

# Imperméabilisation et urbanisation des sols en Méditerranée (française)

## Approche géographique



**1 Dynamique des territoires méditerranéens**

**2 Caractériser et mesurer la consommation d'espace et des sols**

**3 Quelques exemples à partir de deux actions de recherche**

**Replacer la question des sols dans  
la dynamique des territoires  
méditerranéens**

# Dynamique des territoires méditerranéens

## Des territoires sous l'emprise du fait urbain

**Etalement urbain**  
(pas spécifique aux espaces méditerranéens)

**Littoralisation**  
(phénomène très marqué en Méditerranée)



The cover of the report features a light blue background. At the top, there is a dark orange horizontal bar with the text 'URBAN AREAS' in white. Below this, the title 'The future of the Mediterranean will depend largely on cities' is written in a large, bold, orange font. To the right of the title, there is a small image of a coastal landscape with a blue sky and green hills. Below the image are the logos for UNEP, the United Nations, and 'plan bleu'. The main title 'Blue Plan Notes' is written vertically in a large, bold, black font, with the subtitle 'Environment and Development in the Mediterranean' in a smaller font below it. At the bottom right, the text 'N° 1 - September 2007' is visible.

**URBAN AREAS**

**The future of the Mediterranean will depend largely on cities**

While half of the world population is in process of becoming urban, in the countries bordering the Mediterranean two out of three inhabitants are already city-dwellers. By 2030, three quarters of the Mediterranean population will be urban.

Managing the acceleration of urbanization in the Southern and Eastern Mediterranean, meeting the needs attendant upon it, containing diffuse urbanization on the Northern rim, limiting excessive concentration in large cities and the rising inequalities, reducing vulnerability to environmental risks, taking into account the near and more distant environmental impacts, are major challenges of urban development patterns in the 21<sup>st</sup> century.

**Blue Plan Notes**  
Environment and Development in the Mediterranean

UNEP  
plan bleu

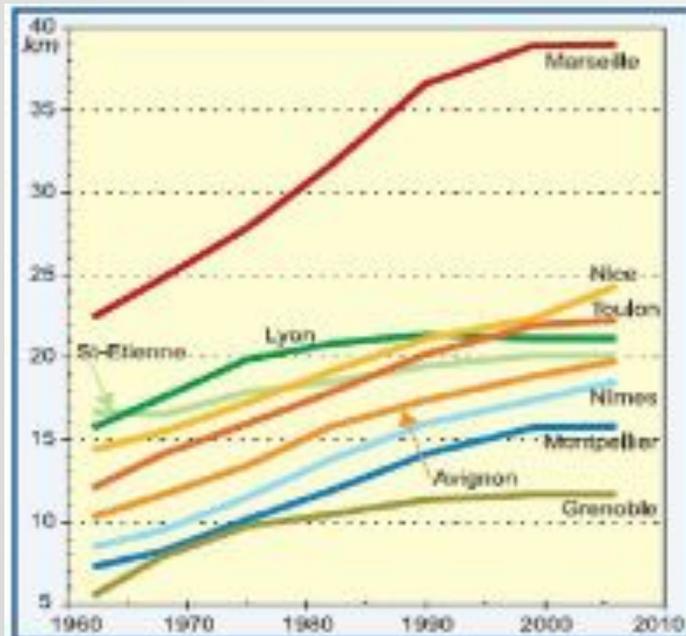
N° 1 - September 2007

# Étalement urbain

## Éléments de définition

- Extension spatiale des villes par desserrement des tissus urbains et redéploiement de la population
- Augmentation de l'emprise géographique des villes sur le fonctionnement des territoires

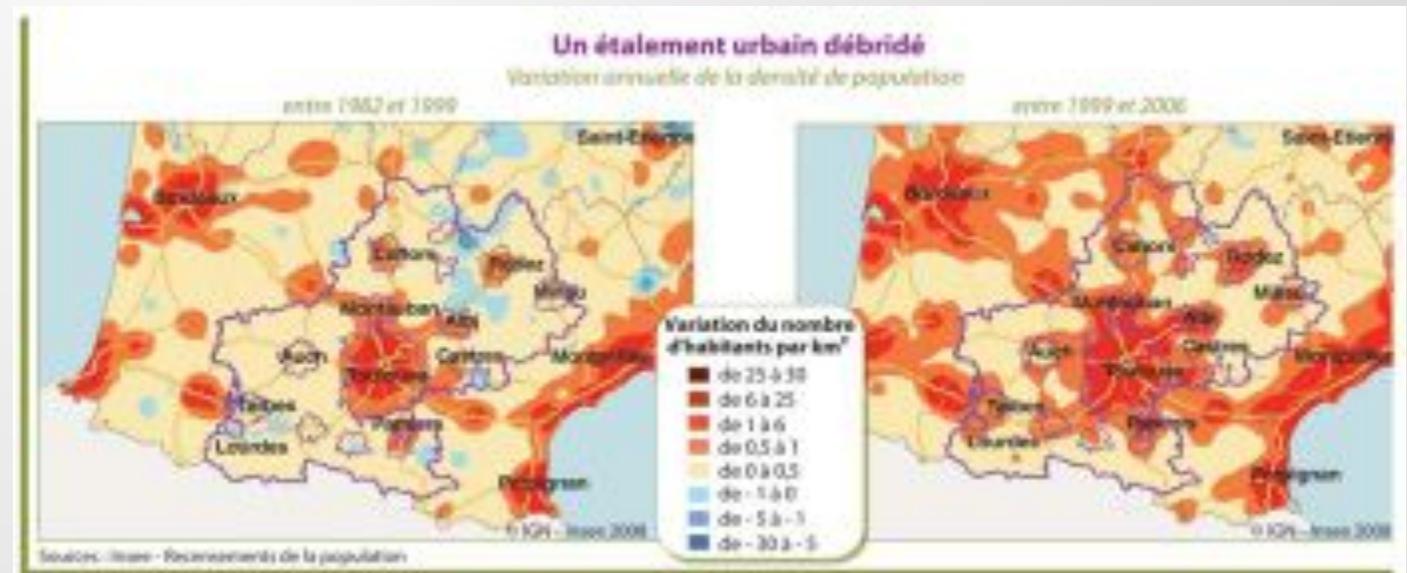
Jusqu'à quelle distance du centre atteint-on une densité de 68 hab./km<sup>2</sup> ?



Sud-Insee, 136, 2009)

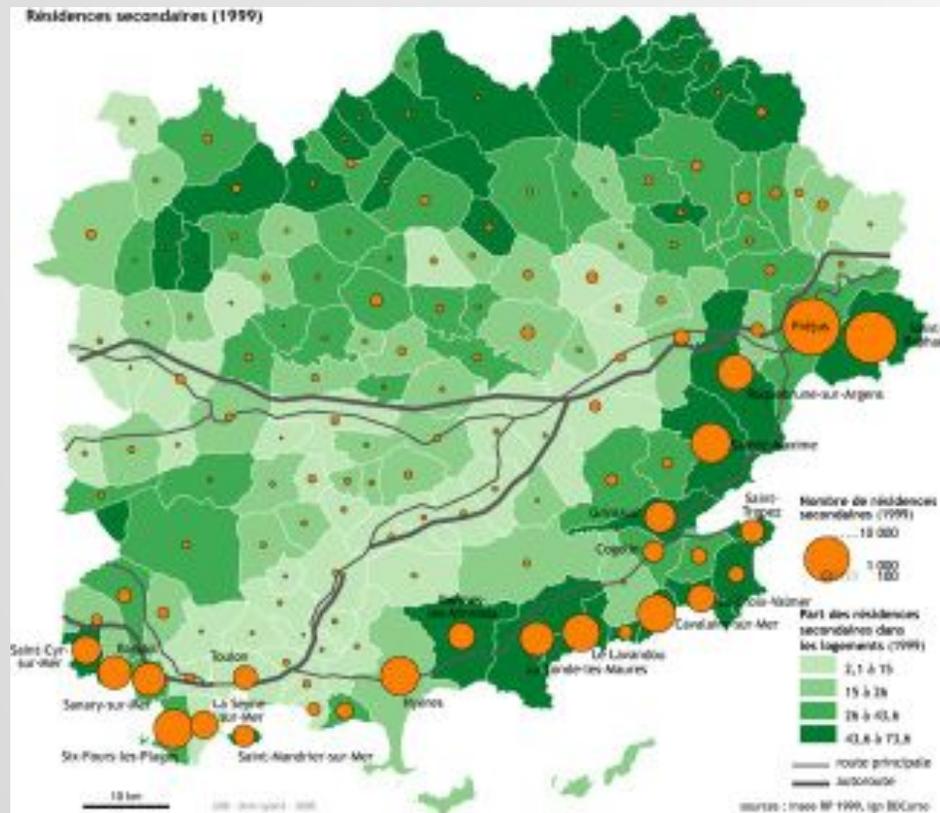
## Facteurs

- Nouvelles formes de ville, urbanisme renouvelé
- Changement des modes d'habiter : éclatement des structures familiales, décohabitation, idéal pavillonnaire
- Mobilité individuelle
- Manque de résistance des autres usages de l'espace



## Éléments de définition

Mouvement de concentration de population et d'activités sur le littoral, conduisant à une urbanisation des rivages



Trémélo et al., 2005

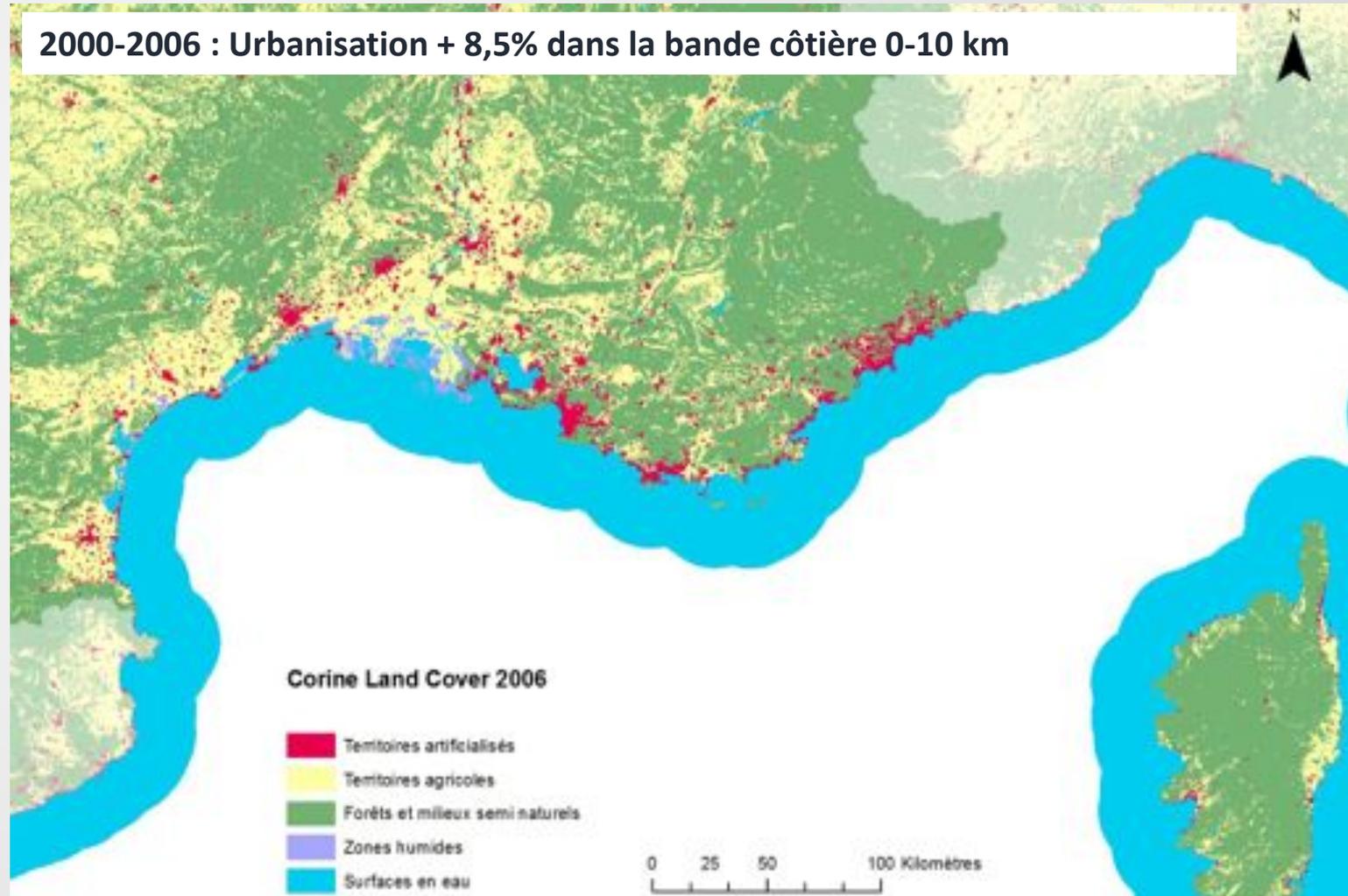
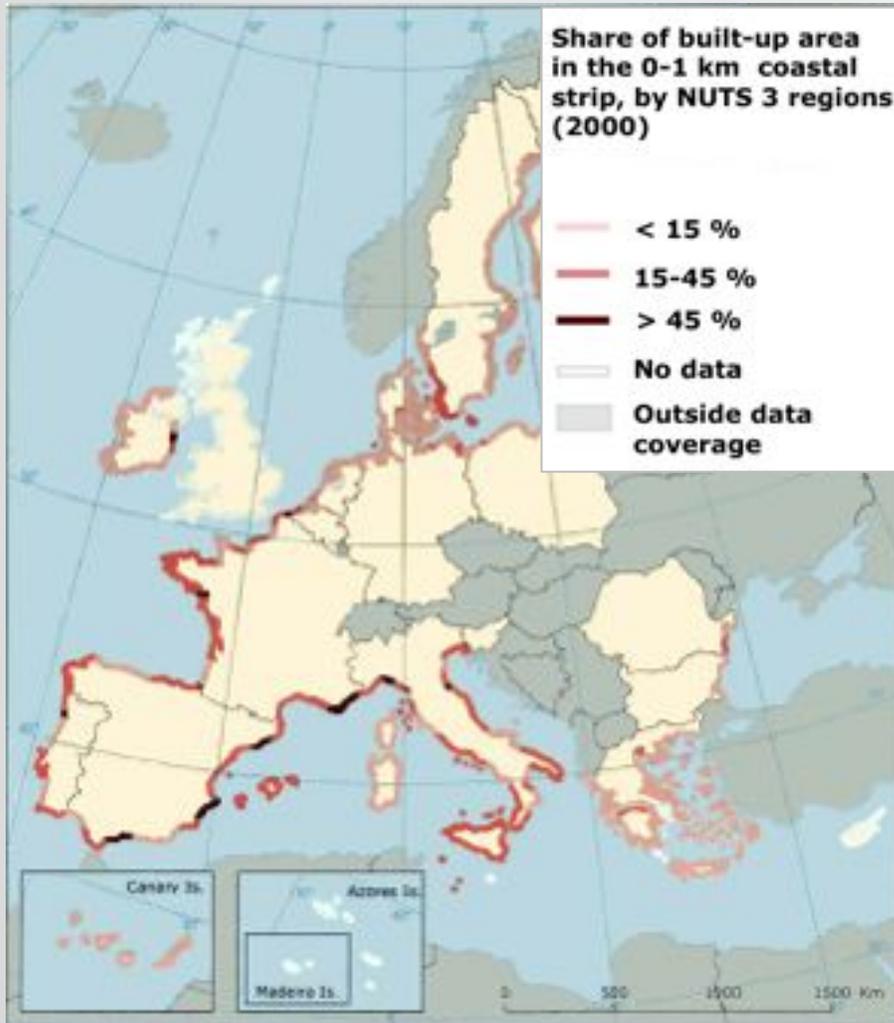
## Facteurs

- Héliotropisme, attrait du littoral et des « suds »
- Phénomène des résidences secondaires
- Migrations de retraités
- Economie résidentielle = parti pris de développement territorial local



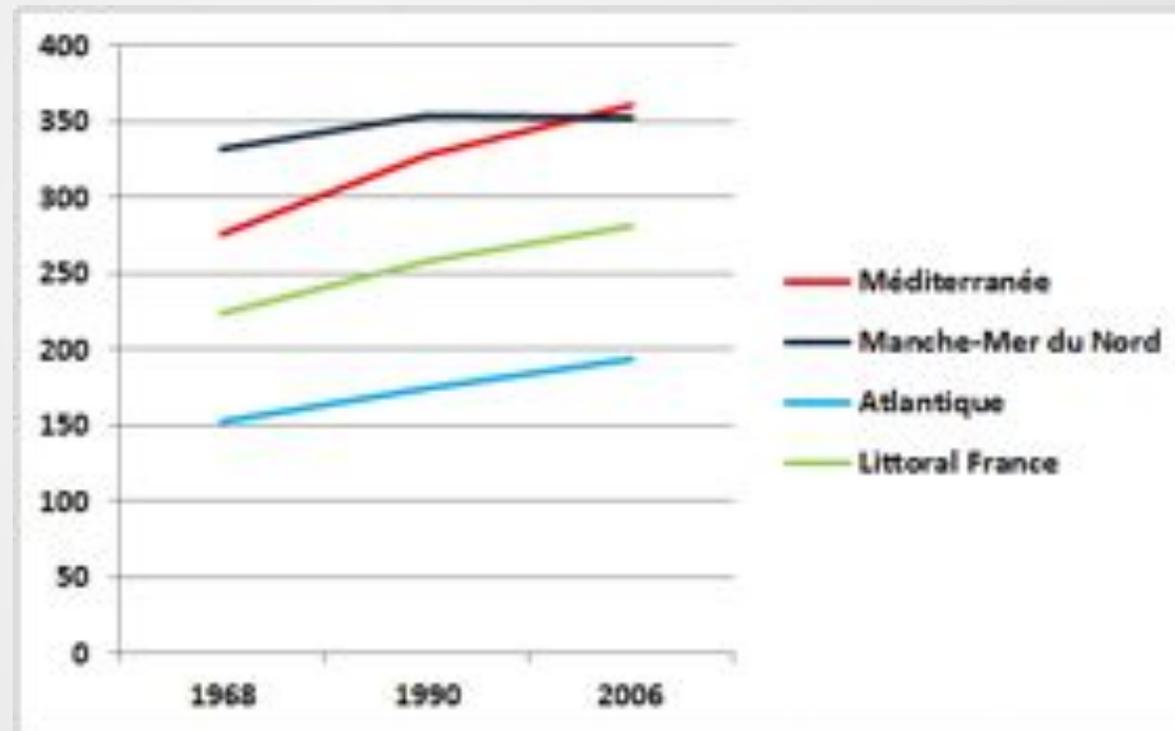
# Littoralisation

Un phénomène en cours de ralentissement mais toujours marqué en Méditerranée



## Un phénomène en cours de ralentissement mais toujours marqué en Méditerranée

Evolution de la densité de population des communes littorales en France métropolitaine



Communes côtières de PACA : 726 hab/km<sup>2</sup> en 2006 (+4,9% par rapport à 1999)

# Contexte réglementaire

Nécessité de suivi de l'extension des surfaces urbanisées pour :

