



Séminaire annuel du Labex DRIIHM, 8-10 octobre 2018  
*Session artificialisation des sols, anthropoconstruction et réhabilitation*

# Qualité des sols et gradient d'urbanisation en zone méditerranéenne.

*Keller Catherine, Robert Samuel*

*Ambrosi Jean-Paul, Criquet Stéven, Diaz Sanz Jesùs, Gomez Adèle, Maréchal Jeanne, Rabot Eva*



# Qualité des sols et gradient d'urbanisation en zone méditerranéenne.

**Positionnement :** artificialisation des sols dans le cadre de l'urbanisation

**Questionnement :**

- Comment peut-on caractériser les sols d'un territoire urbanisé ?
- Quelle connaissance scientifique produire sur les sols pour leur prise en compte dans les documents d'urbanisme ?



*Plusieurs projets OHMs, ADEME, Ministère de l'écologie*

## Décliné en sous-questions :

- ❑ Quelles possibilités offertes par le droit d'**intégrer une connaissance de la qualité des sols dans le processus de planification** spatiale ?
  - ❑ A quelle **échelle** produire une connaissance sur les sols ?
  - ❑ Comment caractériser les sols de manière **identique** quelle que soit l'OS et choisir une caractérisation **appropriée** ?
  - ❑ Peut-on identifier les **déterminants exogènes** responsables de (certaine)s caractéristiques observées pour permettre une éventuelle généralisation ?
  - ❑ Comment mettre à disposition **l'information pour le planificateur** ?
- Objectif : Concevoir un **indice d'adéquation d'usage des sols** scientifiquement robuste et **adapté aux besoins du planificateur**

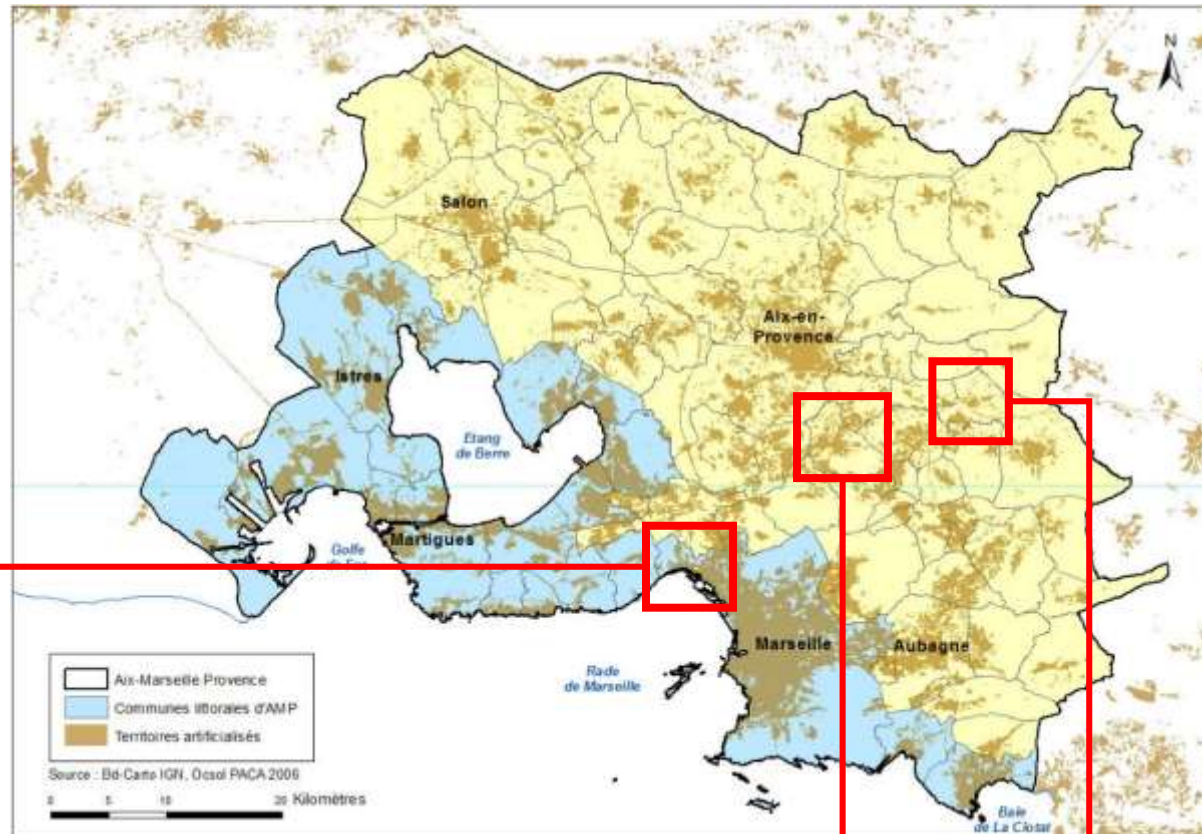
# Sites d'étude

Trois territoires situés sur un axe littoral-intérieur

Marseille 16<sup>e</sup> : 14,2 km<sup>2</sup>

Gardanne : 27,0 km<sup>2</sup>

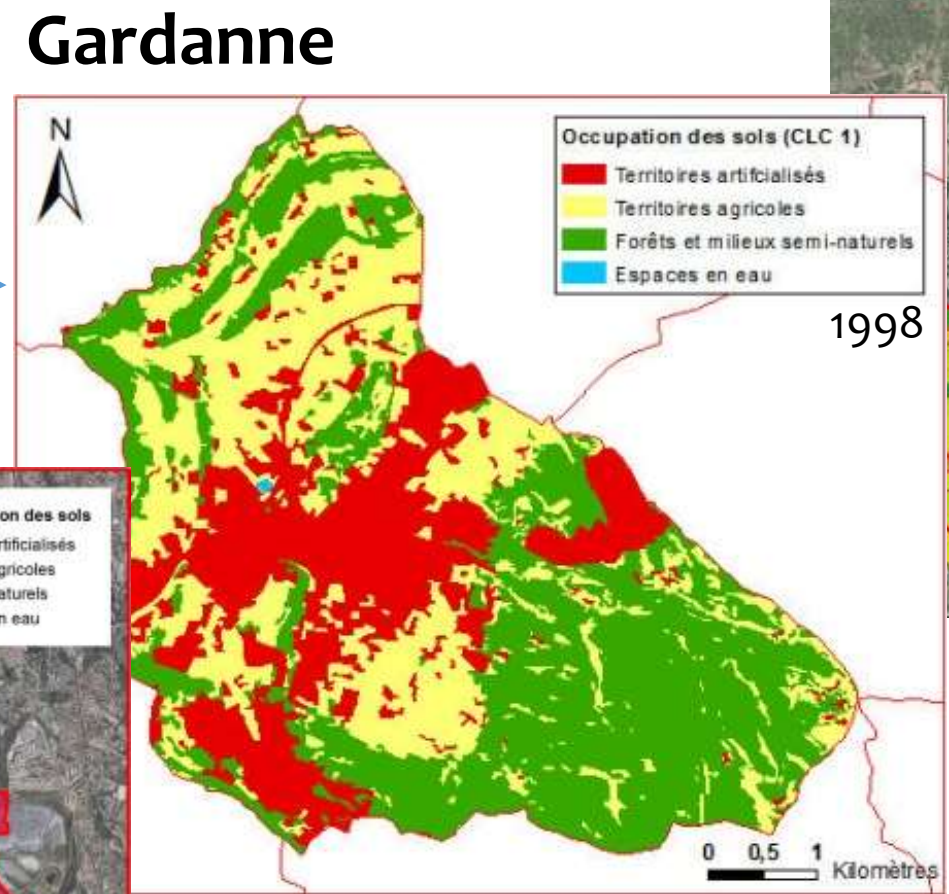
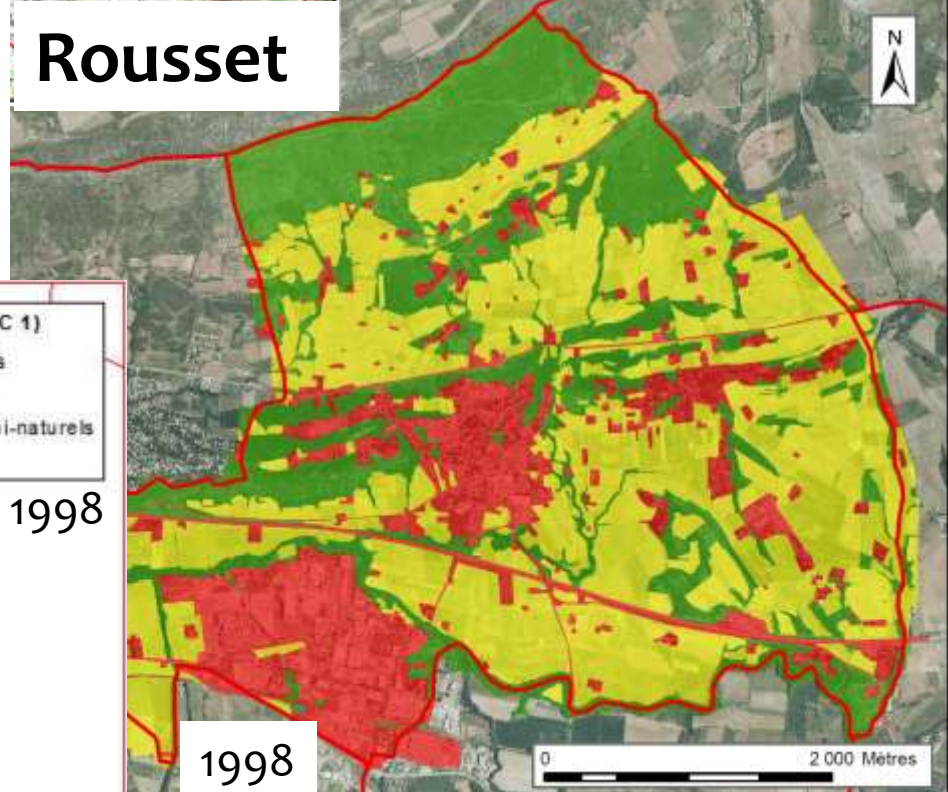
Rousset : 19,5 km<sup>2</sup>



