

# L'évolution de l'occupation et l'utilisation des sols du littoral, de la Ciotat à Port-Saint-Louis du Rhône



Extrait minute de Cassini (1770) (Sce. Archives – IGN St Mandé)

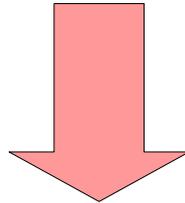
Séminaire de restitution, DDTM – Marseille, 24 Mars 2014



**Tissu urbain  
agricole ou naturel**

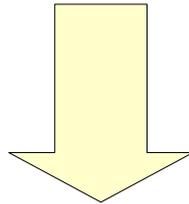
Forme (bâti, végétal)  
Surfaces (sols, façades, couvertures)  
Activités (industrielles, domestiques,  
déplacements)

***perturbation***

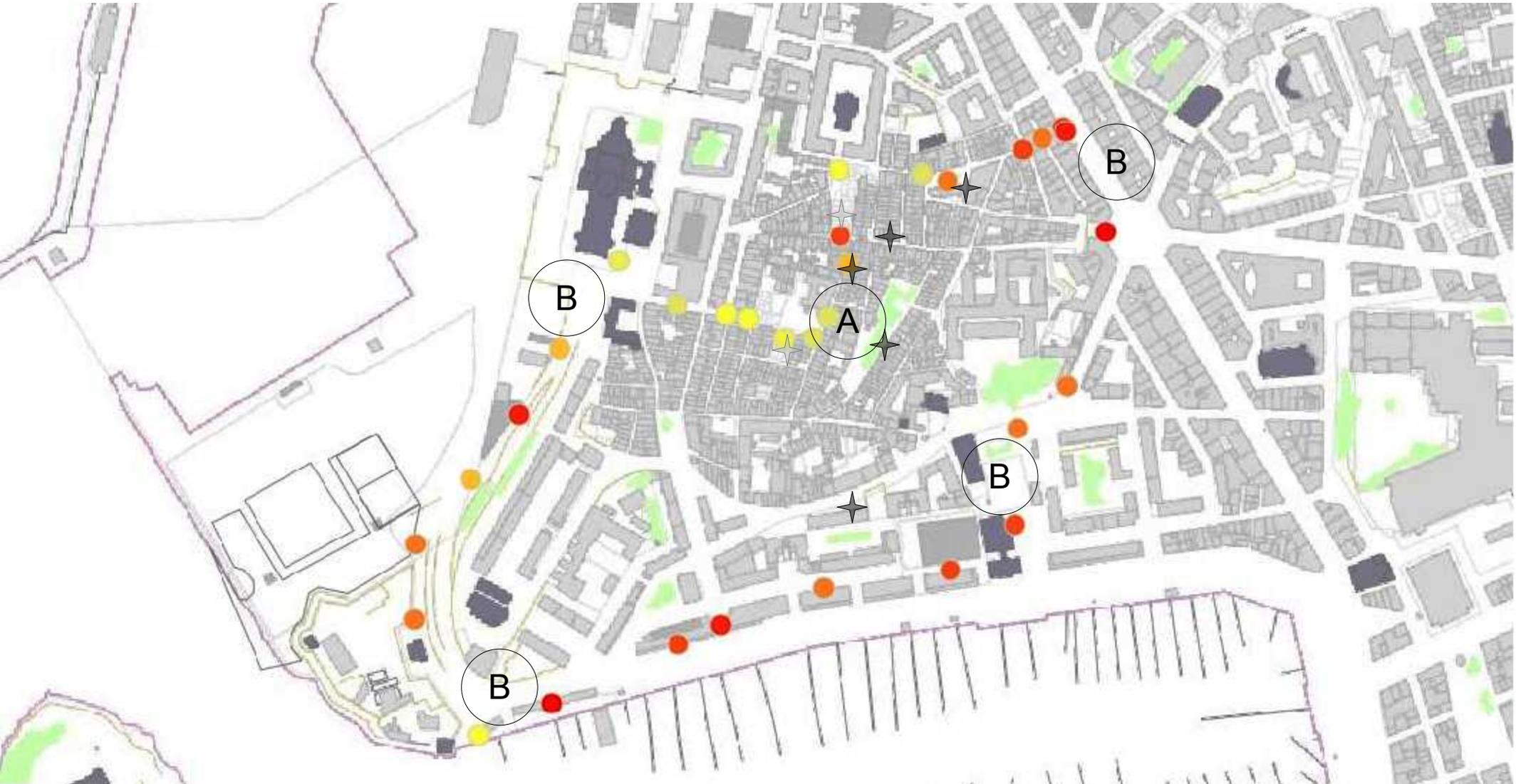


**Caractères microclimatiques**

T° air  
Ensoleillement  
Vent



**Qualité de vie**  
(Confort – Inconfort – Santé)  
**Besoins en énergie**  
(Chauffage - Climatisation)



Relevés 25/07/2013 (et 07 - 09/2013)

(A) cœur du Panier  
(inverse)

(B) urb. alentours  
 •réchauffement plus rapide de jour  
 •rafraîchissement plus rapide le soir

★ Luminy – ENSA M  
(C)

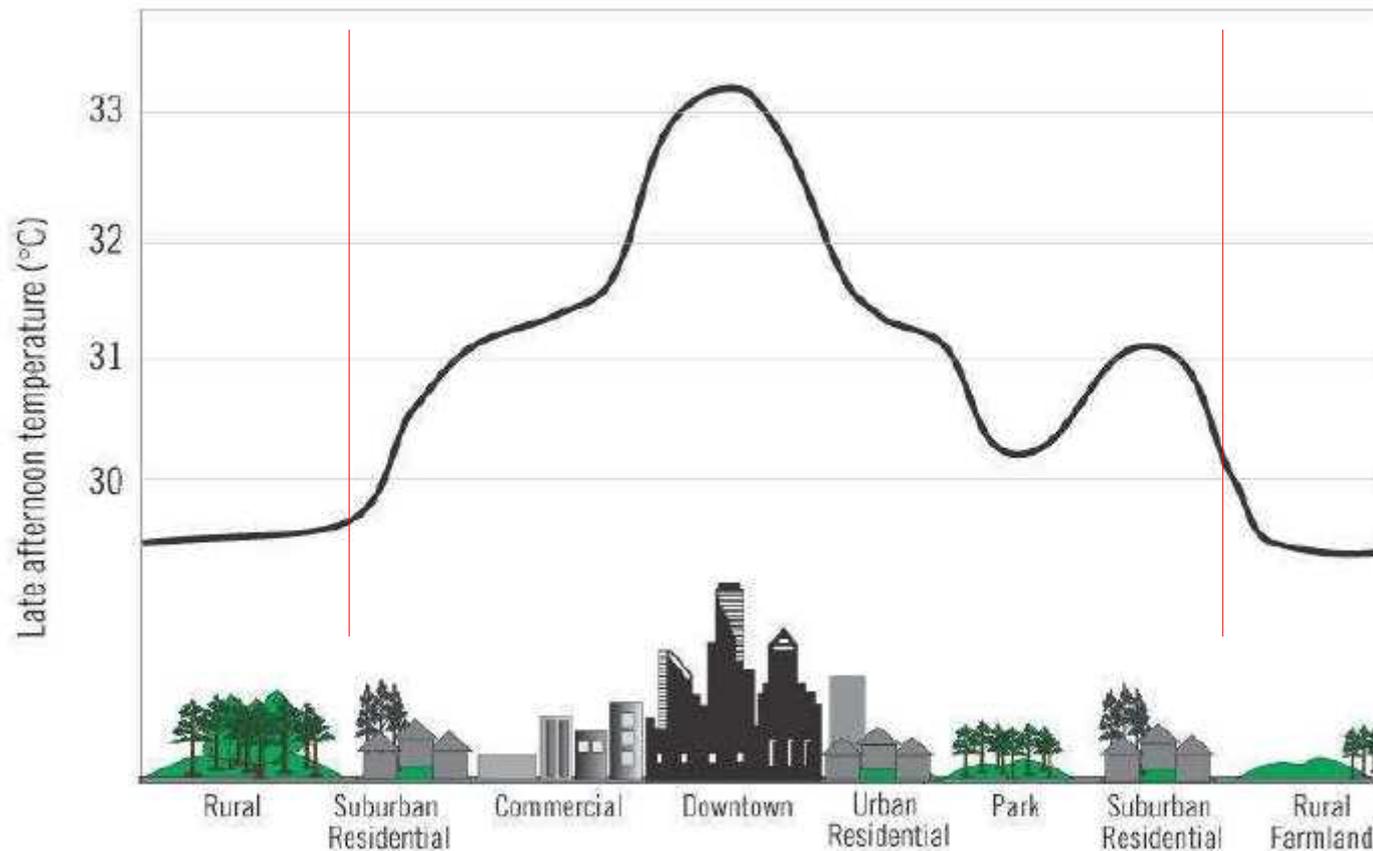
Écarts de T° A < > B:  
 ~4° à mi-journée (A<B)  
 ~1°5 la nuit (B<A)

Écarts de T°:  
 0.5 à 1° à mi-journée (A,B <C)  
 4° la nuit(A,B > C)

## « l' îlot de chaleur urbain »

- nocturne
- estival

+ apports d'énergie  
- capacités de refroidissement

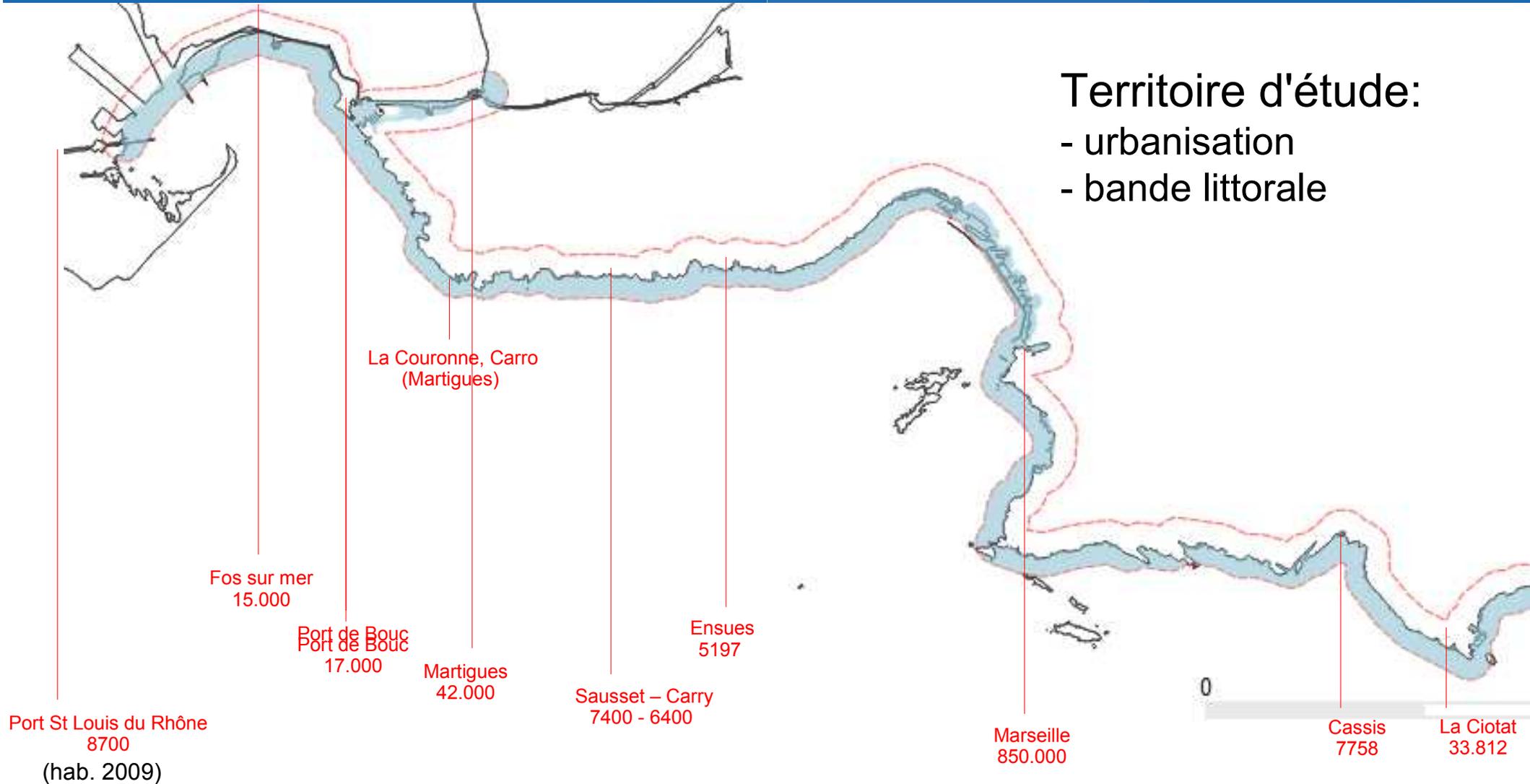
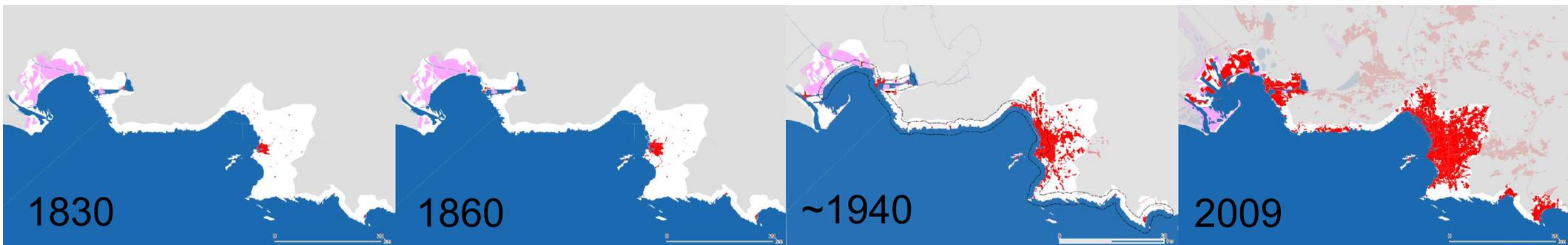


