

Vers une meilleure prise en compte des sols et de leur biodiversité dans l'aménagement urbain

Quentin Vincent

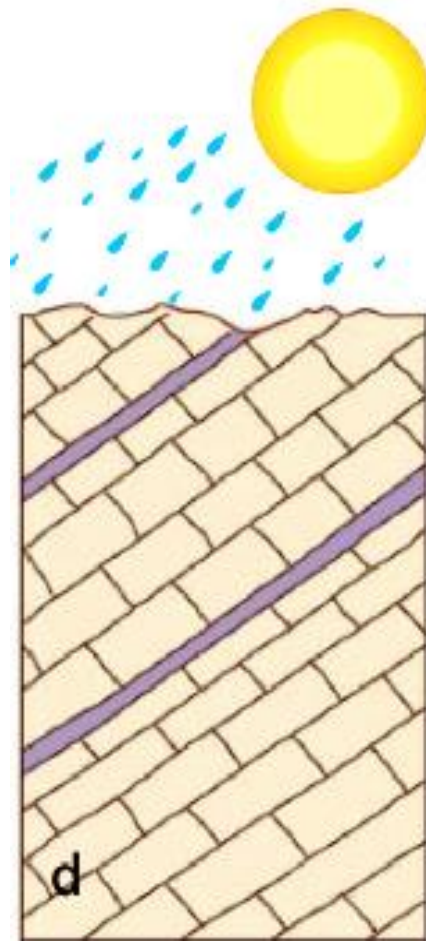
*Docteur en écologie des sols,
Directeur scientifique et co-fondateur de Sol & co*

quentin.vincent@sol-et-co.fr

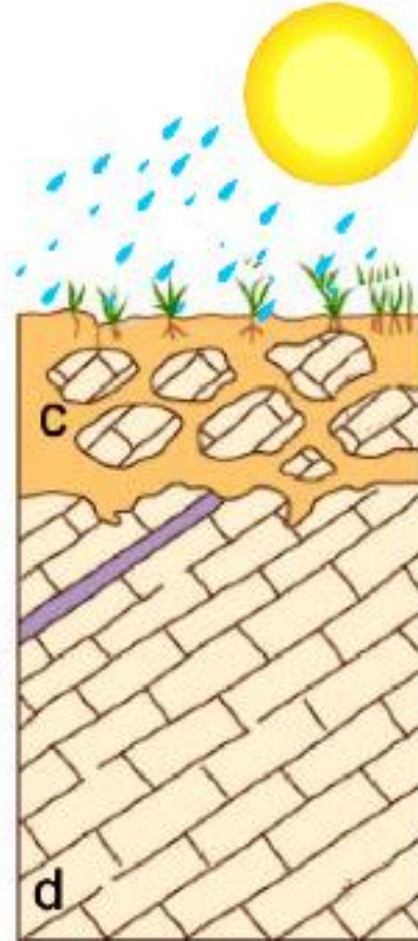
www.sol-et-co.com

Le sol, c'est quoi ?

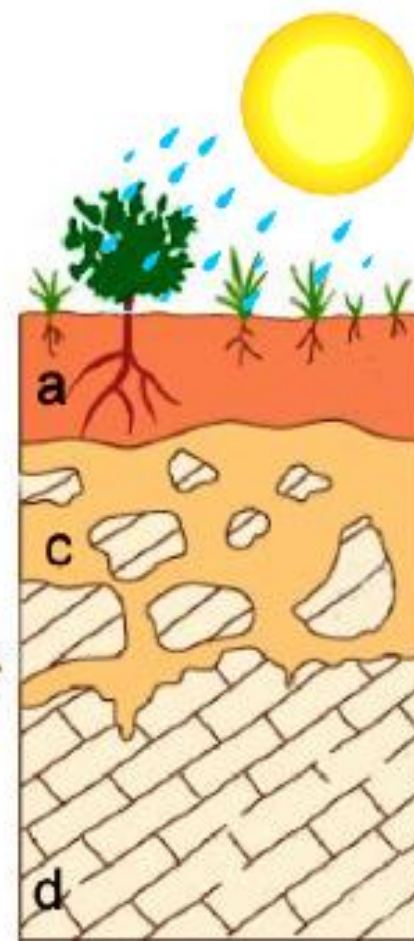
Quelques généralités



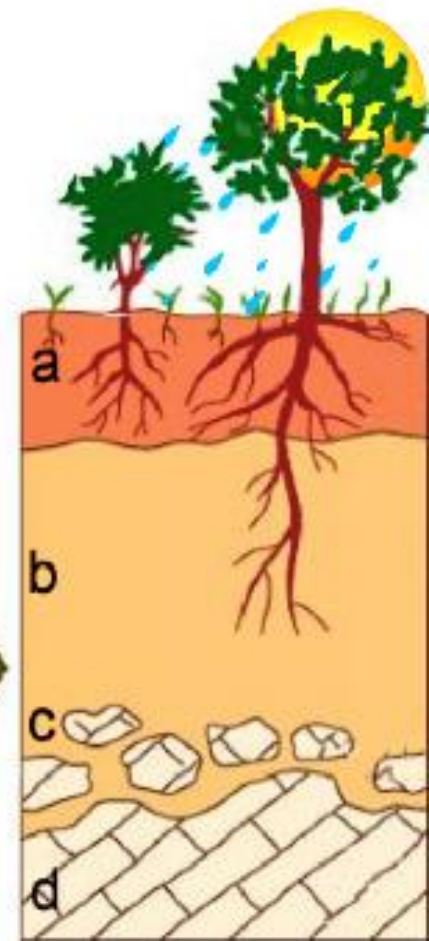
Roche mère (R)
colonisée par des
végétaux pionniers



**Formation d'un horizon
d'altération (C) et
développement de la végétation**



**Formation d'un
horizon humifère (A)
proche de la surface**

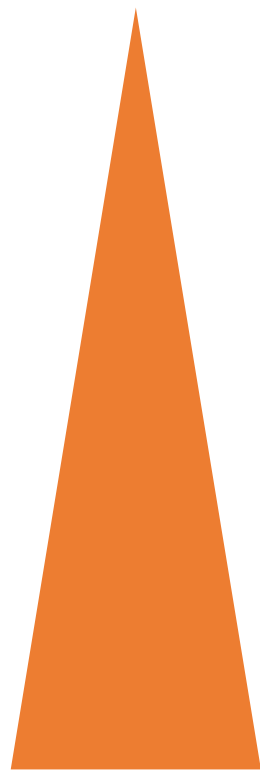


**Formation de
nouveaux horizons (E
et approfondissement**

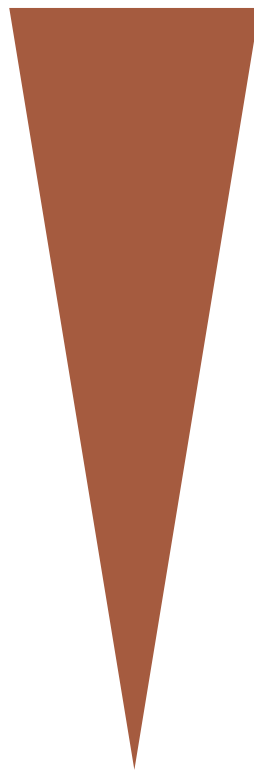
Le sol, c'est quoi ?

Quelques généralités

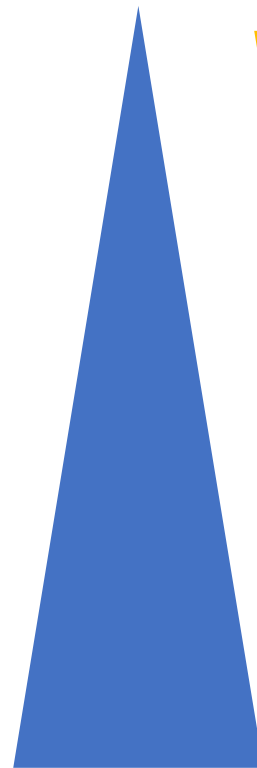
10/20 cm - à plusieurs mètres



**Matière
minérale**
solide



**Matière
organique**
solide



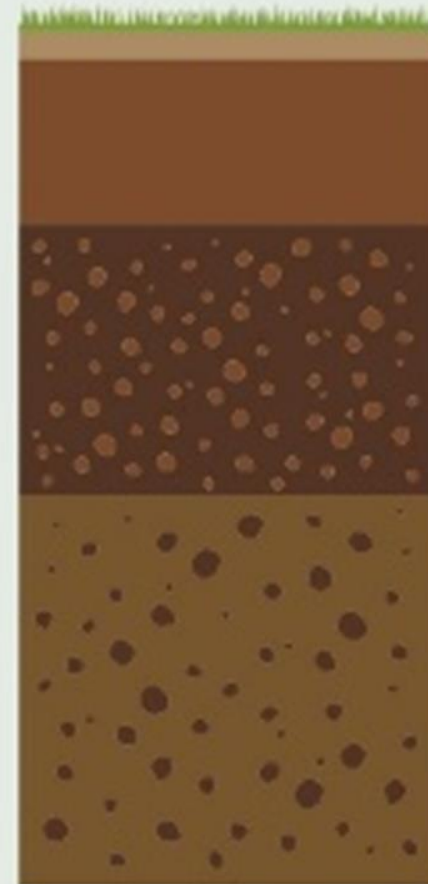
Eau
liquide



Air
gazeuse

0,05 mm/an

C'est la quantité de sol formé par an en moyenne. Il faut donc, pour un sol moyennement profond (1 m à 1 m 50) environ 10 000 à 100 000 ans pour le former



Le sol, c'est quoi ?