# Objectifs

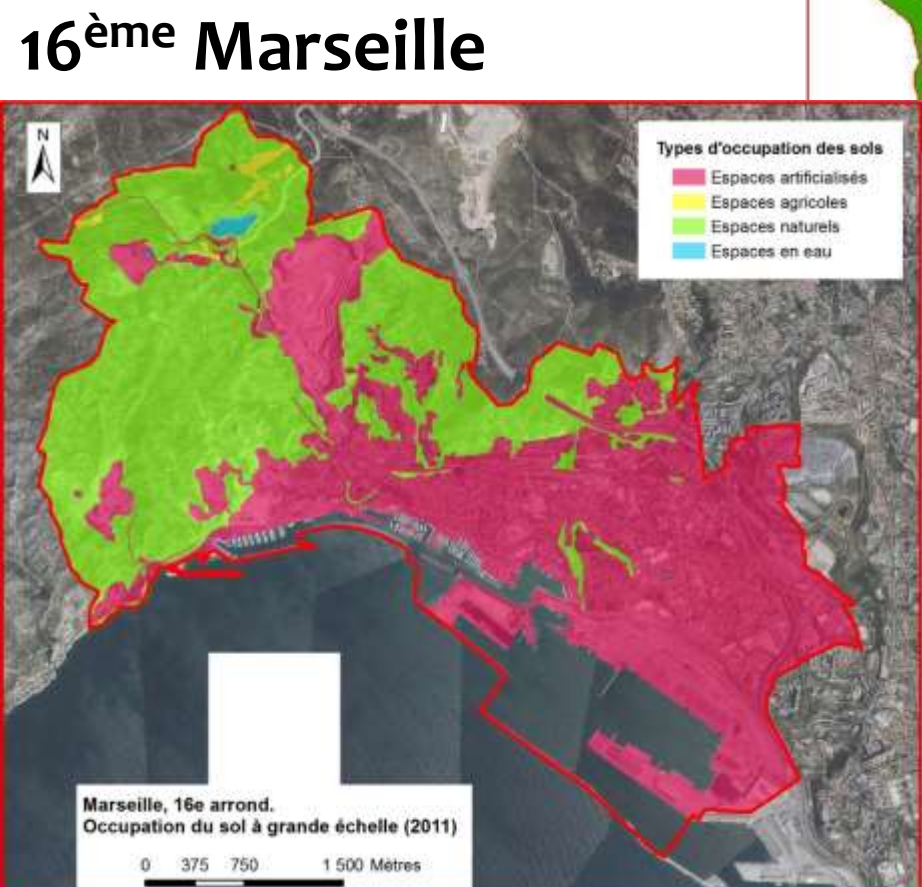
- Etude d'un gradient littoral-intérieur ou gradient d'urbanisation
- Mise en évidence du rôle de l'occupation des sols et de l'historique de cette occupation sur certaines caractéristiques des sols
- Contribution à une meilleure connaissance des sols urbains, en particulier sous climat méditerranéen
- Conception d'un outil d'aide à la planification (en relation avec les acteurs)

# Gradient d'artificialisation



2014  
49,2% de superficie communale  
+ 12% par rapport à 1998

→

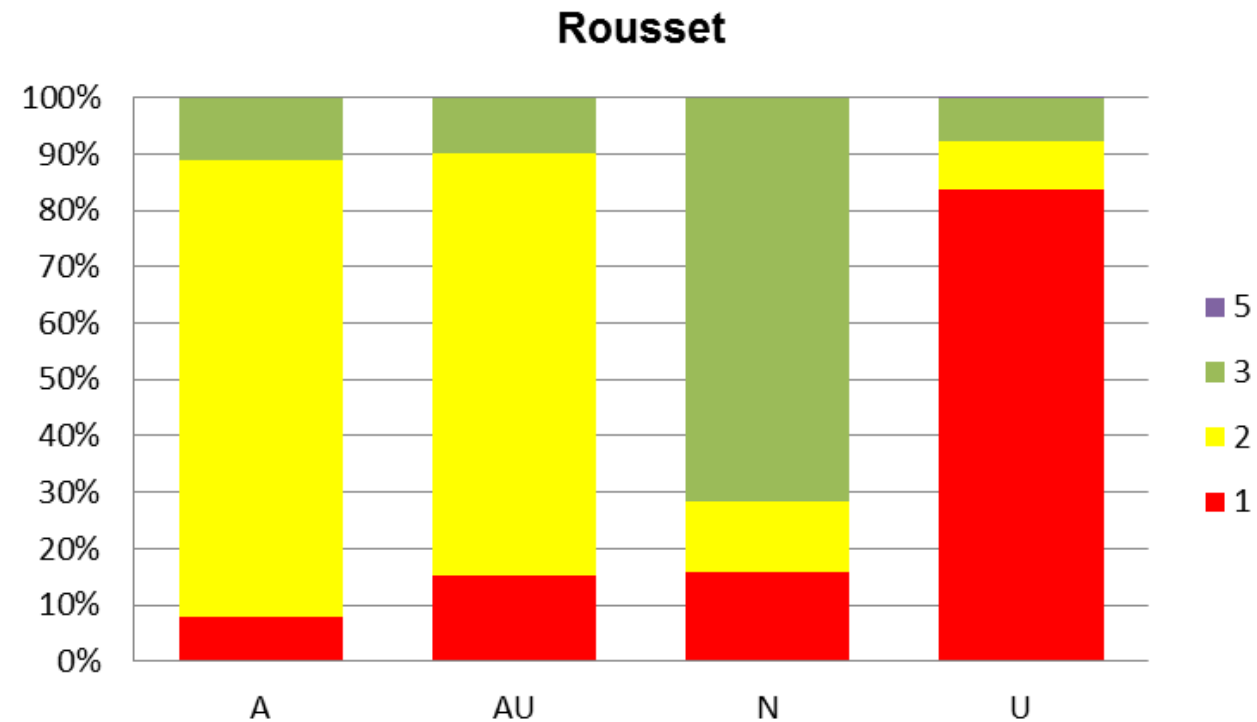
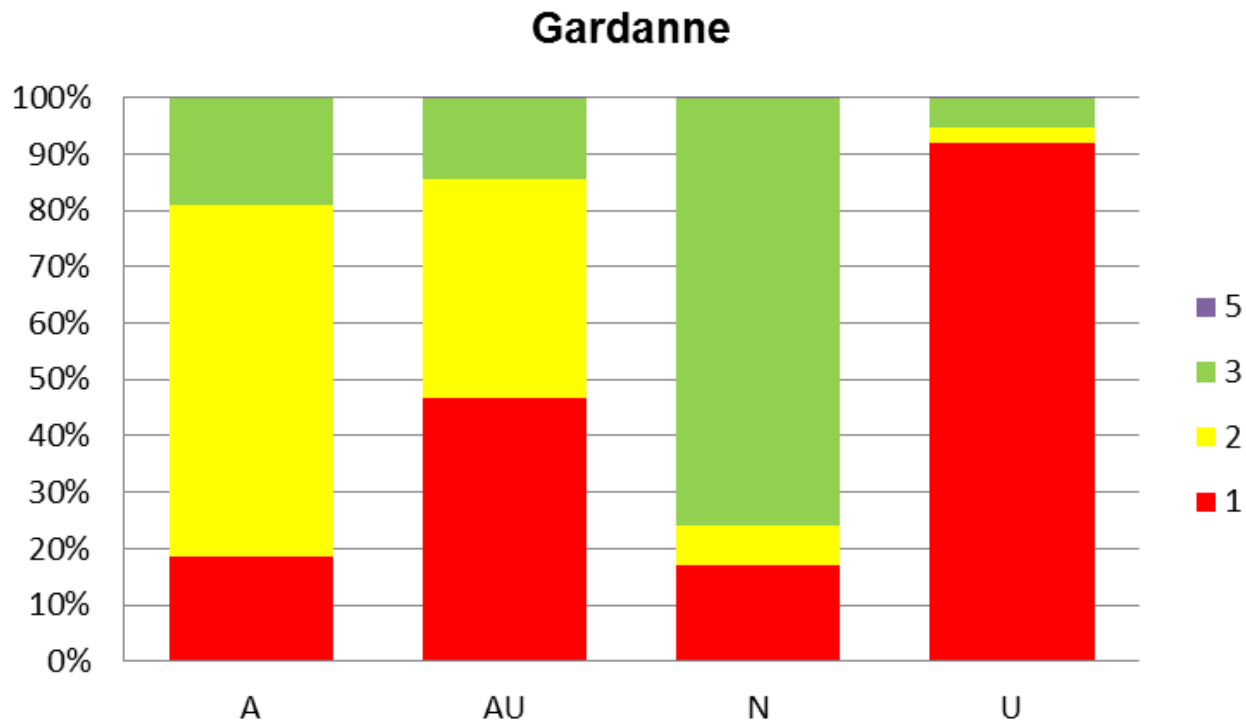


