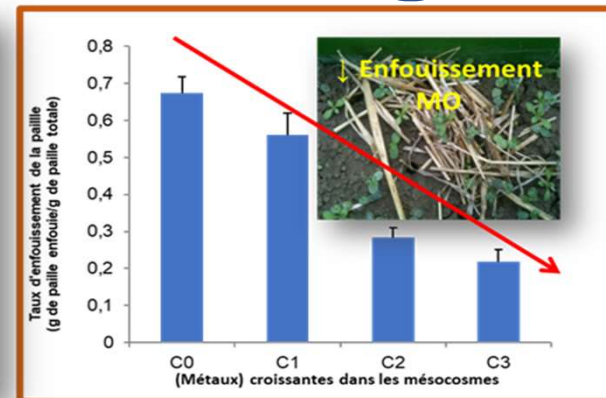
1



## ↓ Densité des vers, Bioturbation, Macroporosité, Enfouissement et Infiltration

*Terrain et Méso-cosmes*

2



**Leveque et al. (2018)**

**La gestion des pollutions : EVITER, REDUIRE, REPARER....**

**Ma posture : SAPS, inter-sciences, multi-acteurs**

*Thèses de B. Lebot, W. Jules, G. Uzu... Ademe, BRGM, Entreprises, ANSES....*



## 2.

# Evaluation de la qualité des sols : quels critères, usages, co-construction...

### Qualités agronomique, environnementale/écologique et sanitaire:

aptitude d'un sol à remplir ses fonctions de production agricole (fertilité/rendements, disponibilité des nutriments et de l'O<sub>2</sub> pour les racines, la facilité à travailler, toxicité, salinité, conditions d'enracinement...), sanitaire (gestion des SSP), écologique (biodiversité, nutriments, habitats...) et sa résilience (se rétablir à la suite d'un stress).



→ Comparaison à un état idéal, qui varie selon la zone biogéographique, l'altitude et le contexte considérés. Evaluation des risques environnementaux. On différencie les impacts de polluants biodégradables (pesticides, nitrates) de polluants non dégradables (ETM). 17



On peut faire un parallèle entre la santé du sol et la santé humaine (Dumat, 2015 Réseau-Agriville).



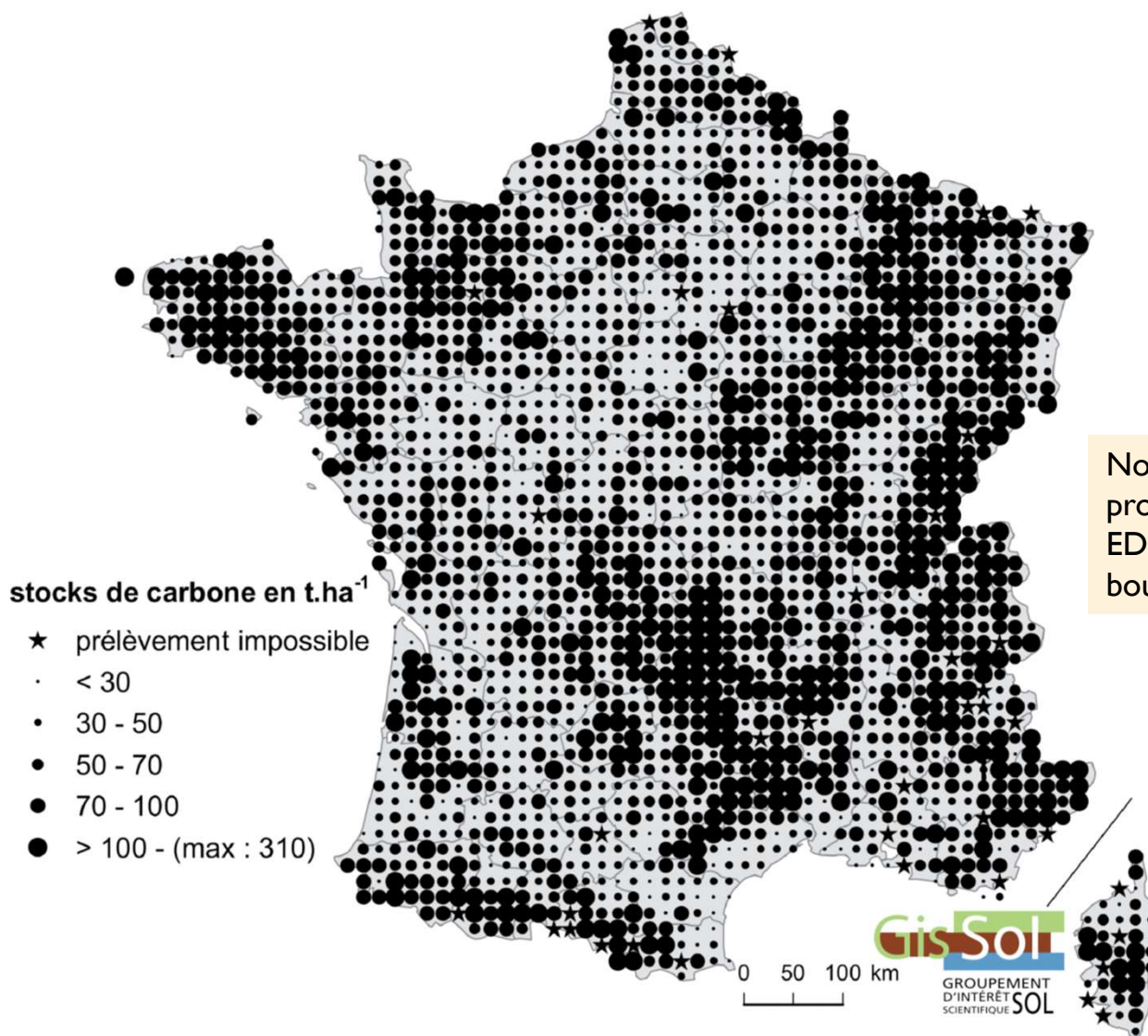
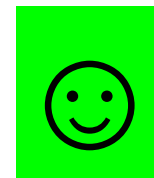
Lorsqu'il se sent malade, un humain consulte son médecin qui va:

(i) l'interroger (symptômes, alimentation, sommeil?);

(ii) le peser, prendre sa tension, l'ausculter, etc. A partir de différentes mesures et d'une discussion, le médecin conseille un traitement.