Analyse (étude préalable aux SCOT, PLU)

corriger, compenser, préserver les effets d'interventions antérieures

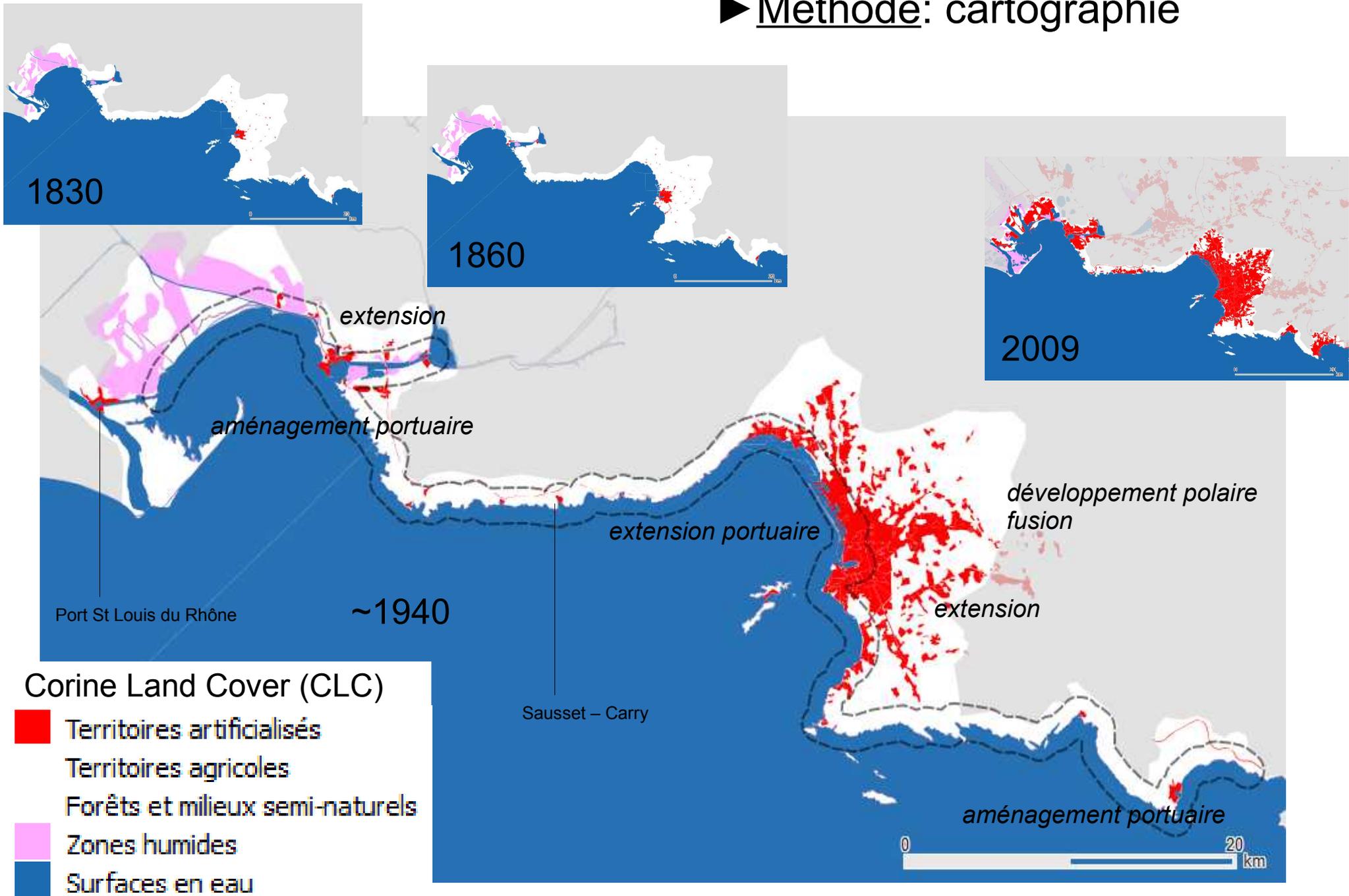
LEVIERS D'ACTION: formes, surfaces, activités

« tout projet urbain est un projet climatique »



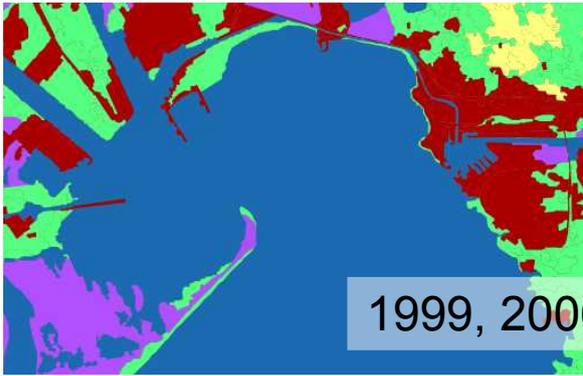
► **Objectif:** situer, qualifier, quantifier, dater les changements, pour estimer leur incidences sur les écarts de températures

► Méthode: cartographie



► Méthode: Occupation et usage du sol / (1) CLC

# Sources: données récentes, archives



1999, 2006

ocsolPaca – CRIGE 1999, 2006



~1830

Cadastré napoléon-AD13 Ortho13 – CRIGE 2009



2009



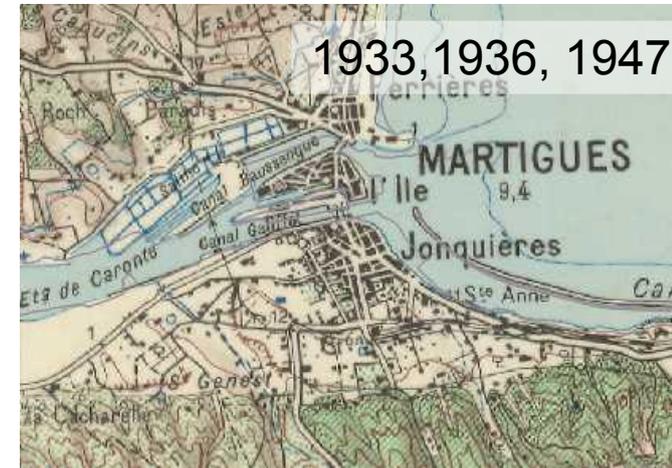
1927, 1947, 1949

Ortho Historique – IGN, Shom, CRIGE



1855, 1860, 1861

État-Major - IGN



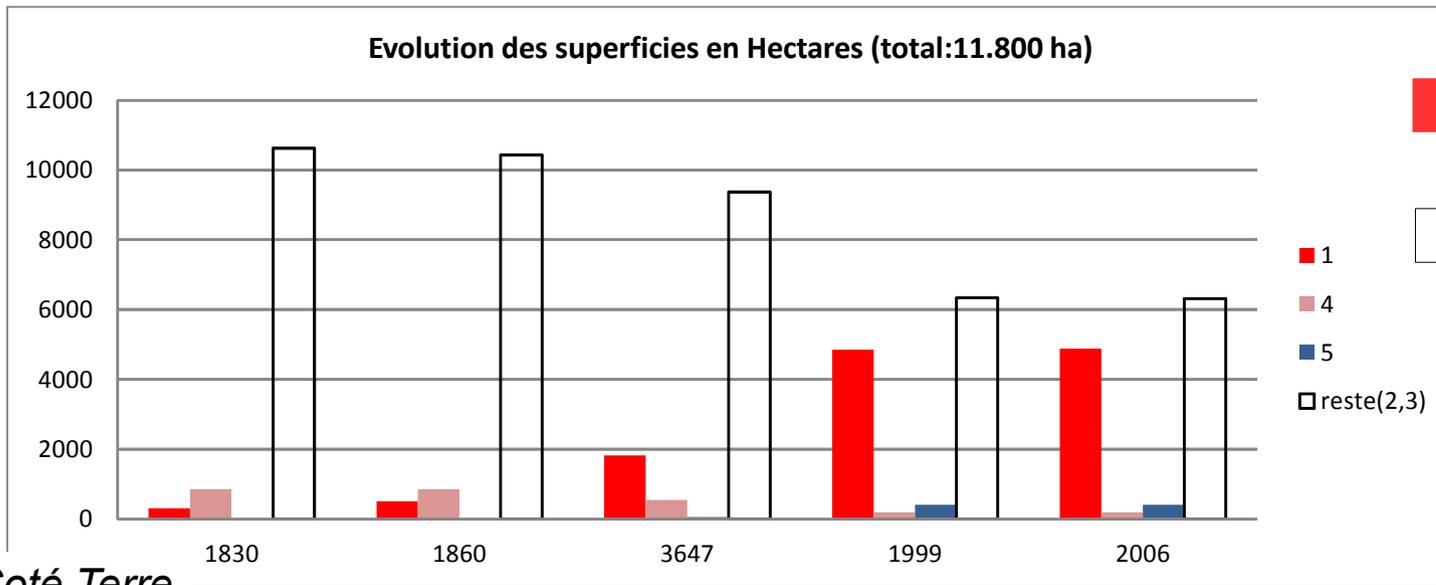
1933, 1936, 1947

Cartes Topo – IGN

+ sources exogènes (sites, terrain, BDs, ...)