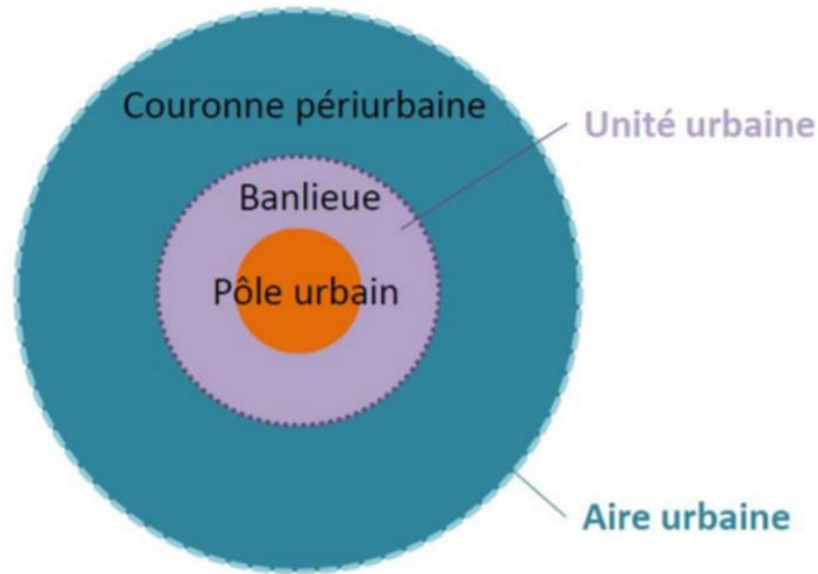
Quelques généralités



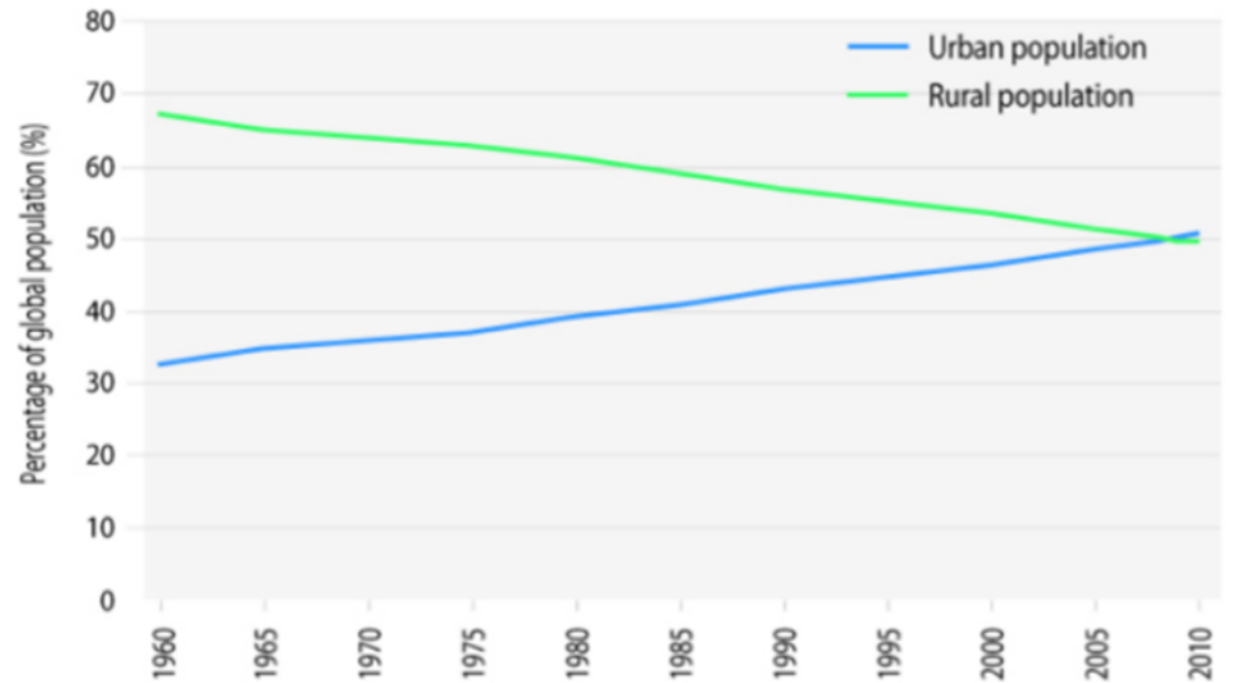
Définitions

Les sols urbains

Les sols urbains, dans une définition plus géographique, sont les sols des **aires urbaines** (Blanchart, 2018).



INSEE, 2011



JN Population Division, World Population Prospects the 2008 revision. New York, 2009.

50% de la population mondiale vit dans des centres urbains (70% en 2050) + croissance démographique

Définitions

Les sols urbains

Les sols urbains, dans une définition plus géographique, sont les sols des **aires urbaines** (Blanchart, 2018).

Les sols urbains se caractérisent par:

- une **forte proportion de couvertures de sol scellées**, mais également par,
- une **gamme particulièrement large de couvertures variées** (*e.g.* semi-scillé, nu, potager, arbre, pelouse)
- **plus ou moins impactés** par les activités humaines.

Définitions

Les sols urbains

LES SOLS URBAINS*

Mieux les connaître pour mieux les préserver

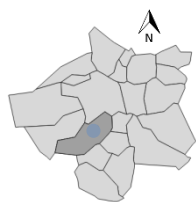


Il est nécessaire de réaliser un diagnostic physique, chimique et biologique sur les premiers centimètres des sols urbains pour mieux les connaître, les protéger et optimiser les bienfaits qu'ils fournissent

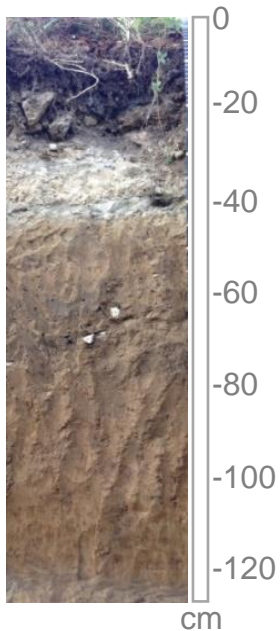
Définitions

Les sols urbains

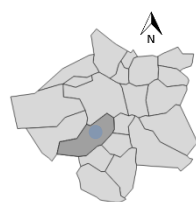
Une grande hétérogénéité horizontale et verticale des sols urbains