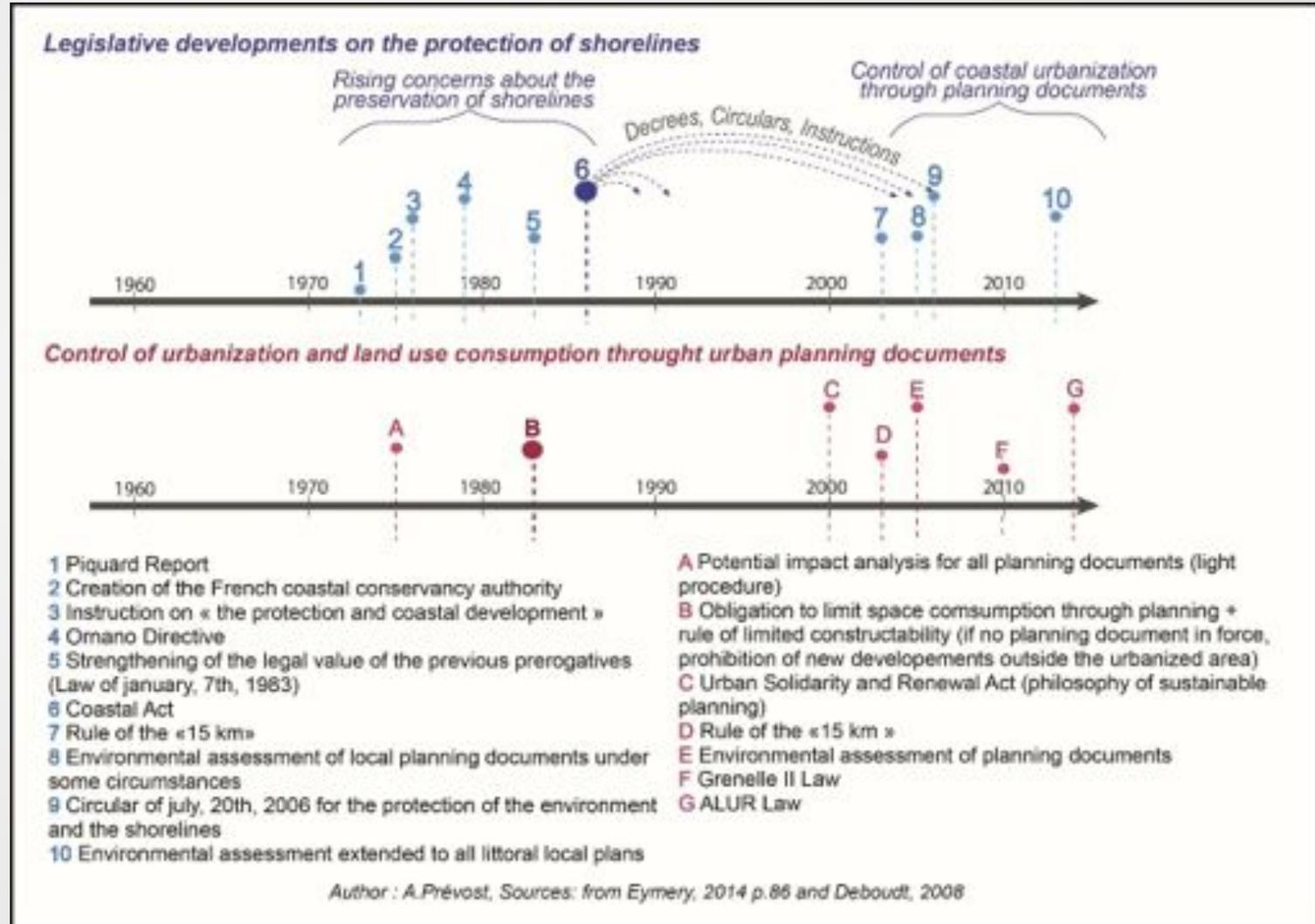
- l'aménagement urbain
- la planification territoriale
- la gestion de l'environnement



Renforcement du contexte réglementaire

**Pourtant l'urbanisation se poursuit...**

Entre 2006 et 2010, 78 700 ha urbanisés /an, soit l'équivalent de la surface agricole d'un département tous les 4 ans (Enquête Teruti-Lucas du ministère de l'Agriculture)



**Caractériser et mesurer la  
consommation d'espace et des  
sols**

# Caractériser et mesurer

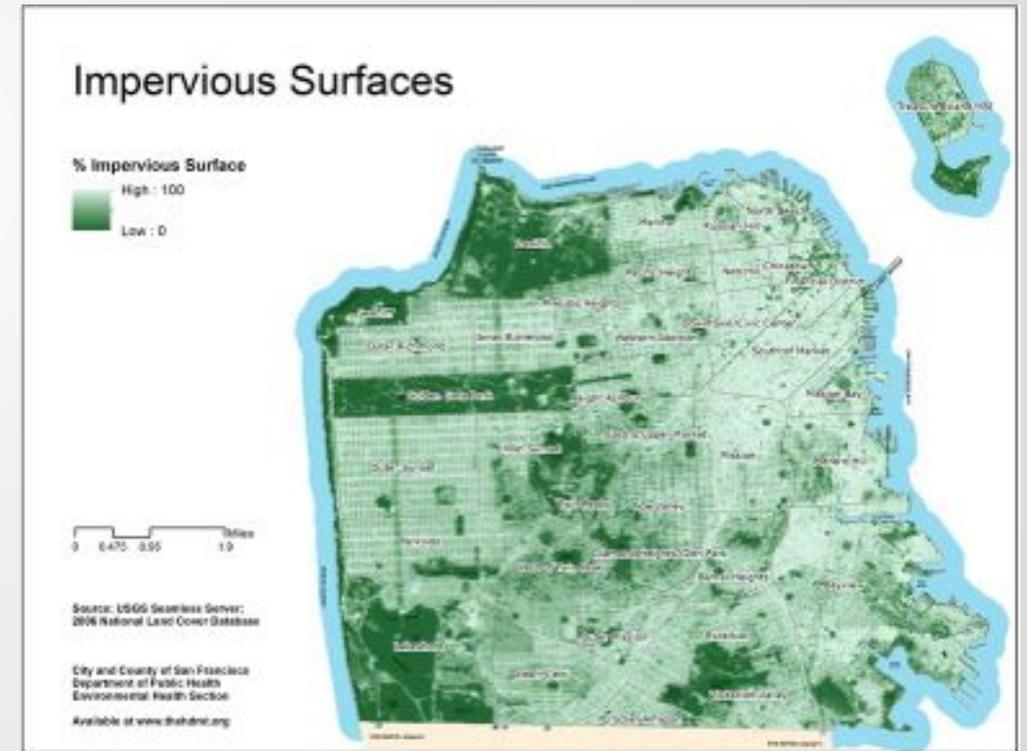
## Du point de vue de la consommation des sols : 2 entrées privilégiées

### Occupation et usages des sols (à différentes échelles)



(CLC, 2006 – CGDD)

### Etats de surface (plutôt aux grandes échelles)



# Occupation et usages des sols

## Éléments de définition

Information géographique décrivant des unités paysagères (bio-physiques) homogènes dans l'espace à une échelle donnée et/ou des unités spatiales homogènes en termes d'utilisation des sols

*Anglais : land use / land cover*

## Sources

- Images de télédétection: photographies aériennes, imagerie satellitaire, etc.
- Données foncières, cadastrales

Traitements d'image semi-automatiques et/ou photo-interprétation + analyse des transitions

Traitements de fichiers fonciers + analyse des mutations

Impératif d'avoir des données **sources comparables** et des **protocoles stabilisés**, pour éviter les biais

Pour un fin suivi de **l'urbanisation**, impératif d'être à **grande échelle** et de s'appuyer sur le couplage de méthodes

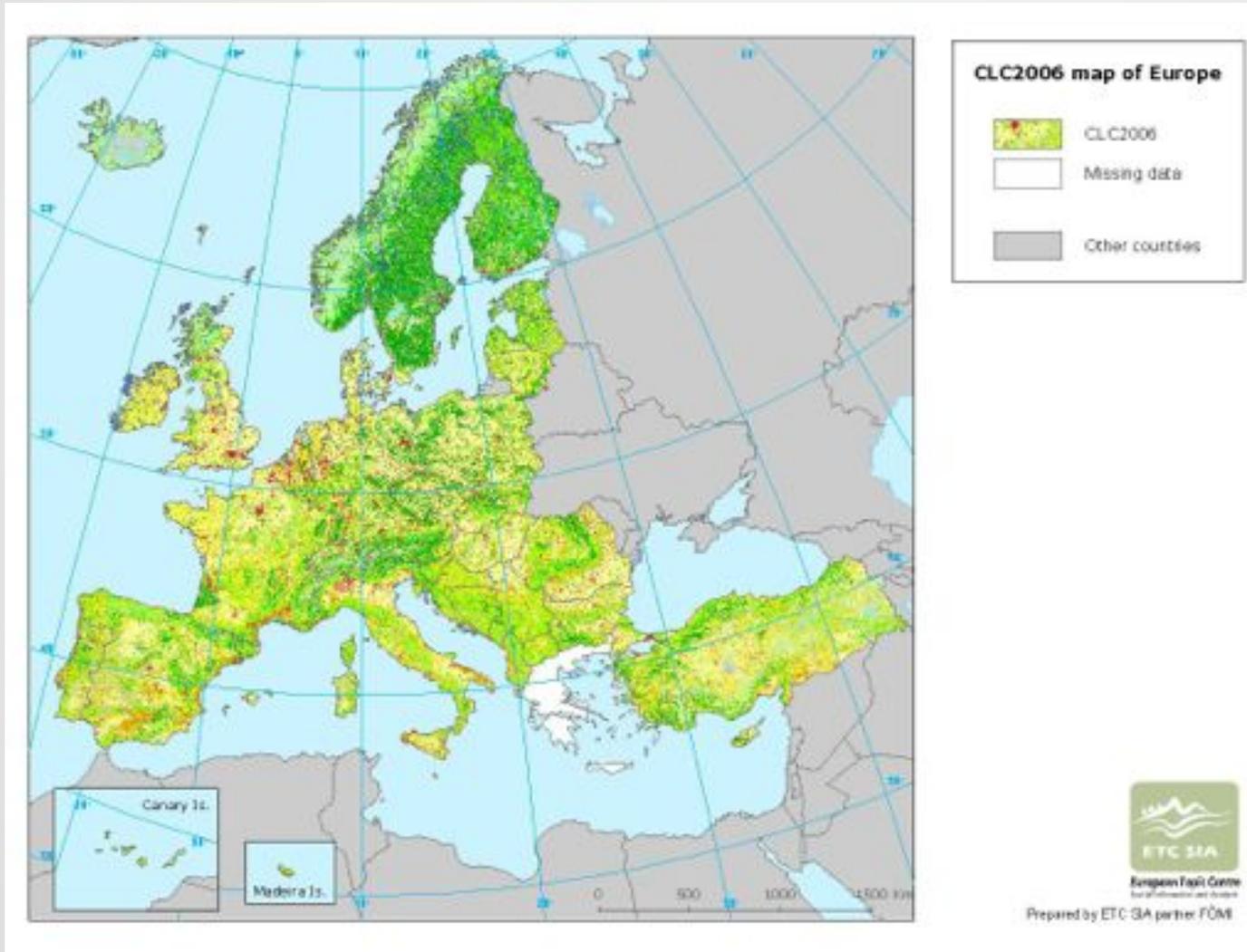
**OR**

Grande nombre de réalisations institutionnelles et d'études scientifiques

Hétérogénéité des protocoles

Etudes comparatives à mener avec prudence

## Une base de référence (Corine Land Cover) et des émulations régionales



Programme européen (Agence européenne de l'environnement)

4 millésimes : 1990, 2000, 2006 et 2012

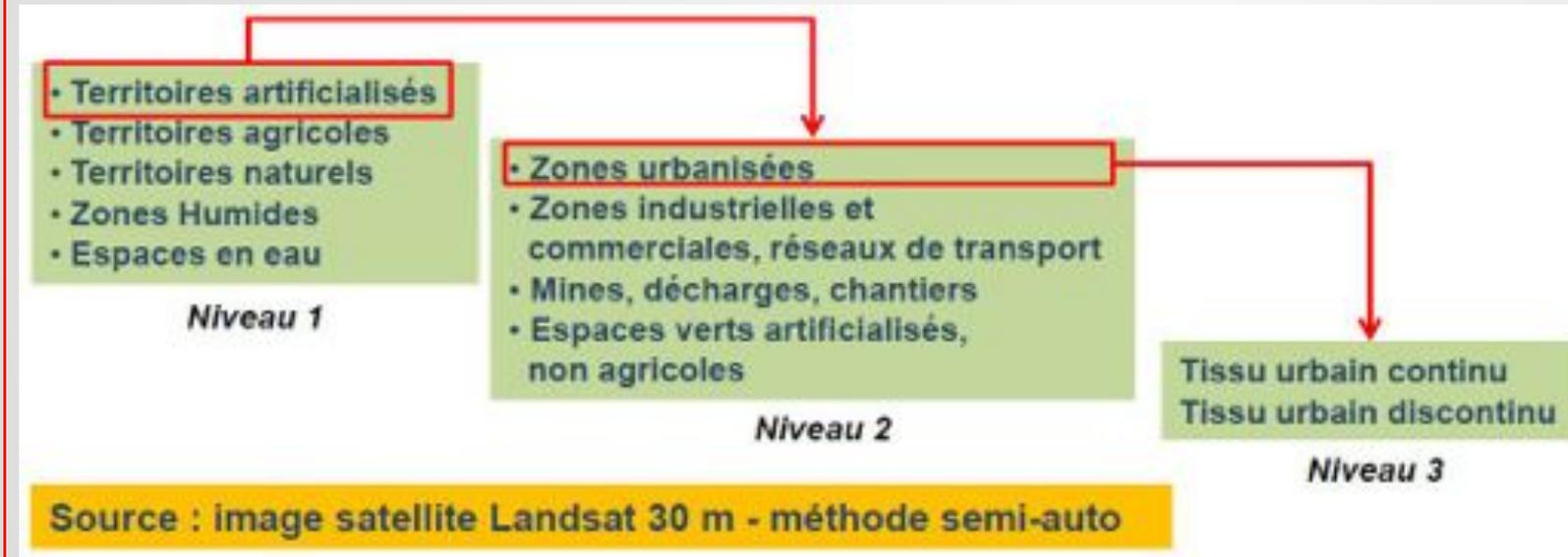
A l'origine d'un programme spécifique sur les côtes : LACOAST

... et d'initiatives locales :

- OCSOL- PACA (1999, 2006)
- OCSOL LR (2000)
- UsoSuolo Liguria (2000)
- Etc.

## Une base de référence (Corine Land Cover) et des émulations régionales

CLC = BD d'occupation des sols / nomenclature hiérarchique en 3 niveaux :  
Niv, 1 = 5 postes → Niv, 2 = 15 postes → Niv, 3 = 44 postes



Fort utile mais ...

- sujet à discussion pour les études comparatives entre millésimes
- valable à une échelle d'analyse autour du 1: 100 000
- incompatible avec la nécessité d'un suivi fin des espaces urbanisés

4eme niveau thématique, soit 96 classes en tout  
Source : photographie aérienne (type BD-Ortho), 20 à 50 cm

Ocsol-GE = Extension de CLC, développé par un GT du CRIGE-PACA

## Ocsol-GE, sources et attendus sur l'urbain



Carry-le-Rouet

Photo aérienne (Bd-Ortho, IGN),  
résolution  $\geq 50$  cm

Différencier les types de  
tissus urbains

A  $\neq$  B  $\neq$  C

Identifier des  
changements



1998

## Ocsol-GE, sources et attendus sur l'urbain



Carry-le-Rouet

Photo aérienne (Bd-Ortho, IGN),  
résolution  $\geq 50$  cm

Différencier les types de  
tissus urbains

A  $\neq$  B  $\neq$  C

Identifier des  
changements



2011

# Occupation et usages des sols

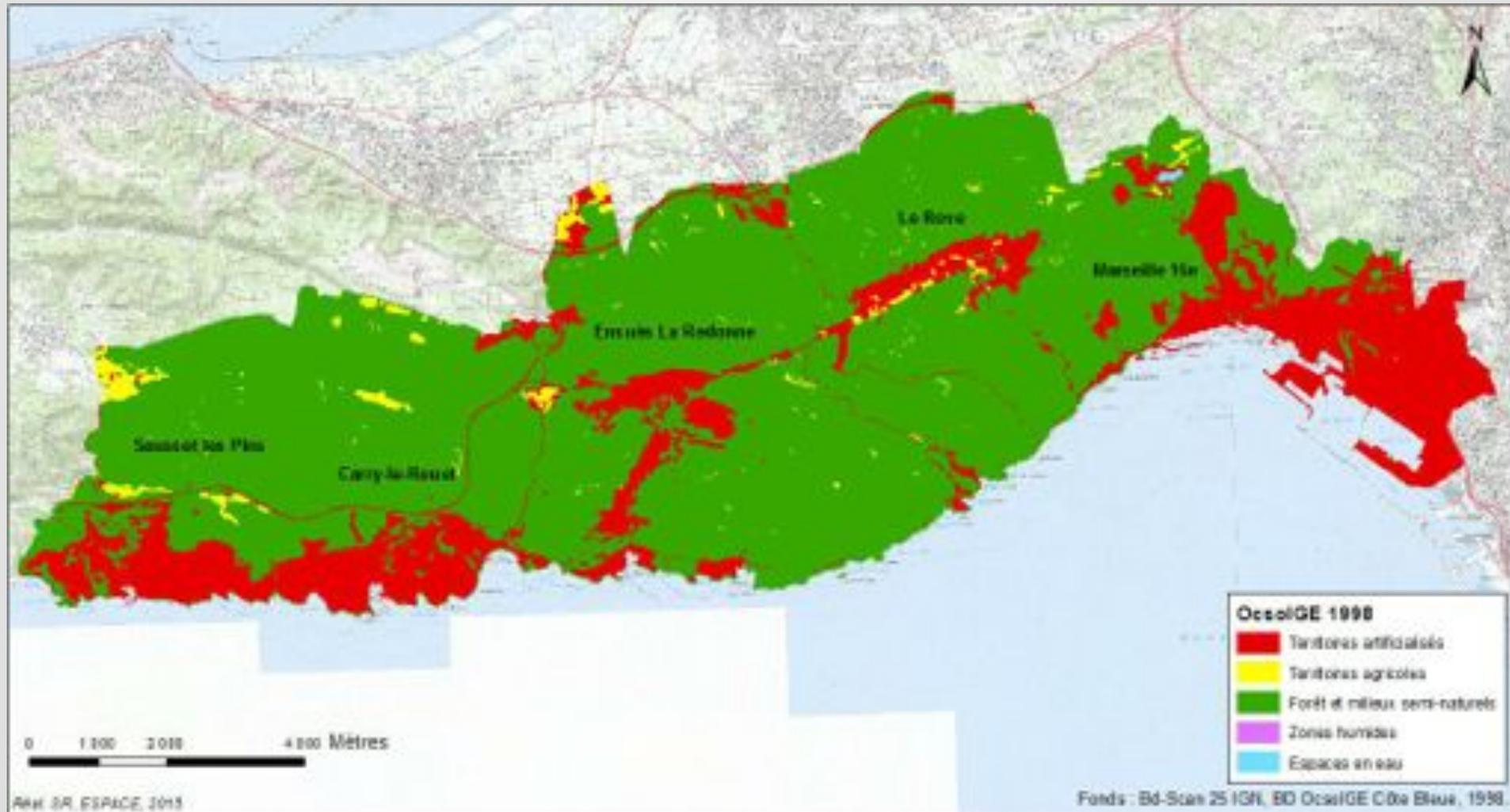
## Ocsol-GE, 44 classes pour décrire les espaces urbanisés

CLC (niveau 3)		OcsolGeu	
Code	Intitulé	Code	Intitulé
111	Tissu urbain continu	1111	Tissu urbain compact
		1112	Tissu urbain aéré
112	Tissu urbain discontinu	1121	Bâti individuel dense
		1122	Bâti individuel lâche
		1123	Bâti individuel dans parc paysager
		1124	Bâti collectif
		1125	Bâti mixte
113*	Bâti diffus*	1131	Bâti diffus en zone agricole
		1132	Bâti diffus en zone naturelle
		1133	Bâti isolé en zone agricole
		1134	Bâti isolé en zone naturelle
		1135	Bâti léger ou informel
121	Zones industrielles et commerciales	1211	Zone d'activité industrielle
		1212	Zone d'activité commerciale
		1213	Zone d'activité économique
		1214	Equipements collectifs accueillant du public
		1215	Equipements collectifs n'accueillant pas du public
		1216	Equipements eau, énergie, TIC et déchets
		1217	Terrains vagues en zone d'activité
		1218	Parkings en zone d'activité
		1219	Espaces associés aux équipements

122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	1221	Réseau routier et bâtis techniques associés associés
		1222	Réseau ferroviaire et bâtis techniques associés
		1223	Gares routières et/ou ferroviaires
		1224	Parkings
		1225	Espaces associés aux réseaux routiers ou ferroviaires
123	Zones portuaires	1231	Infrastructures portuaires
		1232	Bassins portuaires
		1233	Gares maritimes
		1234	Espaces associés aux zones portuaires
124	Aéroports	1241	Espaces bâtis aéronautiques
		1242	Pistes aéronautiques
		1243	Gares aéroportuaires
		1244	Espaces associés aux aéroports
131	Extraction de matériaux	1311	Extraction de matériaux
132	Décharges	1321	Décharges
133	Chantiers	1331	Chantiers
141	Espaces verts urbains	1411	Espaces verts urbains
		1412	Places
		1413	Terrains vagues en espace urbanisé
		1414	Cimetières
		1415	Jardins familiaux
142	Equipements sportifs et de loisirs	1421	Espaces bâtis de sport et de loisir
		1422	Espaces ouverts de sport et de loisir

# Occupation et usages des sols

## Ocsol-GE, meilleure définition spatiale de l'urbanisation





# Etats de surface

## Eléments de définition

Information géographique décrivant des unités biophysiques homogènes dans l'espace à une échelle donnée

Anglais : *land surfaces (imperviousness)*

Traitements semi-automatiques d'image sur la radiométrie, l'énergie réfléchie par les surfaces du sol + reconnaissance de formes pour identifier des structures et objets types (Méthode orientée objet)

Nécessité d'un contrôle terrain voire croisement avec données exogènes

## Sources

Images de télédétection: photographies aériennes, imagerie satellitaire, etc.