**1830, 1860, ~1940, ~2000**

# Ensemble de la bande littorale: ordre de grandeur des changements



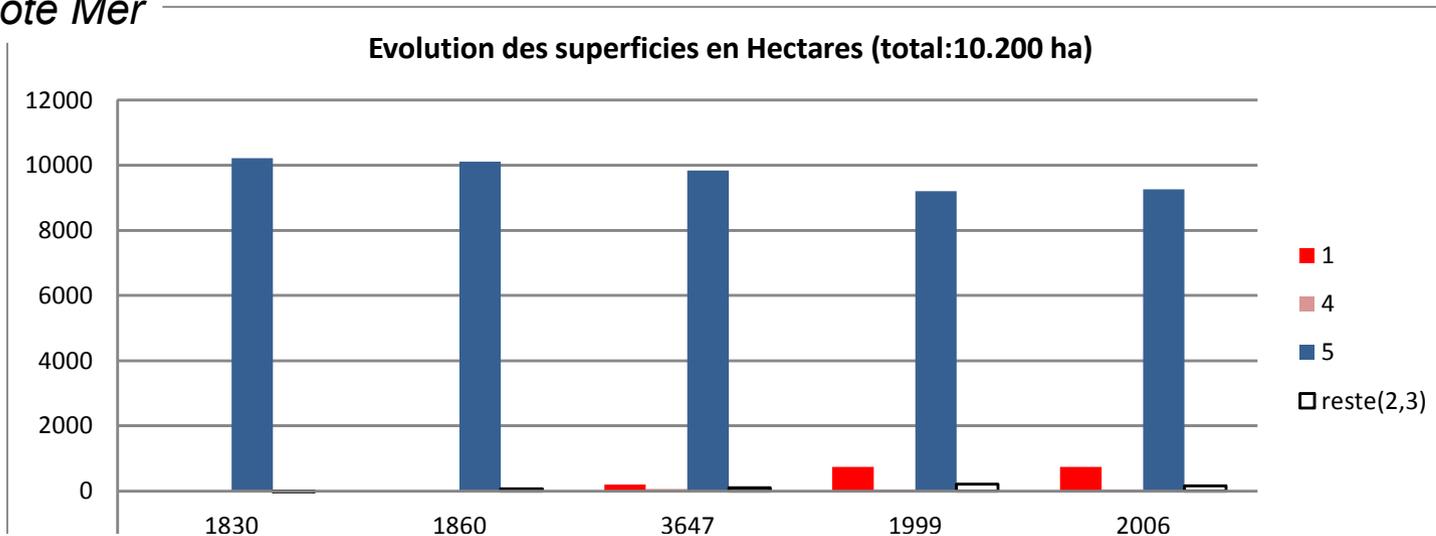
- forte artificialisation 1940 - 1999
- et décroissance des zones agricoles et naturelles
- gain étendues d'eau sur étendues terrestres (Fos)

Coté Terre

(trait de côte: 1830)

■ réduction progressive zones humides

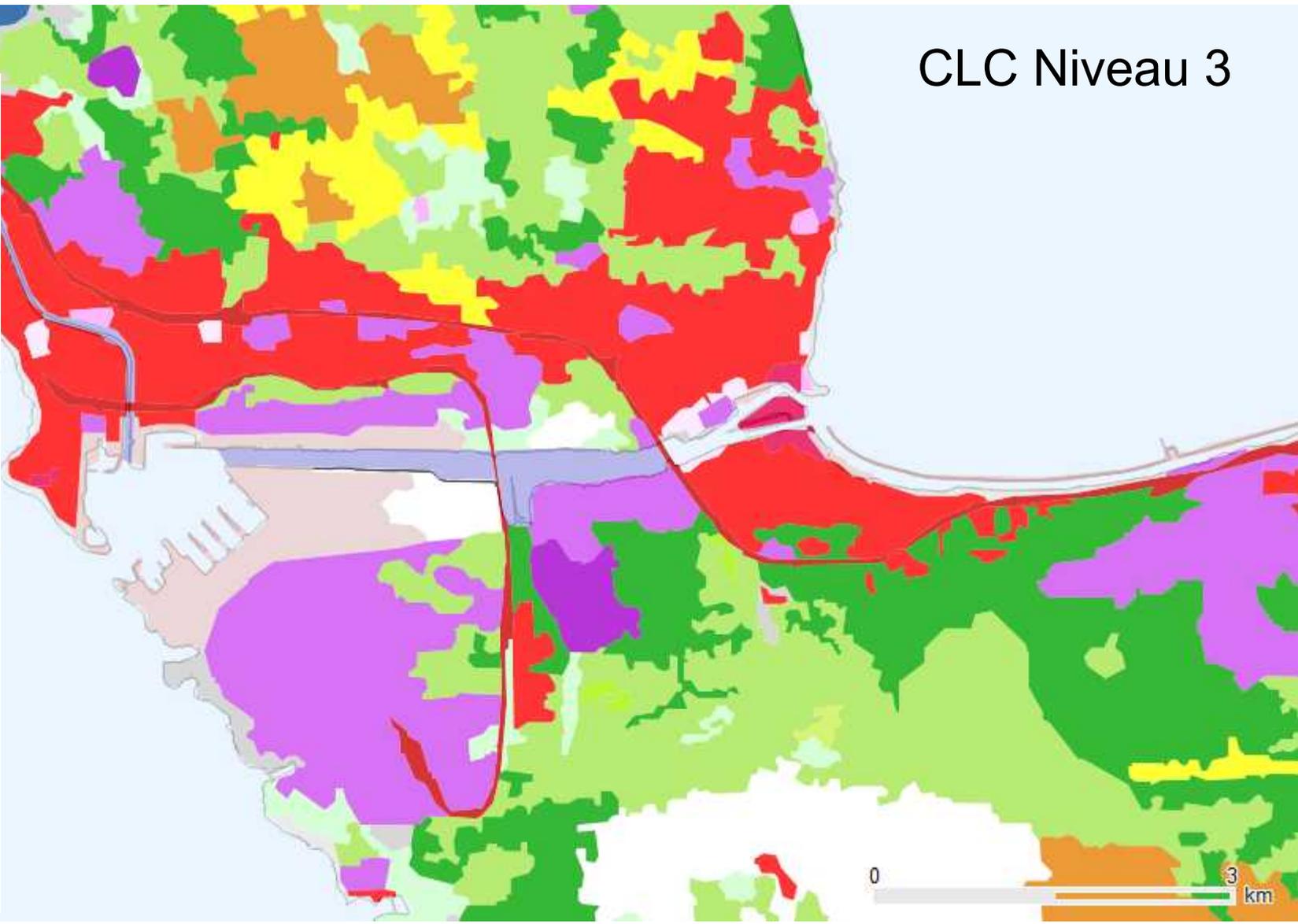
Coté Mer



■ gain urbanisation sur étendues d'eau

# CLC Niveau 3

- Tissu urbain continu
- Tissu urbain discontinu
- Zones industrielles et commerciales
- Reseaux routier et ferroviaire et e...
- Zones portuaires
- Aeroports
- Extraction de materiaux
- Decharges
- Chantiers
- Espaces verts urbains
- Equipements sportifs et de loisirs
- Terres arables hors périmètres d'irr...
- Périmètres irrigués en permanence
- Rizières
- Vignobles
- Vergers et petits fruits
- Oliveraies
- Prairies
- Systemes culturaux et parcellaires ...
- Surfaces essentiellement agricoles
- Forêts de feuillus
- Forêts de conifères
- Forêts mélangées
- Pelouses et pâturages naturels
- Landes et broussailles
- Végétation sclérophylle
- Forêt et végétation arbustive en ...
- Plages, dunes et sable
- Roches nues
- Végétation clairsemée
- Zones incendiées
- Glaciers et neiges éternelles
- Marais intérieurs
- Tourbières
- Marais maritimes
- Marais salants
- Zones intertidales
- Plans d'eau
- Lagunes littorales
- Estuaires
- Mers et océans



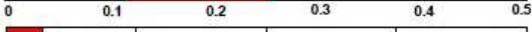
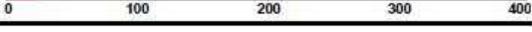
la nomenclature (CLC) est mal adaptée (critères) à la différenciation des occupations au regard de leur influence sur les températures

## Occupations bâties

- BUILDING TYPES**
- 1  Compact highrise
  - 2  Compact midrise
  - 3  Compact lowrise
  - 4  Open highrise
  - 5  Open midrise
  - 6  Open lowrise
  - 7  Lightweight lowrise
  - 8  Large lowrise
  - 9  Sparsely built
  - 10  Heavy industry

### SPECIAL BUILDING PROPERTIES

- I** Industrial use (e.g., factories, refineries, mills)  
large anthropogenic heat flux,  
high pollutant concentrations

LCZ	OPEN LOWRISE	6
<b>DEFINITION</b>		
<p><i>Form:</i> Small buildings 1–3 stories tall; detached or attached in rows, often in grid pattern. Sky view from street level slightly reduced. Building materials vary (wood, brick, stone, tile). Scattered trees and abundant plant cover. Low space heating/cooling demand. Low traffic flow. <i>Function:</i> Residential (single or multi-unit housing, low density terrace/row housing); commercial (small retail shops). <i>Location:</i> City (medium density); periphery (suburbs). Commuter towns. Rural towns. <i>Correspondence:</i> UCZ5 (Oke 2004); Do3 (Ellefsen 1990/91).</p>		
<b>ILLUSTRATION</b>		
<p><i>High angle</i></p> 		
<p><i>Low level</i></p> 		
<b>PROPERTIES</b>		
<i>Sky view factor</i> 0.6 – 0.9		
<i>Canyon aspect ratio</i> 0.3 – 0.75		
<i>Mean building height</i> 3 – 10 m		
<i>Terrain roughness class</i> 5 – 6		
<i>Building surface fraction</i> 20 – 40 %		
<i>Impervious surface fraction</i> 20 – 50 %		
<i>Pervious surface fraction</i> 30 – 60 %		
<i>Surface admittance</i> $1,000 - 2,200 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1/2} \text{ K}^{-1}$		
<i>Surface albedo</i> 0.12 – 0.25		
<i>Anthropogenic heat flux</i> $< 25 \text{ W m}^{-2}$		

Types différenciés par leurs caractéristiques:  
**- morphologiques**  
**- de surface**  
**- de production de chaleur anthropique**

(leviers d'action)

## Occupations naturelles

### LAND COVER TYPES

- A  Dense trees
- B  Scattered trees
- C  Bush, scrub
- D  Low plants
- E  Bare rock or paved
- F  Bare soil or sand
- G  Water

### SEASONAL LAND COVER PROPERTIES

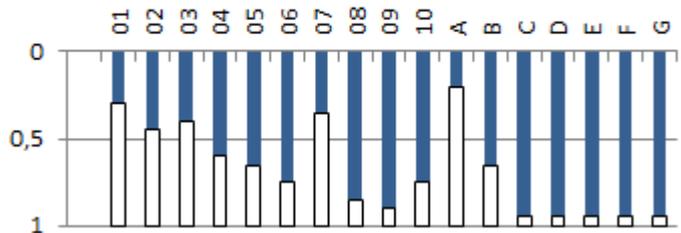
- b** bare trees (i.e., deciduous, leafless)  
increased sky view factor, reduced albedo
- s** snow cover (> 10 cm in depth)  
low admittance, high albedo
- d** dry ground (e.g., parched soil)  
low admittance, large Bowen ratio,  
increased albedo
- w** wet ground (e.g., waterlogged soil)  
high admittance, small Bowen ratio,  
reduced albedo



• Caractères morphologiques (tissu bâti, végétal(>3m), étendues d'eau)

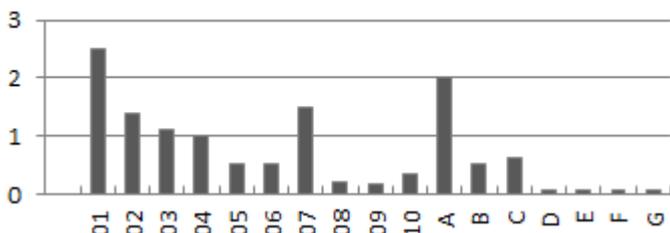


**SVF\_moyen**



↑ capacités de refroidissement par rayonnement thermique

**H/L\_moyen**



canyon (>2)