↑ 2014  
23,8% de superficie communale  
+ 13,5% par rapport à 1998

**Impact sur les sols ?**

← Forte dynamique de densification urbaine  
Rénovation urbaine sur d'anciens sols  
artificialisés et/ou industriels

# Zones de PLU et occupation du sol



## Zones du PLU

A= agricole

AU=à urbaniser

N=naturel

U=urbanisé

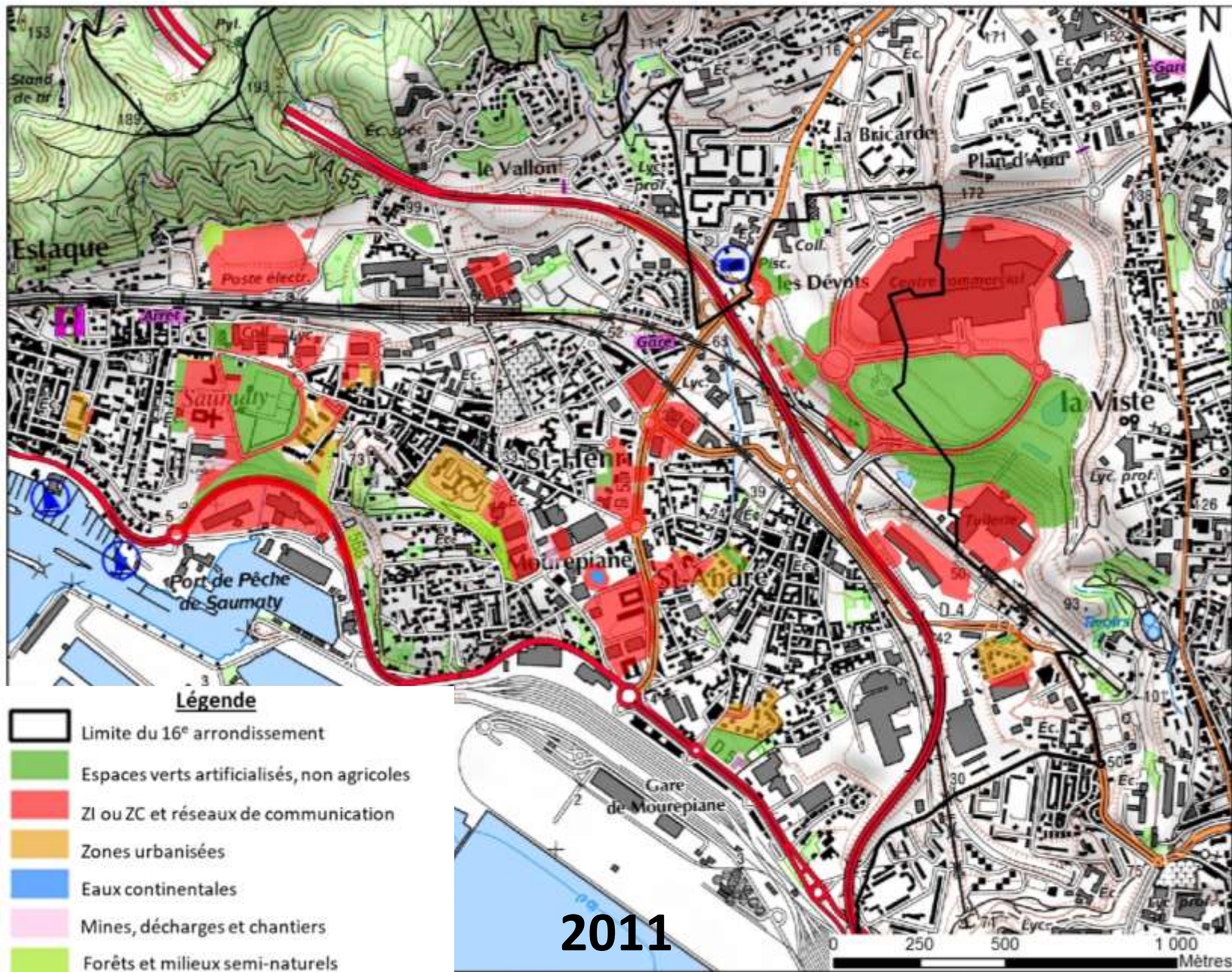
## Occupation du sol

1. Territoires artificialisés

2. Territoires agricoles

3. Forêts et milieux semi-naturels

5. Espaces en eau





# Echantillonnage

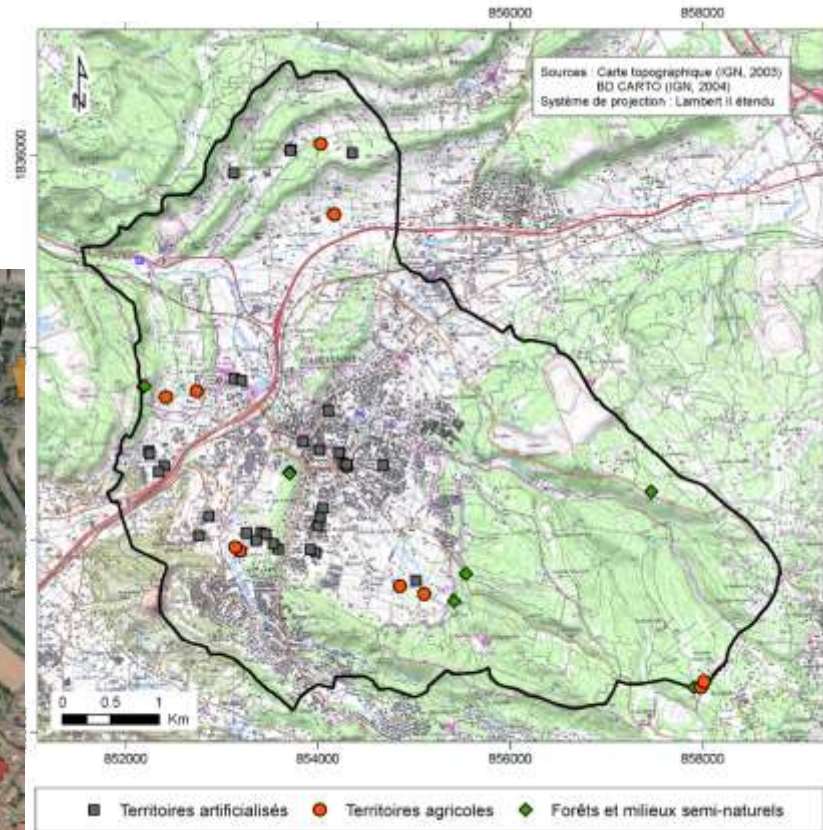
Selon des critères de « pédogénèse », d'occupation du sol actuelle et historique