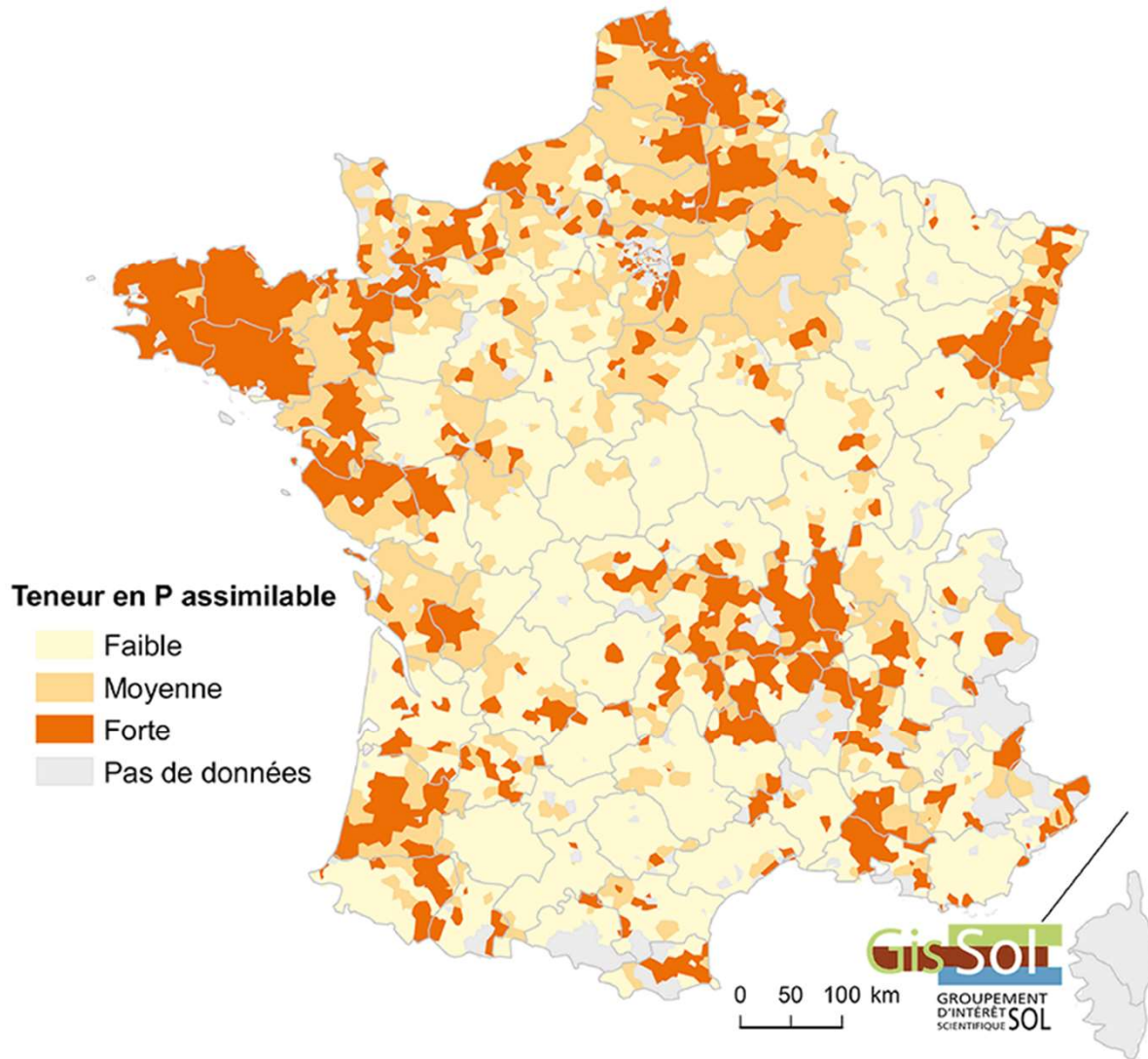
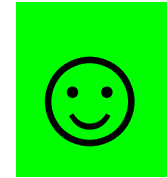
Pour évaluer la qualité d'un sol, un conseiller agricole : (a) réalise des observations de terrain, (b) envoie des échantillons de terre fine au laboratoire pour la mesure de quelques paramètres simples (pH, texture, teneur en matières organiques....) et (c) questionne l'agriculteur sur ses pratiques (quels apports, quelle gestion des résidus de culture...). **Il classe le sol selon une typologie** (ex. acide, sableux, pauvre en P...) et compare les valeurs mesurées pour ce sol aux valeurs de références régionales (déterminées par des essais).





Nombreuses publications sur projets de recherche Véolia, EDF, etc. → valorisation des boues de STEP





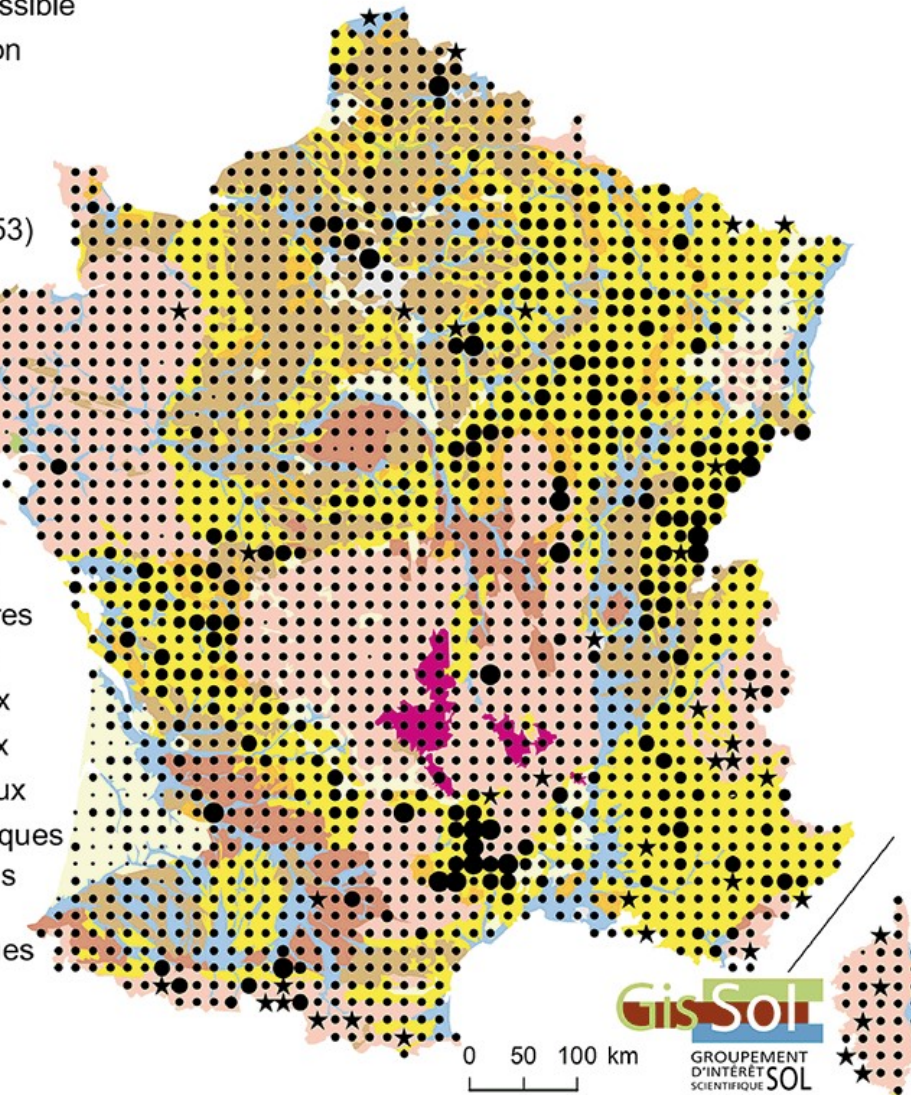


**Teneur en cadmium total  
en  $\text{mg.kg}^{-1}$**

- ★ prélèvement impossible
- < seuil de détection
- 0,02 - 0,50
- 0,50 - 1,00
- 1,00 - 2,00
- > 2,00 - (max : 5,53)