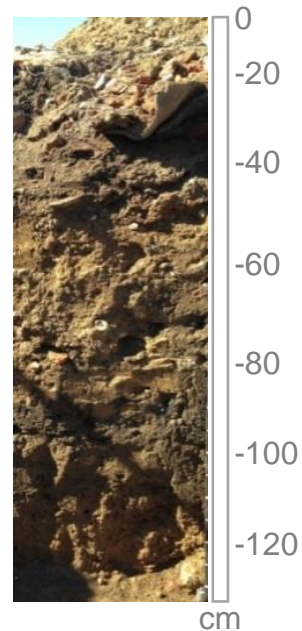
MGN-1a



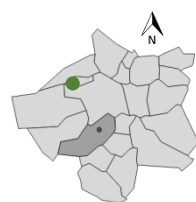
Technosol
Urbic



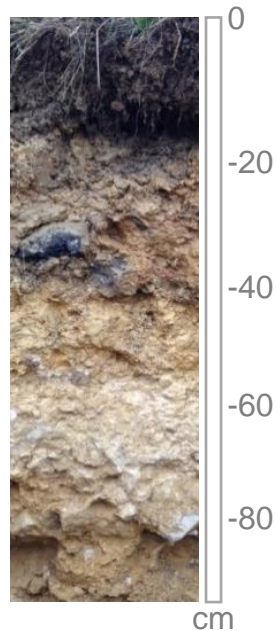
MGN-1b



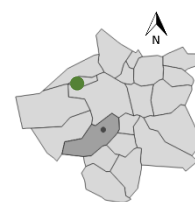
Technosol
Urbic



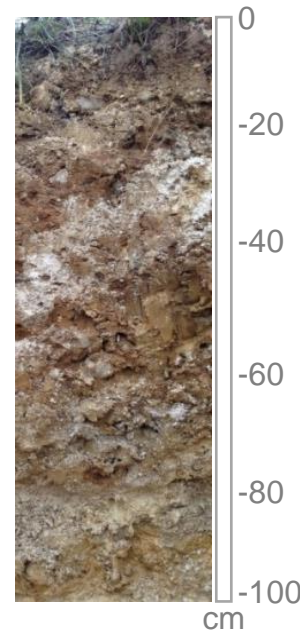
MGN-2a



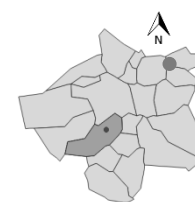
Technosol
Spolic



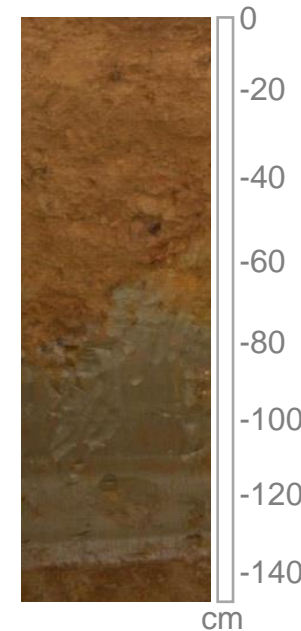
MGN-2b



Technosol
Spolic



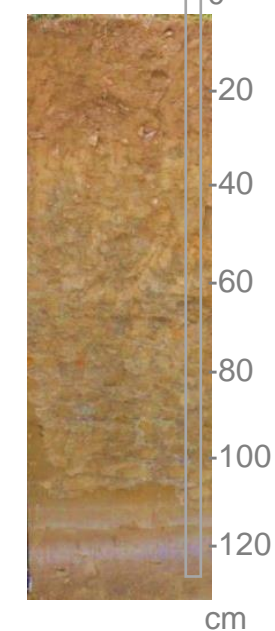
MGN-3a



Stagnosol
Gleyic, Calcic, Hypereutric



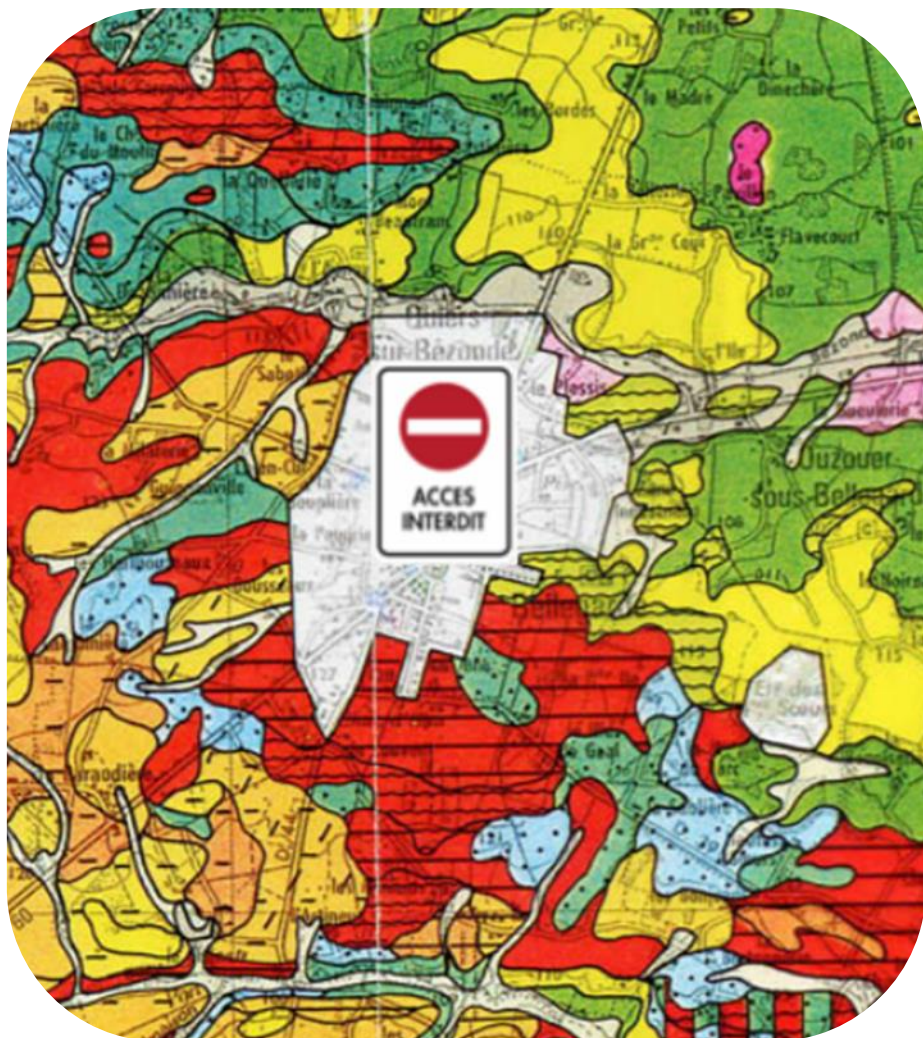
MGN-3b



Stagnosol

Définitions et concepts

Les pédologues ont longtemps considéré la ville comme une non-zone



De nombreuses questions se posent à la science du sol :

Quelles différences entre les sols anthropisés et naturels ?

Quelle est la qualité des sols urbains et industriels ?

Est-ce que les sols anthropisés sont capables de rendre des services écosystémiques ?

Les bienfaits fournis par les sols urbains

Des milieux encore peu connus

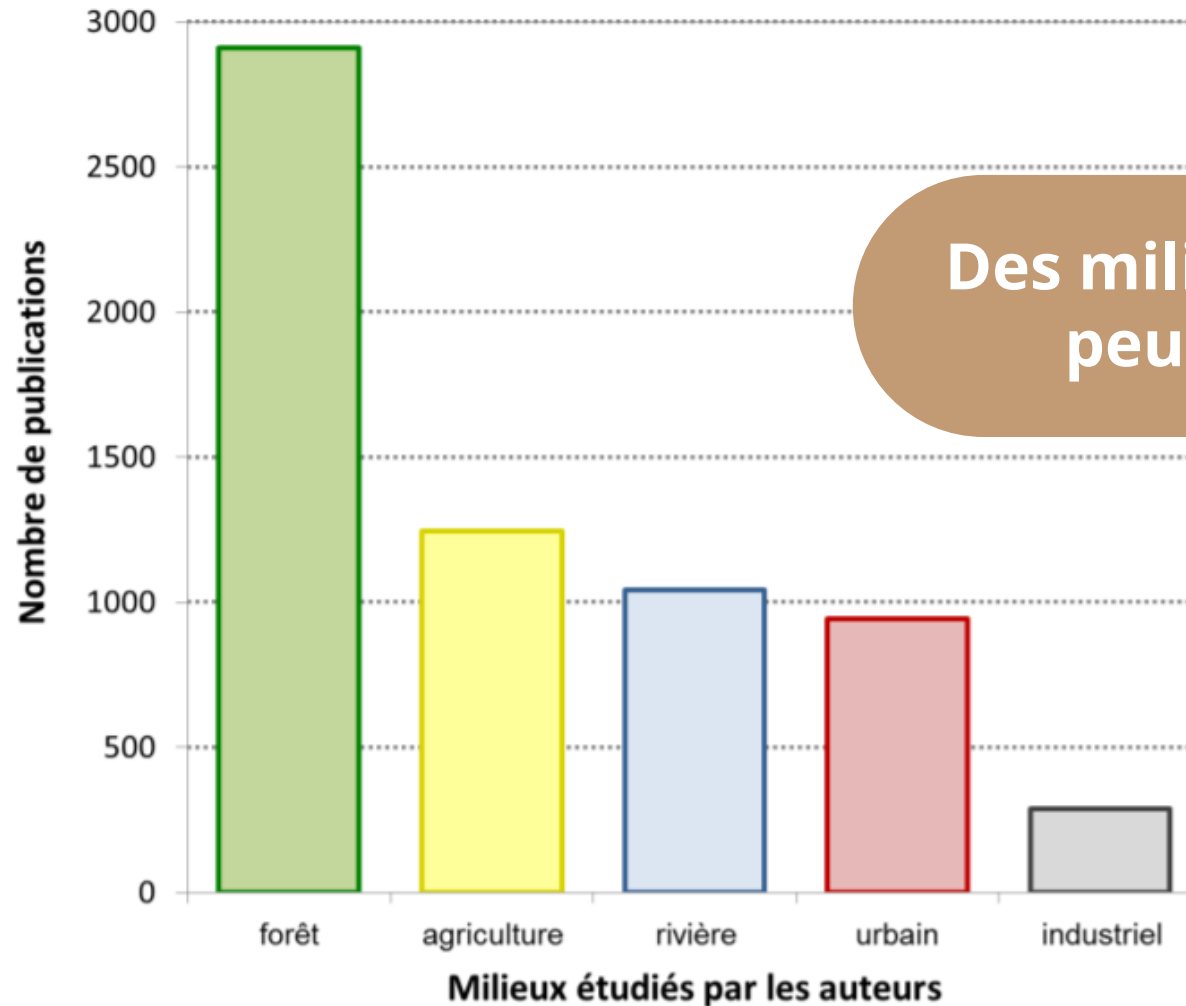
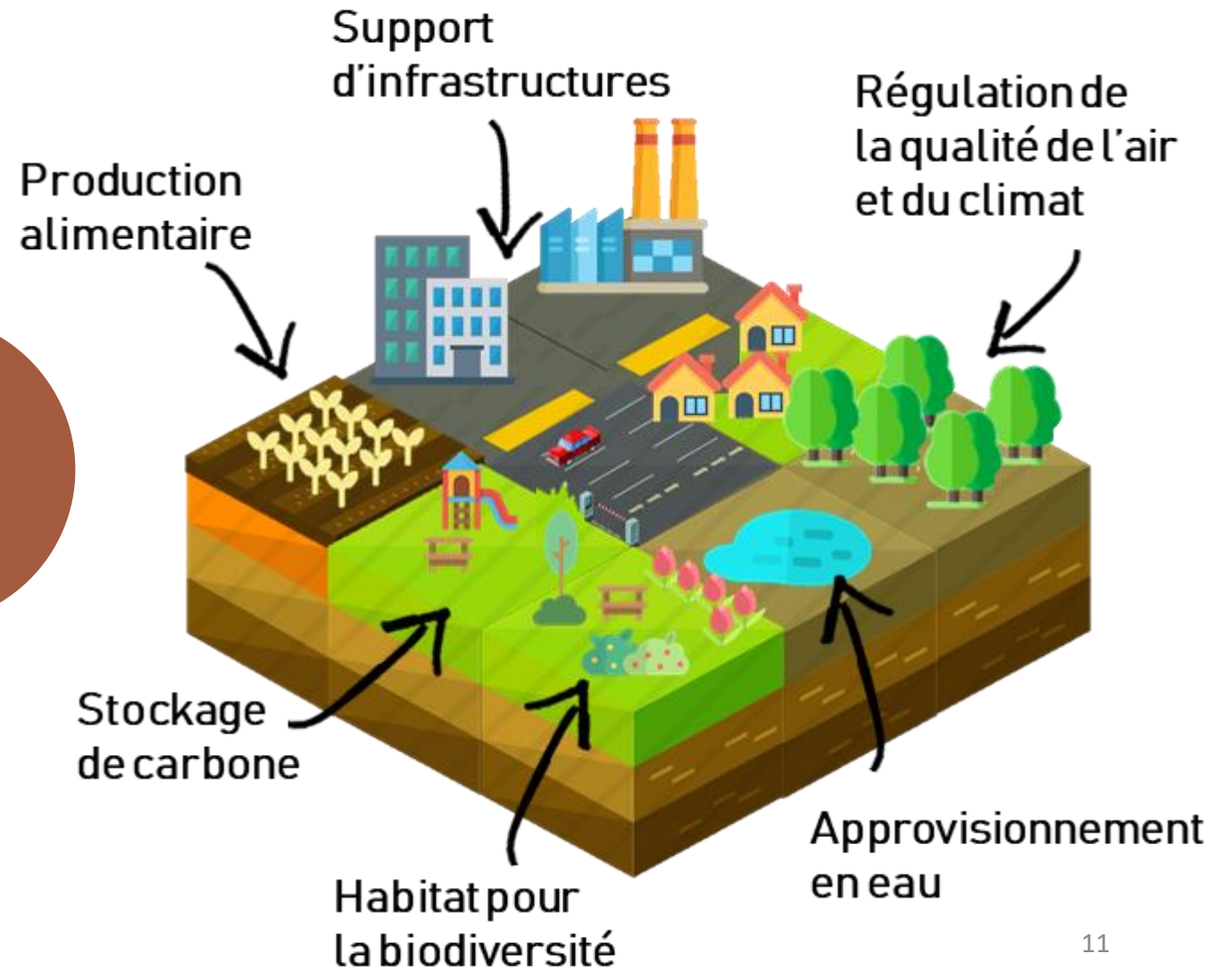