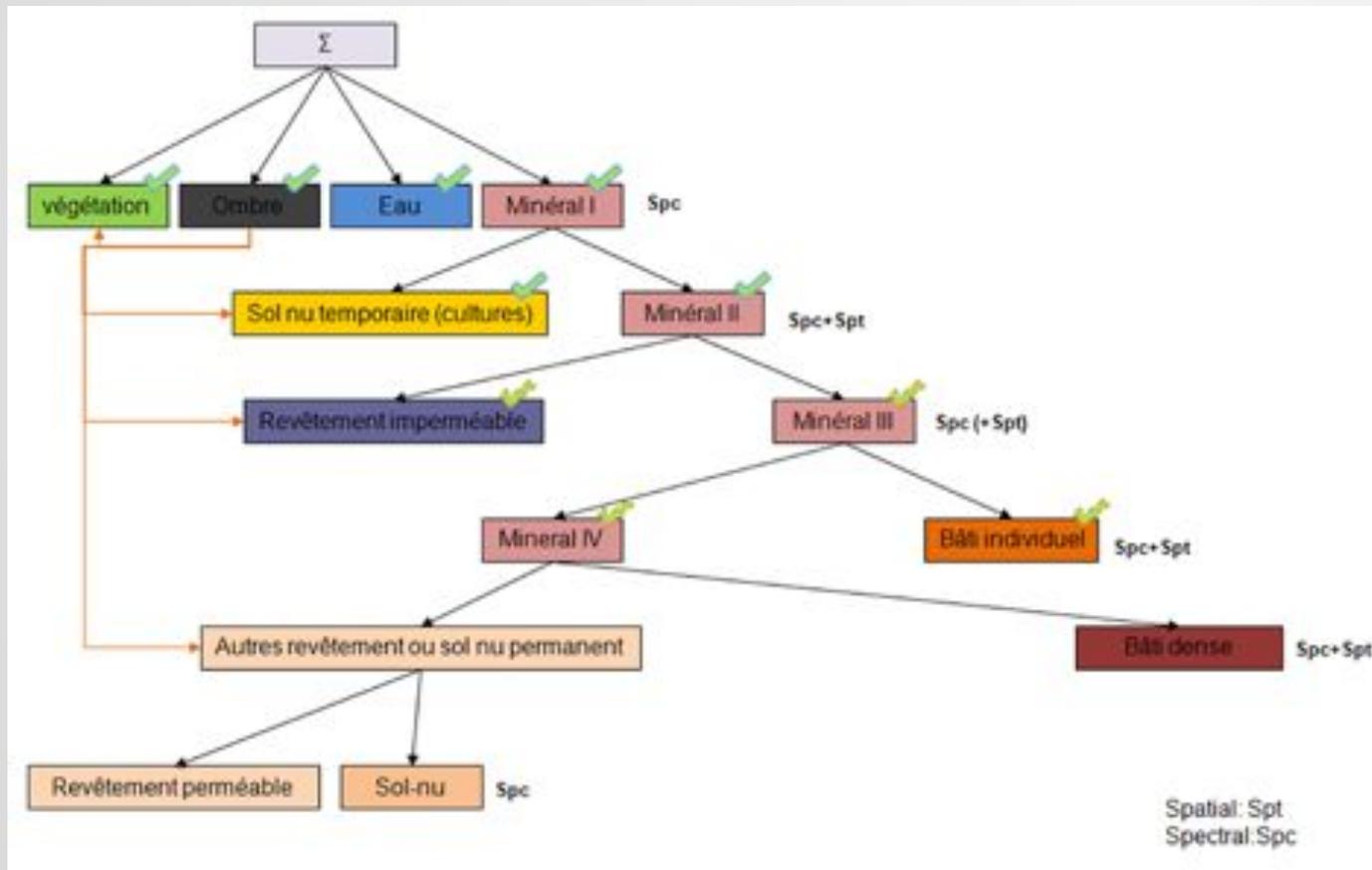


Fig. 2.21 - Relationship between impervious cover and hydrologic effects. Impervious cover is a combined result of increased surface runoff. As little as 10 percent impervious cover is a combined net result in stream degradation. In Stream Corridor Ecosystems: Principles, Processes, and Practices (2008). By the Federal Emergency Stream Restoration Working Group (FESRWG) (21 Federal agencies of the US).

# Etats de surface

## Exemple de chaîne de traitement

### Traitement initial

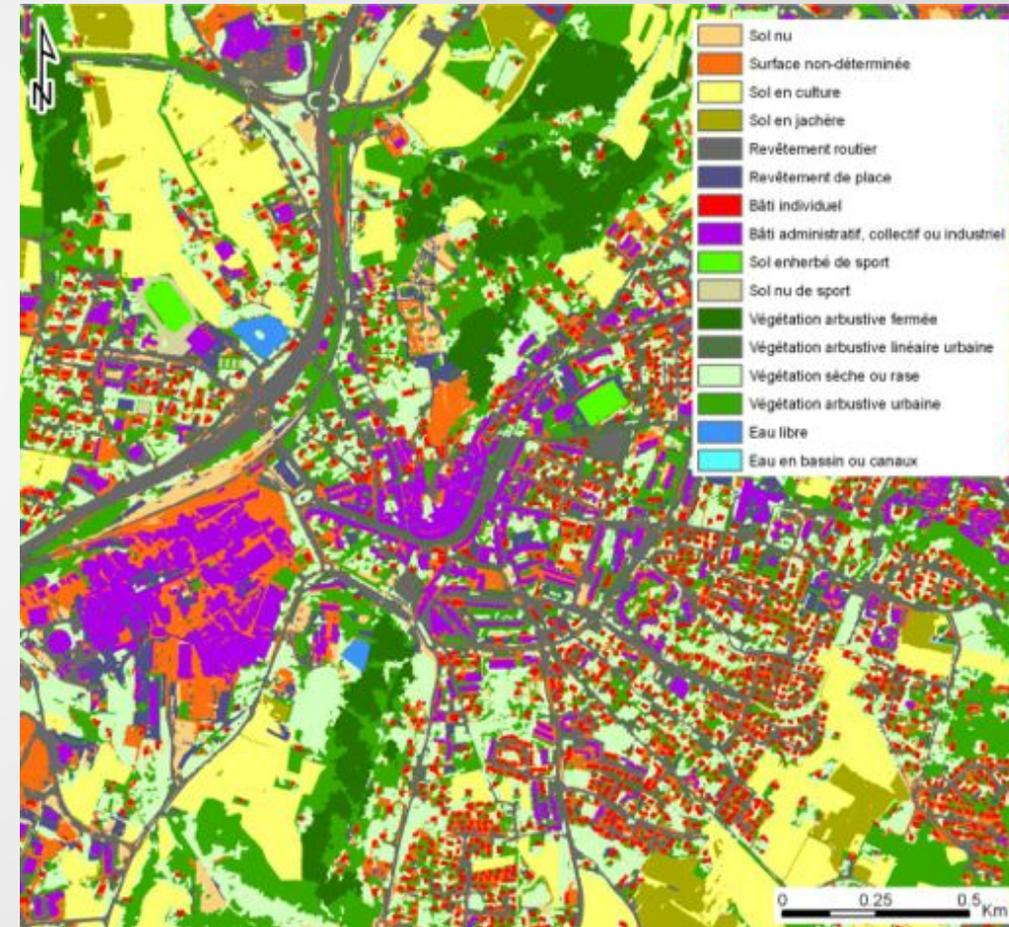
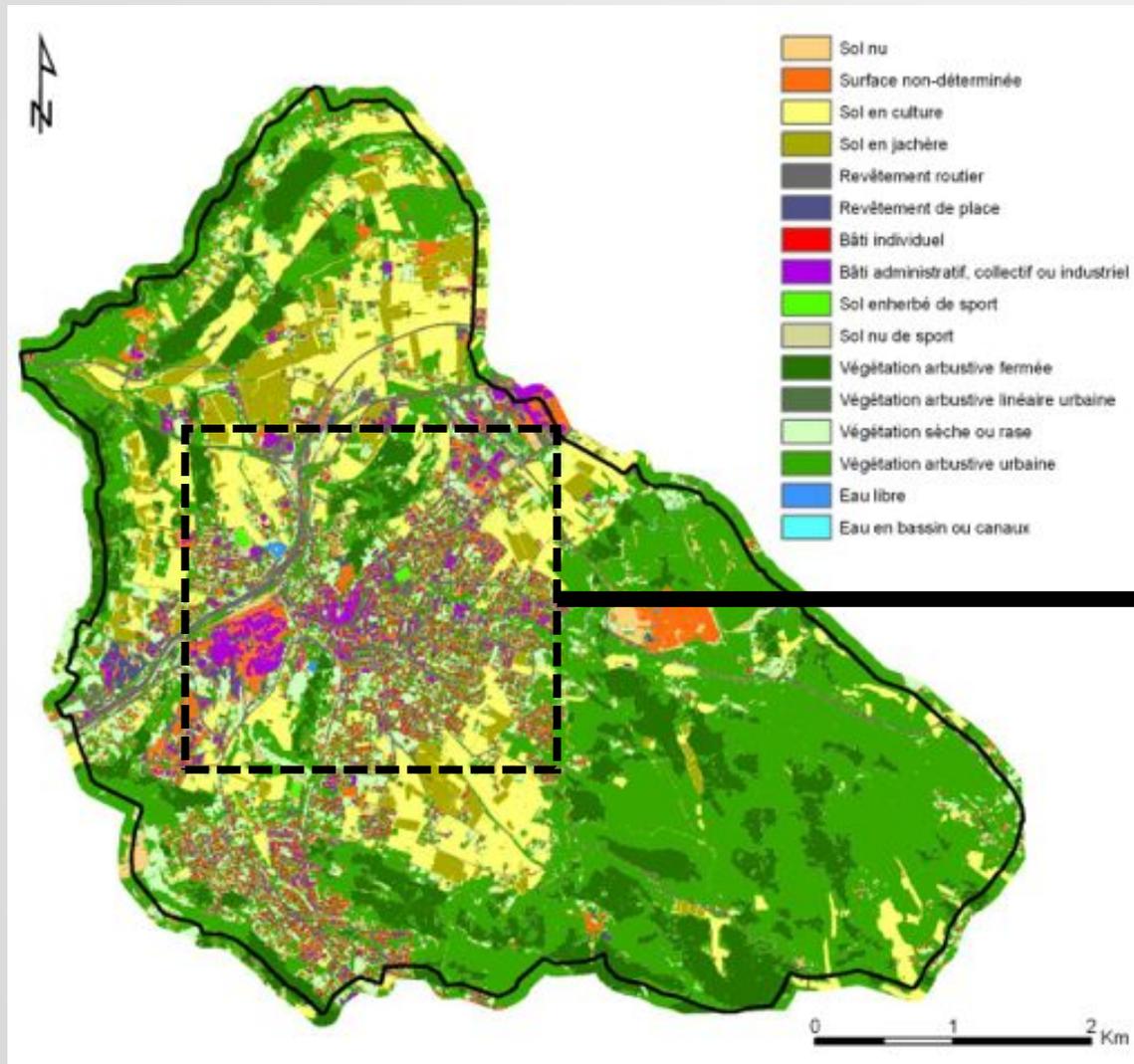


### Agrégation

Classe	Etat de surface
1	Végétalisée
2	-
3	Sol nu
4	-
5	Artificialisée

# Etats de surface

## Exemple de résultat - Gardanne



**Quelques exemples à partir de  
deux actions de recherche**

# Exemples à partir de deux actions de recherche

## Uqualisol-ZU

Projet de recherche : Préconisation d'utilisation des sols et qualité des sols en zone urbaine et péri-urbaine - Application au bassin minier de Provence (2010-2012)

Financement MEDDE, programme GESSOL

Projet impliquant : CEREGE (UMR 7330), ESPACE (UMR 7300), LIEU (EA), IMBE (UMR 7263), DiVaPra (Univ. Turin)



## OHM Littoral méditerranéen

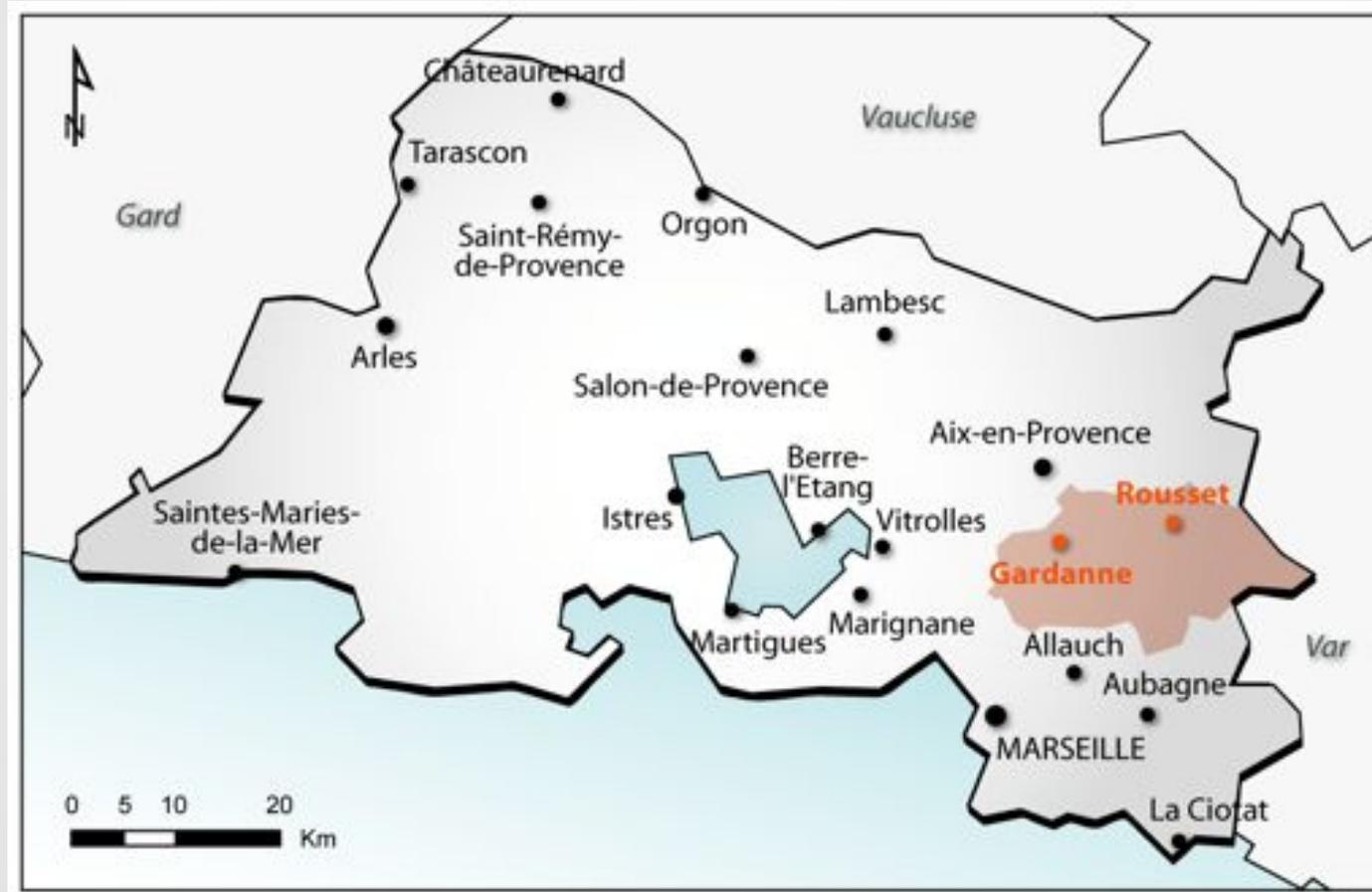
Dispositif d'étude pluridisciplinaire de l'anthropisation et de l'urbanisation du littoral méditerranéen français.