**Matériaux parentaux**

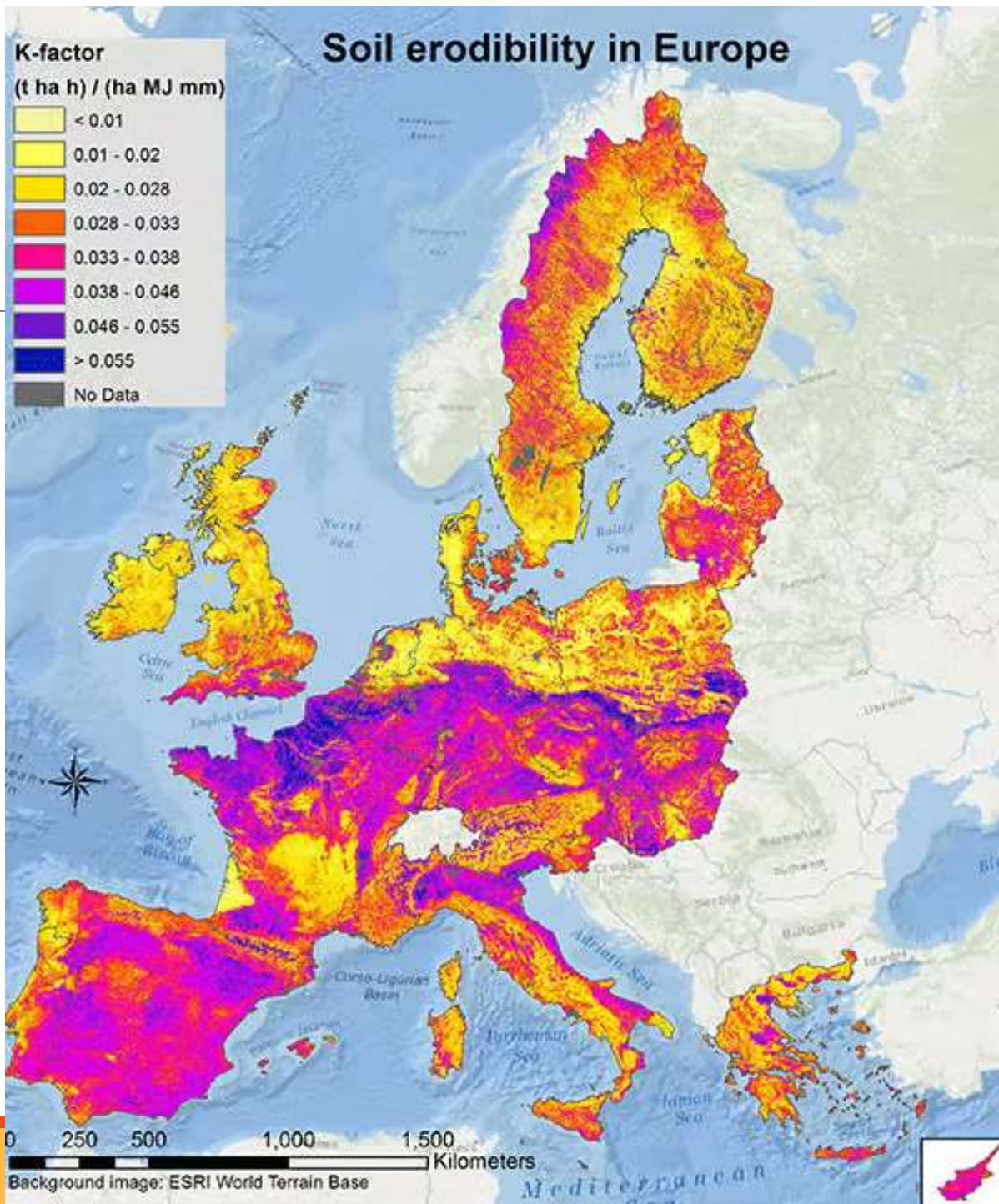
- Pas d'information
- Dépôts alluviaux, marins ou glaciaires
- Roches calcaires
- Matériaux argileux
- Matériaux sableux
- Matériaux limoneux
- Formations détritiques
- Roches cristallines et migmatites
- Roches volcaniques
- Autres roches



Source : Gis Sol, RMQS, 2011 ; Inra, BDGSF, 1998.







Qui utilise, exploite, peut entretenir les sols ?

Les agriculteurs – Collectivités - Industriels - Les jardiniers – **NOUS !**

Entretien et  
Restaurer la  
qualité des sols.

Accroître nos  
connaissances  
collectives.

- Agroécologie.  
- Gestion  
multicritère.

Réglementations:  
ICPE, ZAN, MFSC,  
loi cadre?

Pratiques durables :  
- Engrais verts, MO, Etc.  
- Phytoremédiation...



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



# 3. Comment articuler l'objectif ZAN et la gestion durable des sols ?

## POURQUOI RÉDUIRE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS ?

- **Des bénéfices pour la planète :** les sols « vivants » favorisent la biodiversité, limitent les risques d'inondation par ruissellement, stockent du carbone.



L'artificialisation des sols est la **1<sup>re</sup>** cause de l'érosion de la biodiversité.



1 ha d'étalement urbain entraîne l'émission de **190 à 290 tCO<sub>2</sub>**.

- **Des bénéfices pour les habitants :** une ville moins étalée diminue les temps et coûts de transport, limite la facture énergétique, favorise la proximité des espaces naturels, préserve le potentiel de production des sols agricoles en circuit court.



La facture énergétique des ménages serait **10 % plus faible** sans l'étalement urbain des 20 dernières années.



Les distances parcourues en voiture sont **1,5 fois moins importantes** pour les habitants des centralités urbaines que pour ceux des périphéries.

- **Des bénéfices pour les collectivités :** moindre coût d'investissement et de fonctionnement pour les équipements publics (réseaux, voirie, services...), un territoire préservé et résilient.

### RÉPARER LA VILLE

**Rénovation des espaces déjà urbanisés** = plus de logements, un centre-ville dynamisé, de l'emploi local



### AMÉLIORER LE CADRE DE VIE

**Préservation du cadre naturel et du patrimoine** = renforcement de l'attractivité du territoire et développement de la nature en ville



### OPTIMISATION DES COÛTS

**Optimisation des coûts** = baisse des dépenses publiques par la réduction des réseaux à entretenir et l'optimisation des équipements



## OBJECTIF

## « ZÉRO ARTIFICIALISATION NETTE » : de quoi parle-t-on ?

Si la France s'est fixé un objectif d'atteindre le zéro artificialisation nette d'ici 2050, cette trajectoire est progressive et conjugue la maîtrise de l'étalement urbain avec la préservation des sols vivants.



### ○ 1<sup>re</sup> étape de la trajectoire : maîtriser l'étalement urbain

On parle de consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (ENAF), quand on utilise ces espaces pour la création ou l'extension d'espaces urbanisés.



**En France, 24 000 ha d'espaces naturels, agricoles et forestiers ont été consommés en moyenne chaque année entre le 1<sup>er</sup> janvier 2011 et le 1<sup>er</sup> janvier 2021.**

Cet étalement urbain représente cinq terrains de football par heure.

Ces dix dernières années, la consommation d'espace équivaut à la superficie du département du Rhône.

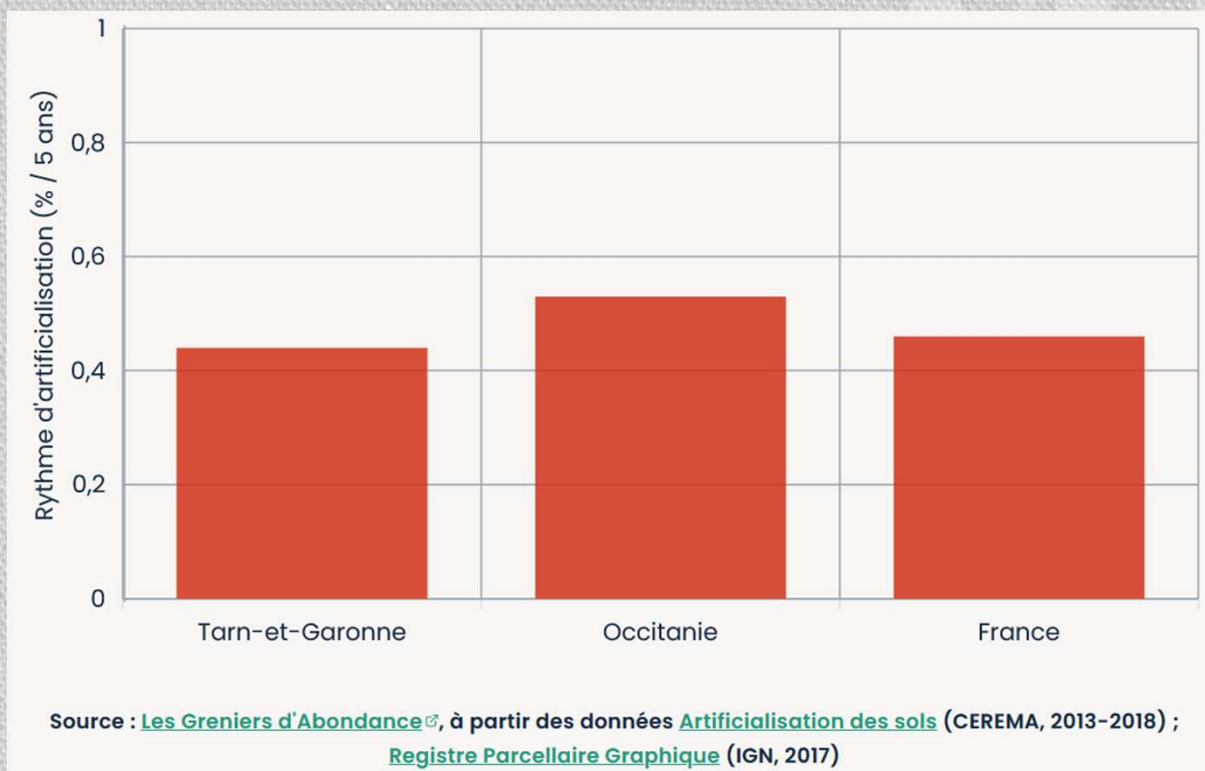
**D'ici à 2031, la loi fixe l'objectif de réduire de moitié le rythme de consommation des espaces naturels agricoles et forestiers.**