## 16<sup>ème</sup> Marseille

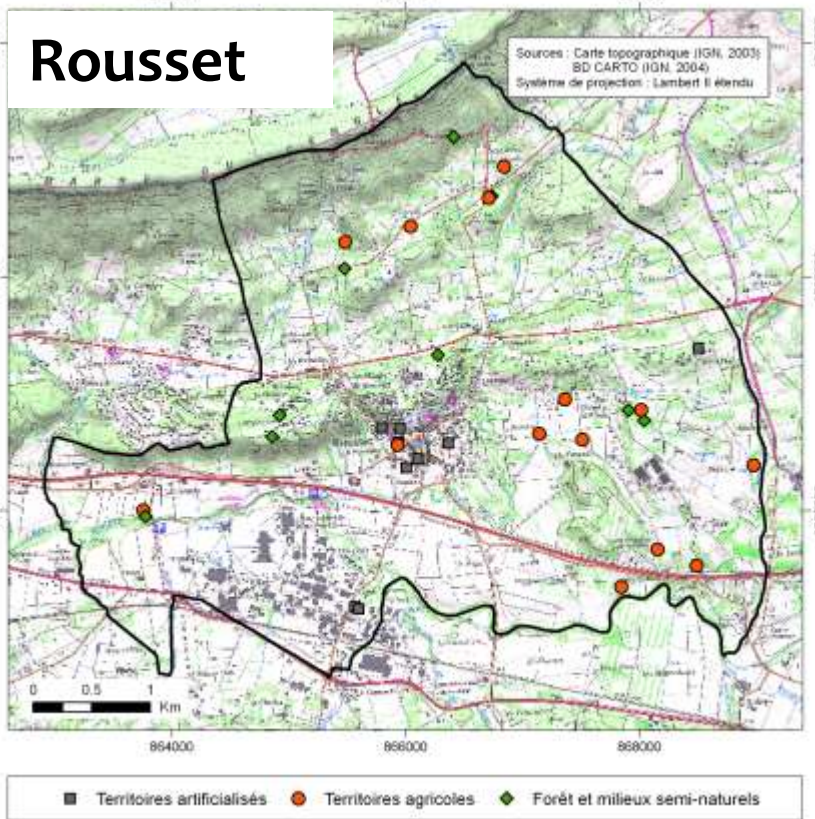


12 + 24 sites + à venir  
 0 agricoles  
 4 forestiers/semi-naturels  
 32 artificialisés

## Gardanne



52 sites  
 9 agricoles  
 10 forestiers  
 33 artificialisés



32 sites  
 14 agricoles  
 9 forestiers  
 9 artificialisés

# Observation et mesures de terrain

- OS niveau 1
- Couverture du sol
- Profondeur du sol
- Paramètres descriptifs des horizons
- Résistance à la pénétration
- Infiltration de l'eau
- Analyse élémentaire
- Dénombrement des vers de terre



**Noir** : analyses prises en compte dans l'analyse suivante  
**Vert** : Analyses non prises en compte dans cette analyse mais qui feront l'objet d'une intégration ultérieure

# Analyses en laboratoire



## Analyses physico-chimiques :

- Analyses complètes sur l'horizon de surface
- ETM (Cr, Cu, Ni, Zn, Co, Pb, Mo)
- Granulométrie (% argile, % sable)
- pH
- C organique, N total, C/N
- CaCO<sub>3</sub>, Phosphore Olsen, capacité d'échange cationique
- Conductivité
- Autres ETMM et majeurs



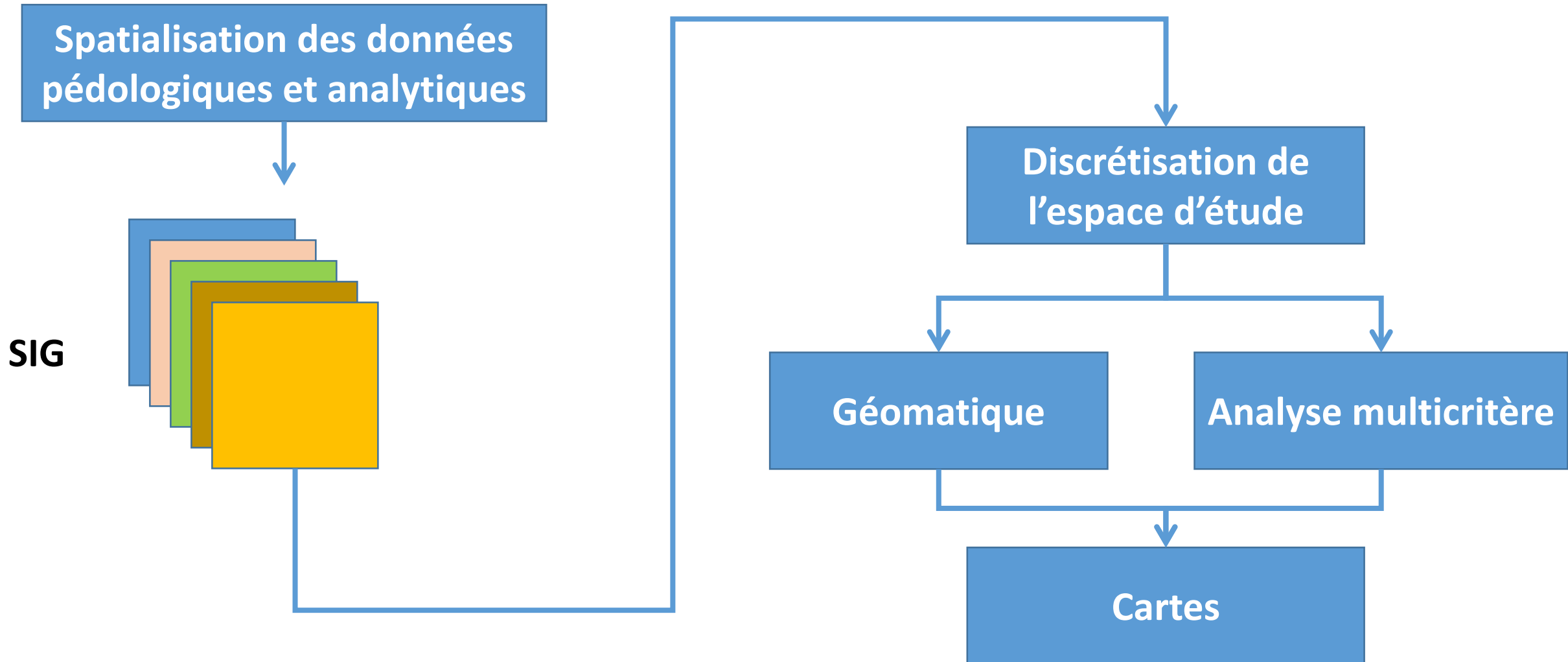
## Activités microbiologiques :