Figure 15 : Les services écosystémiques sont principalement discutés en milieux forestiers et agricoles – entre 1995 et 2016, *Blanchart et al., 2017*

Les bienfaits fournis par les sols urbains

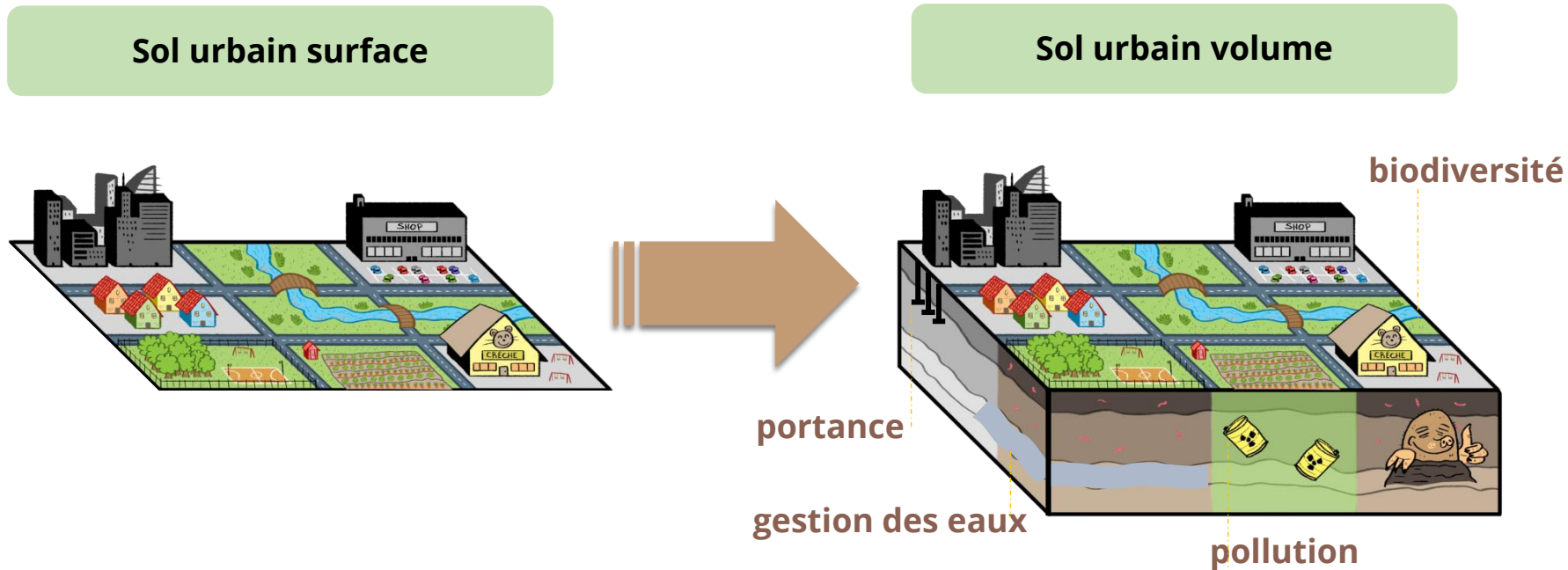
Des milieux encore peu connus... et pourtant ces sols peuvent être fonctionnels

**Les sols urbains
fournissent des services
essentiels aux sociétés
humaines**



Les bienfaits fournis par les sols urbains

Comment utiliser l'information sur les sols pour orienter leurs usages dans la planification territoriale et l'urbanisme opérationnel ?



Approche foncière des sols urbains

Approche systématique et fonctionnelle des sols urbains

Optimiser les services fournis par les sols

Répondre aux enjeux environnementaux urbains

Gérer de façon durable les sols agricoles, forestiers et urbains

Le diagnostic agro-pédo-biologique

Etude des potentialités des sols



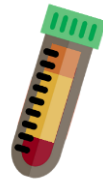
**Diagnostic
pédologique**



**Ouverture
de fosses pédo.**



**Sondages
pédologiques**



**Diagnostic
agronomique**

RESULTATS DES ANALYSES			
PARAMETRE ANALYSE	RESULTAT	Unité	Interprétations et commentaires
ANALYSES PHYSIQUES ET DE CONSTITUTION DU SOL			
Capacité d'échange cationique-CEC	14,2	cmol(+)kg	
Matières organiques (C x 1,72)	2,32	cmol(+)kg	
Argiles (< 2 µm)	25,6	%	
Limons fins (2 à 20 µm)	38,6	%	Texture du sol : Limon argileux
Limons grossiers (20 à 50 µm)	27,7	%	
Sables fins (50 à 200 µm)	4,4	%	
Sables grossiers (200 à 2000 µm)	3,7	%	
Carbonates/calcaire total (CaCO ₃ total)	1,0	%	
Indice de battance (IB)	1,4	%	Sol sans risque de battance
Carbone organique (COT)	1,35	%	La teneur en MO étant faible, pensez à restituer au maximum possible les paillis.
Azote total Kjeldahl (NTK)	0,14	%	
Rapport C/N	9,6	%	C/N favorable.
ANALYSES CHIMIQUES/FERTILITE CHIMIQUE DU SOL			
pH eau	8,1		INSUFFISANT
Taux de saturation total (somme cat. NH ₄ /CEC)	155,0	%	SATISFAISANT
Phosphore assimilable P ₂ O ₅ Olsen	0,028	µg/kg P ₂ O ₅	INSUFFISANT
Potasse échangeable K ₂ O ech.	0,212	µg/kg	INSUFFISANT
Magnésium échangeable MgO ech.	1,017	µg/kg	INSUFFISANT
Chaux échangeable CaO ech.	4,59	µg/kg	INSUFFISANT
Oxyde de sodium échangeable Na ₂ O ech.	0,032	µg/kg	INSUFFISANT
Rapport MgO/K ₂ O	4,81		INSUFFISANT
*taux biodisponible (et rapport Cu/Mg)			

Analyses de la fertilité du sol



**Diagnostic
biologique**



Vers de terre



**Macrofaune
épigée**



Collemboles



**QUALITE ET
POTENTIALITES DES SOLS**

Le diagnostic agro-pédo-biologique

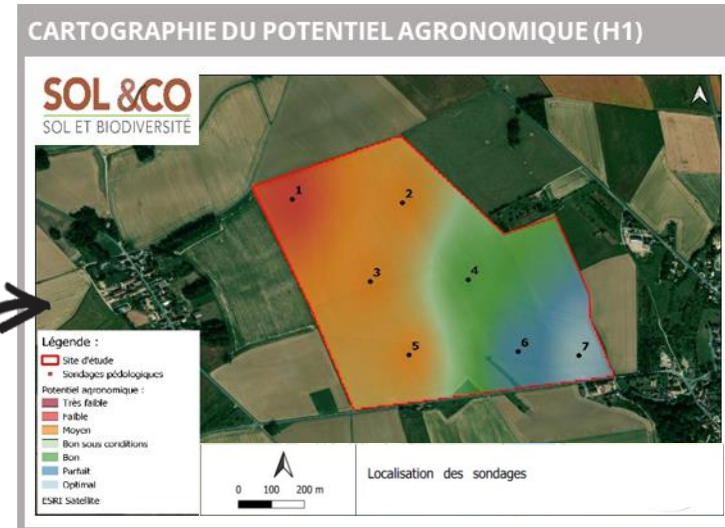
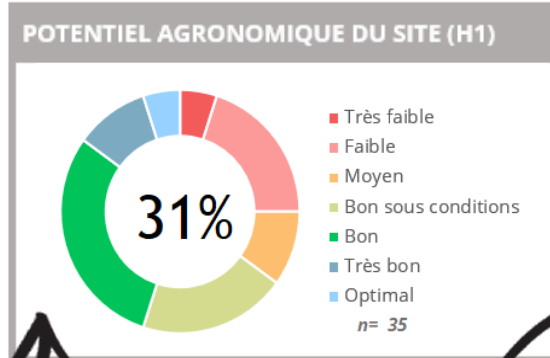
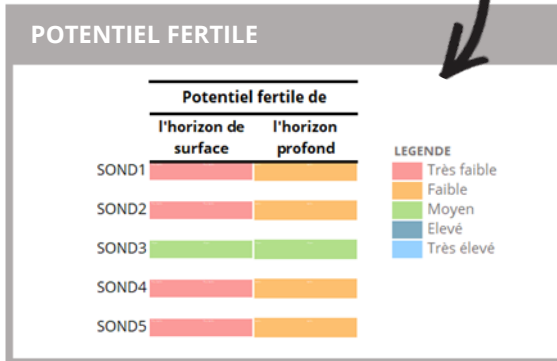
Etude du potentiel fertile