Cet objectif vient encadrer une baisse tendancielle de la consommation d'espace déjà constatée ; mais qu'il faut amplifier.





- Pour le territoire **Tarn-et-Garonne**, le rythme d'artificialisation entre 2013 et 2018 correspond à la moyenne française.
- La politique de préservation des espaces agricoles, forestiers et naturels doit être renforcée, et ce d'autant plus si la surface agricole utile productive par habitant est insuffisante localement.





## ○ 2<sup>e</sup> étape de la trajectoire : protéger les sols vivants, y compris dans les espaces déjà urbanisés

La loi Climat et résilience fixe l'objectif d'atteindre le « **zéro artificialisation nette des sols** » en 2050. Elle définit l'artificialisation des sols comme l'altération durable des fonctions écologiques d'un sol.

### Comment calculer l'artificialisation nette d'un territoire ?

C'est le solde entre :



**Les surfaces nouvellement artificialisées**  
(création de bâtiment, route ou parking goudronnés, voie ferrée, décharges...)



**Les surfaces nouvellement désartificialisées**  
(restauration de cours d'eau, de zones humides, de mares, de terres agricoles, de forêts, de prairies, création de parcs urbains publics ou de jardins privés boisés...)







à l'échelle d'un document de planification et d'urbanisme.



sur une période donnée.

## Nomenclature ZAN

	Catégorie de surface	Exemples (non exhaustifs)
<b>Surfaces artificialisées</b>	1° Surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison du bâti (constructions, aménagements, ouvrages ou installations).	Bâtiment (y compris ceux agricoles, informels)...
	2° Surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison d'un revêtement (artificiel, asphalté, bétonné, couvert de pavés ou de dalles)	Parking goudronné, route goudronnée...
	3° Surfaces partiellement ou totalement perméables dont les sols sont stabilisés et compactés ou recouverts de matériaux minéraux, ou dont les sols sont constitués de matériaux composites (couverture hétérogène et artificielle avec un mélange de matériaux non minéraux).	Voie ferrée (rails et ballast), chemins, décharge...
	 4° Surfaces à usage résidentiel, de production secondaire ou tertiaire, ou d'infrastructures notamment de transport ou de logistique, dont les sols sont couverts par une végétation herbacée (**).	Pelouses de jardin résidentiel, aux abords d'une infrastructure de transport, d'une industrie, d'une zone commerciale, de bureaux...
	 5° Surfaces entrant dans les catégories 1° à 4°, qui sont en chantier ou en état d'abandon.	Friches bâties, bases chantier, constructions ou aménagements en cours...
<b>Surfaces non artificialisées</b>	6° Surfaces naturelles dont les sols sont soit nus (sable, galets, rochers, pierres ou tout autre matériau minéral, y compris les surfaces d'activités extractives de matériaux en exploitation) soit couverts en permanence d'eau, de neige ou de glace.	Plan d'eau, cours d'eau, canal, étang, lac, plage, carrière en exploitation, glacier...
	 7° Surfaces à usage de cultures, dont les sols sont soit arables ou végétalisées (agriculture) y compris si ces surfaces sont en friche, soit recouverts d'eau (pêche, aquaculture, saliculture).	Champ agricole, marais salant...
	8° Surfaces dont les sols sont végétalisés et à usage sylvicole.	Forêt...
	9° Surfaces dont les sols sont végétalisés et qui constituent un habitat naturel.	Prairies, tourbières...
	 10° Surfaces dont les sols sont végétalisés et qui n'entrent pas dans les catégories précédentes.	Parc ou jardin urbain boisé

(\*) Les infrastructures linéaires sont qualifiées à partir d'une largeur minimale de cinq mètres.

(\*\*) Une surface végétalisée est qualifiée d'herbacée dès lors que moins de vingt-cinq pour cent du couvert végétal est arboré.





La consommation foncière a augmenté **4 fois plus vite** que la population pendant les vingt dernières années.



**Conséquence ?** Des périphéries urbaines souvent peu denses, éloignant les habitants de l'emploi, des activités et des services.



**Objectif ?** Construire des villes et villages plus sobres, tout en préservant la qualité du cadre de vie des habitants.

#### COMMENT ?



**Mobiliser les surfaces déjà artificialisées** en particulier par le recyclage des friches et locaux vacants.



**Préserver et créer des surfaces de nature** en particulier dans les villes denses.



**Continuer à construire uniquement** en réponse à un besoin avéré de logement, de surface économique ou d'équipement.

#### POURQUOI ?



**170 000 ha** de friches.



**1,3 M** de locaux vacants.



**80 %** de la ville de 2050 est déjà bâtie.

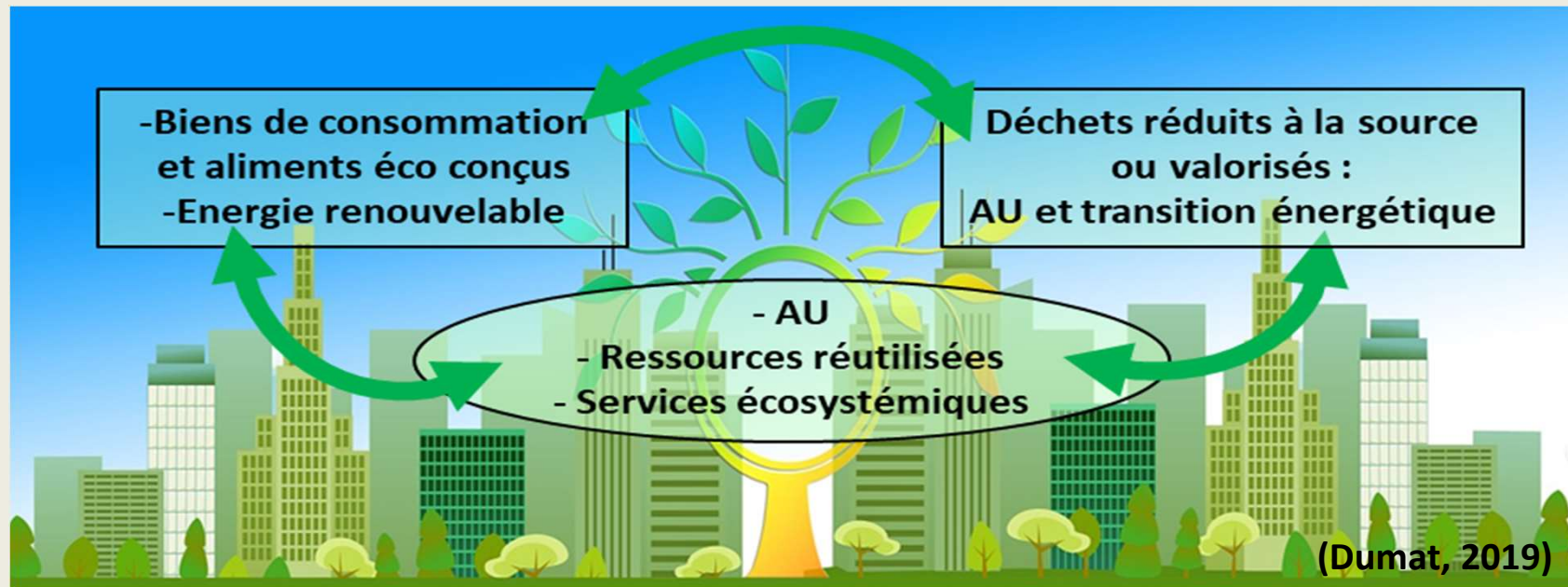


**92 %** des Français estiment qu'il n'y a pas assez de nature en ville.



Les habitants plébiscitent les habitats où les activités et services de proximité sont accessibles en moins de 15 minutes à pied.