- Activité enzymatique FDA
- Respiration




N=122 pour ETM et 91 pour les autres

# Démarche générale et géomatique



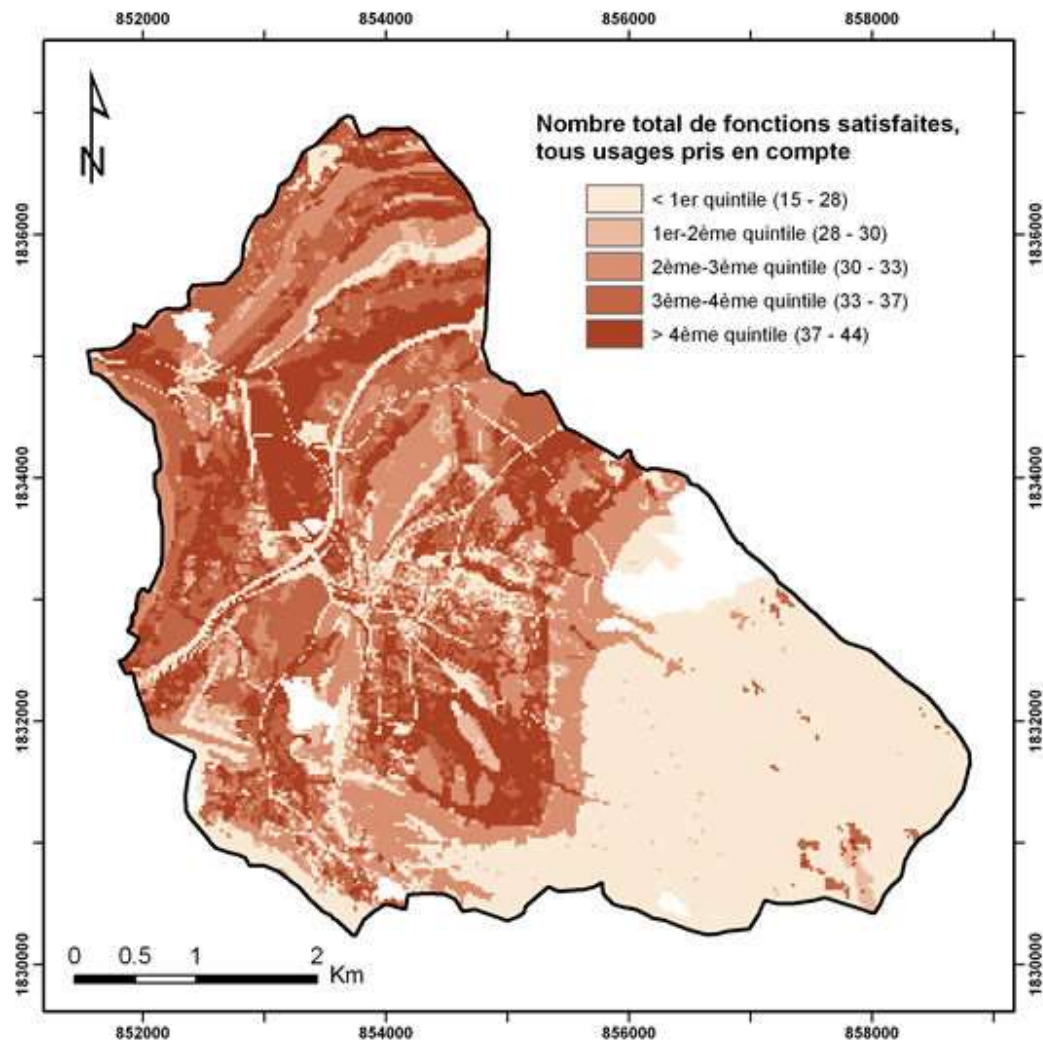
# Construction d'un indice de polyvalence d'usage des sols

- 9 (11) usages
- 5 (6) fonctions 
- Un nombre de paramètres variable par fonction
- 5 classes de qualité par paramètre
- Une grille-référence d'adéquation par usage
- Comparaison de la note du sol à la grille de référence
- Notion de facteur limitant
- Somme des fonctions satisfaites par usage (5)
- Somme des fonctions satisfaites pour tous les usages (45)

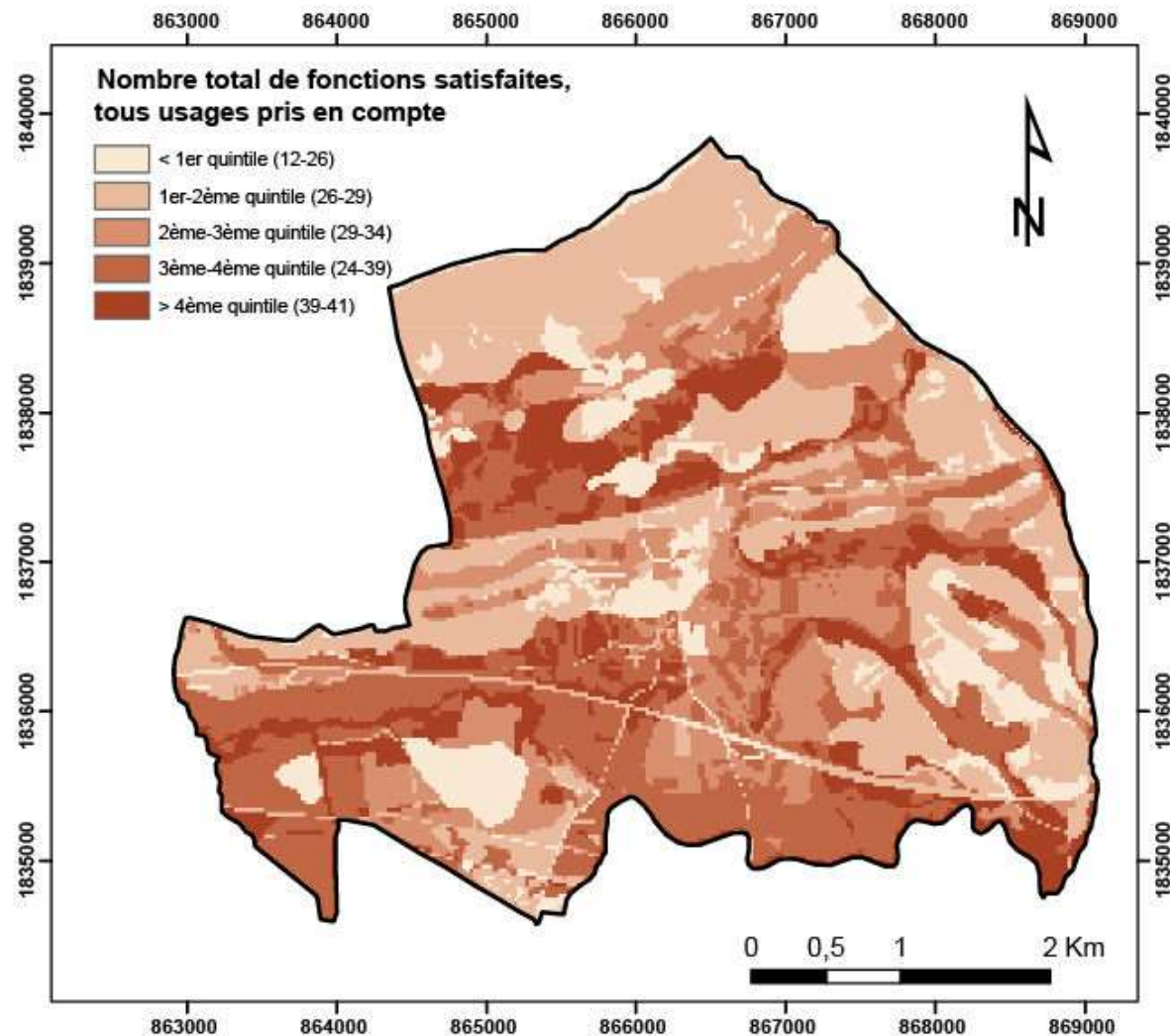
Circulation/rétention d'eau  
Rétention des nutriments  
Stabilité physique et support  
Biodiversité  
Filtration et pouvoir tampon