Interprétation individuelle des paramètres

INTERPRETATION INDIVIDUELLE DES PARAMETRES AGRONOMIQUES

Sondage	Horizon	pH	Éléments majeurs disponibles											Argiles	Limons	Sables	Texture (GEPPA)
			Matière organique %	Azote total %	Rapport Corg/Ntot	K g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Ca g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	CEC cmol ⁺ .kg ⁻¹	Taux de saturation %	Calcaire total %				
JMG-JNY1	H1	5.7	2.33	0.13	10.4	0.22	0.07	1.1	0.02	72	8.9	55	0	21	36	44	limon argilo-sableux
JMG-JNY1	H2	5.9	1.65	0.10	9.6	0.16	0.08	1.4	0.03	40	9.8	59	0	25	35	40	limon argilo-sableux
JMG-JNY2	H1	7.1	2.61	0.13	11.7	0.25	0.14	2.3	0.02	67	10.4	93	0.4	23	37	40	limon argilo-sableux
JMG-JNY2	H2	7.1	2.16	0.11	11.4	0.21	0.12	2.1	0.02	46	10.3	84	0.4	23	36	40	limon argilo-sableux
JMG-JNY3	H1	6.9	3.14	0.17	10.7	0.46	0.16	2.4	0.03	191	12.0	88	0.2	21	35	43	limon argilo-sableux
JMG-JNY3	H2	6.9	2.79	0.16	10.1	0.38	0.16	2.4	0.02	182	11.8	87	0.2	20	37	42	limon sablo-argileux
JMG-JNY4	H1	7.6	3.89	0.21	10.77	0.24	0.20	6.7	0.01	140	21.0	120	0.8	36	39	26	argile limono-sableuse
JMG-JNY4	H2	8.2	2.01	0.12	9.74	0.14	0.17	9.7	0.05	84	16.5	219	5.1	32	34	35	argile limono-sableuse
JMG-JNY5	H1	8.0	3.05	0.15	11.82	0.43	0.21	10.5	0.03	47	27.3	145	3.3	53	28	19	argileux
JMG-JNY5	H2	8.1	2.53	0.11	13.37	0.36	0.19	9.1	0.03	15	26.7	128	1.6	52	28	20	argileux
JMG-JNY6	H1	7.8	2.56	0.10	14.88	0.41	0.18	8.8	0.02	69	24.6	135	2.4	48	27	25	argileux
JMG-JNY6	H2	7.9	2.03	0.07	16.86	0.36	0.15	8.2	0.02	6	24.5	126	1.6	48	27	25	argileux

Evaluation du potentiel fertile autre qu'agronomique



Interprétation combinée des paramètres

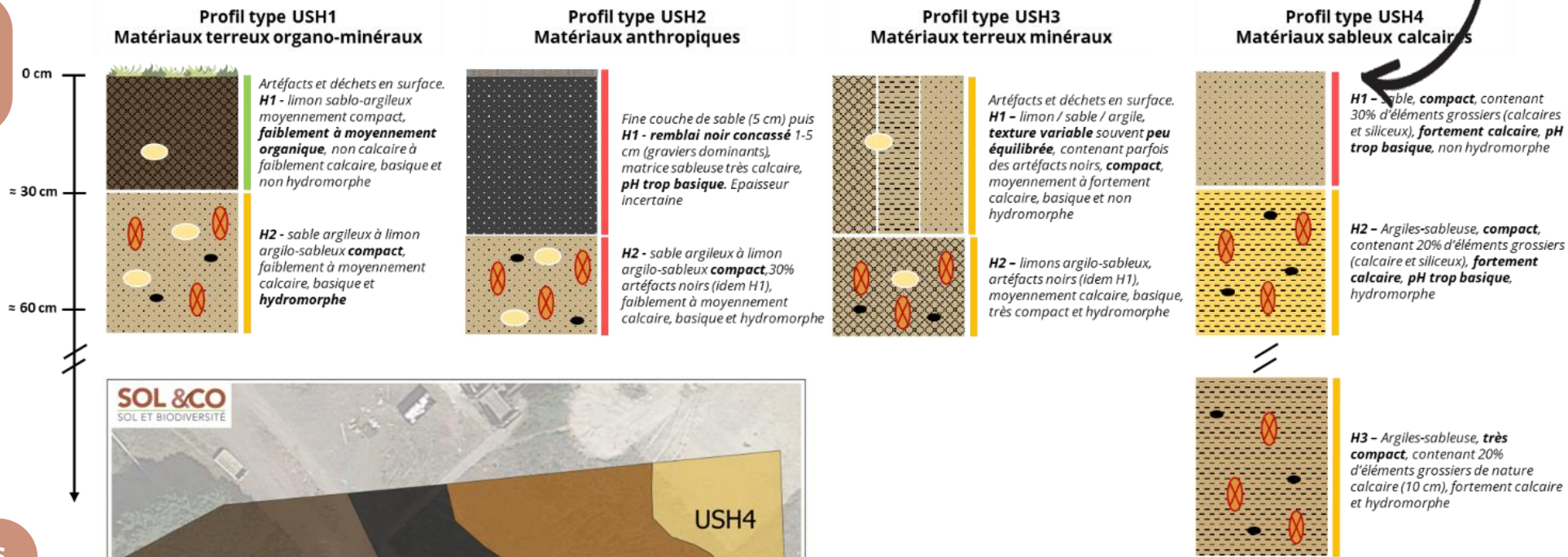
Cartographie du potentiel fertile

Le diagnostic agro-pédo-biologique

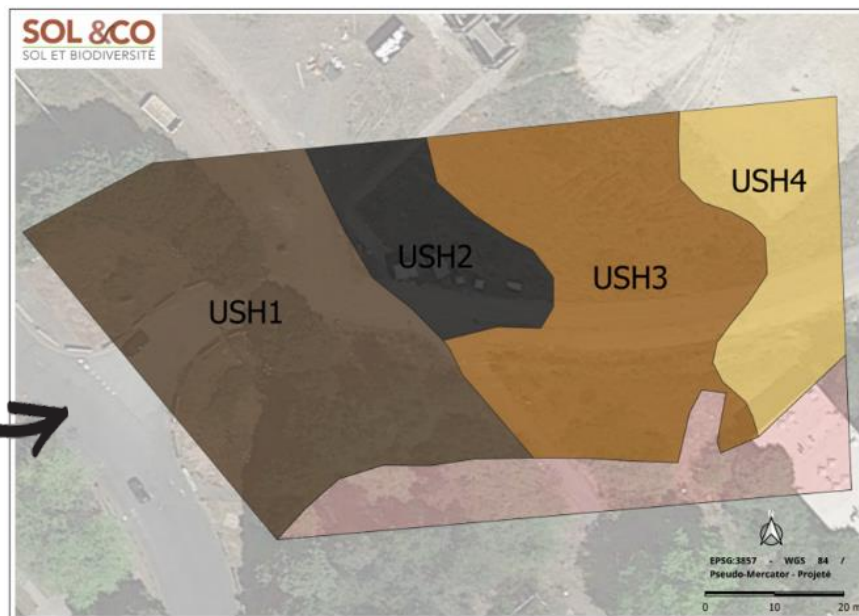
Etude du potentiel pédologique

Valorisation des matériaux

Schématisation des profils pédologiques



Cartographie des Unités de Sol Homogène



LEGENDE

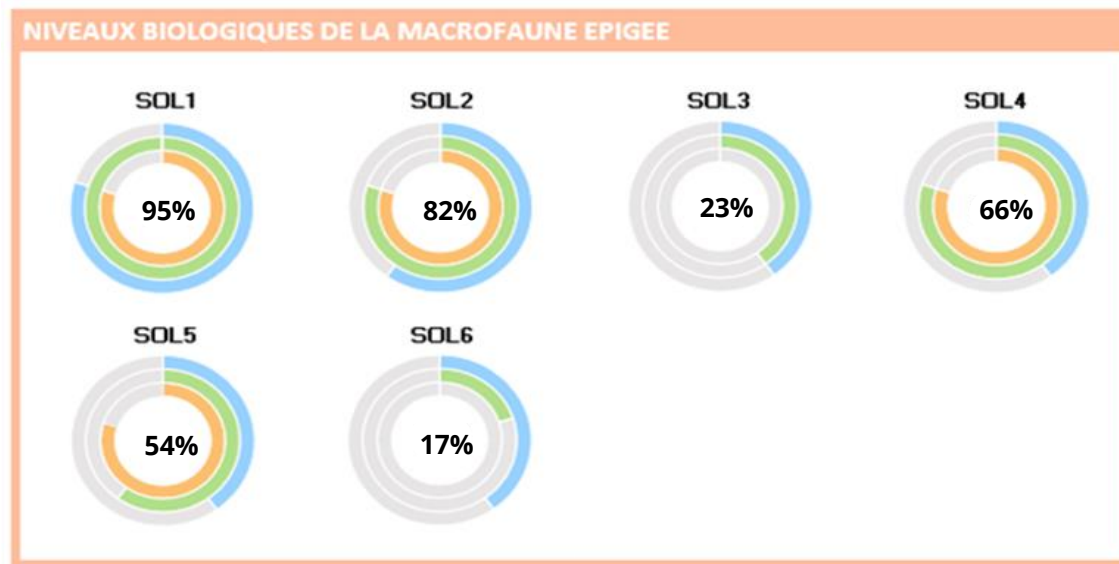
- Texture dominante :
- Sableuse
 - Limoneuse
 - Argile
 - Eléments grossiers / Artéfacts
 - Matériaux valorisables en l'état
 - Matériaux valorisables sous conditions
 - Matériaux non-valorisables
 - Concrétion ferromanganique
 - Fer oxydé
 - Fer réduit

Maxi	Appellation granulométrique*	Mini
20 cm	Cailloux	2 cm
2 cm	Graviers	2 mm
2 mm	Sables	50 µm
50 µm	Limons	2 µm
2 µm	Argiles	/

D'après la norme française NF P18-560 sur la classe granulométrique des matériaux