Plusieurs projets financés par le Labex DRIIHM s'intéressent à l'urbanisation du littoral, notamment : URBALAG et VIPLI-Med (par ailleurs financé par le programme « Quels littoraux pour demain ? » de la Fondation de France

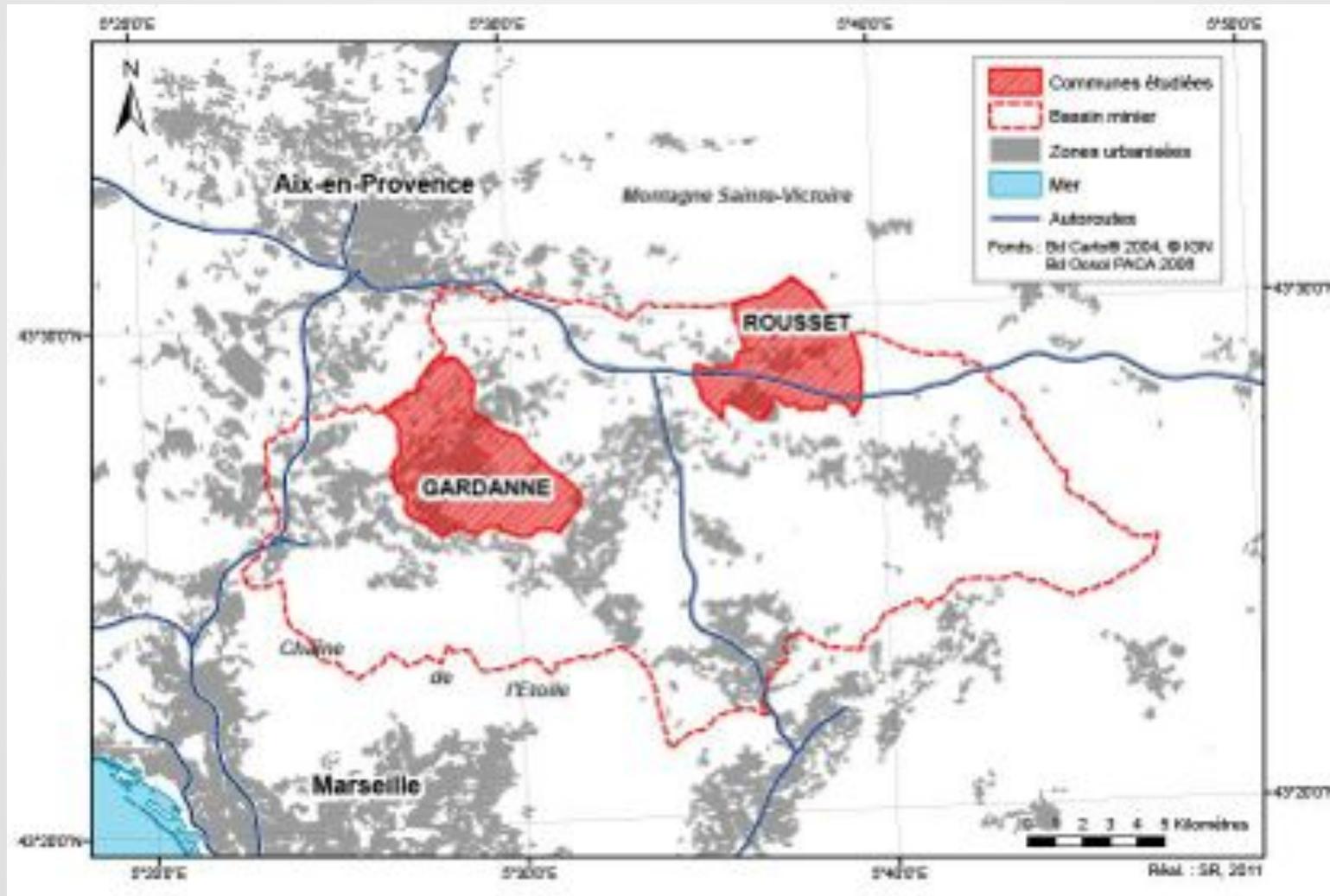
Projets impliquant : ESPACE (UMR 7300), SPE (UMR 6134)



## Deux communes du bassin minier de Provence (BMP) : Gardanne et Rousset



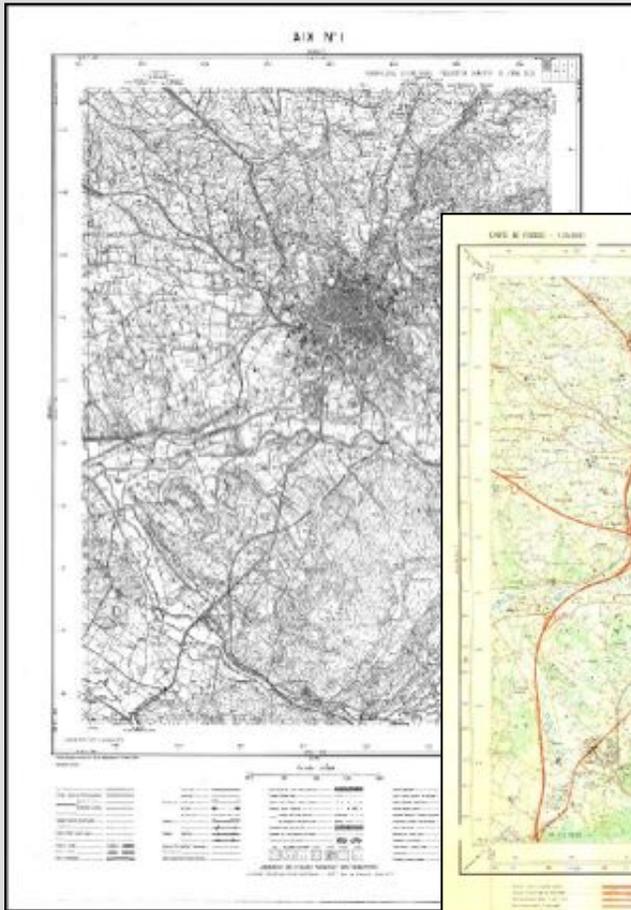
## Deux communes du bassin minier de Provence (BMP) : Gardanne et Rousset



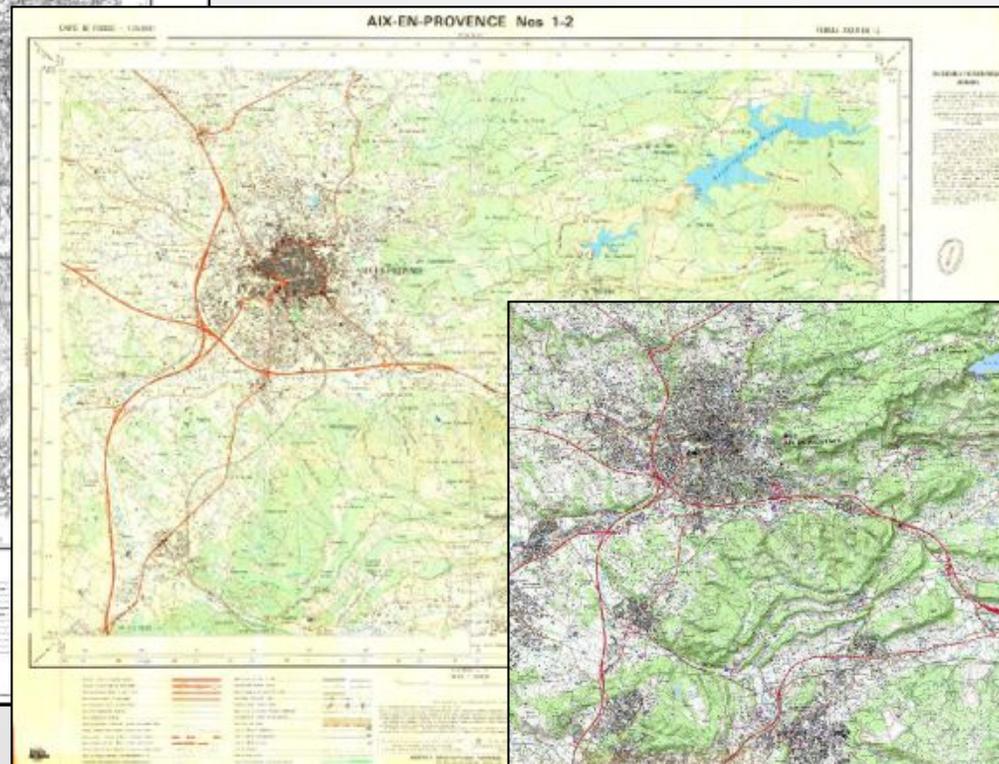
## Deux communes du bassin minier de Provence (BMP) : Gardanne et Rousset



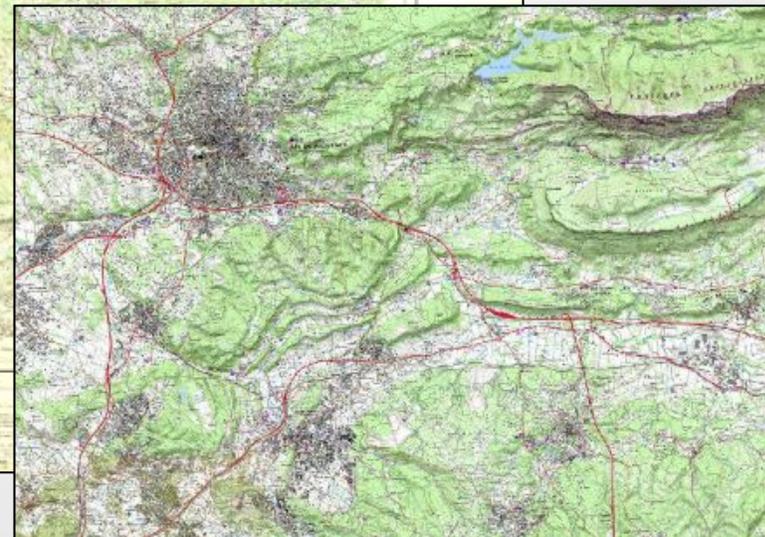
## Reconstitution historique de l'occupation des sols (1935-1999)



1935 - 1:20 k



1972 - 1:25 k

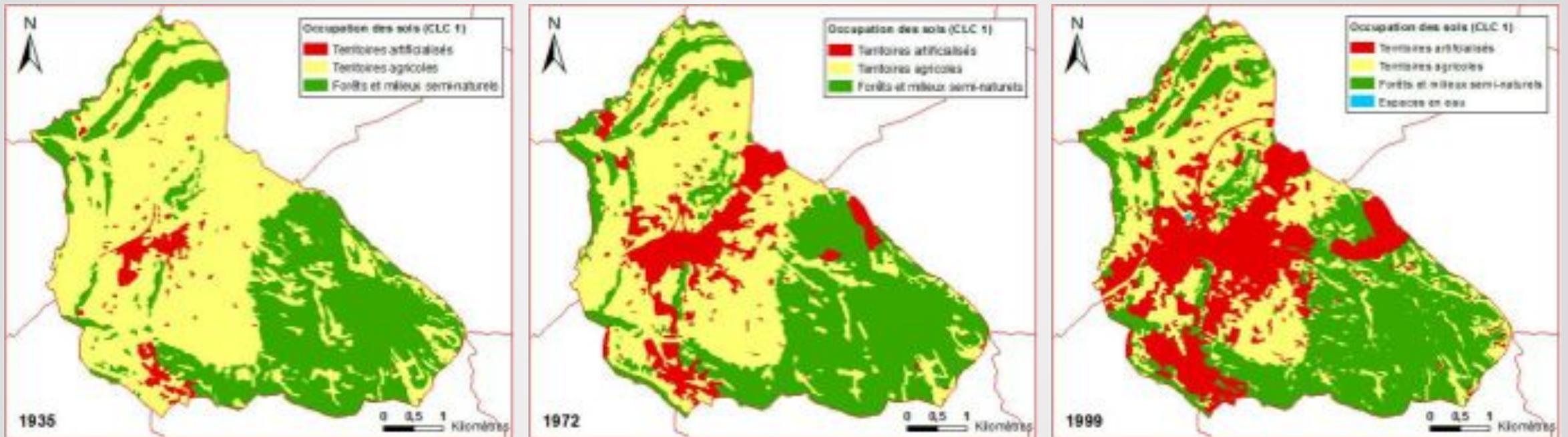


1999 - 1:25 k

Définition d'un protocole de cartographie basé sur cartes topographiques et compatible CLC

## Etalement urbain marqué (1935-1999)

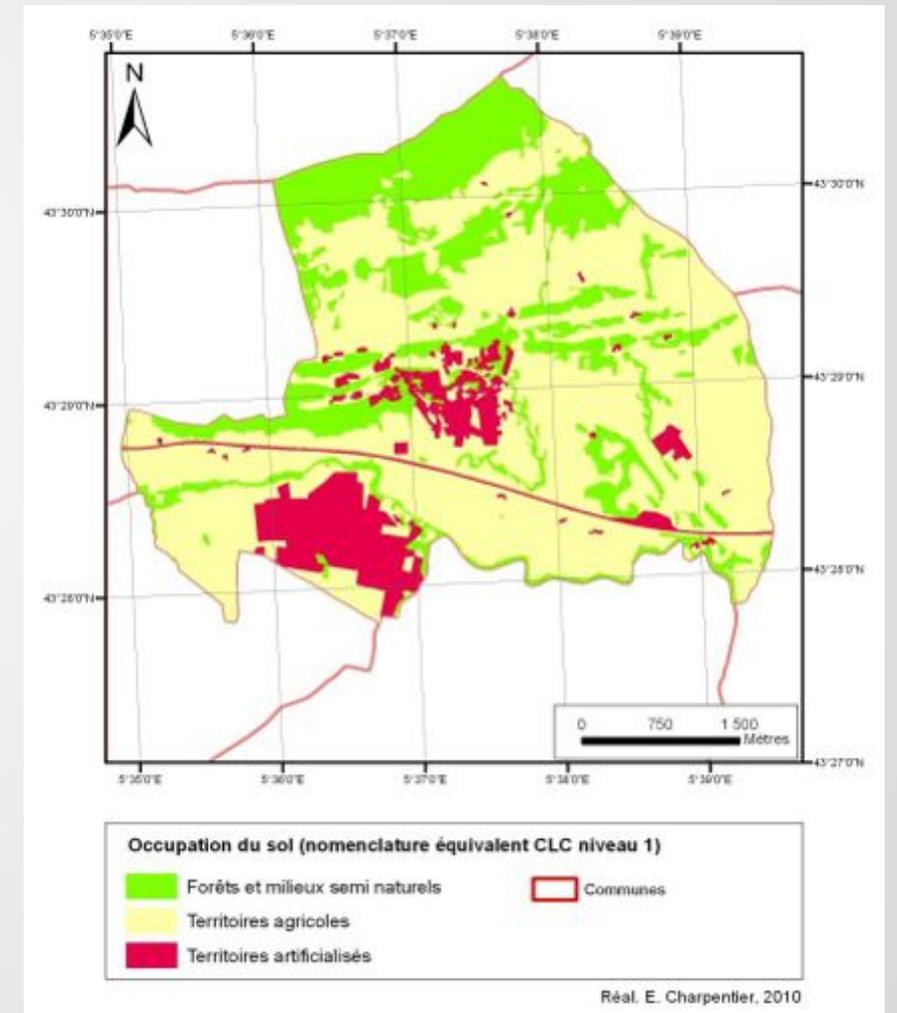
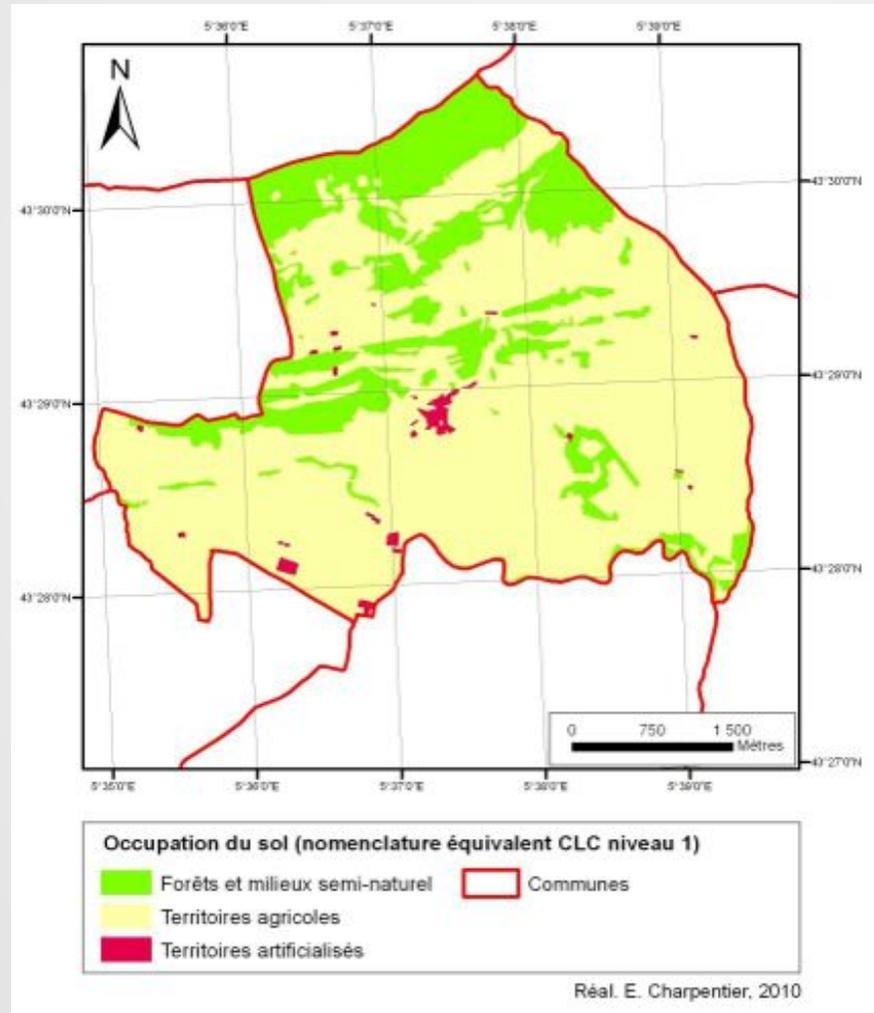
### Gardanne



*Entre 1935 et 1999, territoires agricoles en recul de 36 %*

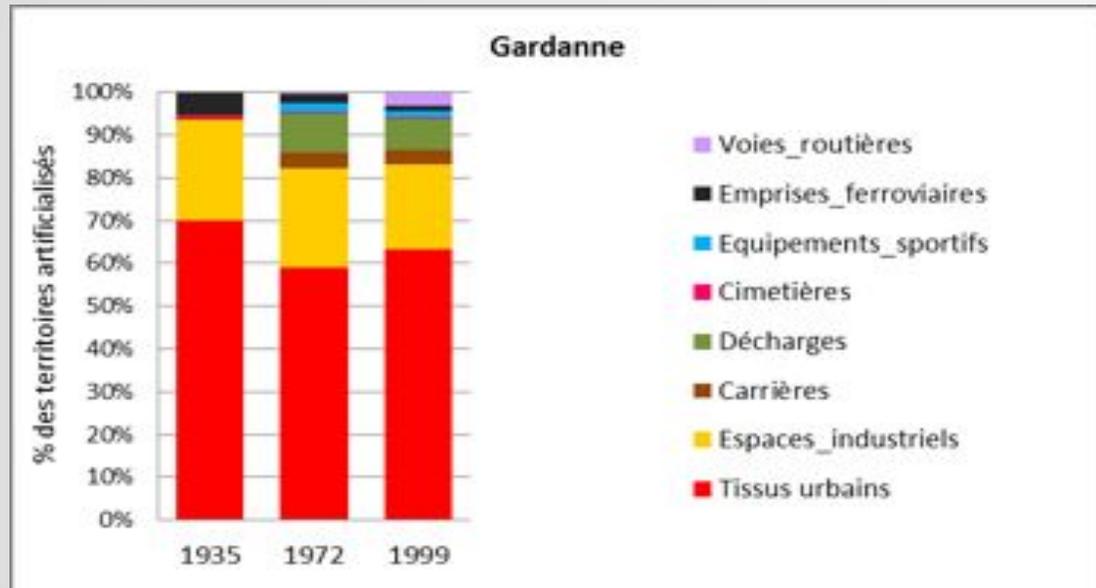
## Etalement urbain marqué (1935-1999)