# Un indice spatialisé de polyvalence d'usage des sols

## Gardanne

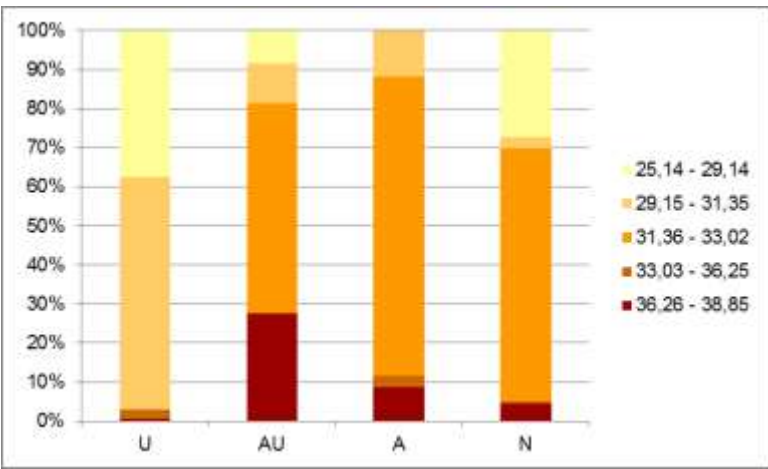


## Rousset

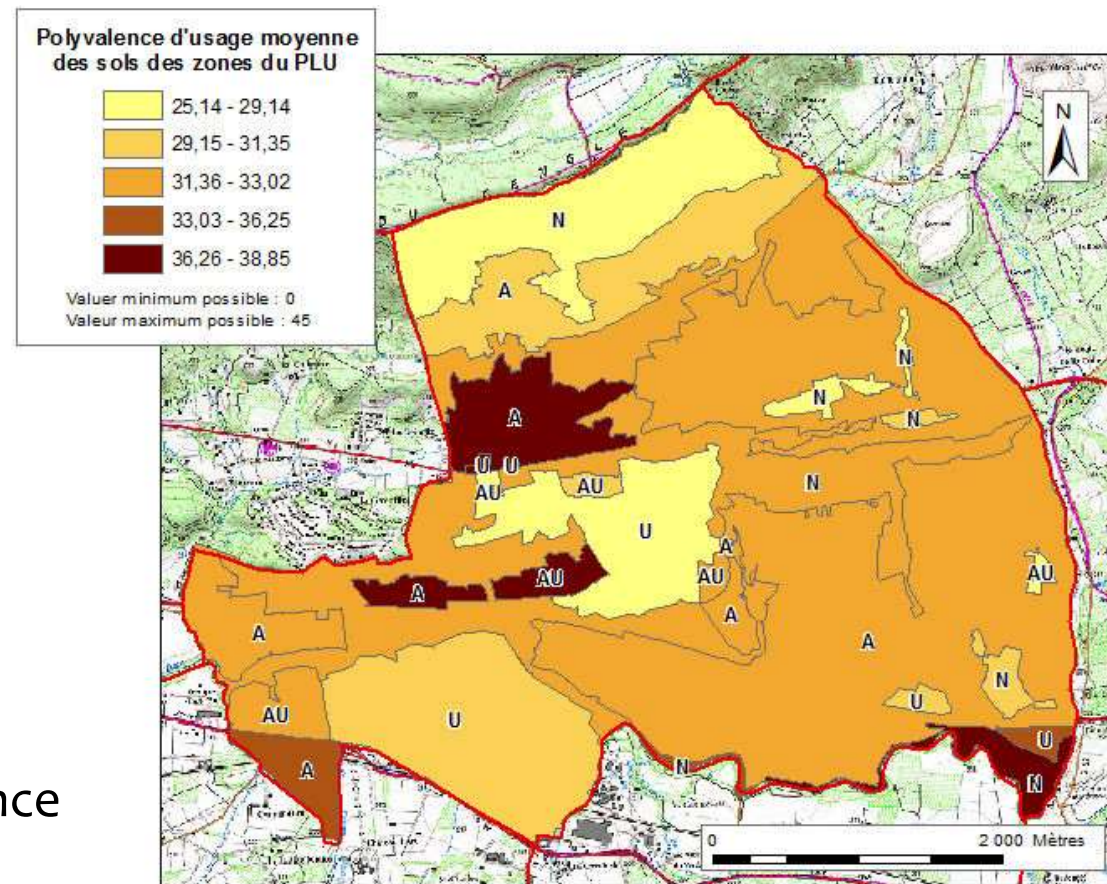


# Conclusions sur l'indice et l'étude l'ayant initié

- L'intégration d'une connaissance des sols dans les démarches d'élaboration des politiques locales d'urbanisme est légitime, nécessaire et **réalisable**.
- Au sein même des territoires étudiés, les positions sont très divergentes entre élus, techniciens, citoyens concernant la gestion des sols. Il ressort surtout un manque profond de sensibilisation à cette question.
- L'approche pluri-disciplinaire de la gestion des sols est particulièrement **pertinente**.



Zones du PLU et polyvalence d'usage des sols - Rousset



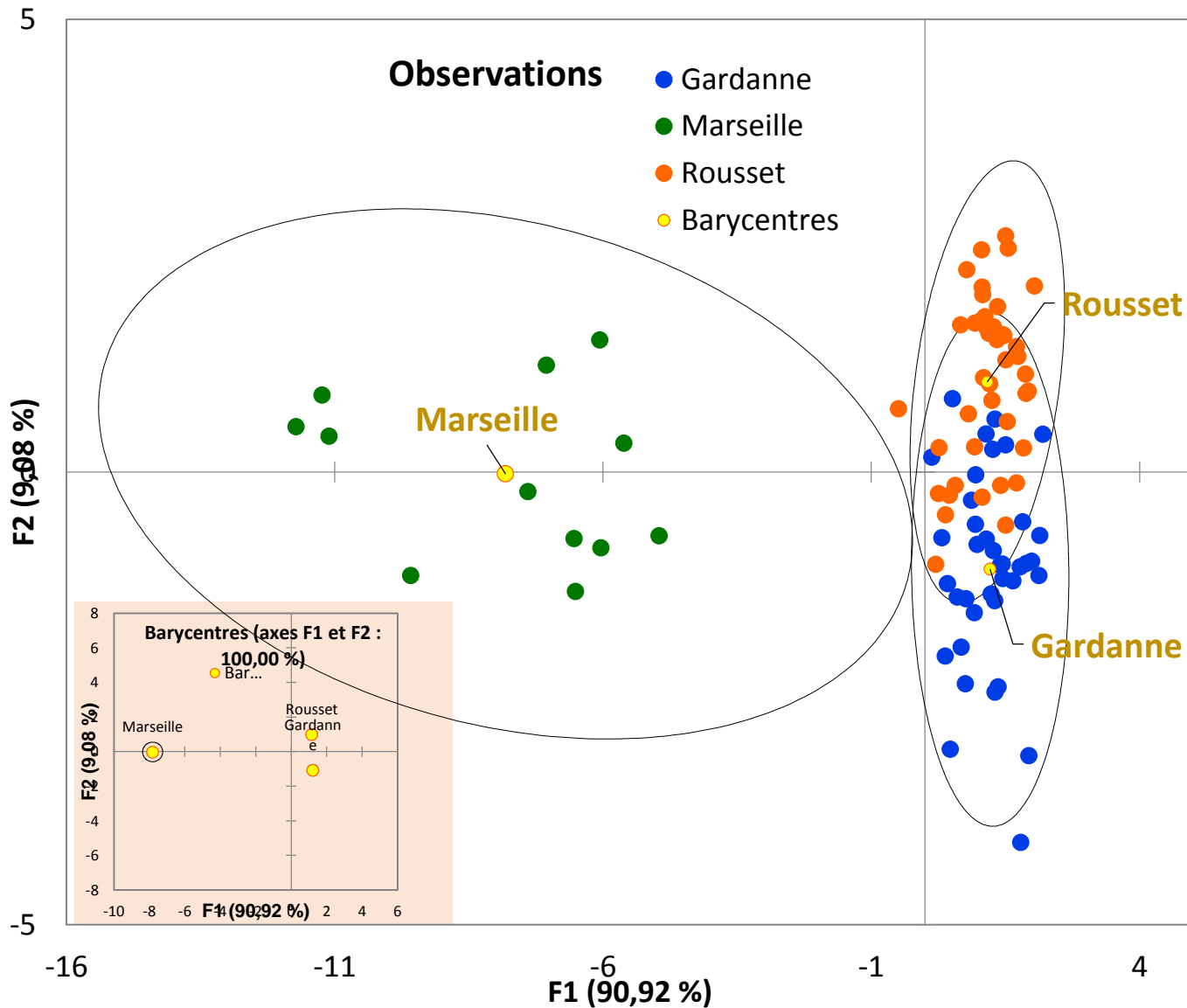
# Investigation sur l'impact du gradient d'urbanisation sur les caractéristiques des sols