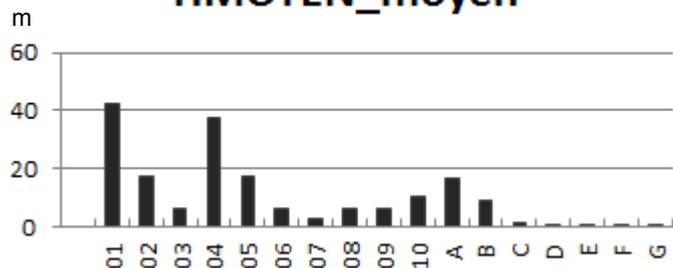
dièdre

dégagé (<0,25)

↓ vitesse air, rayonnement thermique,  
↑ piégeage (dispersion chaleur au sol)

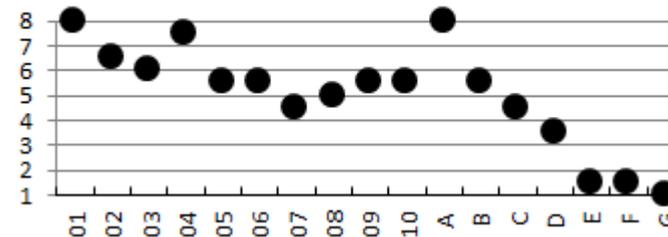


**HMOYEN\_moyen**



↓ réflectivité, vitesse air, ↑ piégeage

**Rugosité moyenne**



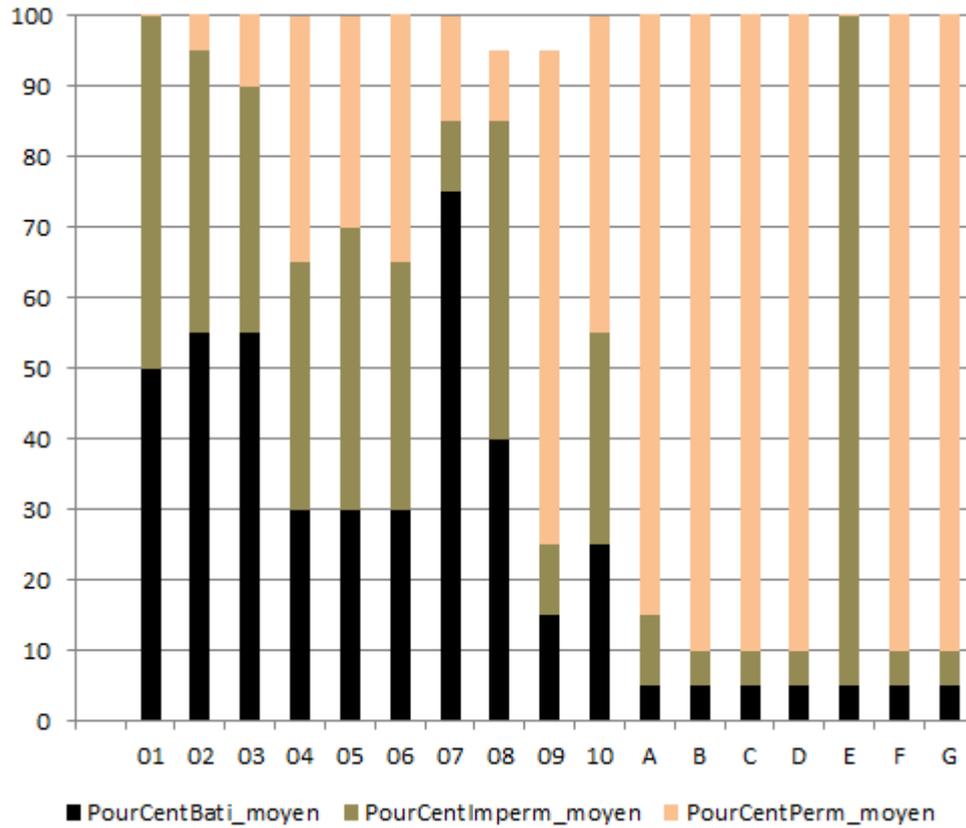
↓ capacités de refroidissement par convection  
(↓vitesse air, ↑altitude vent)

code	classe	types
1	mer	Mer, surfaces asphaltées, plaines enneigées, déserts sans orographie
2	lisse	Plages, champs enneigés
3	ouvert	Prairies herbacées et champs cultivés, aéroports
4	rugueux ouvert	Champs cultivés avec quelques obstacles
5	rugueux	Cultures de hauteur variable, vignobles
6	très rugueux	Fermes avec arbres fruitiers et autres, ainsi que quelques bâtisses
7	fermé	Villages, forêts matures, banlieue
8	chaotique	Forêts avec éclaircies, grandes villes (gratte-ciels, maisons d'habitation, parcs)

• Caractères de surface (sols, toitures, façades)



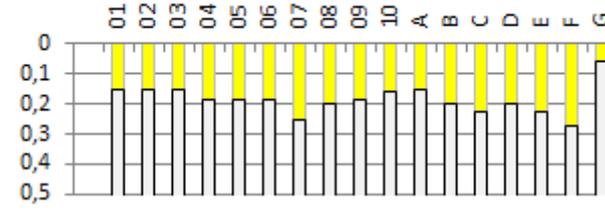
**Surfaces bâties, imperméables et perméables**



↑ piégeage du rayonnement solaire

↓ capacités de refroidissement par évaporation (humidité)

**Albedo\_moyen**



asphalte: 0,05

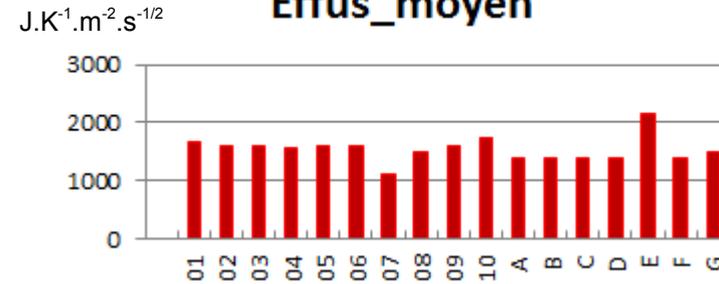
tuile: 0,1 - 0,35

peinture blanche: 0,5 à 0,9

↓ absorption (↑ réflectivité)



**Effus\_moyen**



calcaire: 2000

terre sèche: 1000

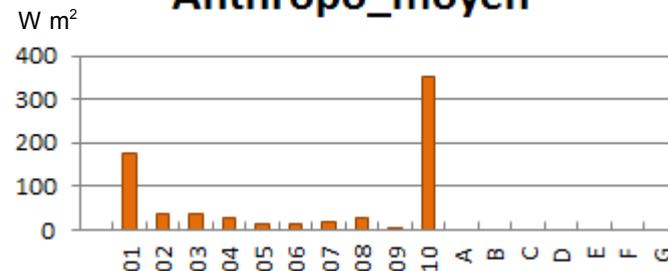
liège: 100

↑ stockage de l'énergie

• Production de chaleur



**Anthropo\_moyen**



↑ dégagement de chaleur

↓ capacités de refroidissement

par rayonnement thermique (effet de serre (CO<sub>2</sub>))



• Caractères temporaires (saisonniers, pratiques agricoles, ...)

→ *Végétation à feuilles caduques*

↑ svf, ↓ albédo

→ *Sécheresse des sols*

↑ albédo, ↓ effusivité

→ *Humidité des sols (pluies, agriculture)*

↓ albédo, ↑ effusivité

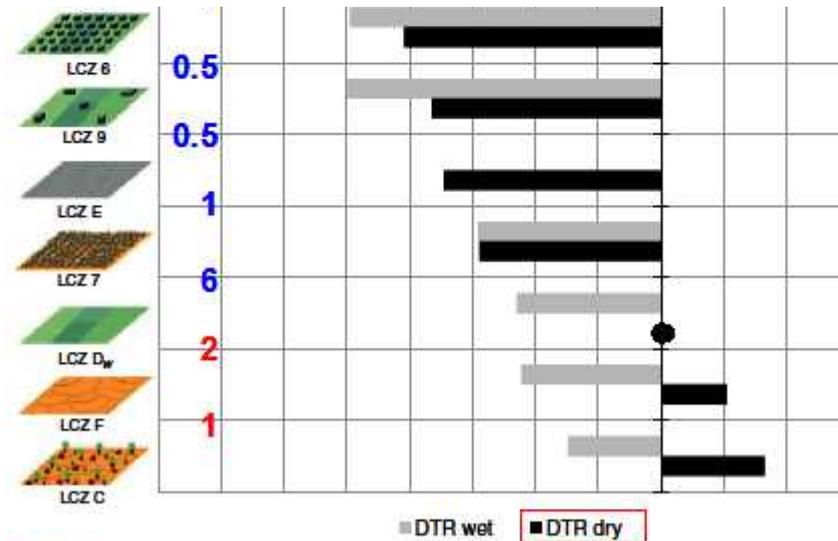
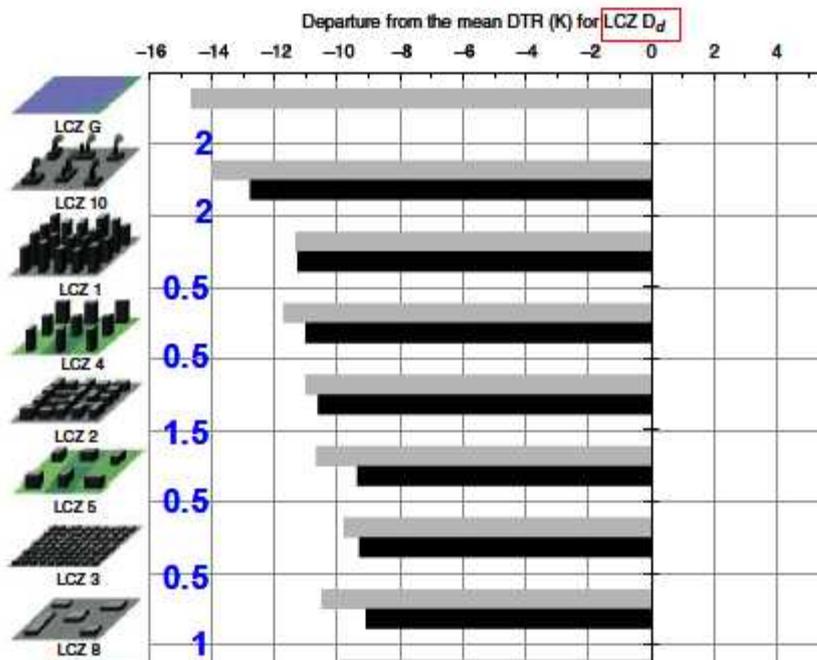