Le diagnostic agro-pédo-biologique

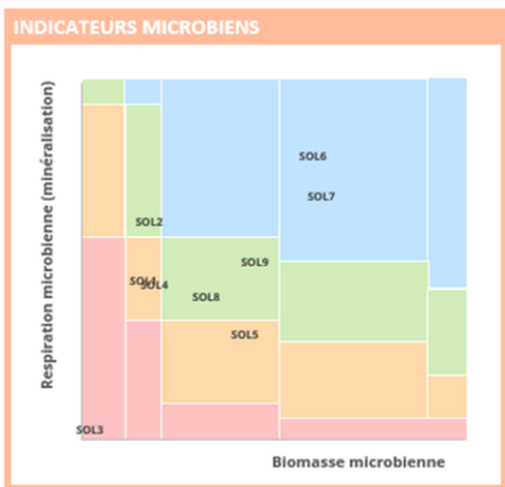
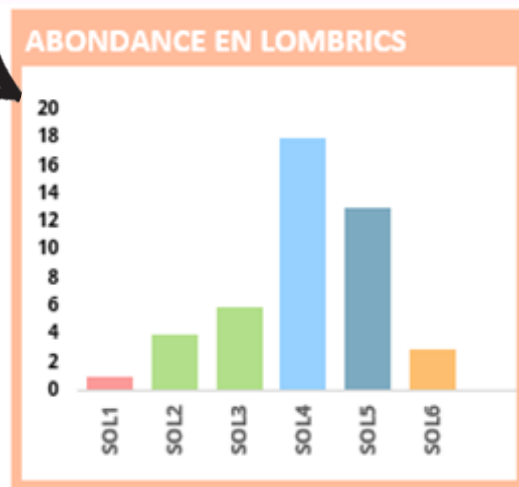
Etude du potentiel biologique



Indices de la communauté de la macrofaune

Indice de la biomasse et activité microbienne

Étude des lombriciens



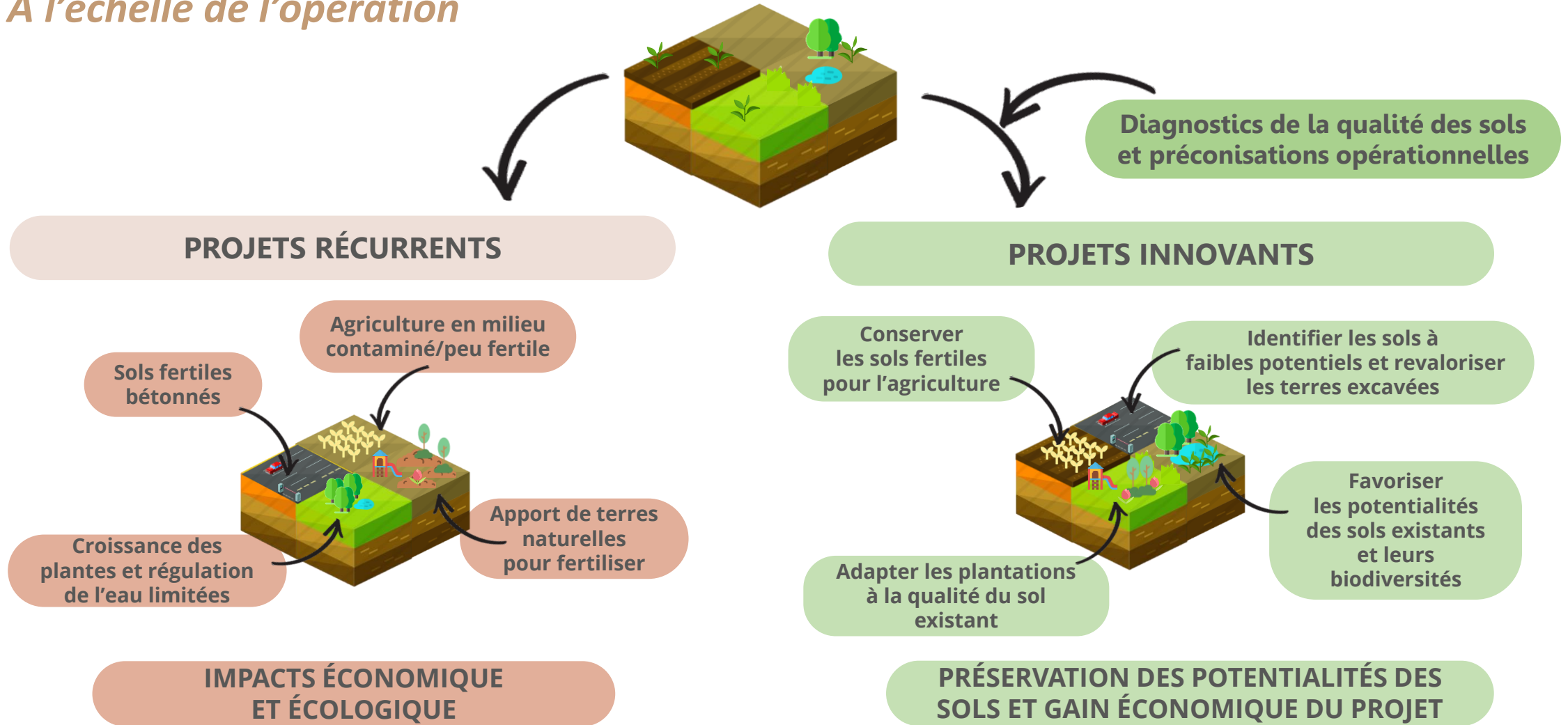
Adapter l'aménagement aux potentialités des sols



*A l'échelle
de l'opération*

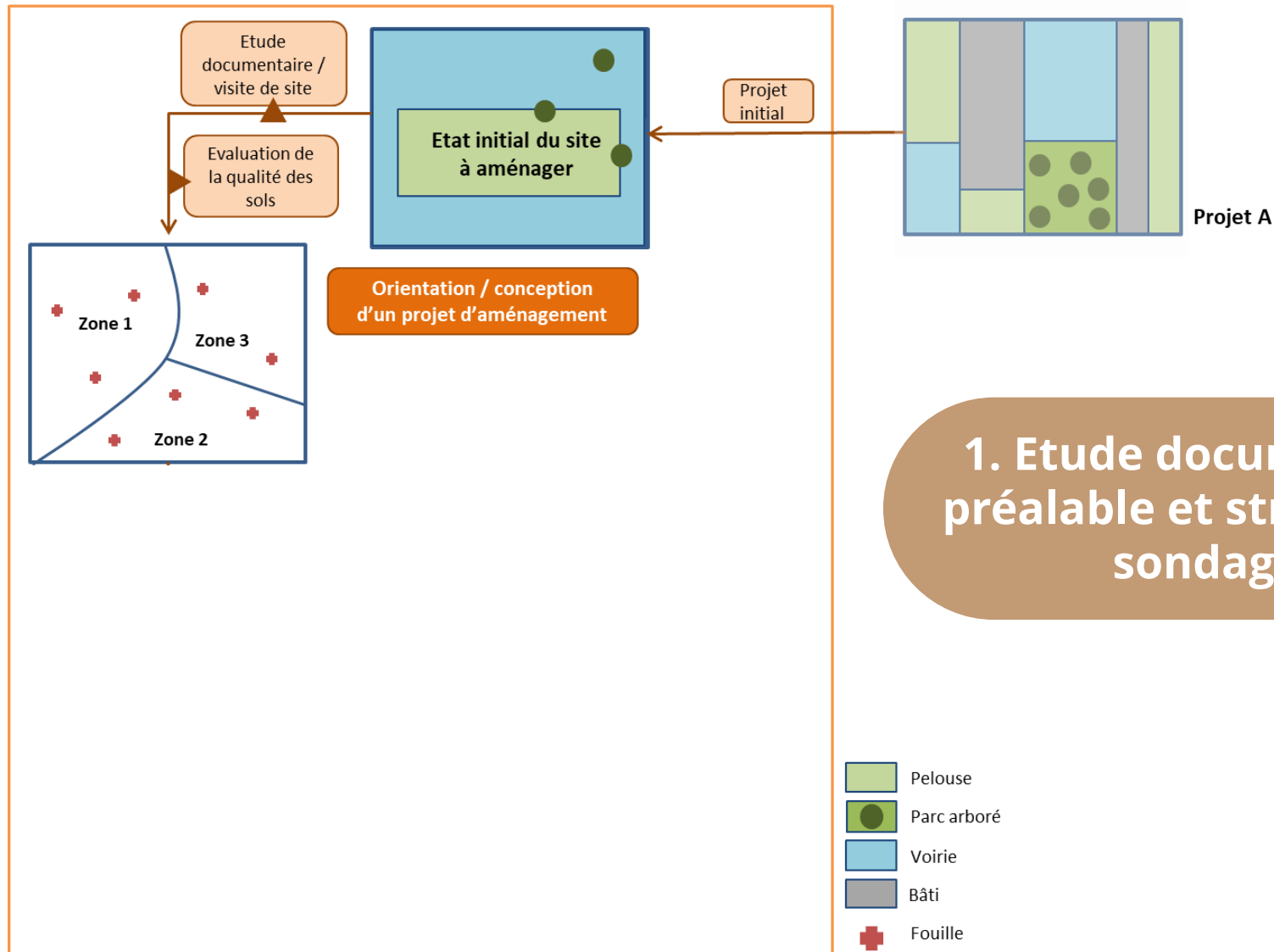
Adapter l'aménagement aux potentialités des sols