## Services rendus par la nature en ville :



- ☐ Alimentation, Biodiversité, paysages  
→ PLAISIR des habitants / divers sens.
- ☐ Cycles biogéochimiques, économie circulaire, éco-conception...gestion des déchets organiques, DD.
- ☐ Lien social : espaces de discussion, partage, activités, formation/éducation.





## DISTINCTION ENTRE LES NOTIONS DE CONSOMMATION D'ESPACES ET D'ARTIFICIALISATION DES SOLS

Pour l'atteinte des objectifs établis, deux notions coexistent : la consommation d'ENAF et l'artificialisation des sols. Ces deux notions sont **distinctes**, mais néanmoins **complémentaires**.

La mesure de la consommation d'ENAF permet d'apprécier les **changements de destination ou d'usage des espaces, en distinguant les ENAF des espaces urbanisés**. Elle est adaptée à la quantification des phénomènes d'étalement urbain et de mitage.

Cette notion ne permet toutefois pas d'évaluer finement le processus d'**artificialisation des sols**, qui appréhende l'atteinte portée à la fonctionnalité des sols, en considérant leur état physique, sur la base de l'évolution de leur

couverture et de leur usage, y compris au sein de la tache urbaine ou de l'espace urbanisé.

Ainsi, réduire la consommation d'espace permet de limiter l'extension des espaces urbanisés et s'apparente à la lutte contre l'étalement urbain et à la gestion économe de l'espace, ce qui constitue l'un des leviers majeurs pour réduire l'artificialisation des sols qui concourt, quant à elle, plus globalement à la préservation des sols, y compris la nature en ville.

**À compter de 2031, les deux notions seront suivies de manière complémentaire par les autorités compétentes en matière d'urbanisme.**

« [...] L'artificialisation est définie comme l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage. [...] »

Cette définition s'écarte de la notion de consommation d'espaces qui se focalise sur la transformation d'usage

Par ailleurs, l'article L.101-2-1 donne une définition de la désartificialisation ou renaturation des sols artificialisés :

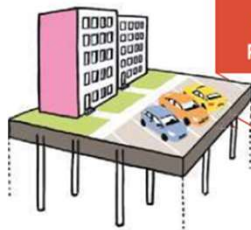
« [...] La renaturation d'un sol, ou désartificialisation, consiste en des actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé. [...] »

## Article L. 101-2-1 du code de l'urbanisme Une définition articulée autour de deux volets

### PROCESSUS D'ARTIFICIALISATION

Basé sur l'atteinte durable aux fonctionnalités écologiques et aux potentialités agronomiques des sols

Échelle des projets (notamment)



### BILAN SURFACIQUE DU ZAN

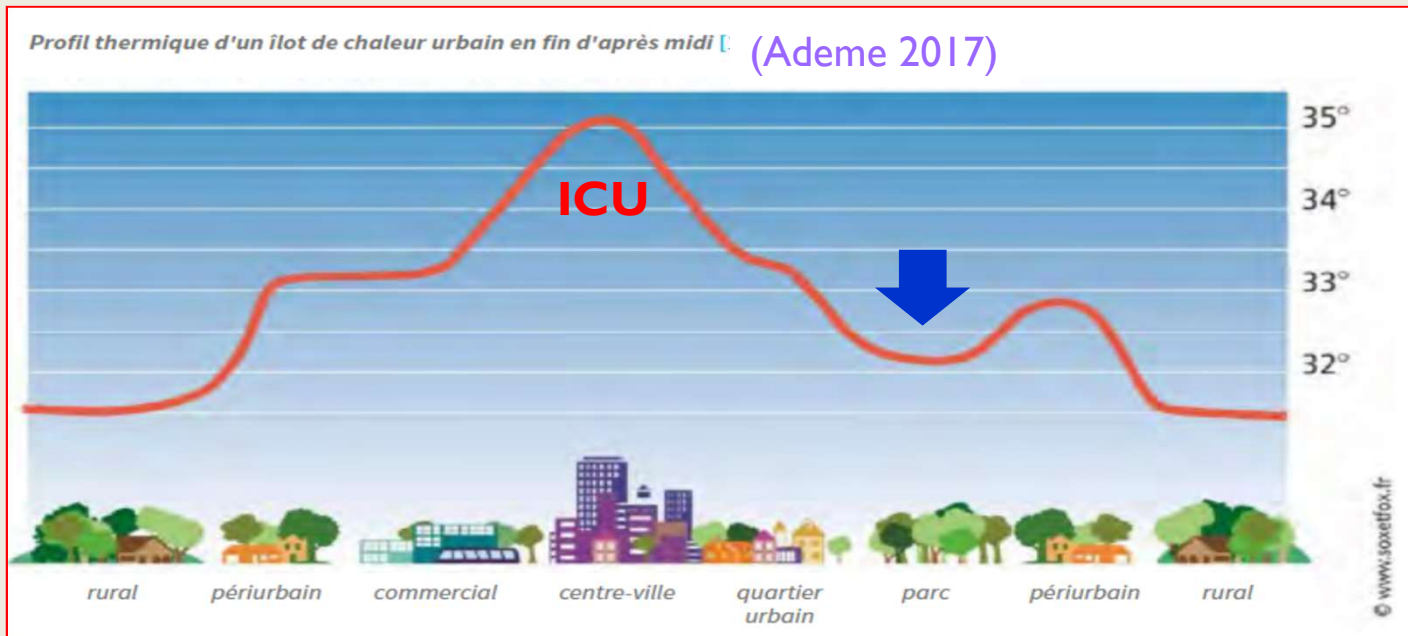
Calcul, à partir de 2031, du solde entre les flux de surfaces artificialisées/désartificialisées