Rousset

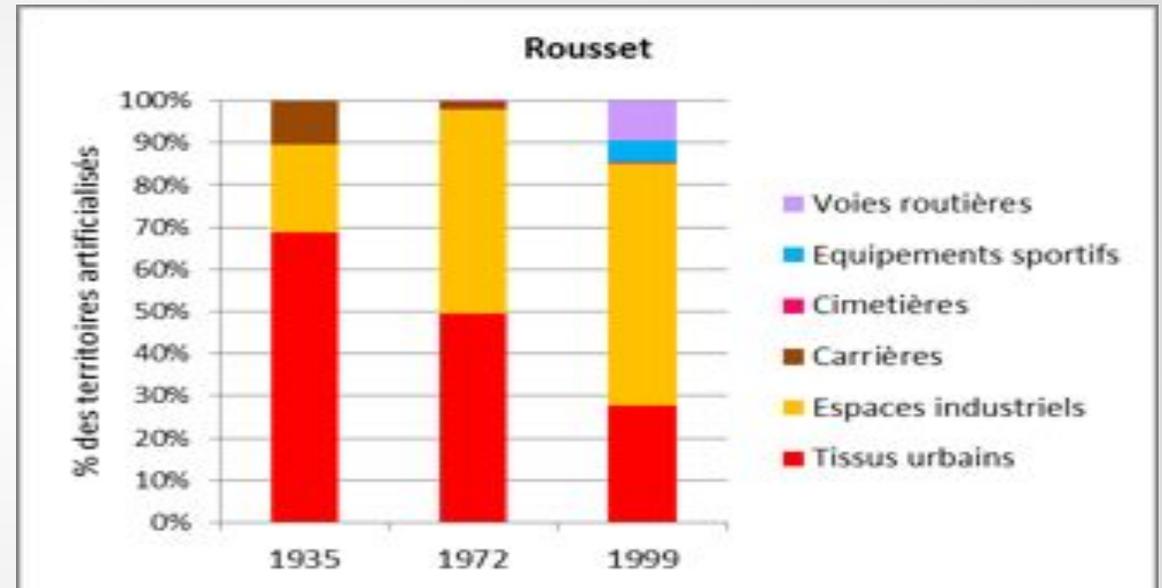


*Entre 1935 et 1999,  
territoires agricoles  
en recul de 17 %*

## Modification des espaces urbanisés (1935-1999)

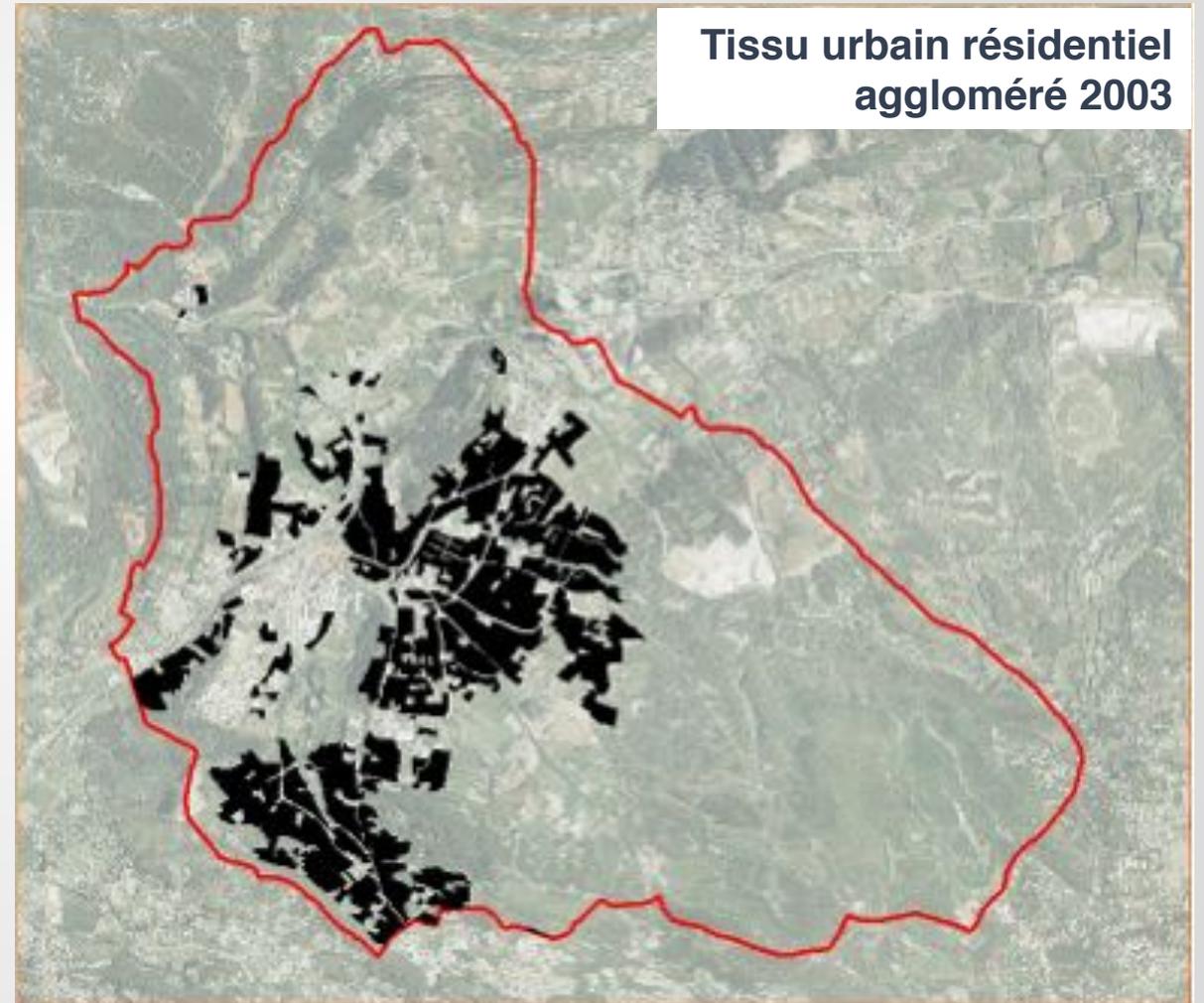
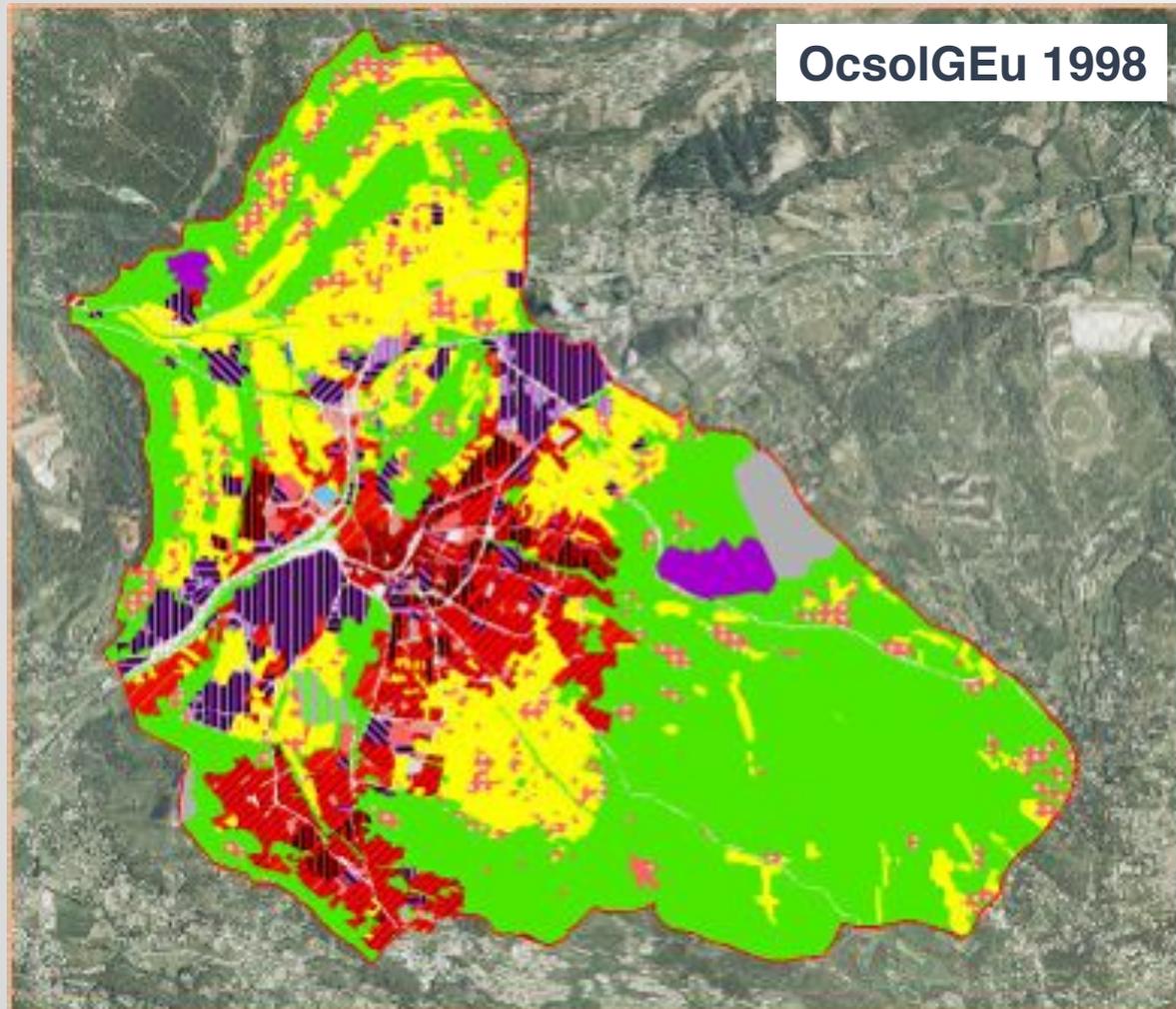


*Légère diminution (en %) du tissu bâti à usage résidentiel. Forte augmentation des espaces de décharge (terrils).*



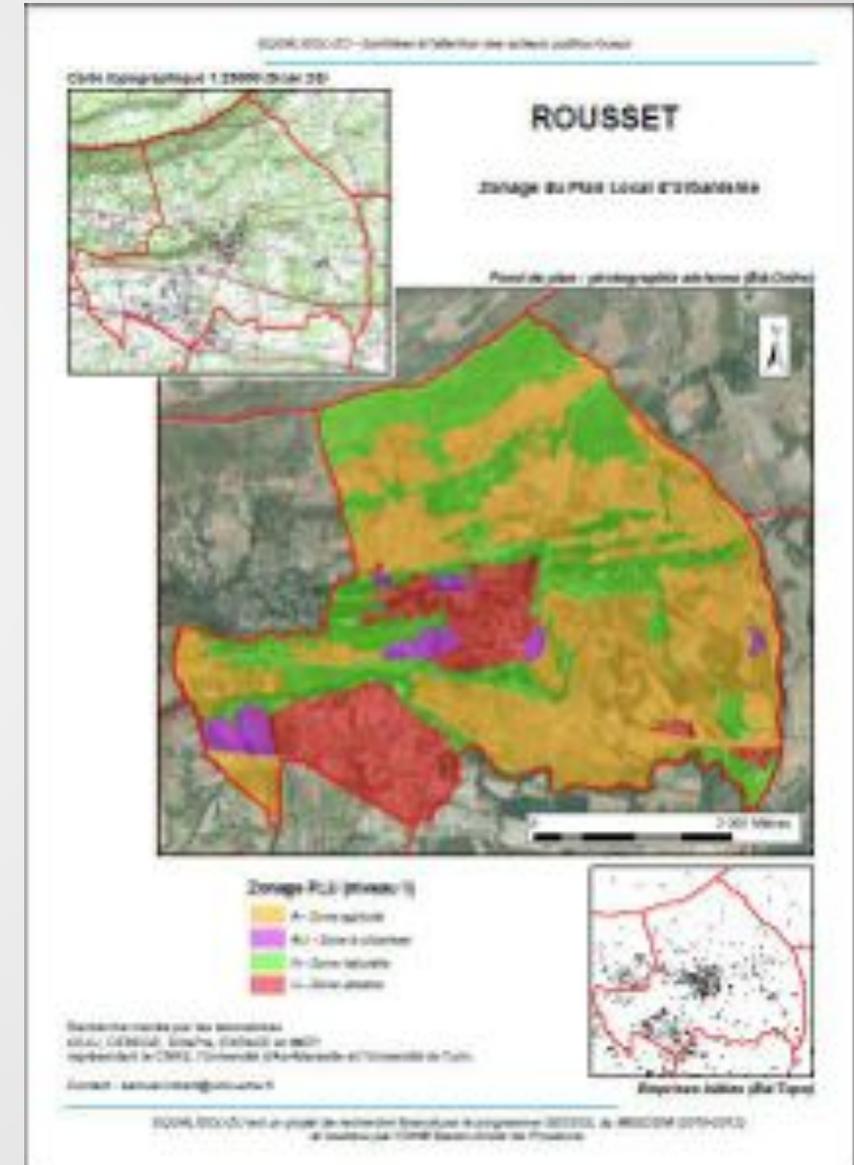
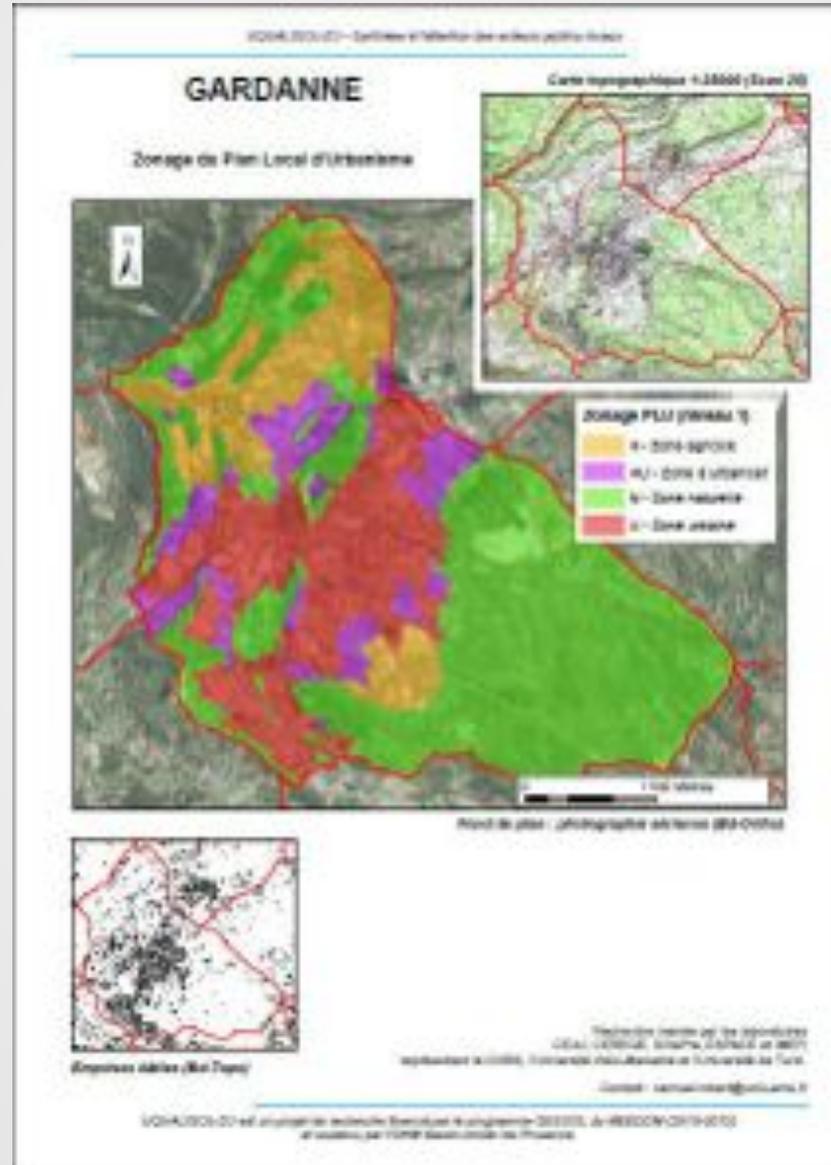
*Forte diminution (en %) du tissu bâti à usage résidentiel. Très forte augmentation des espaces urbanisés à usage industriel.*

## Cartographie récente de l'occupation des sols urbains à grande échelle

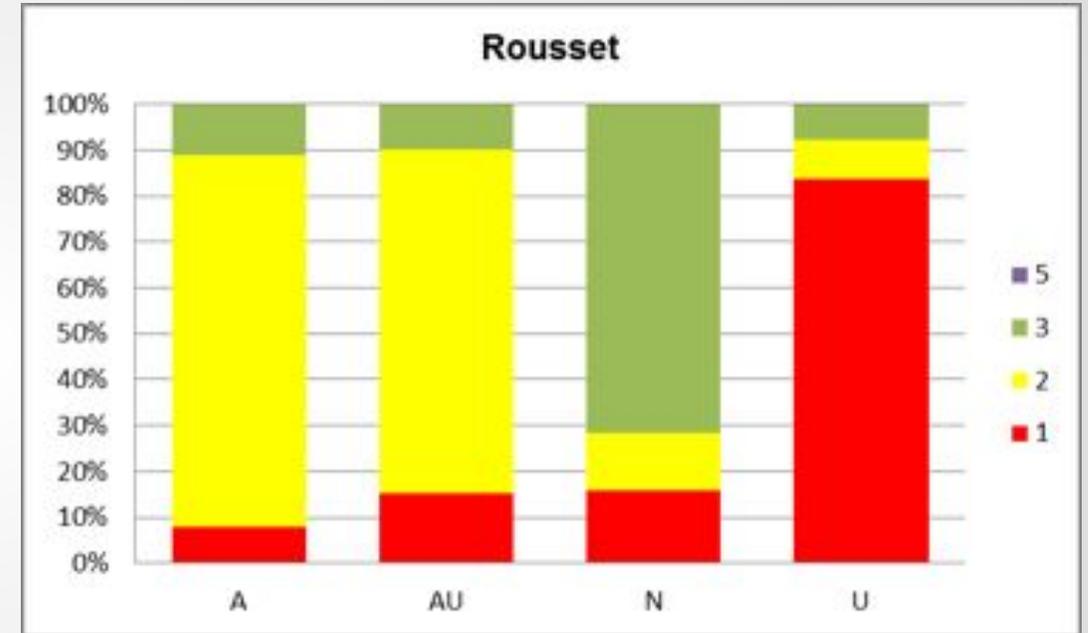
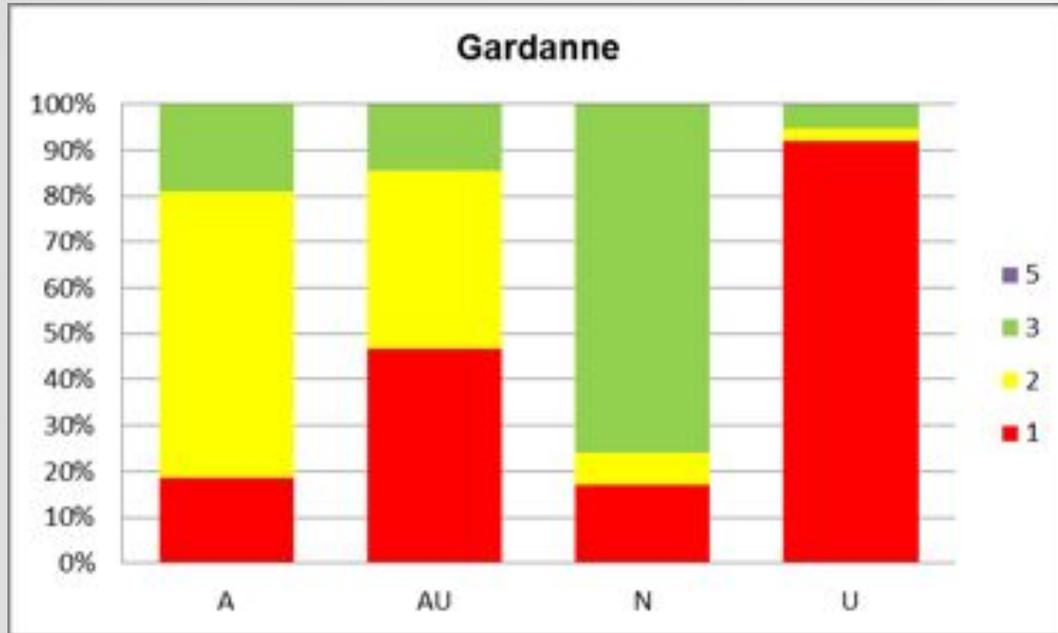