A l'échelle de l'opération



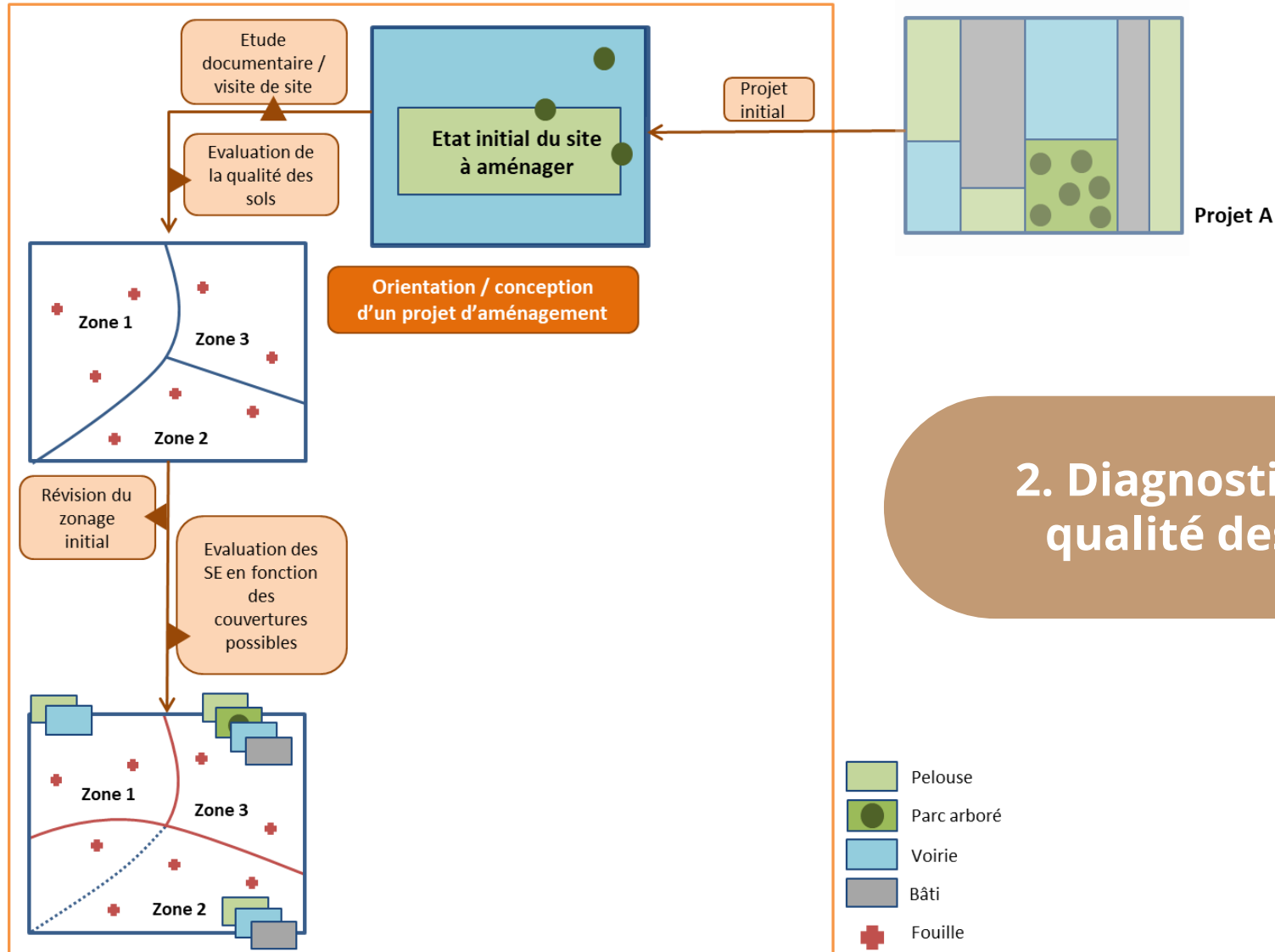
Adapter l'aménagement aux potentialités des sols

A l'échelle de l'opération



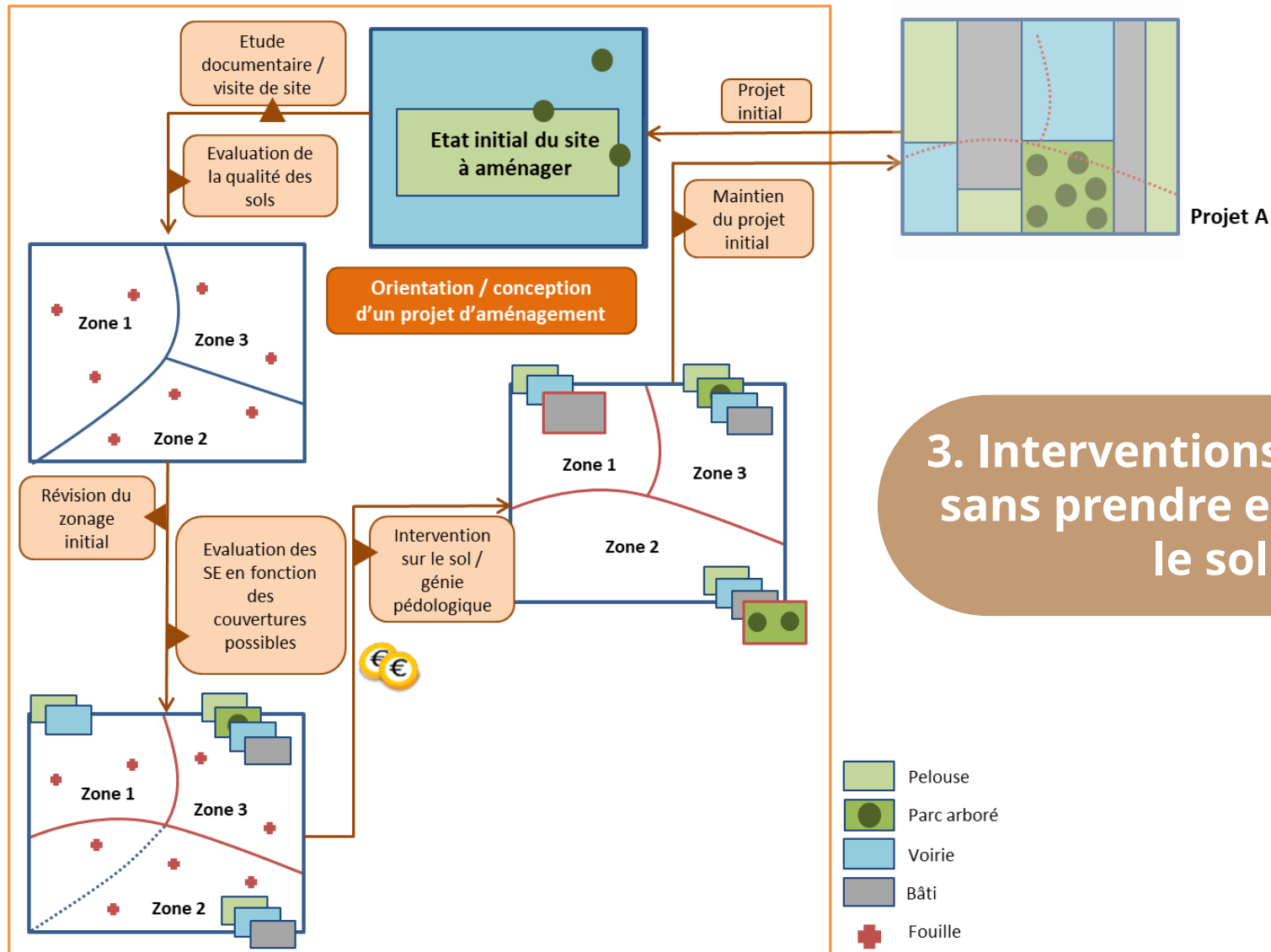
Adapter l'aménagement aux potentialités des sols

A l'échelle de l'opération



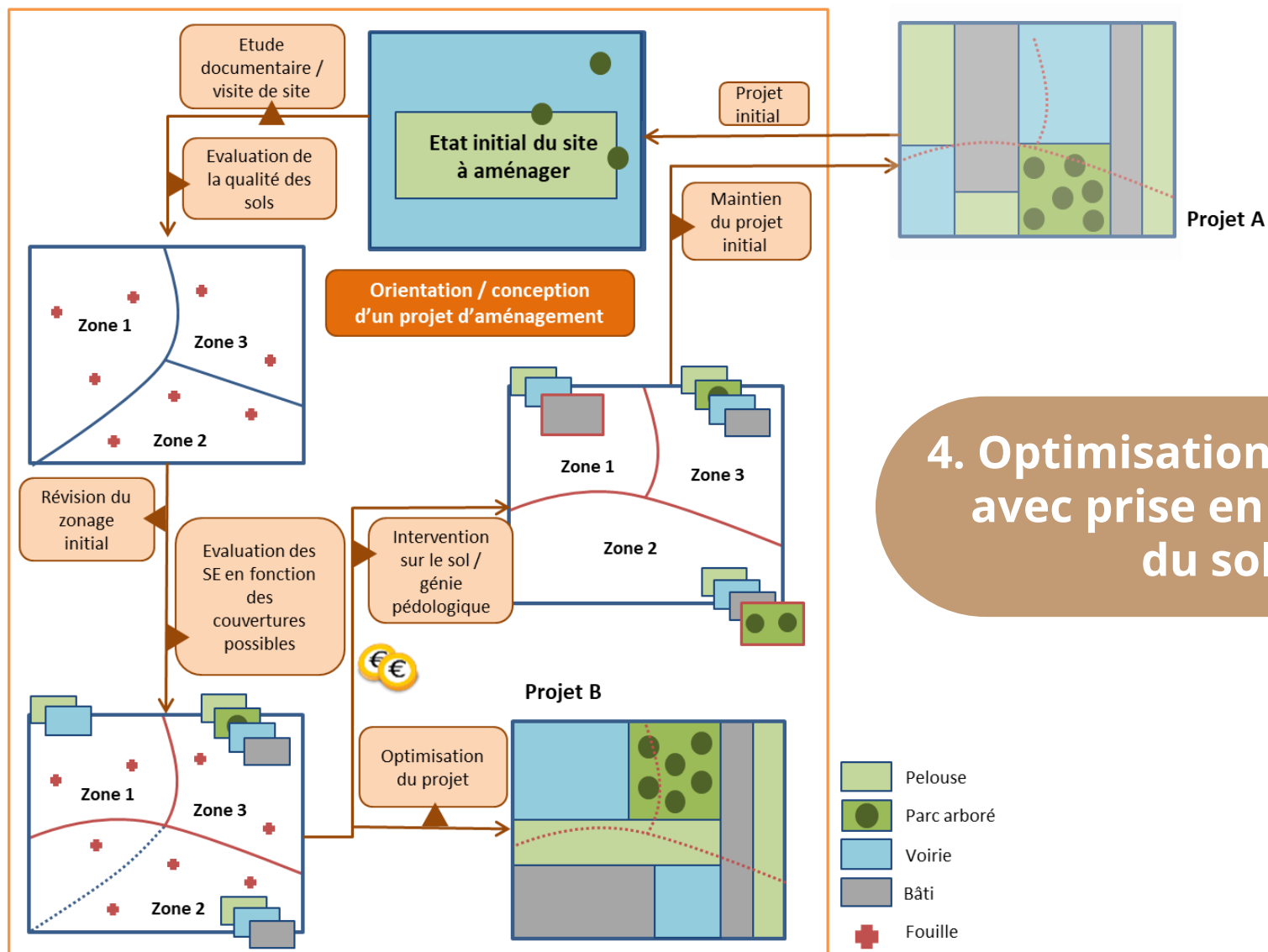
Adapter l'aménagement aux potentialités des sols