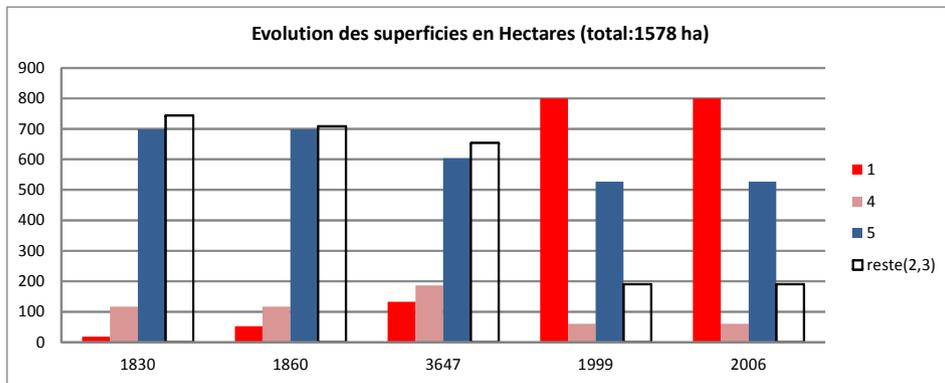
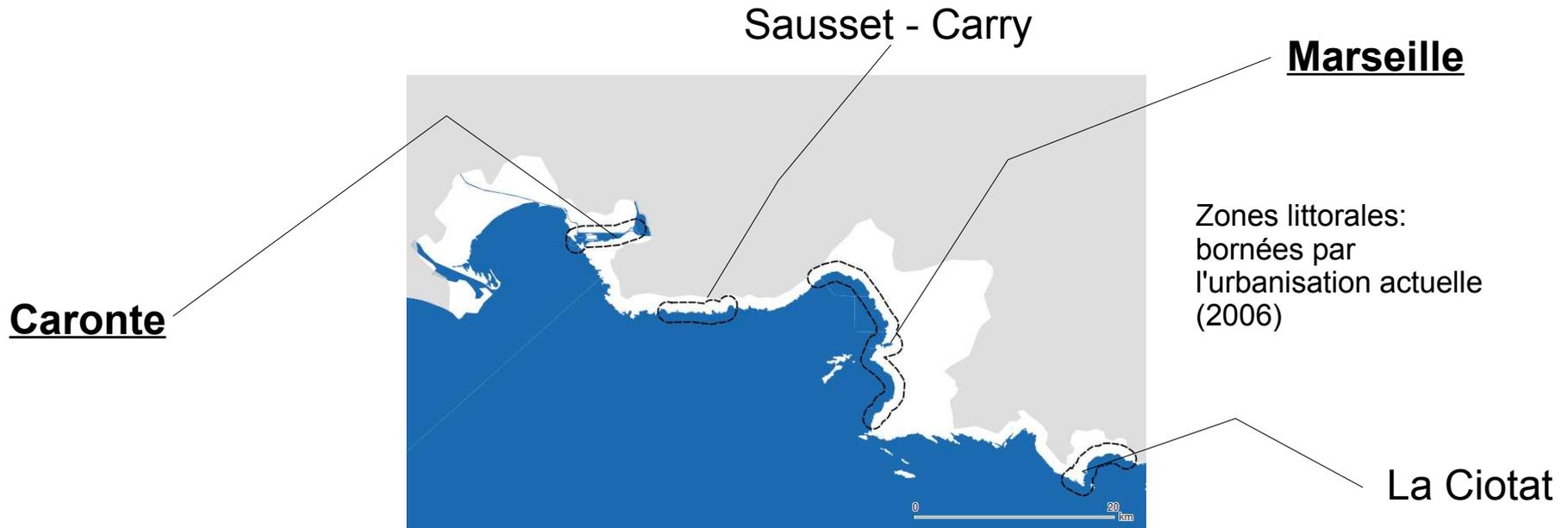
Figure 10. Simulated diurnal temperature range (DTR) for local climate zones. Trees are excluded from all zones. Mean DTR for LCZ D<sub>d</sub> = 17 K.

Stewart et al., 2013

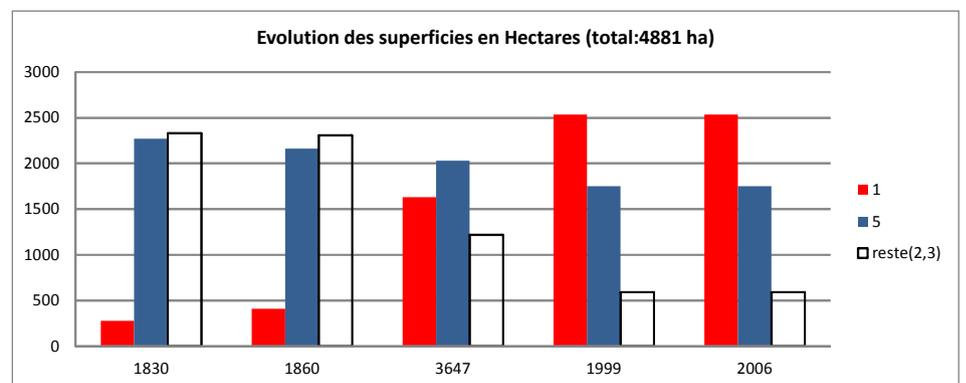
→ *Enneigement (> 10cm)*

fort albédo

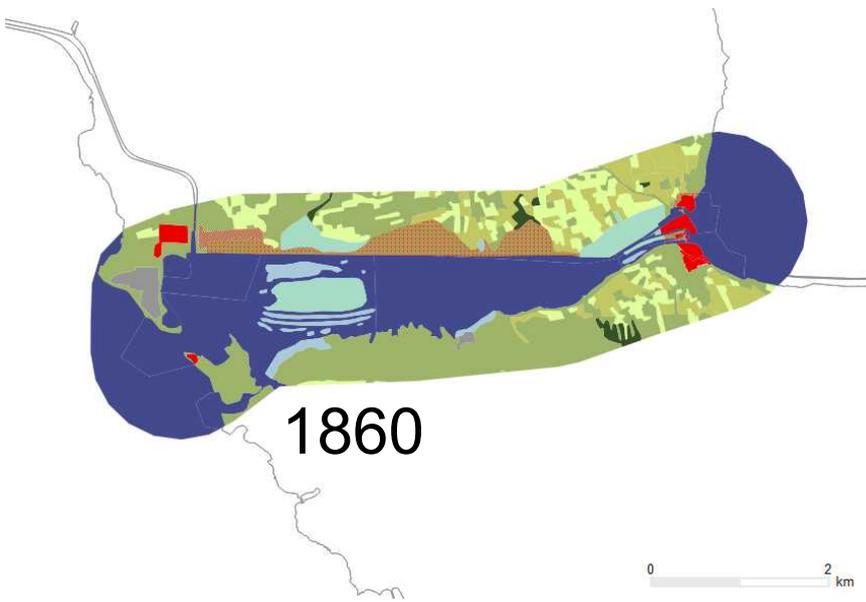
# Sites analysés



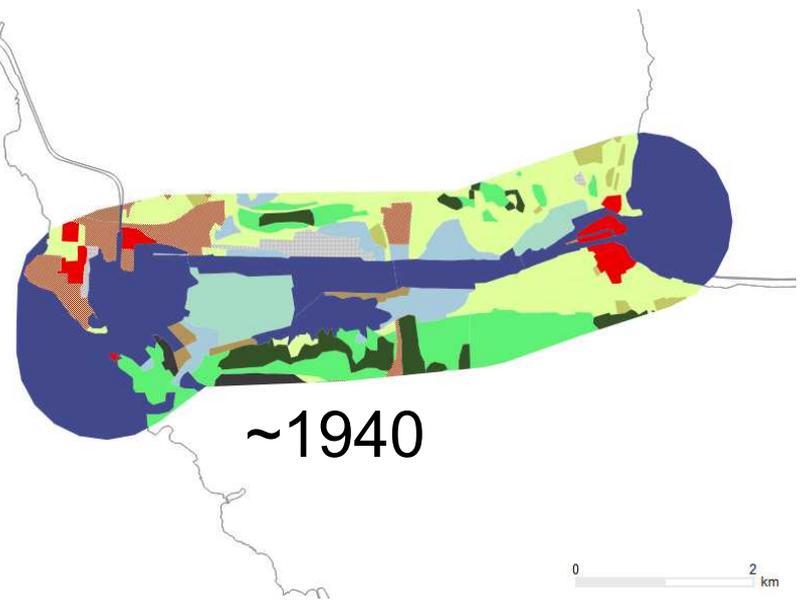
Caronte



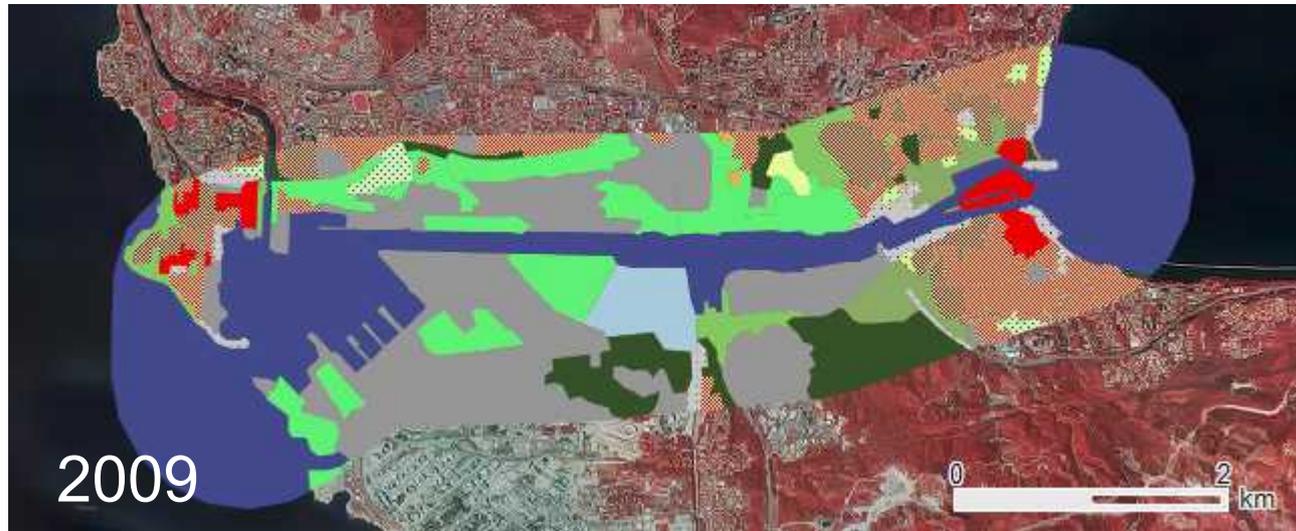
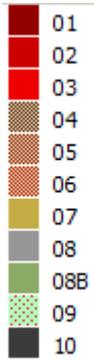
Marseille