# Uqualisol-ZU

## Zonages d'urbanisme et occupation des sols (2008)



## Zonages d'urbanisme et occupation des sols (2008)



*La zone dévolue à l'agriculture est déjà artificialisée à hauteur de 20 %.*

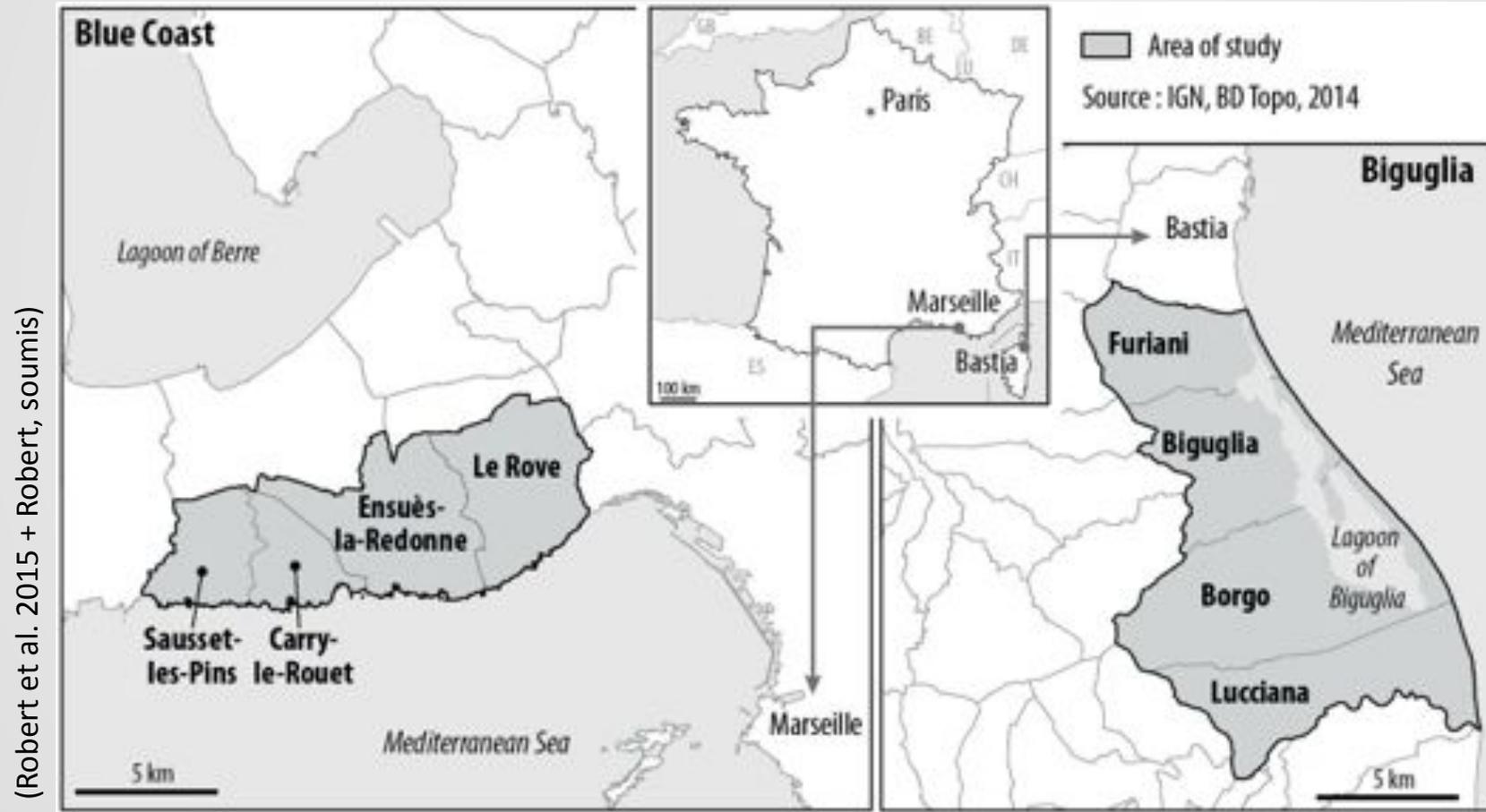
*Celle dévolue aux milieux naturels l'est à plus de 15%.*

*La zone à urbaniser est modérément définie sur les espaces agricoles.*

*Moins de 10 % de la zone dévolue à l'agriculture est déjà artificialisée.*

*La zone à urbaniser est largement définie sur les espaces agricoles.*

## Comparaison Côte bleue (Bouches-du-Rhône) et Rives de l'étang de Biguglia (Haute-Corse)



Env, 25 000 hab, 78 km<sup>2</sup>

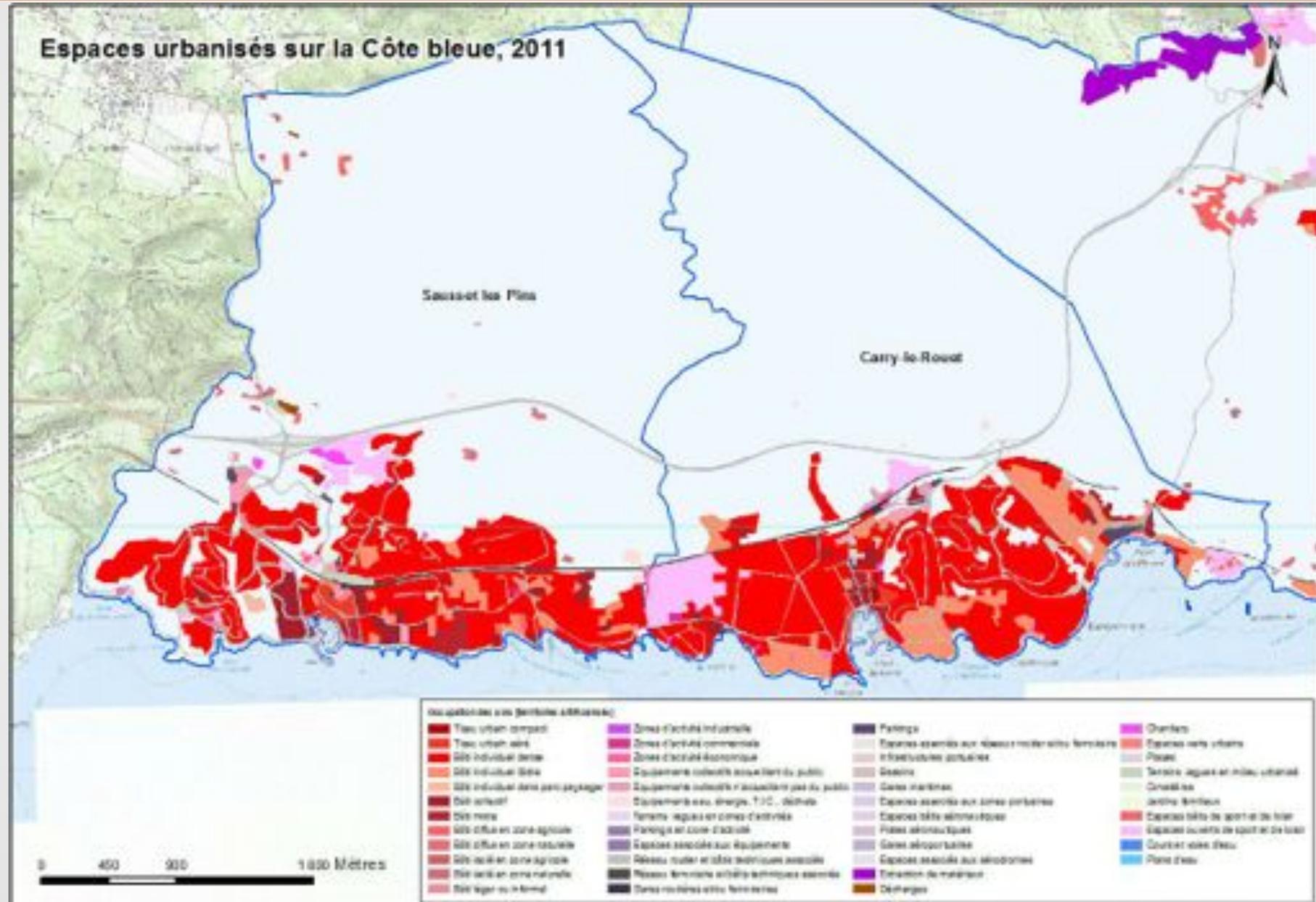
Env, 25 000 hab, 108 km<sup>2</sup>

# OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia

Caractérisation fine de l'urbanisation à plusieurs dates

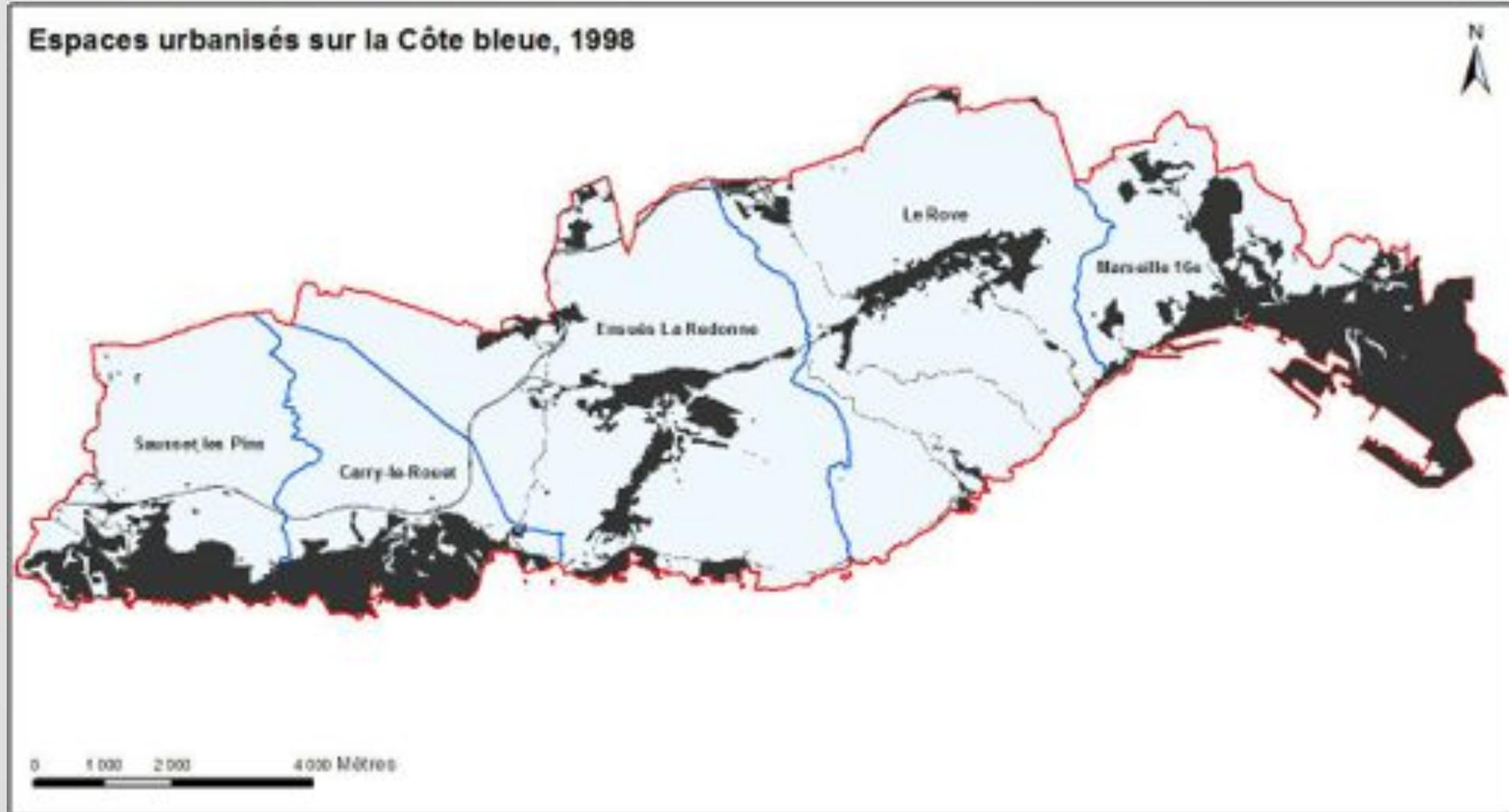
Côte bleue : 1988, 2003, 2008 et 2011

Biguglia : 1990, 2002 et 2011



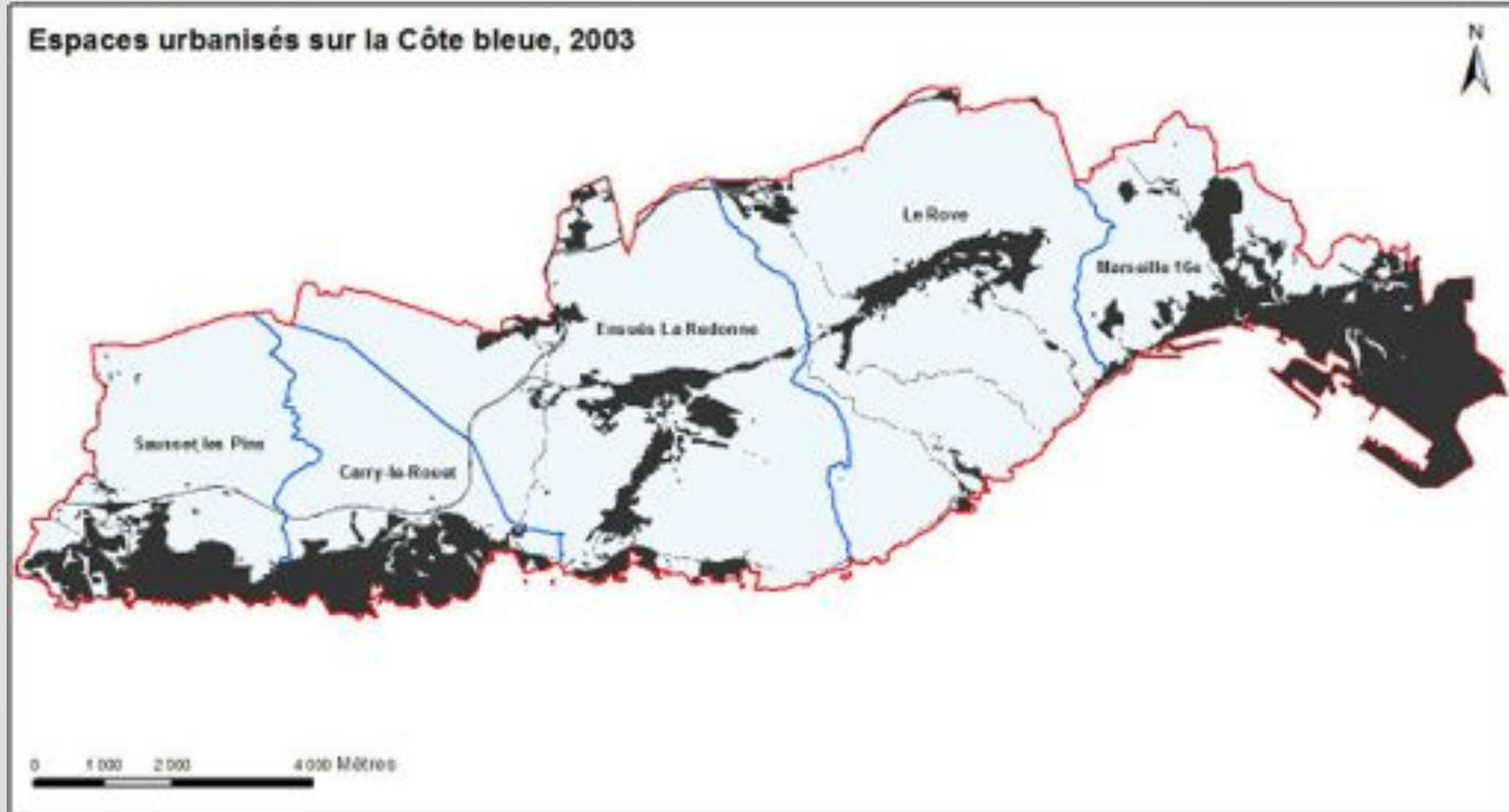
# *OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia*

## Modalités de l'étalement urbain sur la Côte bleue



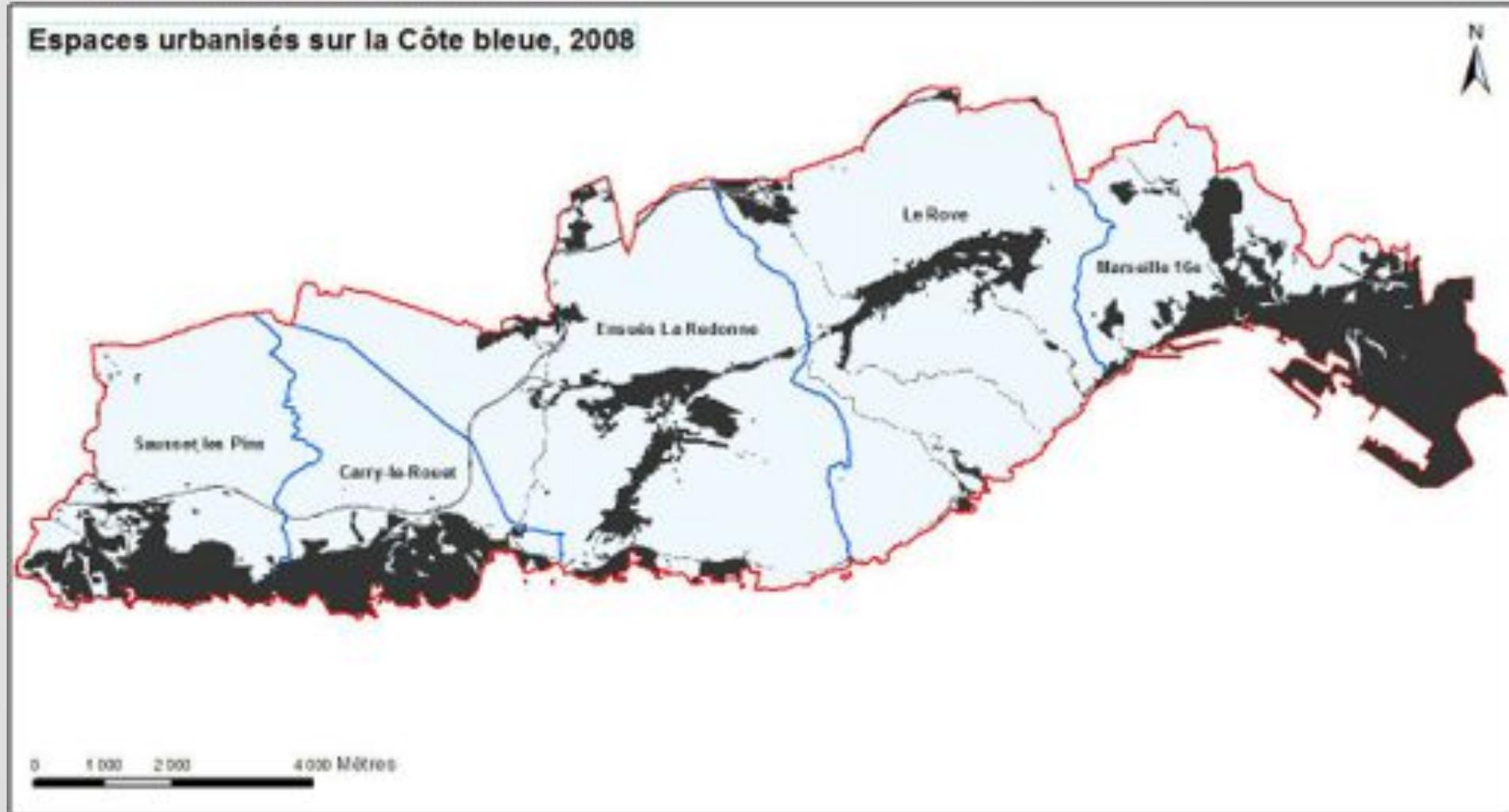
# *OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia*