Échelle des documents de planification et d'urbanisme



© BecomeStudio X  
Caroline Veitsmany

## PHÉNOMÈNE DE RAFRAÎCHISSEMENT GRÂCE A LA NATURE URBAINE

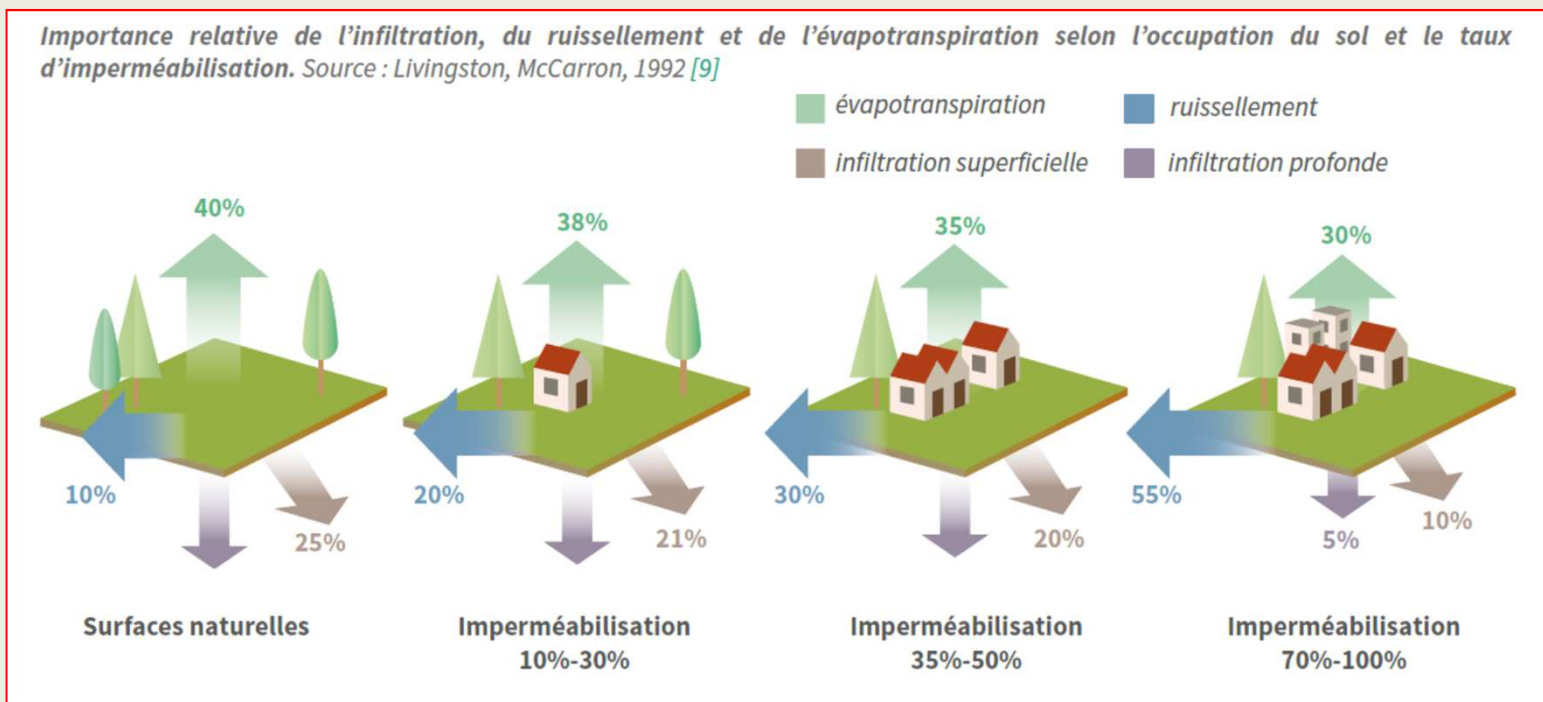


- ❑ Bande de végétation, 50-100 m de large : ↓ T d'un quartier voisin ( $3,5^{\circ}\text{C}$ ). Fraîcheur ressentie dans un rayon de 100 m.
- ❑ Parc de 60 ha : ↓ T-air zone construite à 1 km sous le vent ( $1,5^{\circ}\text{C}$ ). Petits espaces verts (0,1 ha), séparés d'intervalles suffisants (200 m) aussi efficace que les grands parcs.

(Ademe 2017)



- ❑ Espaces verts urbains (végétaux et sol ou substrat) → rafraîchissement, par interception du rayonnement solaire (ombrage), évapotranspiration (émission de vapeur d'eau), et 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 rafraichissement dépend aussi des espèces végétales, du climat, vents, morphologie urbaine, etc. → différents scénarios de rafraichissement. (Ademe 2017).



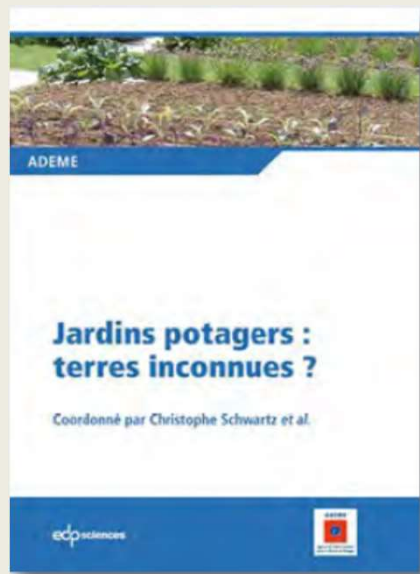


# NATURE EN VILLE, APPROVISIONNEMENT ET ALIMENTATION LOCALE

## Part des aliments consommés autoproduits dans un jardin (Cessac 2002)

Légumes feuilles	26%
Légumes racines	24%
Pommes de terre	24%
Légumes fruits	13%
Volailles	16%
Œufs	17%

Remplacer des « pelouses » par des potagers (ZAN)...





## La qualification des surfaces végétalisées en ville

La catégorie 4° de la nomenclature qualifie d'artificialisées les surfaces de pelouses à usage résidentiel (comme les jardins pavillonnaires), à usage de production secondaire (activité industrielle) ou tertiaire (activités de services, bureaux, récréatives...), ou d'infrastructures (délaissés etc.). *A contrario*, les parcs ou jardins boisés ou arbustifs urbains (publics ou privés), l'agriculture urbaine et les surfaces en eau (canal, cours d'eau, plan d'eau) sont considérés comme des surfaces non artificialisées (catégories 6° à 10°). Une faculté a été ouverte avec le décret n° 2023-1096 du 27 novembre 2023 : les surfaces végétalisées à usage de parc ou jardin public, quel que soit le type de couvert (boisé ou herbacé) pourront être considérées comme étant non artificialisées, valorisant ainsi ces espaces de nature en ville. Dans le respect des seuils définis, les jardins herbacés privés seront, en revanche, toujours considérés comme des surfaces artificialisées.

# Optimiser les bienfaits de la nature en ville :

- ❑ ↑ nombre d'espaces verts urbains, proximité, attractivité et esthétique (Jonker et al., 2014). Indicateur OMS / accès à un espace vert (> 0,5 hectare) et impact positif sur la santé (WHO Europe, 2016). Distance max. résidence-espace vert = 300 m, les villes peuvent être comparées avec cet indicateur.



- ❑ Impliquer les utilisateurs dans le design des parcs pour répondre à leurs préoccupations, besoins, perceptions. ↑ leur fréquentation, l'activité physique (Pietila et al. 2015) et les bénéfices (King et al. 2015).
- ❑ ↑ connectivité des espaces verts et services (trames verte, brune et bleue) pour se déplacer entouré de végétation. Les réseaux connectés et attrayants d'espaces verts favorisent la résilience / événements météorologiques extrêmes comme les vagues de chaleur : atténuation des ICU, ↑ confort thermique et bienfaits sur la santé (Coutts et al. 2016), ou les précipitations intenses : ↓ ruissellement.