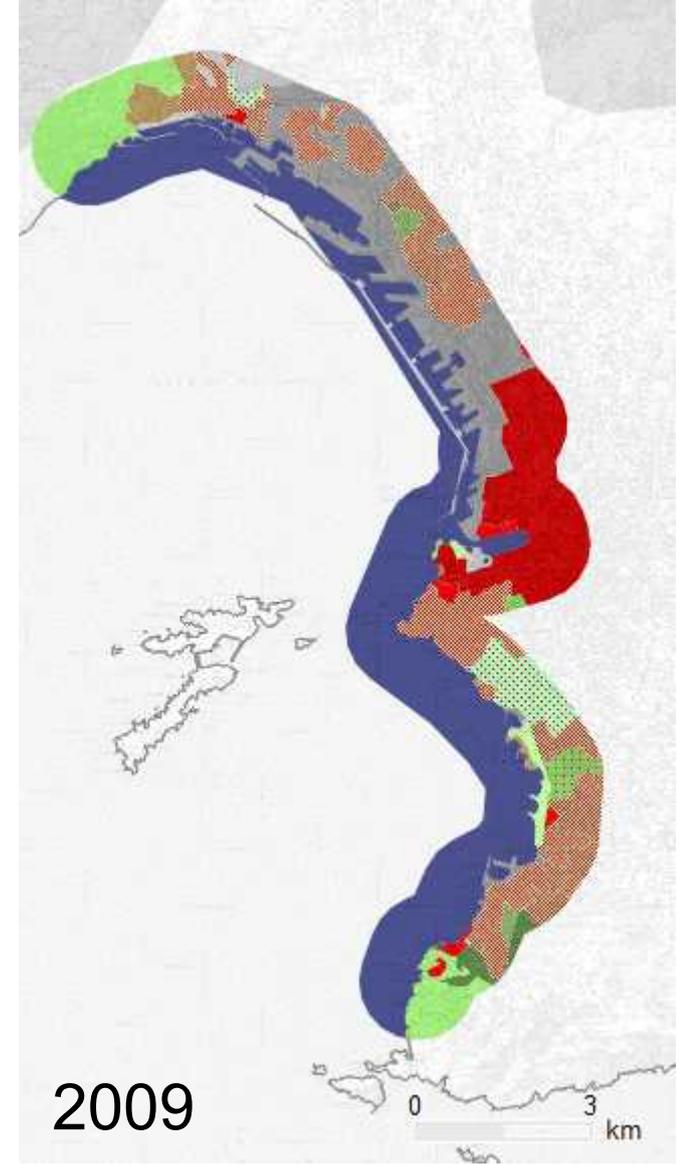
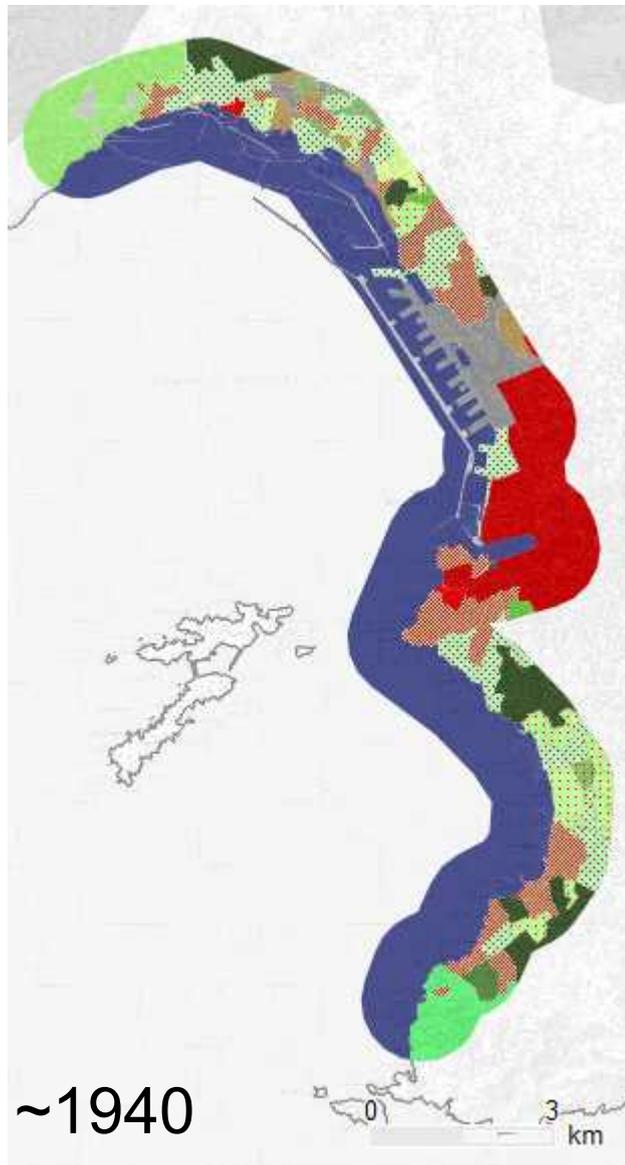
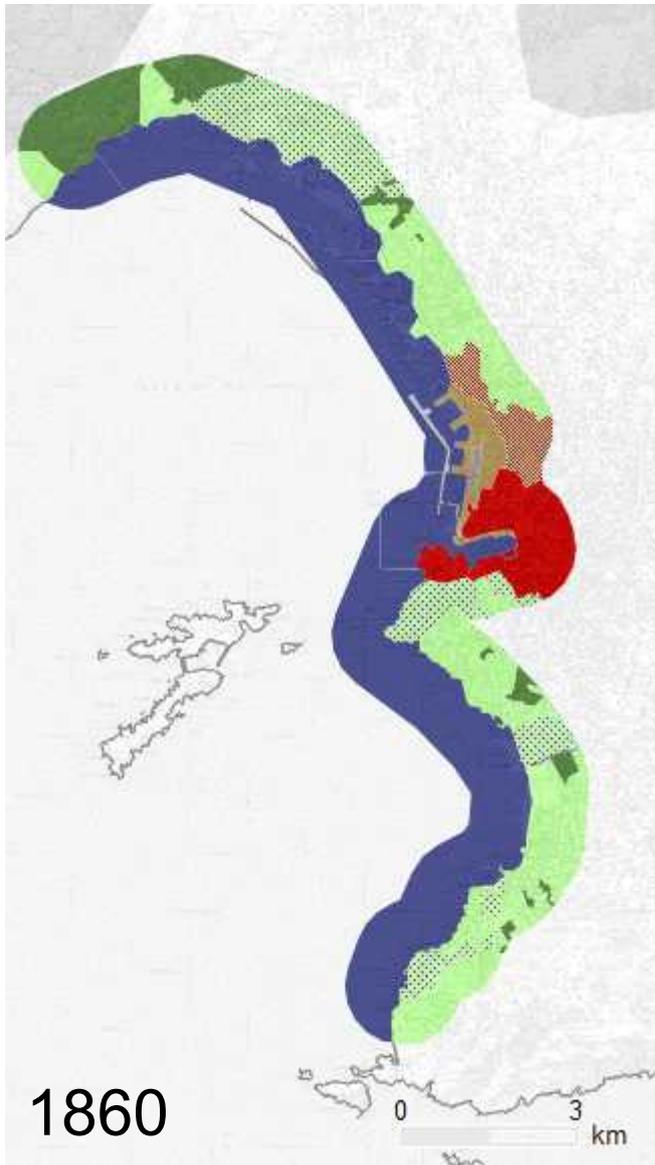
Caronte



Occupations bâties



# Marseille



# Méthode d'analyse de l'incidence des interventions sur les facteurs d'évolution des températures

Facteurs retenus :

- densité du bâti

	densité $\geq 50\%$
	$15\% < \text{densité} < 50\%$
	densité $\leq 15\%$
	Etendues d'eau

classes LCZ (valeurs moyennes) :

1 2 3 7  
5 6 8 10  
9 A B C D E F  
G

- perméabilité des sols

	sol bâti et/ou imperm. $> 50\%$
	sol perm. $> 50\%$
	Etendues d'eau

1 2 3 4 5 6 7 8 10 E  
9 A B C D F  
G

- étendues végétales / végétalisées

	étendues végétales
	bâti végétalisé
	bâti/peu bâti non/peu végétalisé
	étendues humides

A B C D  
4 5 6 9  
1 2 3 7 8 10 E F  
G

- albédo des surface

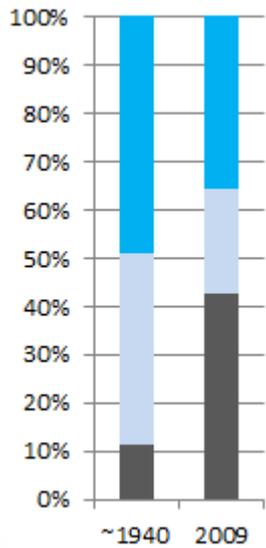
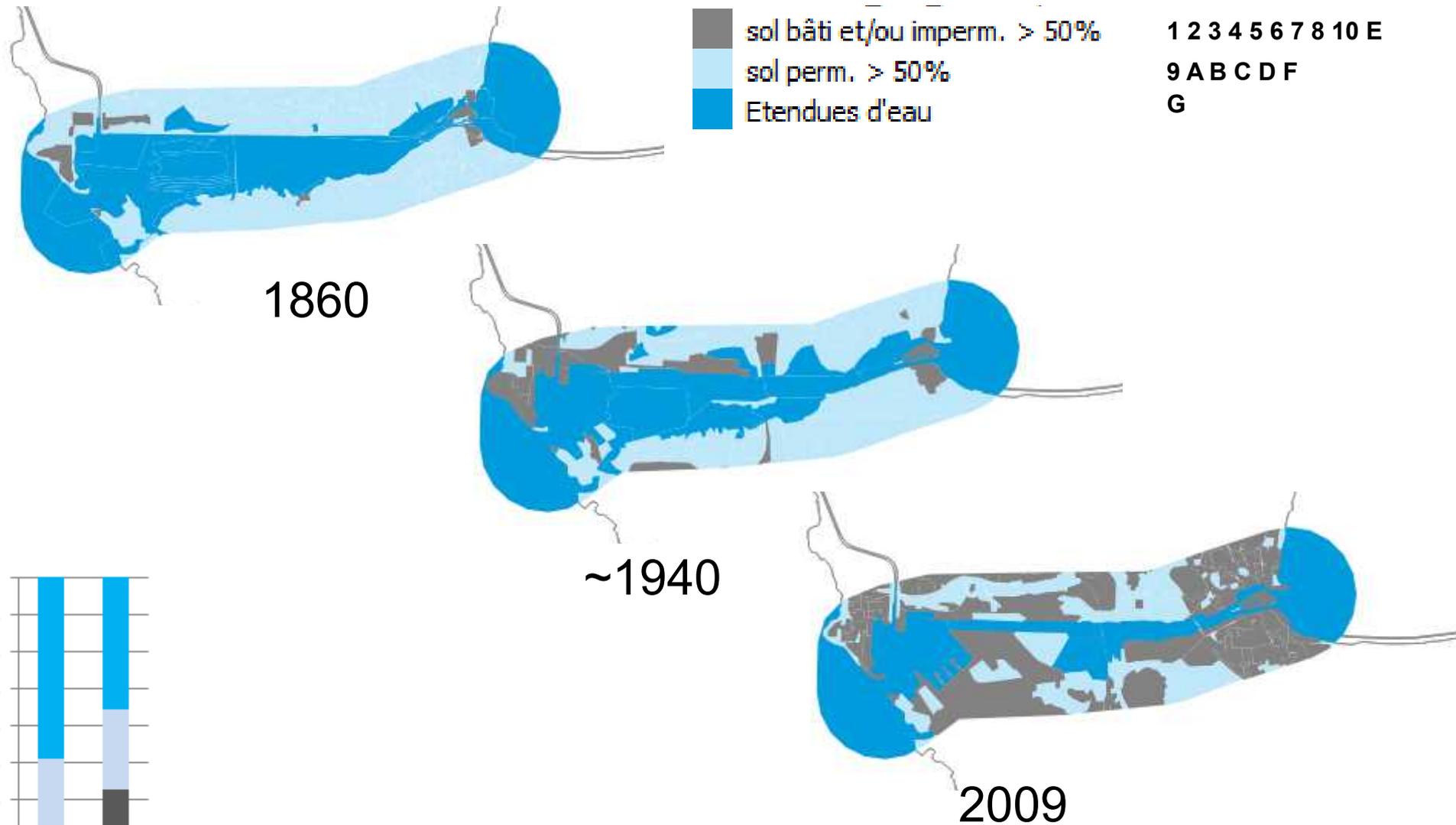
	albedo $< 0.1$
	albedo $0.1 \dots 0.2$
	albedo $0.2 \dots 0.3$

G  
1 2 3 4 5 6 8 9 10 A  
7 B C D E F

- présence d'étendues d'eau et humides  
> 2x5m)

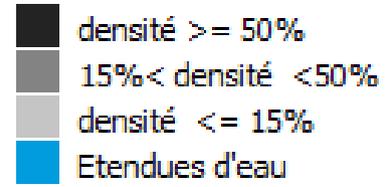
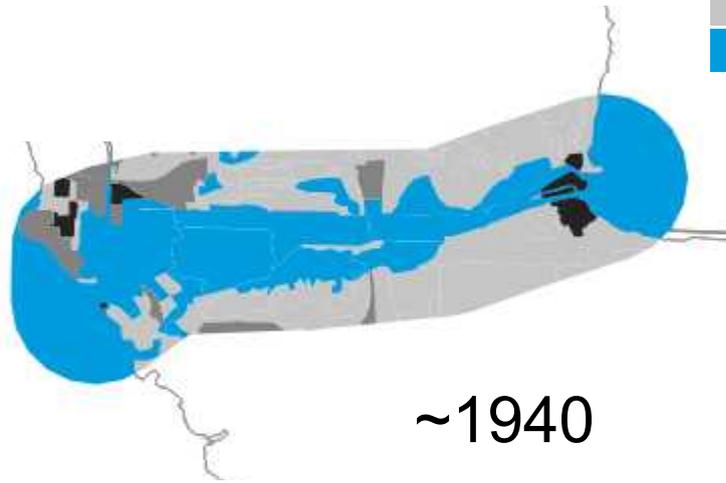
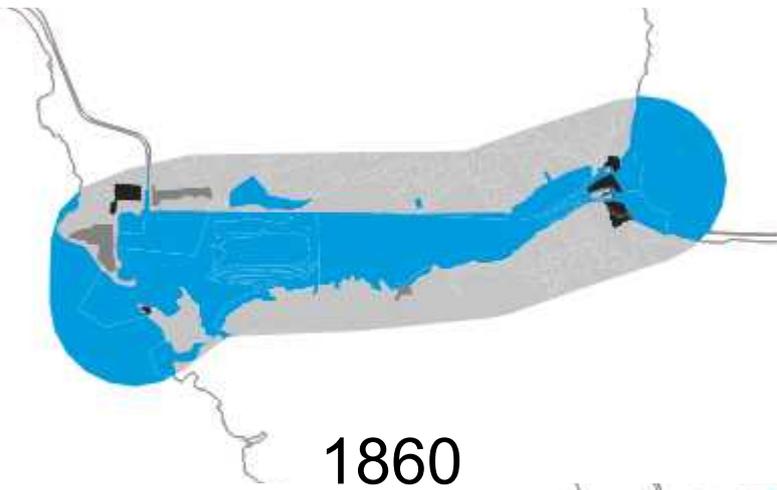
G