## Modalités de l'étalement urbain sur la Côte bleue



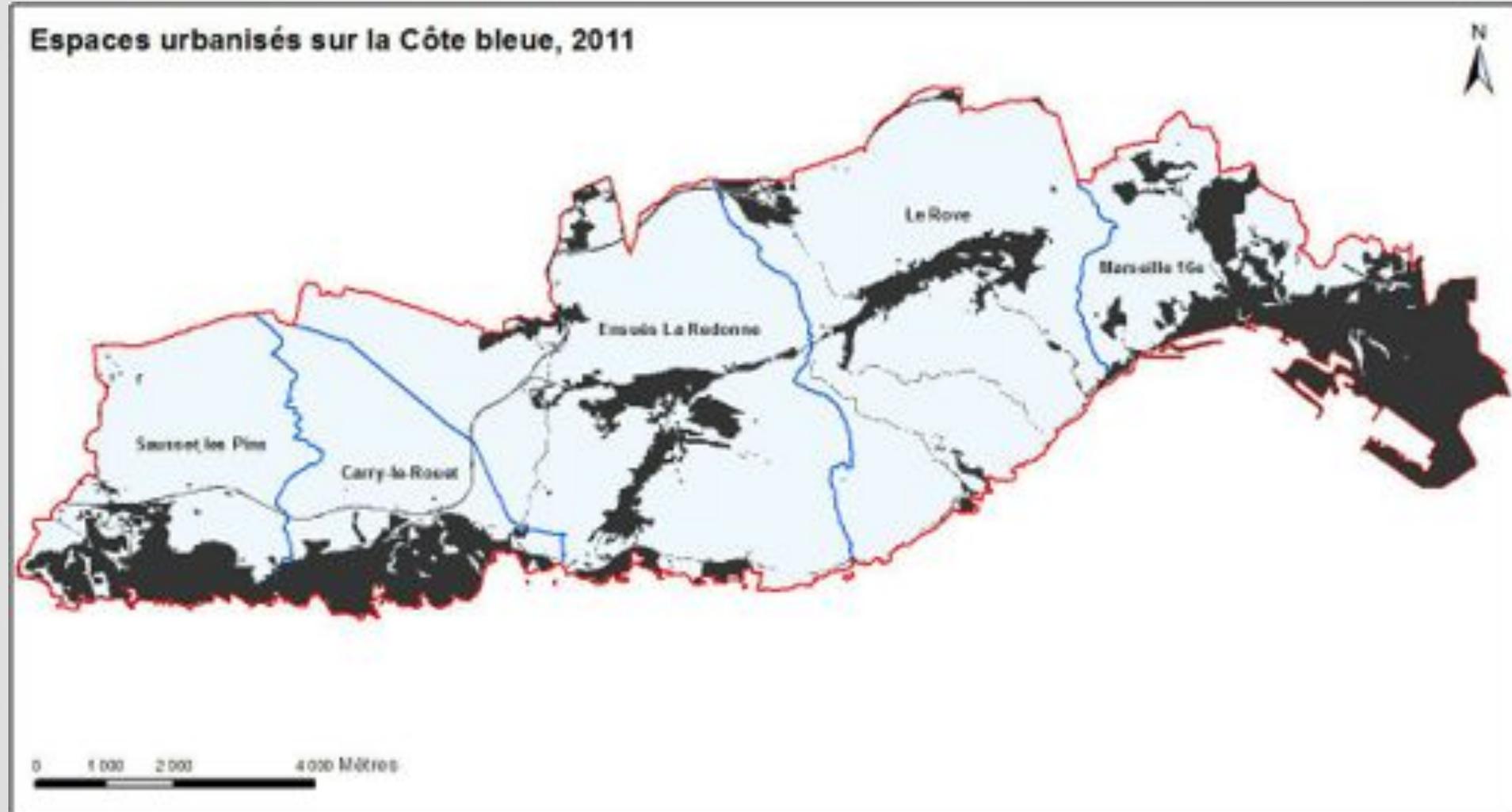
# *OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia*

## Modalités de l'étalement urbain sur la Côte bleue



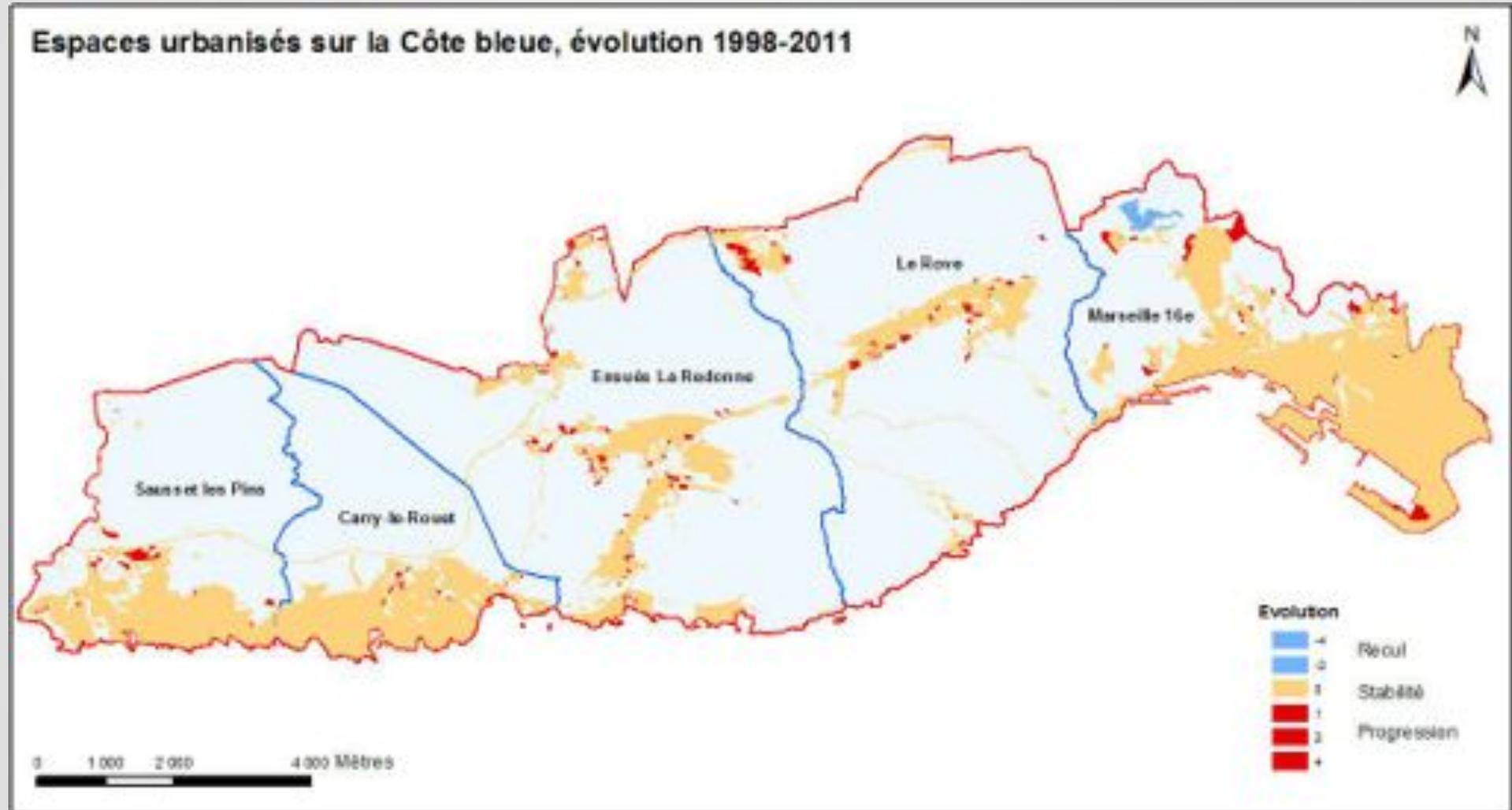
# *OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia*

## Modalités de l'étalement urbain sur la Côte bleue



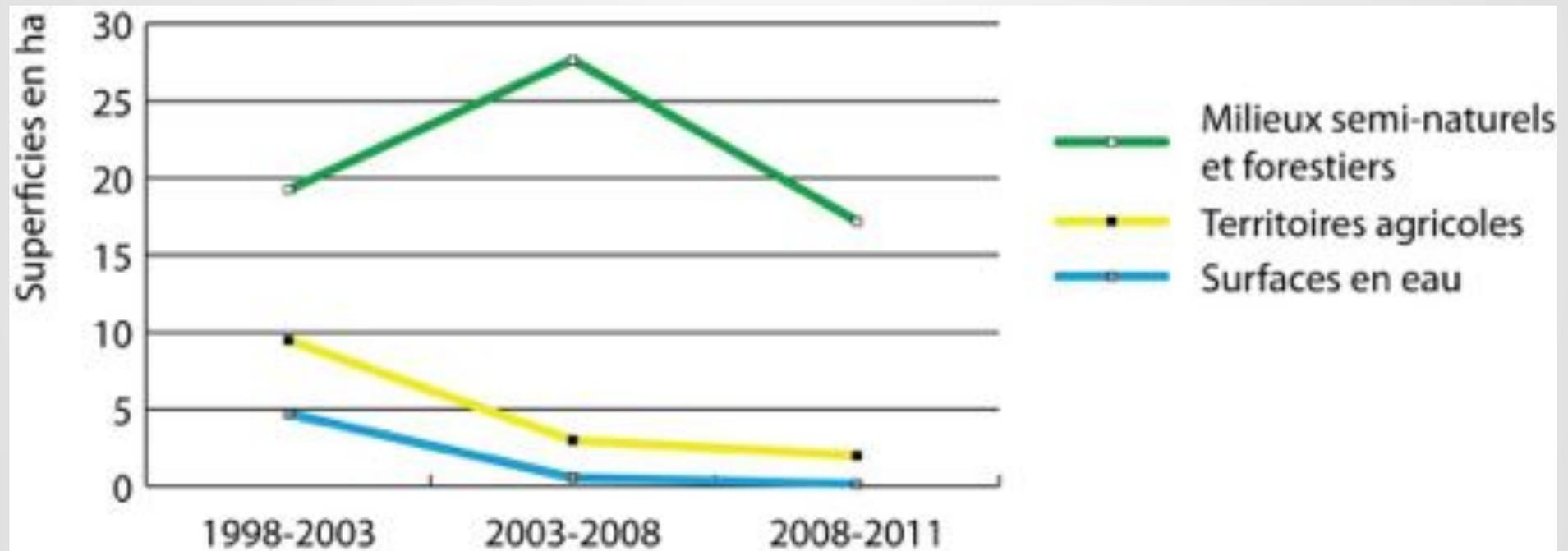
# *OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia*

## Modalités de l'étalement urbain sur la Côte bleue



## *OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia*

### Modalités de l'étalement urbain sur la Côte bleue



# OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia

## Etalement urbain vs Reconstruction de la ville sur elle-même

Site	Commune	Territoires artificialisés 2011 (%)	Evolution moy/an (%) *	Progression par étalement (ha)	Renouvellement urbain (ha)	Ratio renouvellement/étalement
Côte bleue		16,24	0,33	33,4	52,4	1,6
	Ensuès La Redonne	12,69	0,39	10,5	22,0	2,1
	Carry-le-Rouet	30,62	0,08	1,9	11,2	5,9
	Le Rove	10,17	0,60	13,0	9,3	0,7
	Sausset-les-Pins	23,61	0,33	8,0	9,9	1,2
Etang de Biguglia		19,14	3,04	587,0	136,5	0,2
	Biguglia	23,29	2,60	132,0	26,2	0,2
	Borgo	15,81	3,97	229,7	53,0	0,2
	Lucciana	21,50	3,78	193,5	39,0	0,2
	Furiani	18,14	0,85	31,8	18,3	0,6

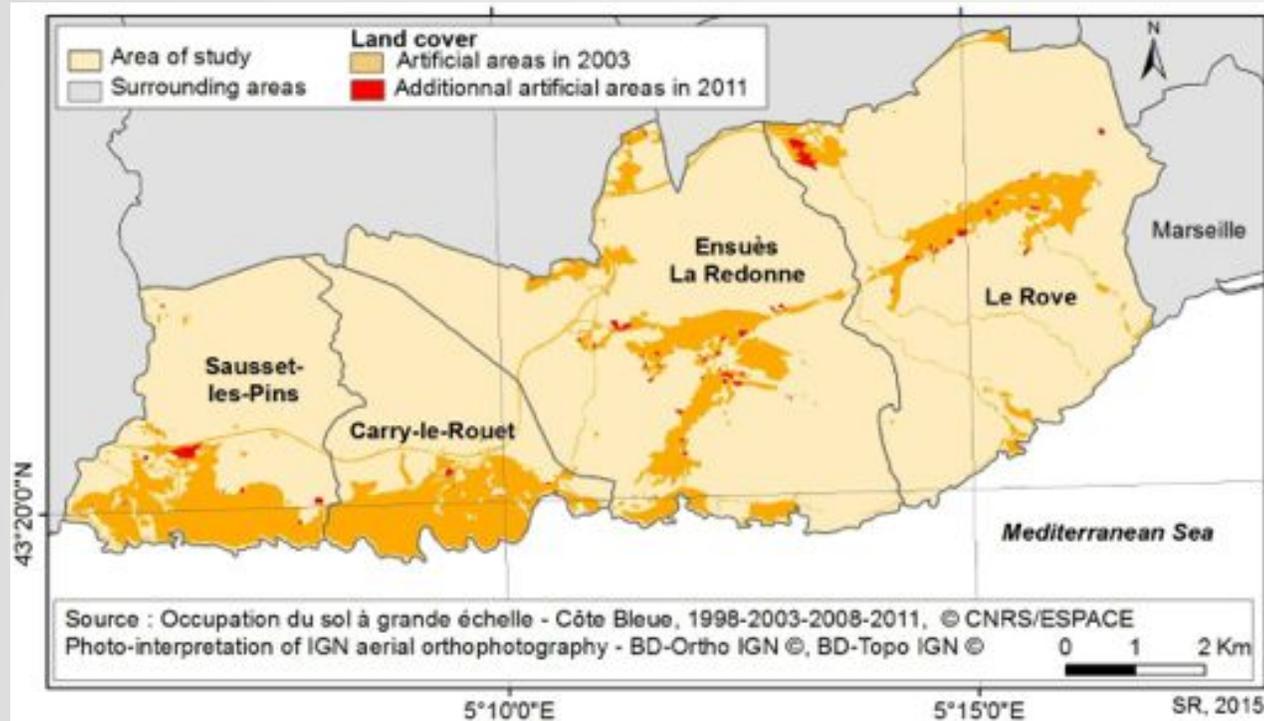
\* 2002-2011 Biguglia et 2003-2011 Cote Bleue

Le taux de progression des espaces artificialisés a été 10 fois plus fort à Biguglia.

... mais en parallèle, le ratio renouvellement /étalement urbain a été 8 fois plus fort sur la Côte bleue.

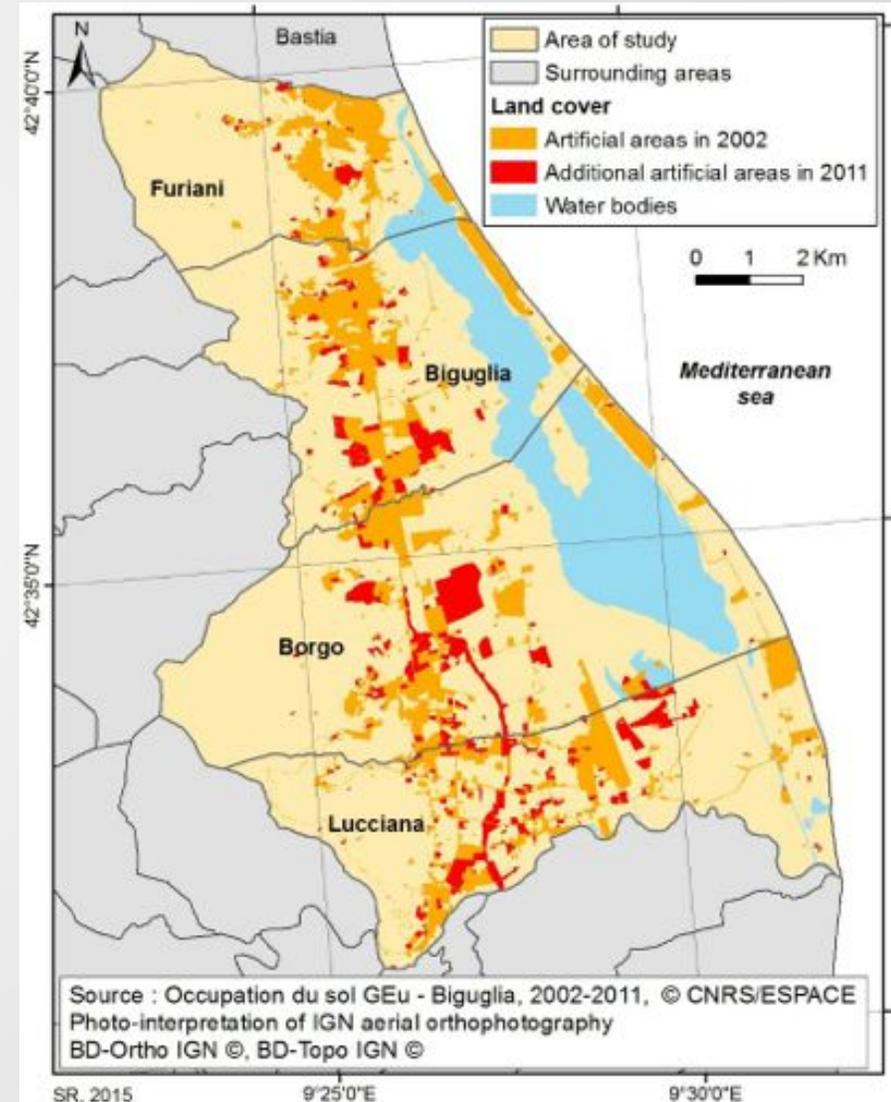
# OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia

## Dynamiques spatiales opposées



- Etalement urbain limité
- En continuité avec le bâti préexistant
- Pas d'urbanisation nouvelle proche du rivage

- Etalement urbain marqué
- Urbanisation plus diffuse
- Pas d'urbanisation nouvelle proche du rivage



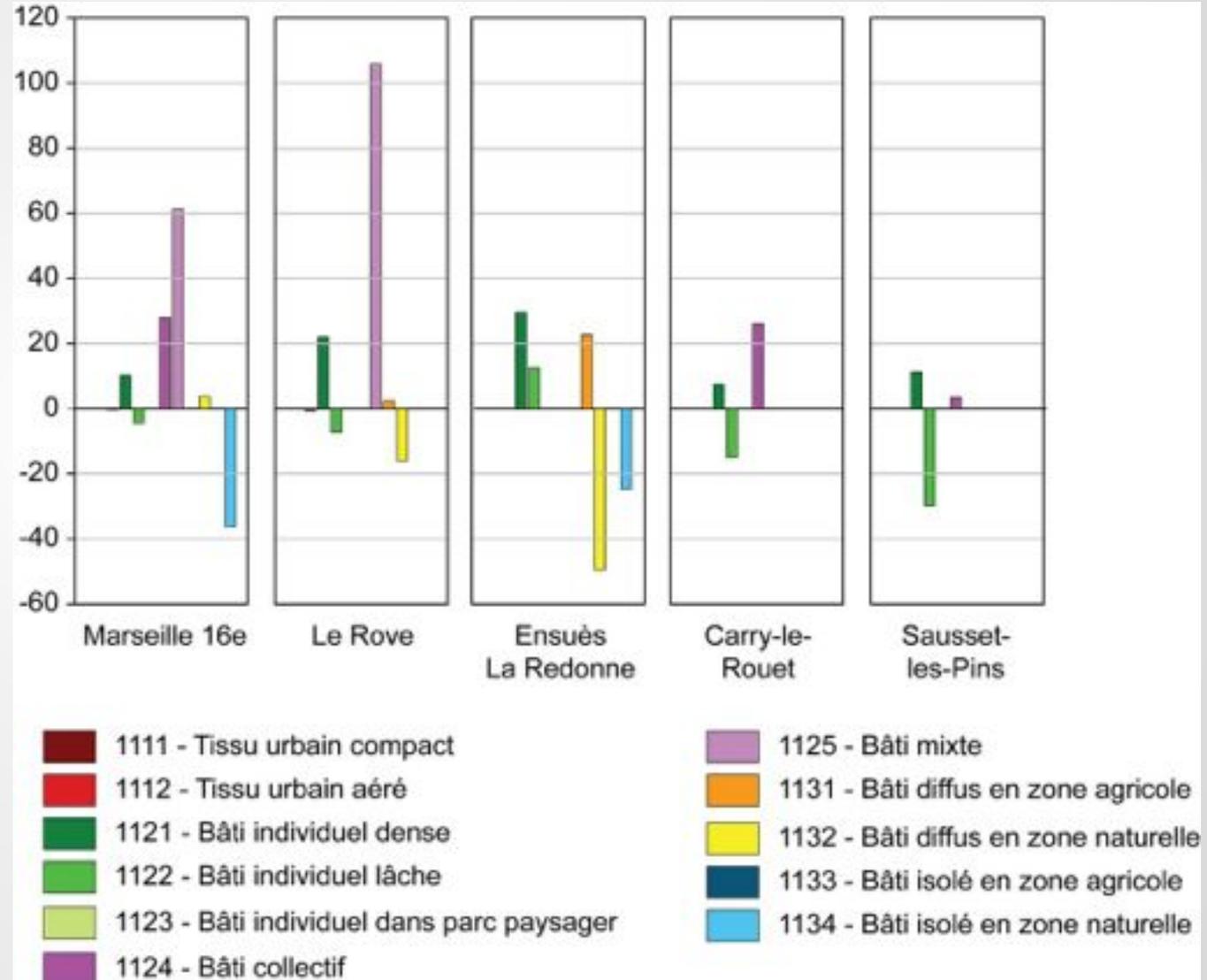
# OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia

## Densification de zone urbaine sur la Côte bleue

Evolution de la part respective de chaque type de tissus urbains de 1998 à 2011 (%), sur la Côte bleue

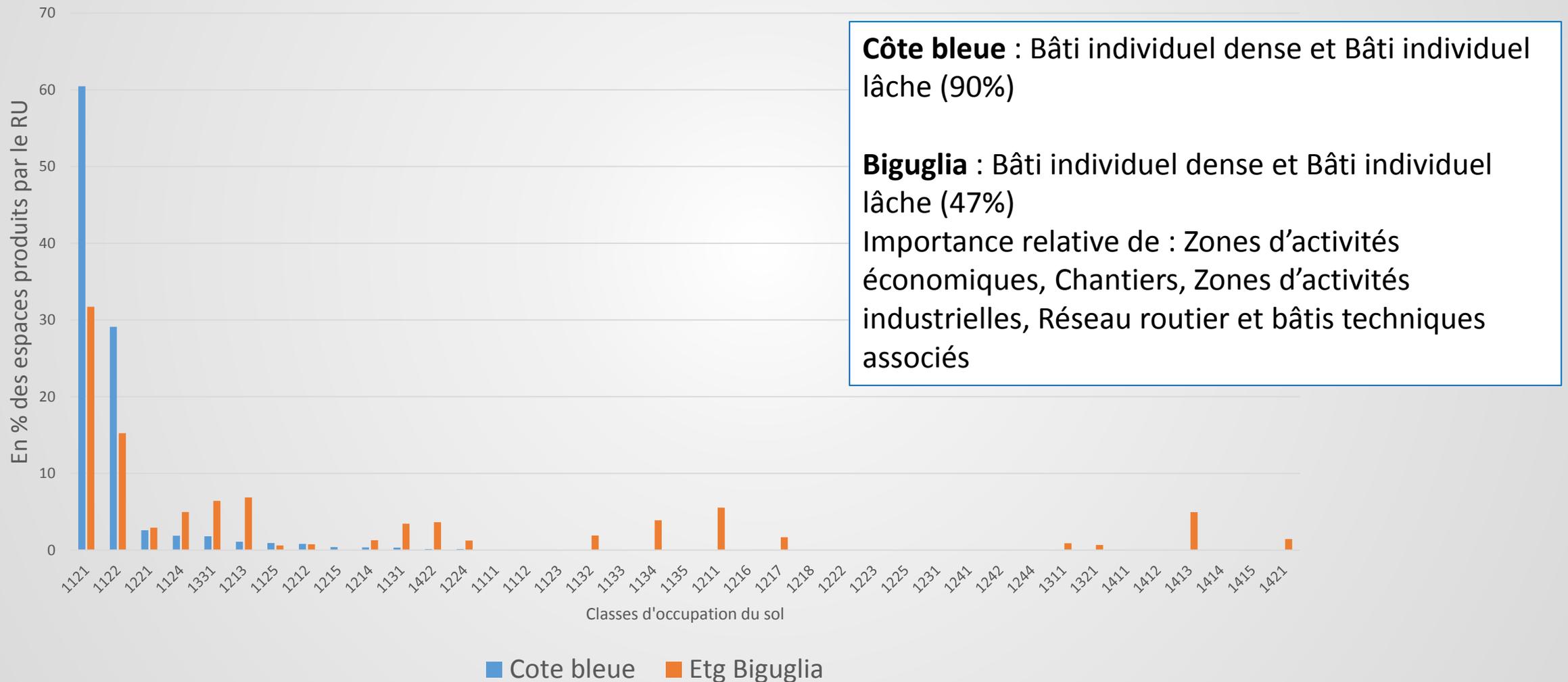


**Recul des formes urbaines les plus consommatrices d'espace**



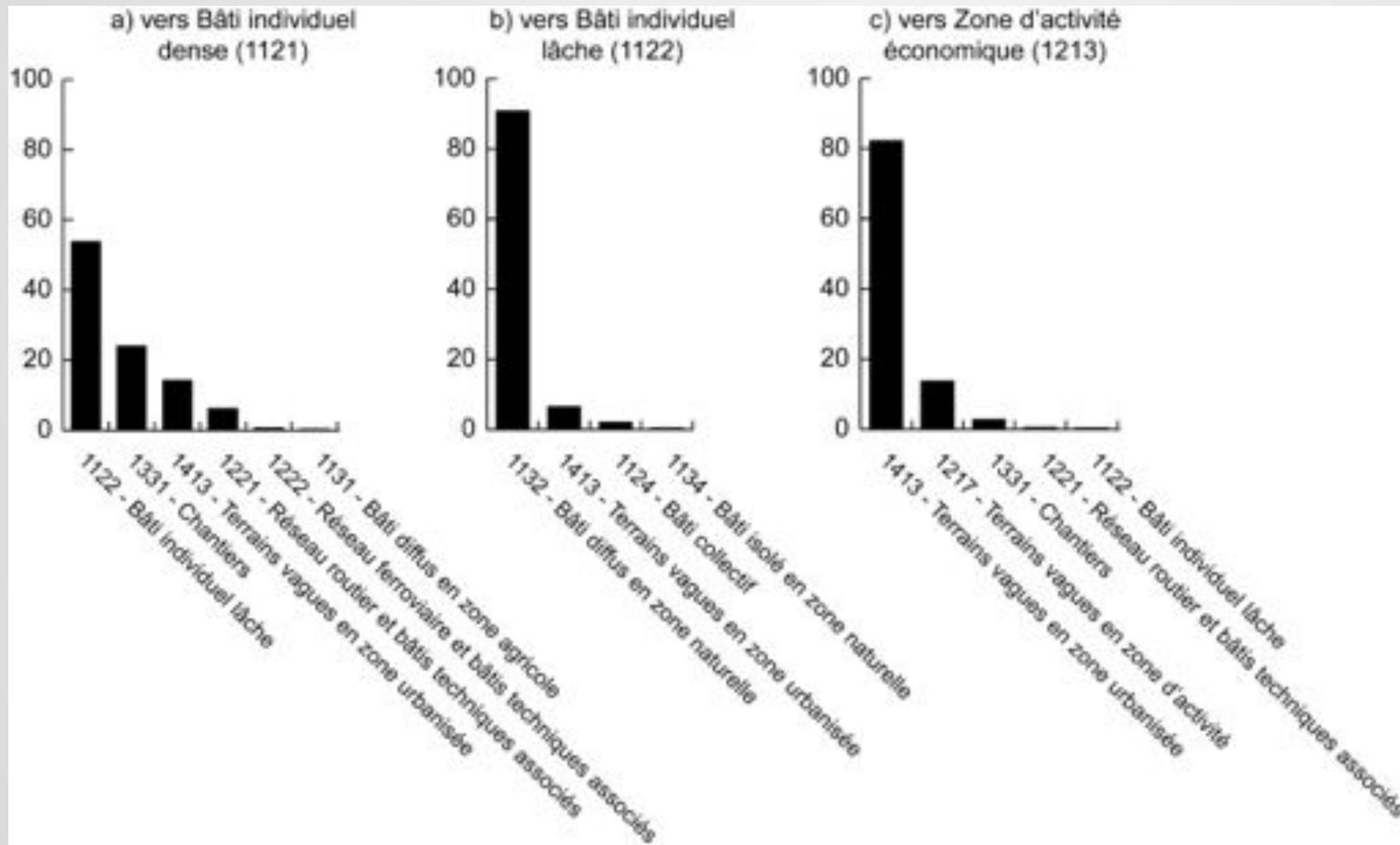
# OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia

## Formes urbaines les plus produites par le renouvellement urbain



# OHM-LM : comparaison urbanisation Côte Bleue - Biguglia

Entre 2002 et 2011, formes les plus fréquentes du renouvellement urbain (Côte bleue)



Une densification « par glissement », principalement au profit des espaces à usage résidentiel

# Conclusion

# Conclusion

L'urbanisation en Méditerranée française a connu un très fort accroissement dans les dernières décennies mais elle est en moindre augmentation ces dernières années.

Selon les territoires, et ce malgré les réglementations, la **dynamique de l'urbanisation est inégale** :

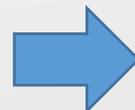
- l'étalement urbain reste fort dans certaines communes (en particulier l'arrière-pays)
- la densification urbaine est à l'œuvre partout mais dans des proportions très différentes
- les **espaces agricoles** demeurent **les plus touchés** par l'étalement urbain

---

**Urbanisation** et **imperméabilisation** des sols sont deux phénomènes **liés** mais qui ne sont **pas synonymes**. Selon l'échelle d'analyse, ils ne s'équivalent pas !!

**La tendance à la densification induit une imperméabilisation croissante des sols au sein des espaces urbanisés à l'avenir → augmentation de la vulnérabilité au ruissellement et aux inondations soudaines.**

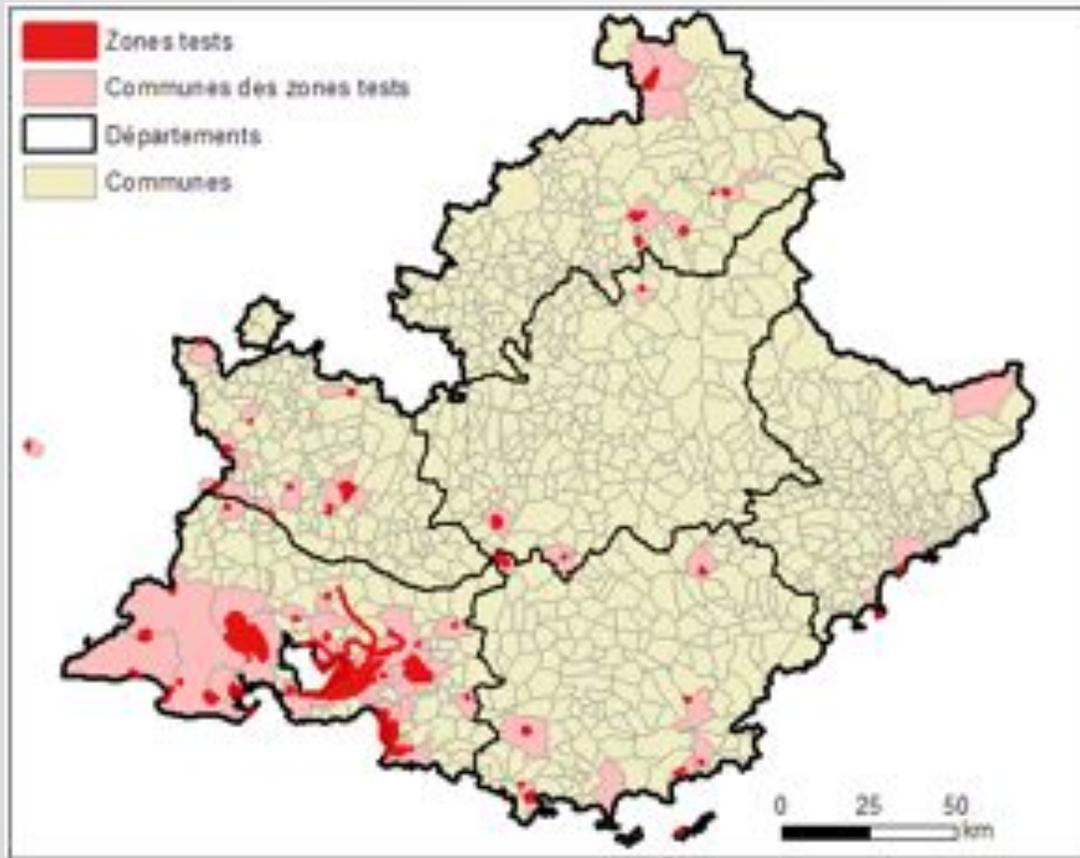
Disposer d'informations précises, régulières et élaborées selon des protocoles de production robustes est nécessaire pour comprendre ce qui se passe sur les territoires, ajuster les politiques publiques et anticiper les effets de l'étalement urbain comme ceux de la densification.



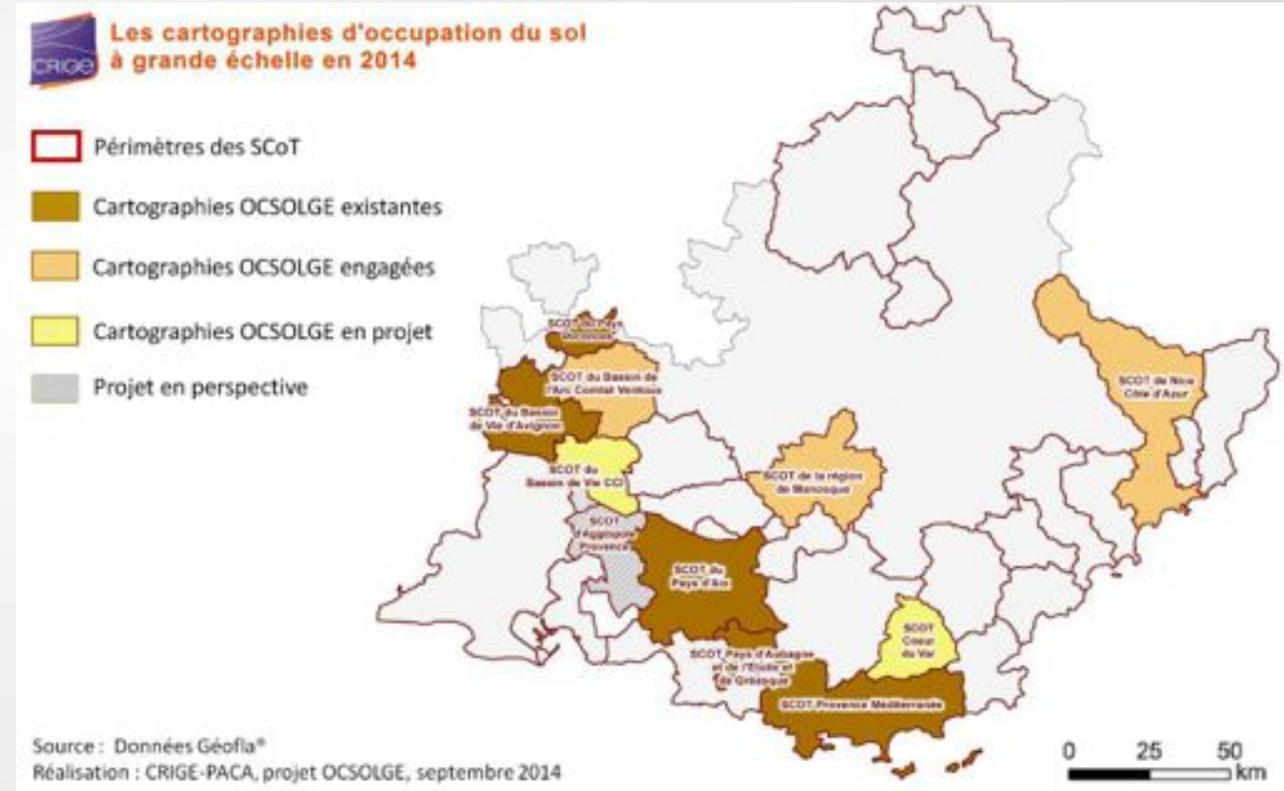
Les initiatives en PACA vont dans le bon sens

# Conclusion

En PACA, les territoires sont incités à produire un occupation du sol à grande échelle (conforme Ocsol GE) par une politique régionale (subvention) valorisant les travaux du CRIGe.



Tests effectués par le groupe de travail du CRIGe de 2005 à 2014



Territoires concernés par une Ocsol à grande échelle conforme Ocsol GE

**Merci de votre attention**