## Variables explicatives testées

- L'appartenance aux 3 territoires : Marseille, Gardanne, Rousset
- L'occupation du sol : 1, 2 ou 3
- L'état de surface : végétalisé (V), sol nu (N), artificialisé – perméable (AP)



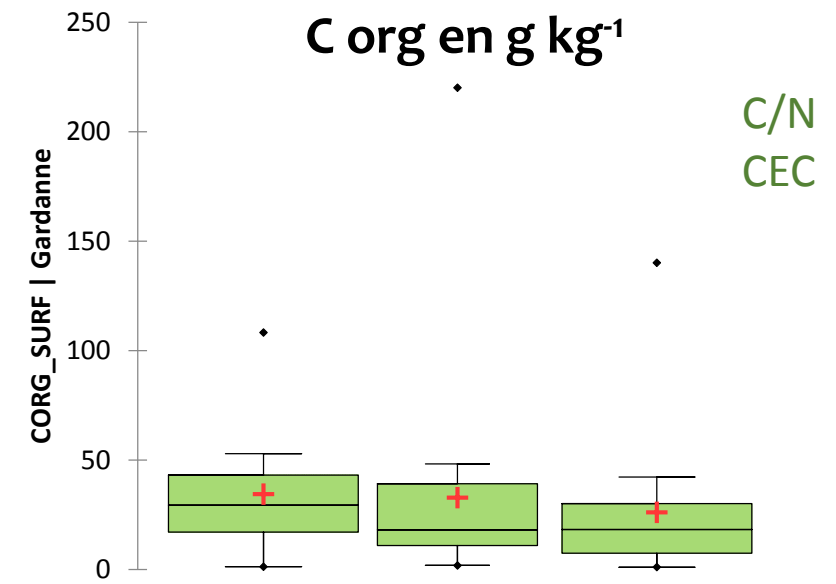
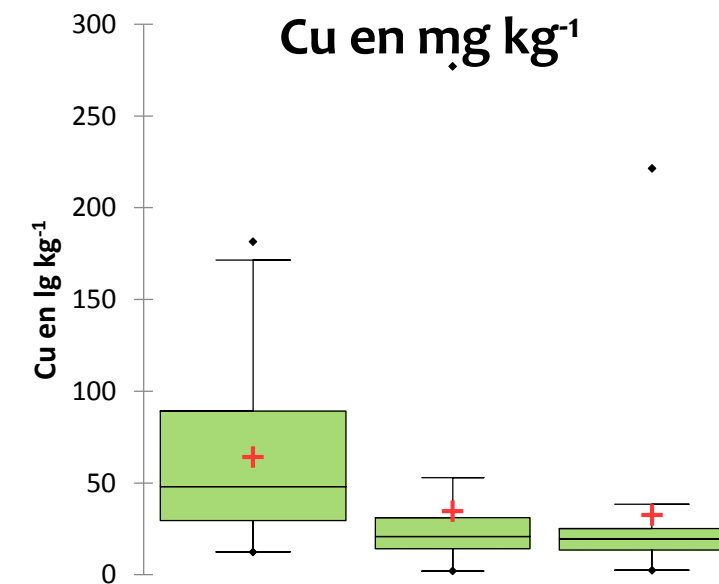
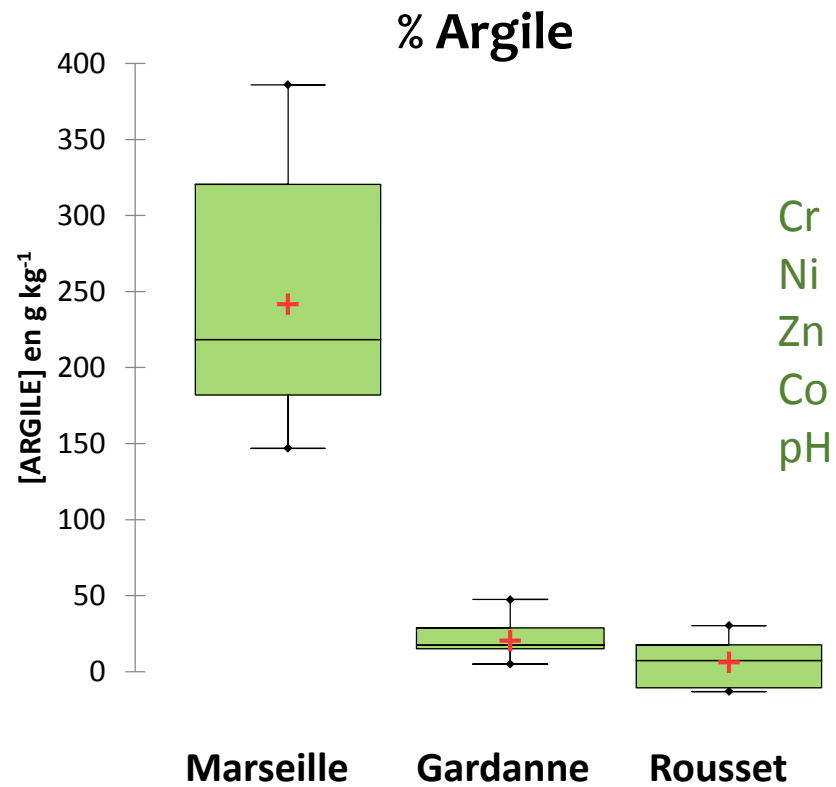
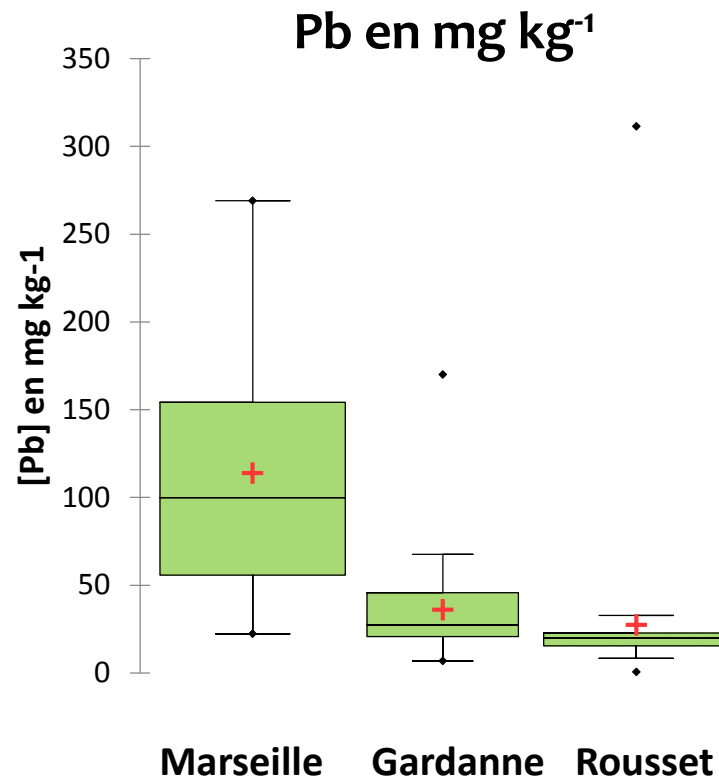
# Mise en évidence du gradient littoral – intérieur



- Rousset et Gardanne relativement similaires
- Marseille se distingue par % argile, ETM et pH (F1)
- Gardanne et Rousset se distinguent par  $\text{CaCO}_3$  et % sable

Analyse factorielle discriminante (*Espace des variables*)

N=91 (12 pour Marseille)



Cr  
Ni  
Zn  
Co  
pH

- Les 3 communes sont globalement non similaires (Kruskal-Wallis)
- Marseille se distingue de G et R pour de nombreux paramètres (test de t et z)
- Les sols de Mrs ont été échantillonnés sur les anciens terrains de l'industrie tuilière



# SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES TUILERIES DE MARSEILLE

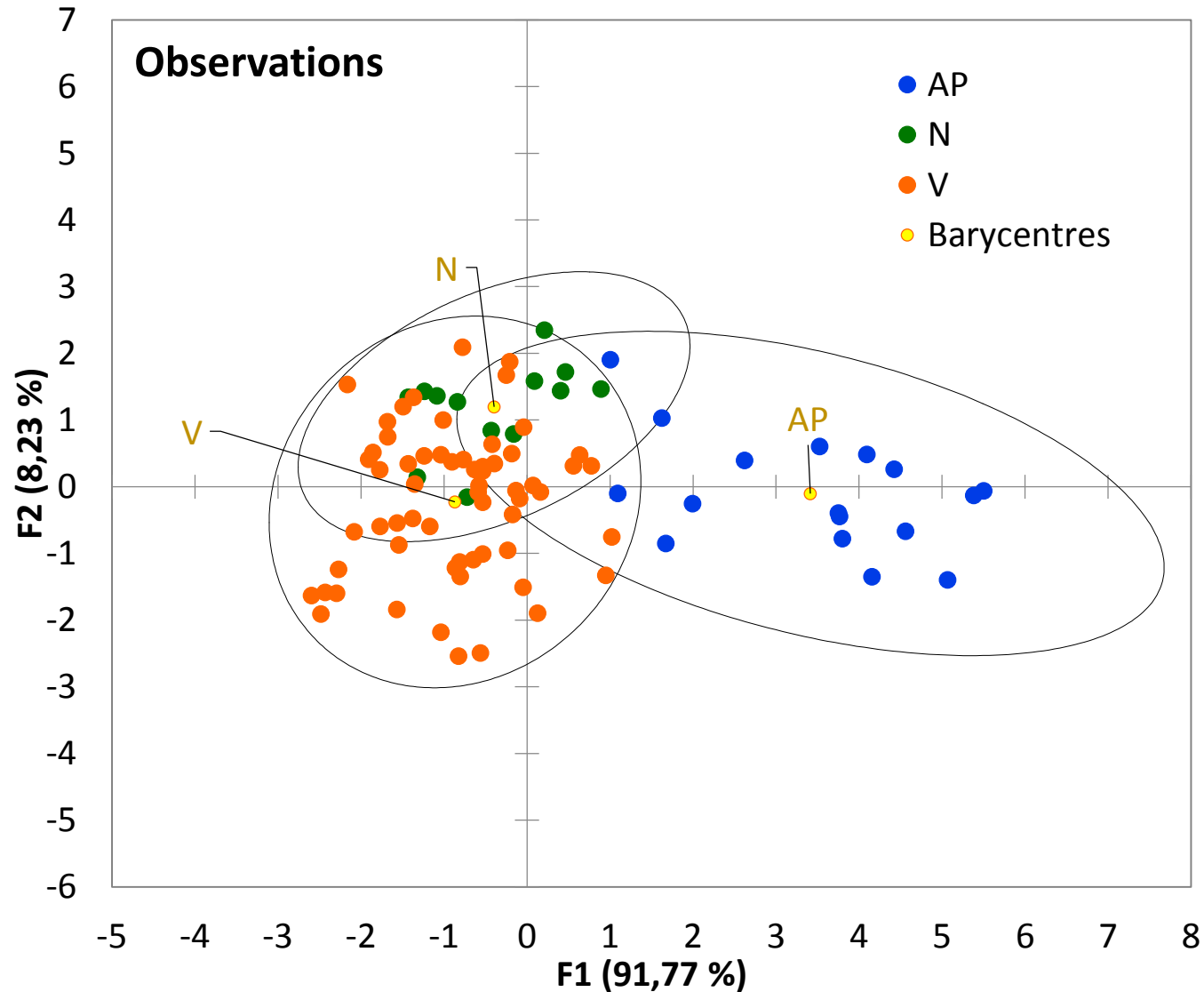


GENERAL VIEW OF THE SOCIETY'S WORKS



GENERAL VIEW OF THE SOCIETY'S PLANT

# Mise en évidence de l'importance de l'état de surface



## Etats de surface

AP=artificialisé – perméable

N=nu

V=végétalisé

- « Nu » souvent sols agricoles
- Distinction nette entre AP et V+N
- ETM marquent les V car les sols de Marseille sont V

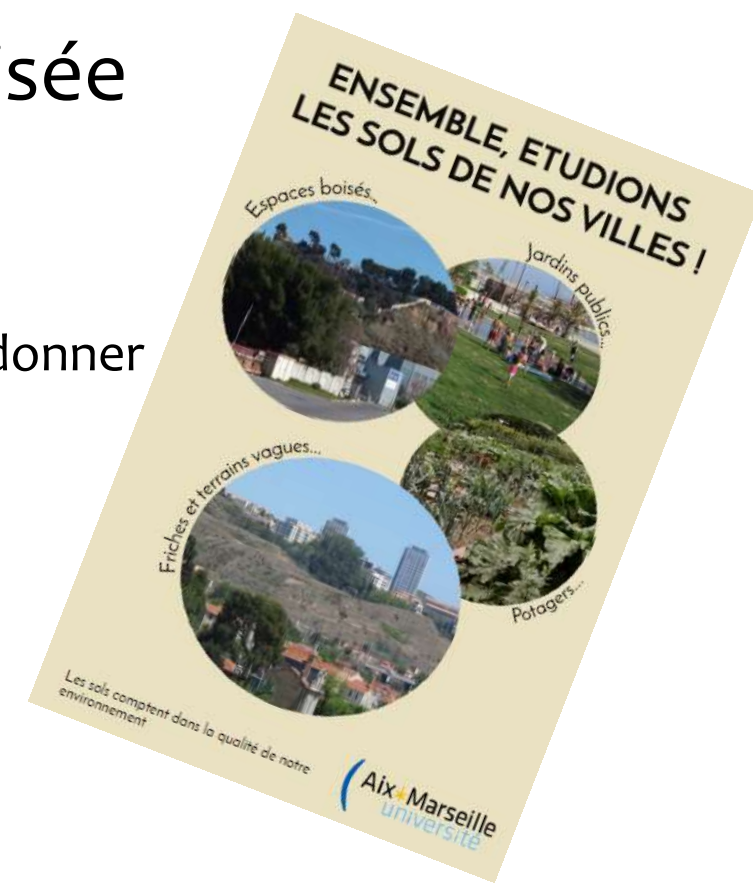
Analyse factorielle discriminante (*Espace des variables*)

# Conclusions sur l'impact d'urbanisation sur les sols

- La **qualité des sols relativement élevé** justifie une **gestion adaptée** et la protection de certains de ces sols.
- Les sols des 3 territoires sont **significativement différents** pour plusieurs raisons :
  - Pression anthropique différenciée induisant des contaminations plus importantes à Marseille
  - Occupations du sol qui ne sont pas toutes représentées sur les 3 territoires (AP à Gardanne)
  - Facteurs de la pédogénèse qui se combinent à l'histoire des territoires (par ex tuileries installées sur les argiles du bassin de Séon à Marseille, construction de terrasses à Marseille)
- Mise en évidence et confirmation de l'importance de paramètres « exogènes » tel que **l'état de surface** comme facteur structurant et explicatif des données

# Quelques remarques concernant l'approche utilisée pour appréhender l'artificialisation des sols

- Le travail dans le cadre de 2 OHM a permis de traiter de manière originale la question de la qualité des sols (travail reconnu ensuite par l'ADEME pour y donner une suite) en milieu urbain et péri-urbain
  - La réflexion sur les questions réglementaires a conduit à proposer une approche avec une entrée « aménagiste »
  - Appréhension de toutes les dimensions de la « qualité » des sols
  - Spatialisation de l'indice de polyvalence d'usage....
  - Implication des acteurs locaux via des réunions de CIQ, des entretiens individuels de préparation et de restitution (pour l'indice)
- Les questions émergentes relèvent à la fois des sciences sociales et des sciences exactes : réflexion sur l(es) échelle(s) d'étude, sur la réversibilité de la qualité des sols, les questions des facteurs « exogènes » responsables des qualités mesurées







**Merci de votre attention**