# perméabilité des sols

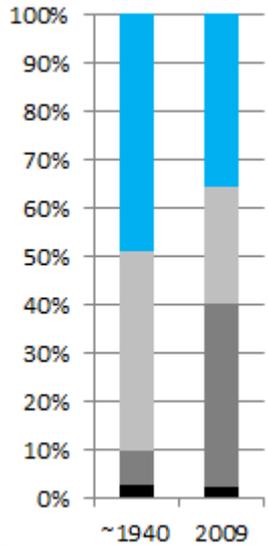
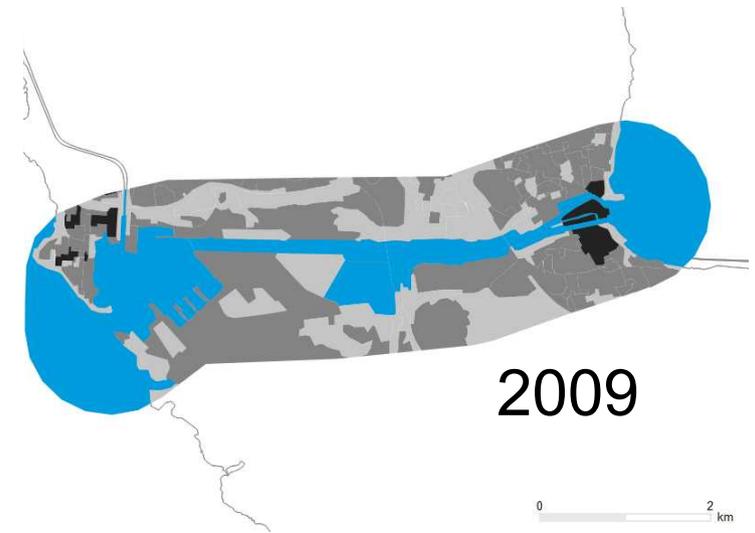


impermeabilisation ►  
 ↓ capacités de refroidissement par évaporation (humidité)

# densité bâtie



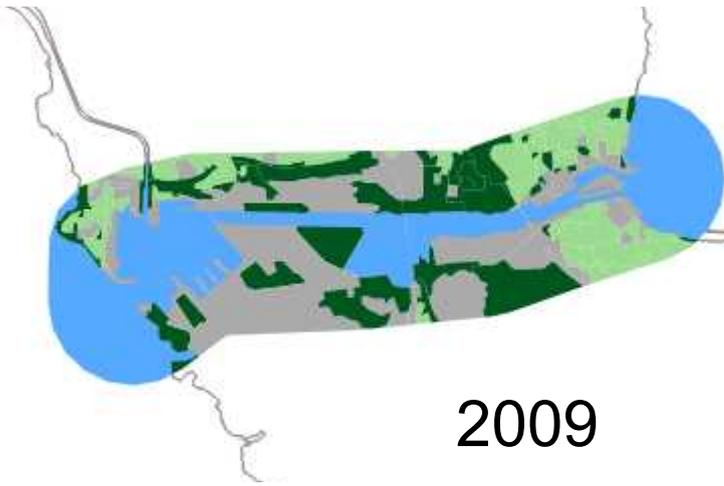
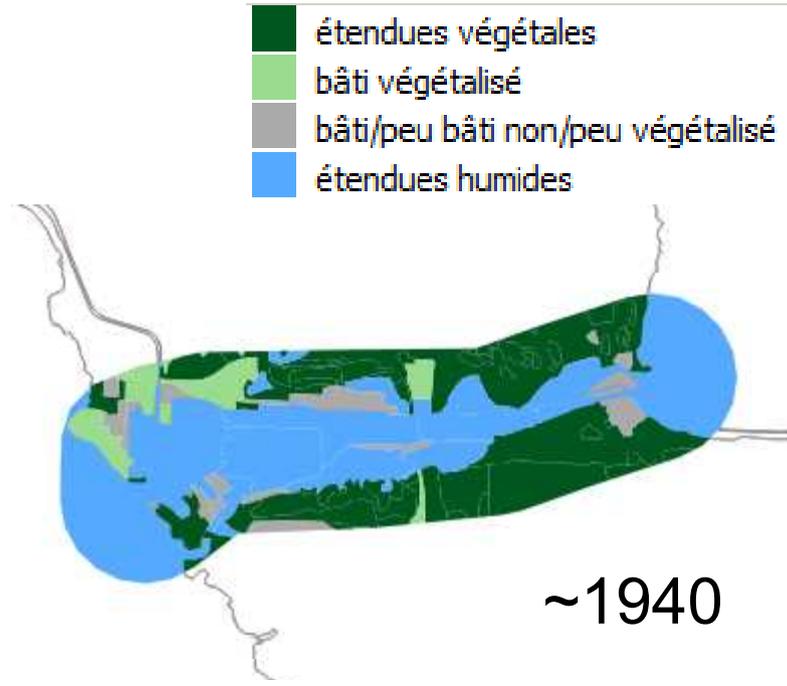
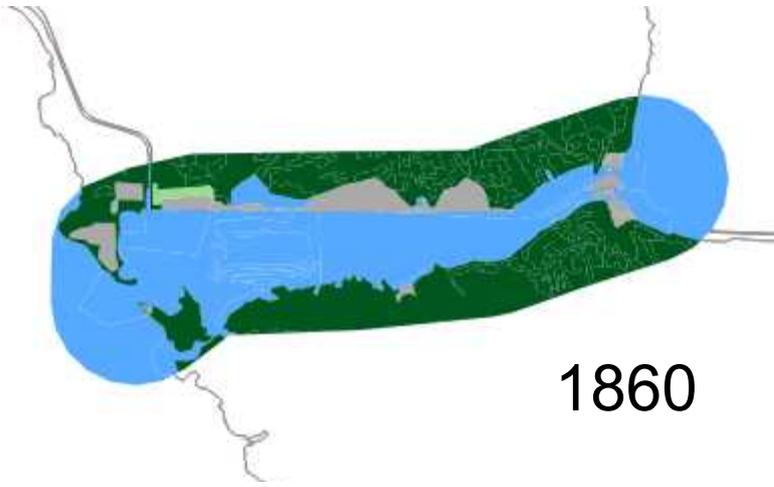
1 2 3 7  
 5 6 8 10  
 9 A B C D E F  
 G



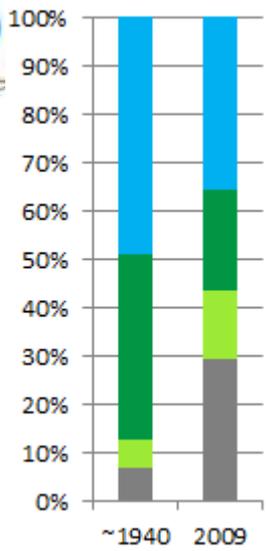
densification du bâti ►  
 ↑ piégeage du rayonnement solaire



# zones végétales et végétalisées

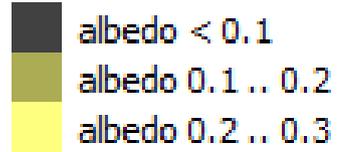


étendues végétales	A B C D
bâti végétalisé	4 5 6 9
bâti/peu bâti non/peu végétalisé	1 2 3 7 8 10 E F
étendues humides	G

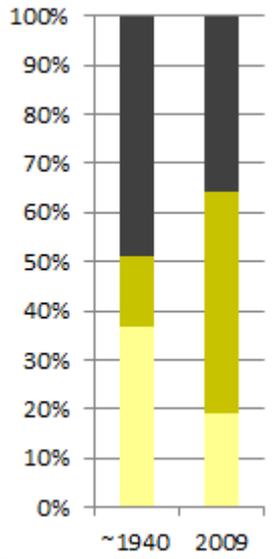
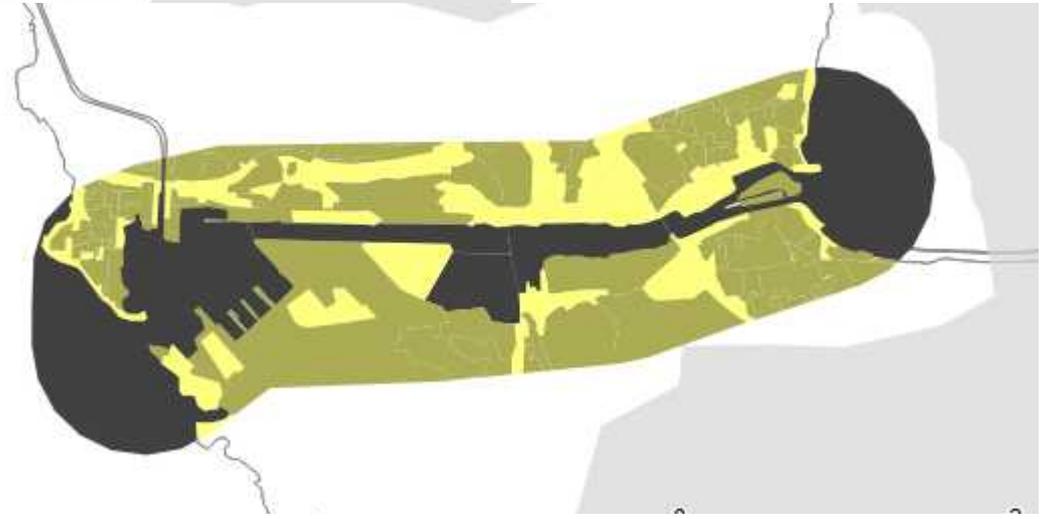
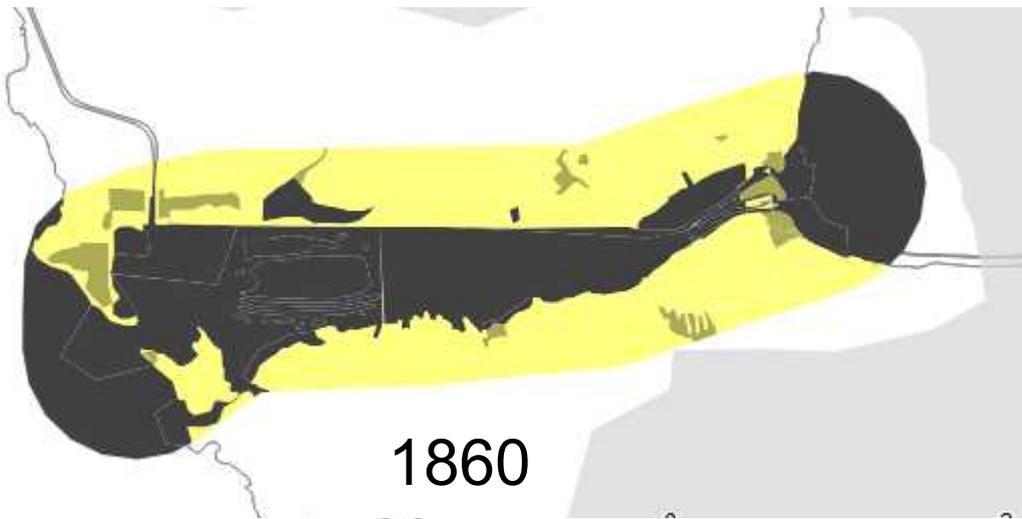


dé-végétalisation ►  
 ↓ capacités de refroidissement  
 par évapotranspiration)