# ECO-PHYTO II + Agro-Enviro-Santé



**Plateforme EcoPhytoPIC**

**APR Co-innovation**



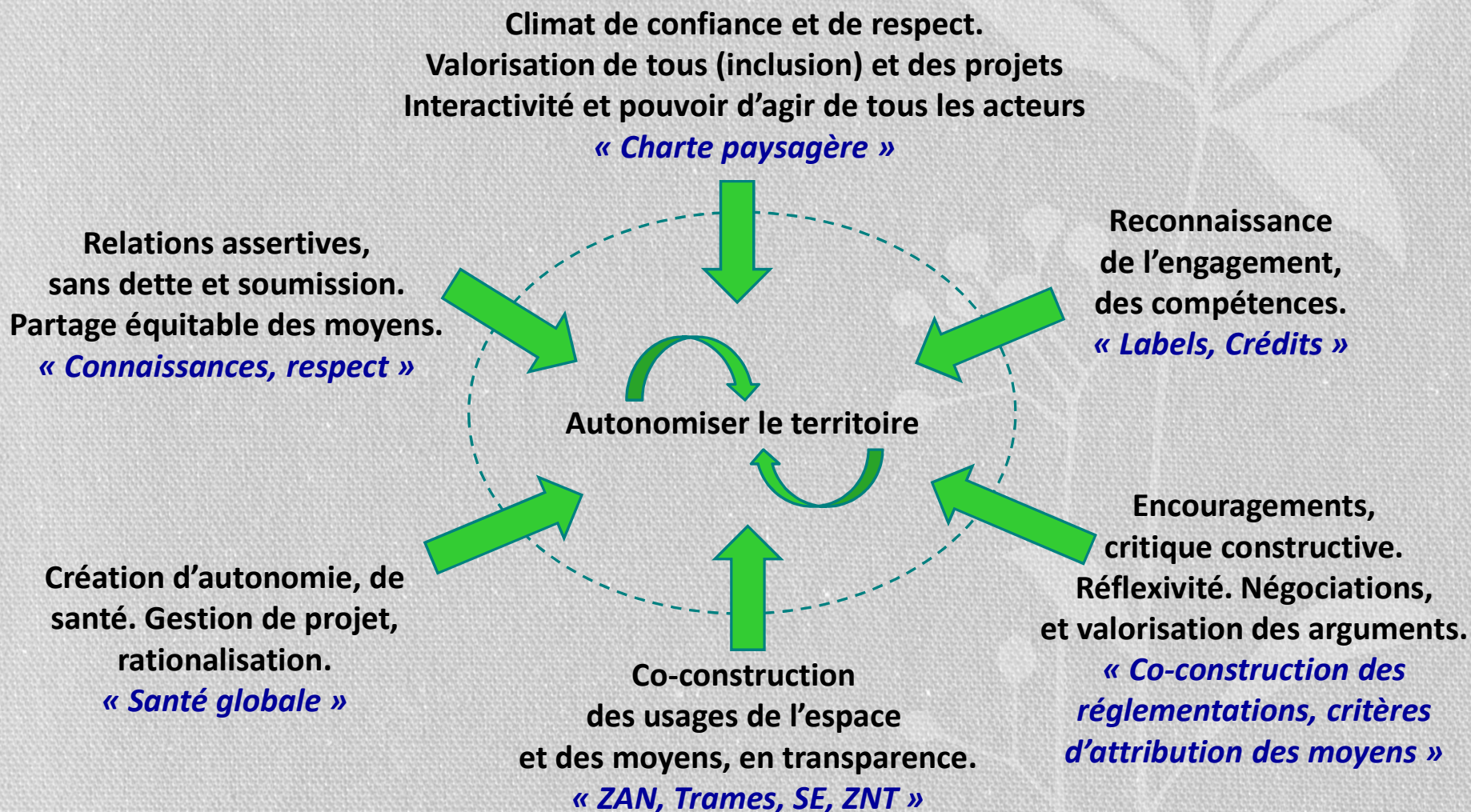


## Conclusions & Perspectives

- ❑ En prévoyant **↓50 % de l'artificialisation des sols / 10 ans**, la loi Climat et Résilience (2021) a lancé une « petite révolution pour les politiques locales de l'urbanisme ». [Gazette des Communes, 2024](#)
- ❑ **La nomenclature ZAN fait débat** sur son application complexe, la prise en compte de la qualité des sols / SE, le peu de nuance de la nomenclature d'artificialisation des sols / SE... [OD2 Environnement, 2022](#)
- ❑ Organiser la concertation des acteurs du territoire pour **co-construire la gestion durable des sols !**



Coconstruire en intelligence collective, inter-sciences (écologie, SHS, urbanisme...), multi-acteurs des **critères** pour gérer durablement les usages du territoire, définir les priorités...



*Divergences de points de vues et conflits sont normaux ! Amélioration continue...Dispositif qualité !*

Callon, 2001, Agir dans un monde incertain;

Comment éviter l'emprise (Chateauraynaud F. 2006) & favoriser la santé globale (Dumat, 2022)



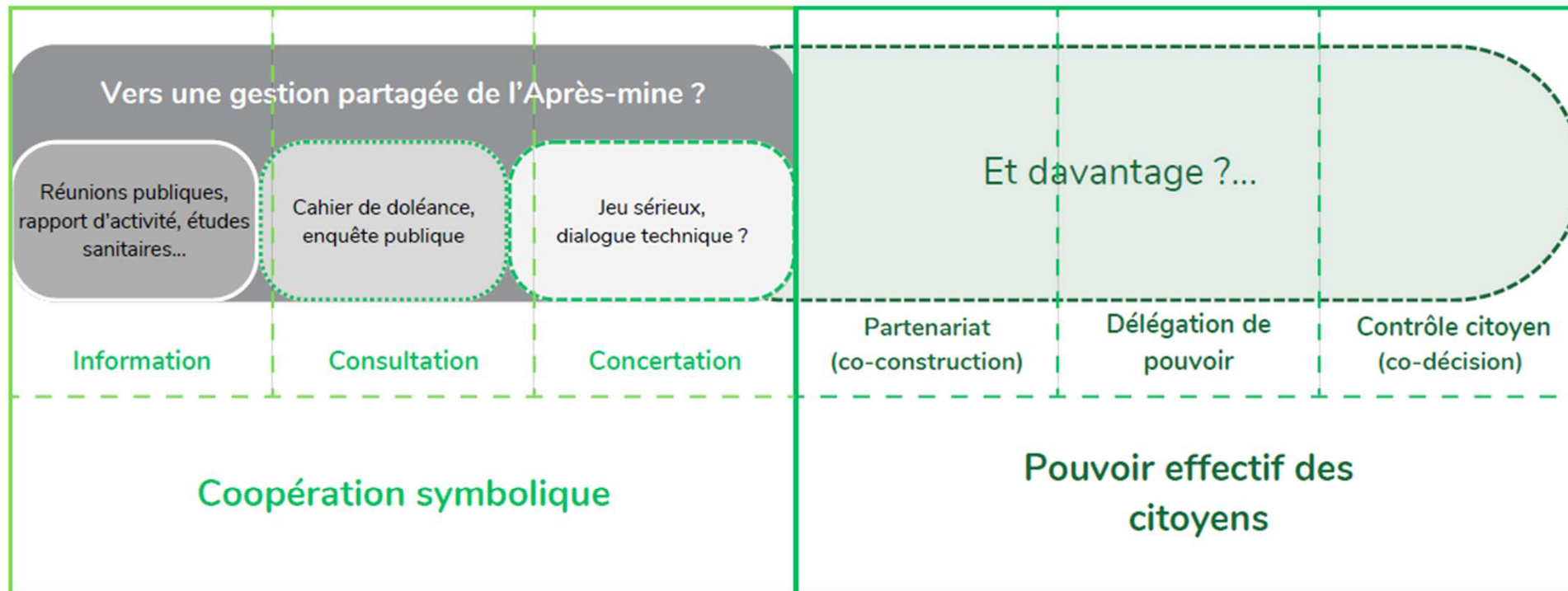


Figure réalisée par Lebot B. 2024

### Échelle de la participation

Arnstein, S. (1969)





## Portail de l'artificialisation des sols

Observatoire national qui met à disposition des données et des ressources pour la mise en œuvre des mesures visant à réduire la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers, et l'artificialisation des sols.