A l'échelle de l'opération



Adapter l'aménagement aux potentialités des sols

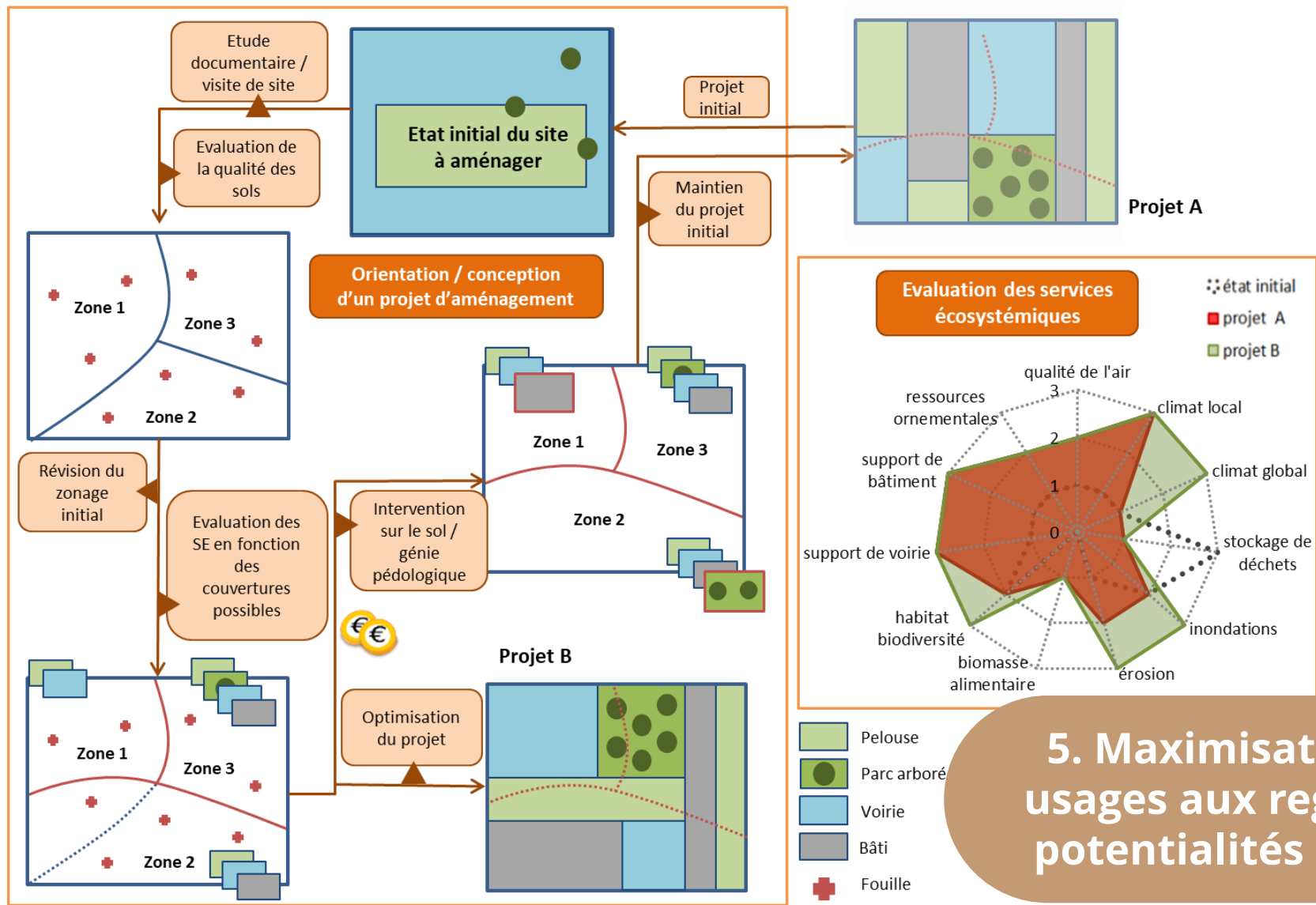
A l'échelle de l'opération



4. Optimisation du projet avec prise en compte du sol

Adapter l'aménagement aux potentialités des sols

A l'échelle de l'opération



5. Maximisation des usages aux regard des potentialités des sols

Adapter l'aménagement aux potentialités des sols



*A l'échelle
du territoire*

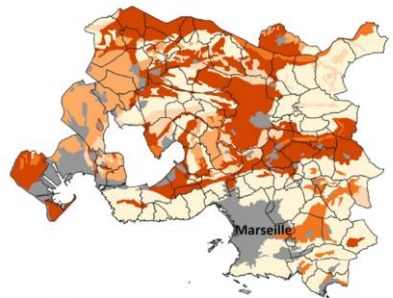
Adapter l'aménagement aux potentialités des sols

A l'échelle du territoire

Projet
MUSE

Indicateurs cartographiques

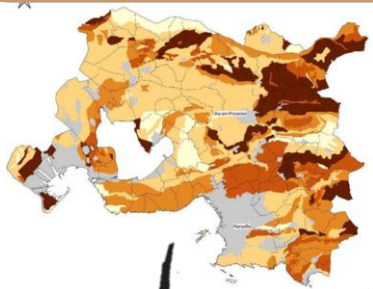
Potentiel agronomique



Potentiel agronomique (note / 25)

- 1 (note <= 10)
- 2 (11 <= note <= 13)
- 3 (14 <= note <= 16)
- 4 (17 <= note <= 19)
- 5 (note >= 20)

Potentiel de stockage du carbone



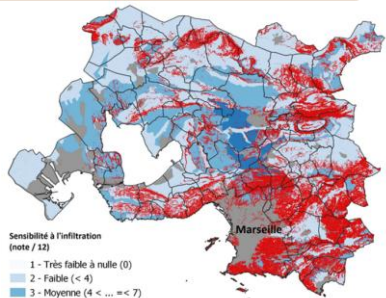
Stocks de carbone des sols et de la litière
Classe de stock de carbone (t/ha) par unité cartographique de sol

- 1 - Très faible
- 2 - Faible
- 3 - Moyenne
- 4 - Forte
- 5 - Très forte

Zones urbanisées et principales cours d'eau et plans d'eau

Métropole
Communes

Potentiel hydrique



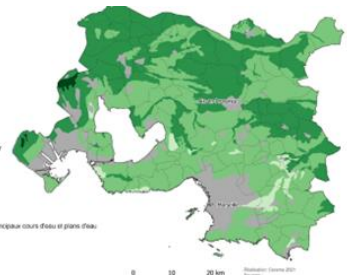
Sensibilité à l'infiltration (note / 12)

- 1 - Très faible à nulle (0)
- 2 - Faible (< 4)
- 3 - Moyenne (4 < ... <= 7)
- 4 - Forte (7 < ... <= 10)
- 5 - Très forte (> 10)

Contraintes par la pente

- > 10 (%)

Potentiel de biodiversité



Indicateur de biodiversité par unité cartographique de sol

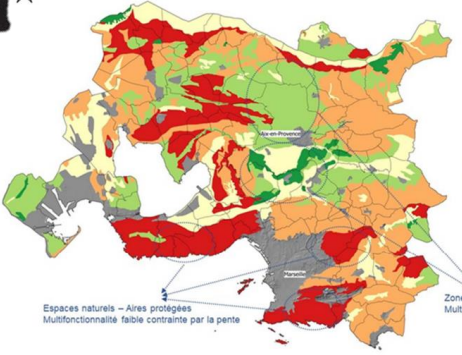
- 1 Très faible
- 2 Faible
- 3 Moyenne
- 4 Forte
- 5 Très forte

Non sol

Zones urbanisées et principaux cours d'eau et plans d'eau

Métropole
Communes

Multifonctionnalité des sols



Multifonctionnalité des sols : Potentiel agronomique, Infiltrabilité, Stock de carbone, Biodiversité
Classe de multifonctionnalité (note) par unité cartographique de sol

- 6 - 9, Classe 1 : Très faible
- 9 - 11, Classe 2 : Faible
- 11 - 12, Classe 3 : Moyenne
- 12 - 14, Classe 4 : Forte
- 14 - 17, Classe 5 : Très forte

Zones urbanisées et principales cours d'eau et plans d'eau

Métropole
Communes

Espaces naturels - Aires protégées
Multifonctionnalité faible contrainte par la pente

Zone agricole à forte pression urbaine
Multifonctionnalité moyenne à très forte

Adapter l'aménagement aux potentialités des sols

A l'échelle du territoire

Limites de cette approche

Pour le péri-urbain

Estimation majoritairement par l'occupation de sol

Pas de diagnostic biologique

Nécessité d'avoir de la donnée sur les sols



Merci de votre attention !

Prise en compte de la qualité des sols et de leur biodiversité pour un aménagement urbain innovant

Quentin Vincent

Docteur en écologie des sols, Directeur scientifique et co-fondateur de Sol &co
quentin.vincent@sol-et-co.fr