Article R. 101-2 du code de l'urbanisme [🔗](#)

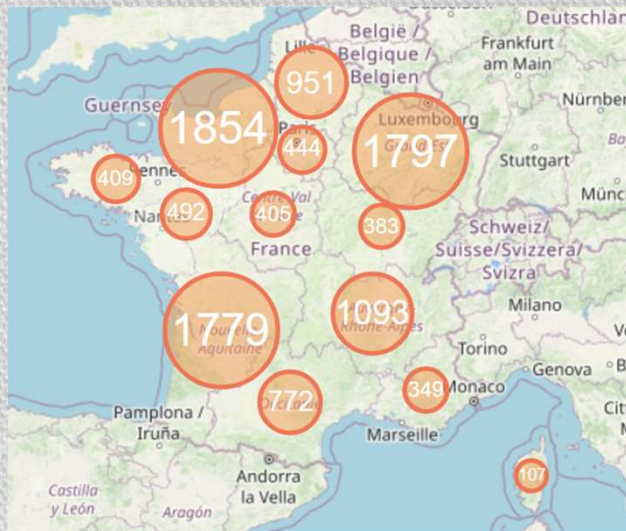
Portail de l'artificialisation des sols : Observatoire national qui met à disposition des données et des ressources pour la mise en œuvre des mesures visant à réduire la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers, et l'artificialisation des sols.

<https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/>

<https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/>



# Cartofriches est l'inventaire national des friches



Adresse Observatoires

Adresse, commune, département, région

Sélectionnez un territoire

313 FRICHES

- Friches reconverties 3
- Friches avec projet 156
- Friches sans projet 154

Afficher les friches potentielles

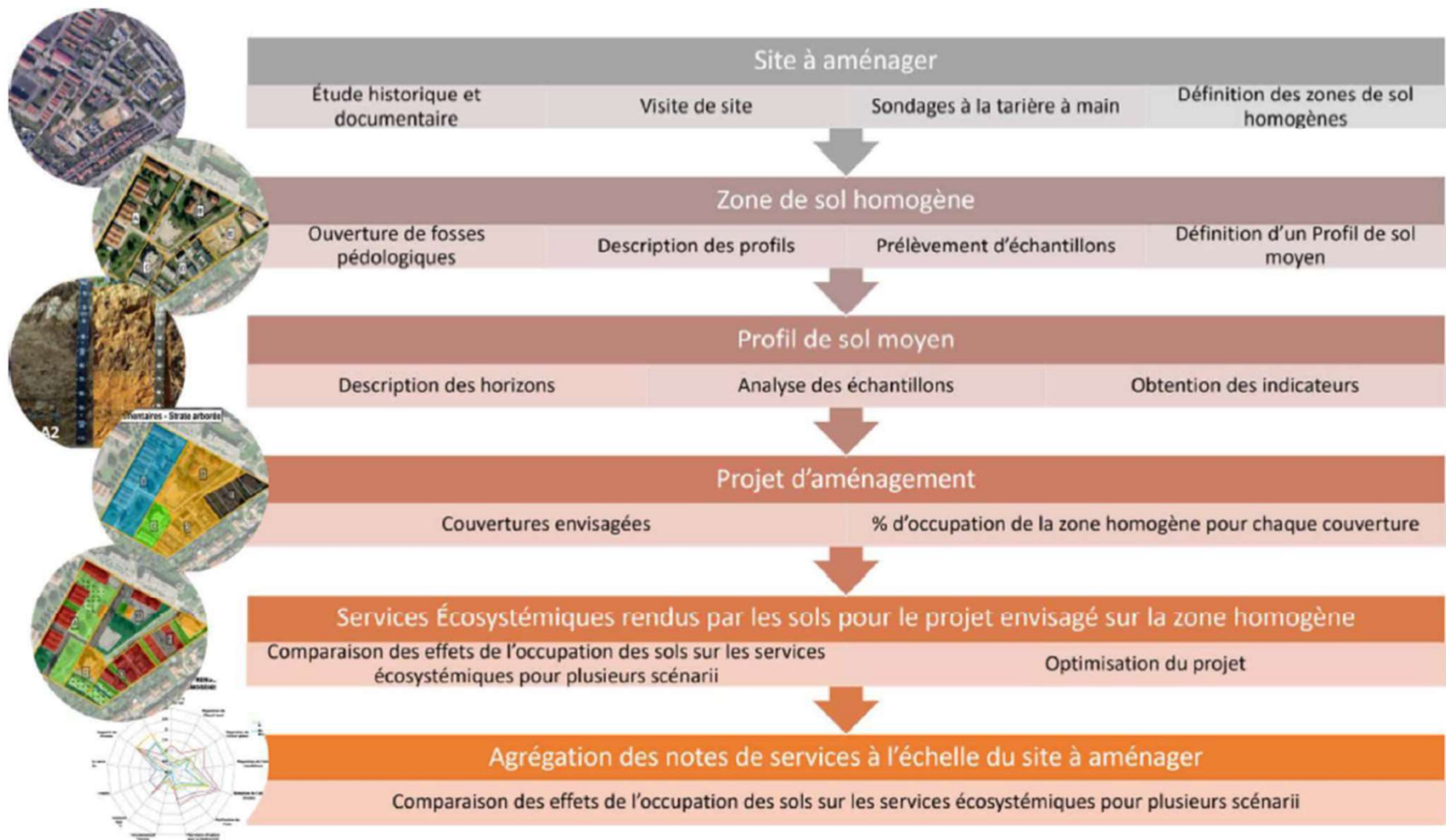
Filter

Map showing friches (green and orange icons) in the Tarn et Garonne department.

A screenshot of the Cartofriches website interface. It shows a search bar with the placeholder text 'Adresse, commune, département, région' and a magnifying glass icon. Below the search bar is a dropdown menu labeled 'Sélectionnez un territoire'. To the right of the search bar is a 'Filter' button. Below the search bar is a list of friches: '313 FRICHES', 'Friches reconverties 3', 'Friches avec projet 156', and 'Friches sans projet 154'. There is also a checkbox for 'Afficher les friches potentielles'. To the right of the text is a map showing the Tarn et Garonne department with many green and orange icons representing friches. The map includes a legend with 'OpenStreetMap', 'Ortho IGN', 'Plan IGN', 'Parcelles IGN', and 'Contours'.

Département Tarn et Garonne





Description de la démarche DESTISOL.

ET SI ON JARDINAIT...

On trouve la grande majorité de la faune terrestre dans les 30 premiers cm de sol

Les couches successives du sol sont appelées des "horizons" :

horizon cultivé (30cm environ), riche en matières organiques

horizon organo-minéral formé à partir de la roche-mère sous jacente

roche mère



## Le sol, une ressource à préserver



Le sol est un écosystème fragile

Le sol peut faire de quelques centimètres à plusieurs mètres d'épaisseur. Il résulte de processus intervenant sur des milliers d'années.

Il interagit avec l'atmosphère, l'hydrosphère (eau), la biosphère (êtres vivants) et la lithosphère (roches). Il assure aussi le stockage de l'eau et modifie sa qualité (filtration et échanges).

Argileux ou sableux, acides ou alcalins, plus ou moins riches en matières organiques... les sols de jardin sont multiples. Connaître leurs caractéristiques permet de choisir judicieusement les plantes à cultiver, les quantités et la nature des apports (matières organiques, engrais...).

Pour optimiser son potentiel, faites analyser votre sol !



En laboratoire, sont mesurés les paramètres suivants :

- les teneurs en éléments nutritifs : phosphore (P), potassium (K), azote (N), soufre (S), magnésium (Mg), cuivre (Cu)...
- la texture, le pH, les teneurs en catione et matières organiques, le rapport carbone/azote, la biomasse microbienne.

© C. Baud

C'est dans la couche arable du sol (environ 30 cm d'épaisseur) que le plant de légumes culture puise l'eau et les éléments nutritifs. Le sol est donc un véritable garde-manger !

© C. Baud

Les plantes à ombrage "engrais verts" (bourrache, phacélie, moutarde...) sont cultivées pour améliorer la fertilité des sols. Leurs racines ancrées dans le sol et après broyage et incorporation, fournissent des éléments nutritifs pour les cultures suivantes.

Photo: B. Baud / C. Baud

Le sol : un support de biodiversité sous la responsabilité du jardinier.

Merci pour votre attention, et place aux questions...