# Albedo des surfaces



G  
 1 2 3 4 5 6 8 9 10 A  
 7 B C D E F



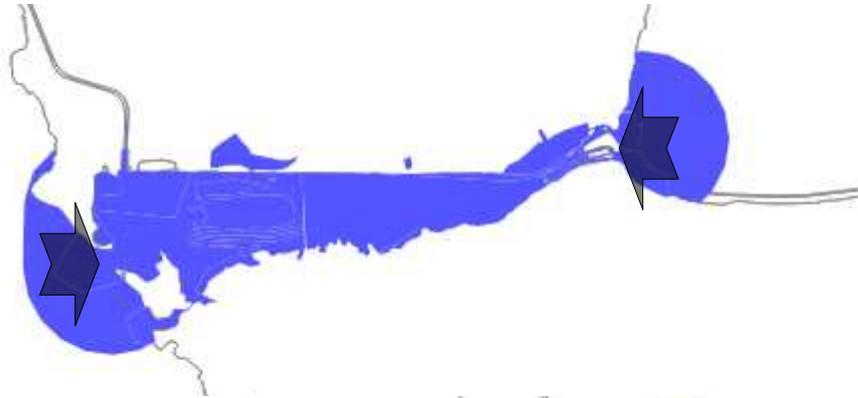
↓ absorption (↑ réflectivité)

choix des revêtements de surface (sols, toitures) ►

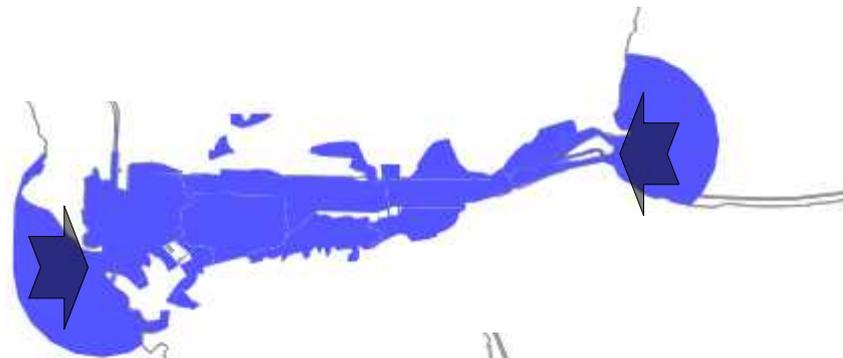
↓ absorption (↑ réflectivité)

## étendues d'eau

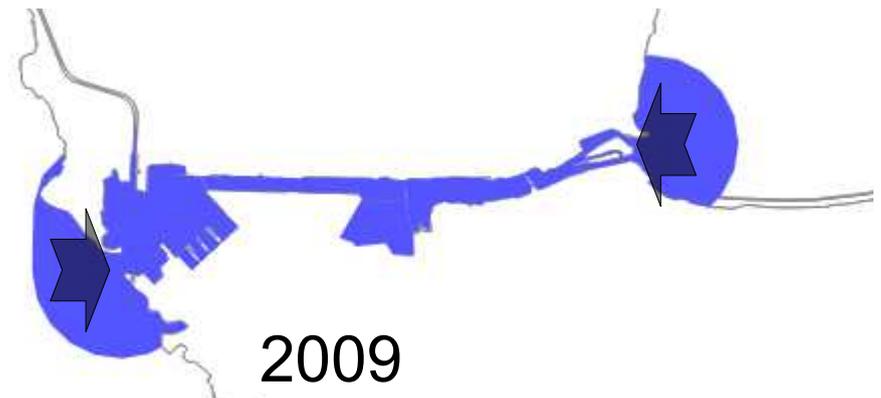
↓ influence (refroidissement par évaporation)



1860



~1940



2009

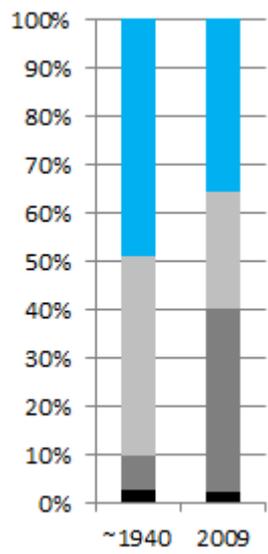
1860 > ~1940: - 22ha

~1940 > 1999: - 224ha

Total: - 246ha

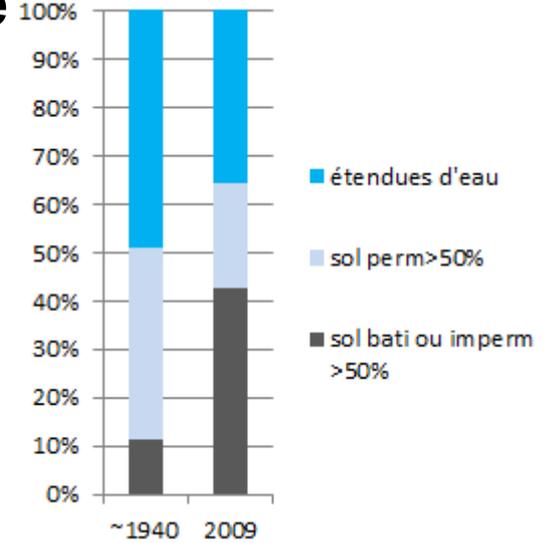
assèchement des étendues d'eau (246 ha) ►

↓ influence (refroidissement par évaporation)



# Incidence des interventions sur Caronte ~1949 - 2009

développement résidentiel et équipements associés (alentours des noyaux historiques)

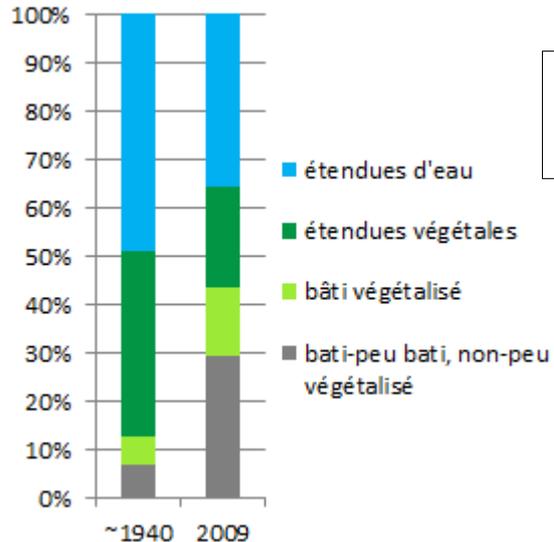


**densification du bâti** ►

↑ piégeage du rayonnement solaire

**imperméabilisation** ►

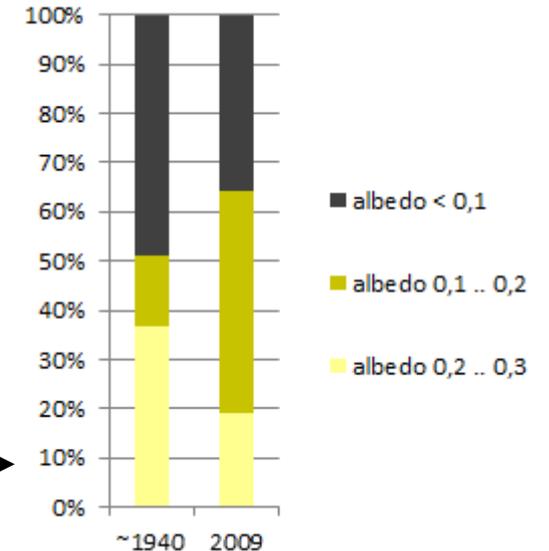
↓ capacités de refroidissement par évaporation (humidité)



résidentiel végétalisé dominant

choix des **revêtements** de surface (sols, toitures) ►

↓ absorption (↑ réflectivité)



**dé-végétalisation** ►

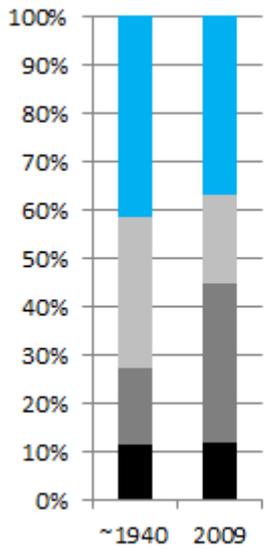
↓ capacités de refroidissement par évapotranspiration)

**assèchement** des étendues d'eau (246 ha) ►

↓ influence (refroidissement par évaporation)

développement industriel et activités (secteur de Lavéra, berges de Caronte...)

# Incidence des interventions sur Marseille littoral ~1949 - 2009

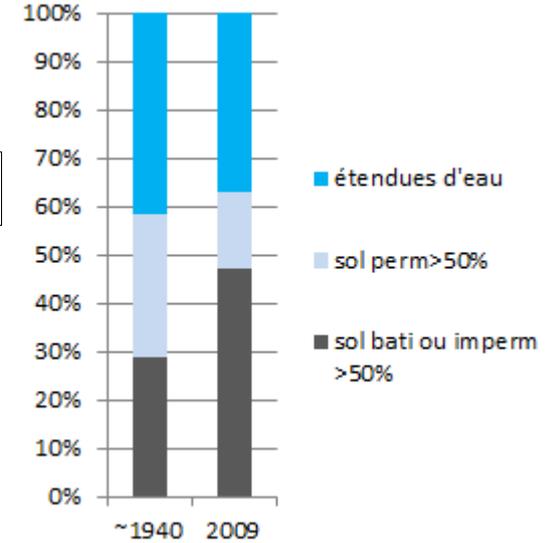


- étendues d'eau
- densité < 15%
- densité 15-50%
- densité > 50%

Sols perméables dominants en zone Sud

Densification Nord

Densification Prado < > Montredon

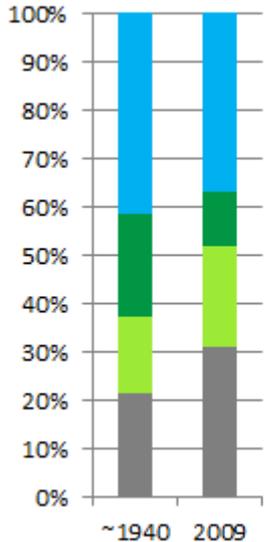


**densification du bâti** ►

↑ piégeage du rayonnement solaire

**imperméabilisation** ►

↓ capacités de refroidissement par évaporation (humidité)

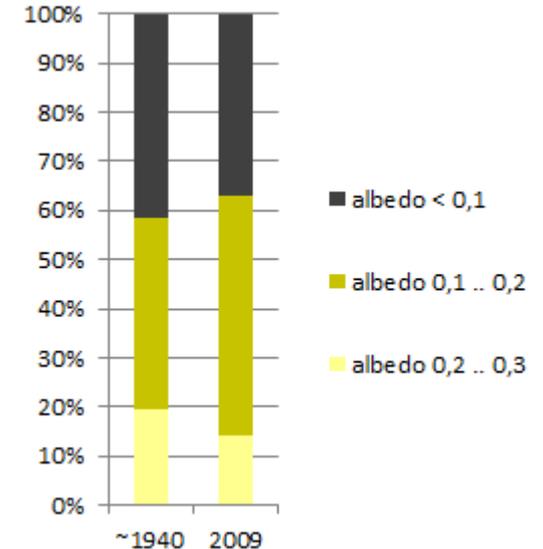


Sud Vieux-Port plus végétalisé,  
Cap Pinède < > Estaque moins dense

- étendues d'eau
- étendues végétales
- bâti végétalisé
- bâti-peu bâti, non-peu végétalisé

choix des **revêtements** de surface (sols, toitures) ►

↓ absorption (↑ réflectivité)



**dé-végétalisation** ►

↓ capacités de refroidissement par évapotranspiration)

**assèchement** des étendues d'eau (-136 ha puis -230 ha) ►

↓ influence (refroidissement par évaporation)

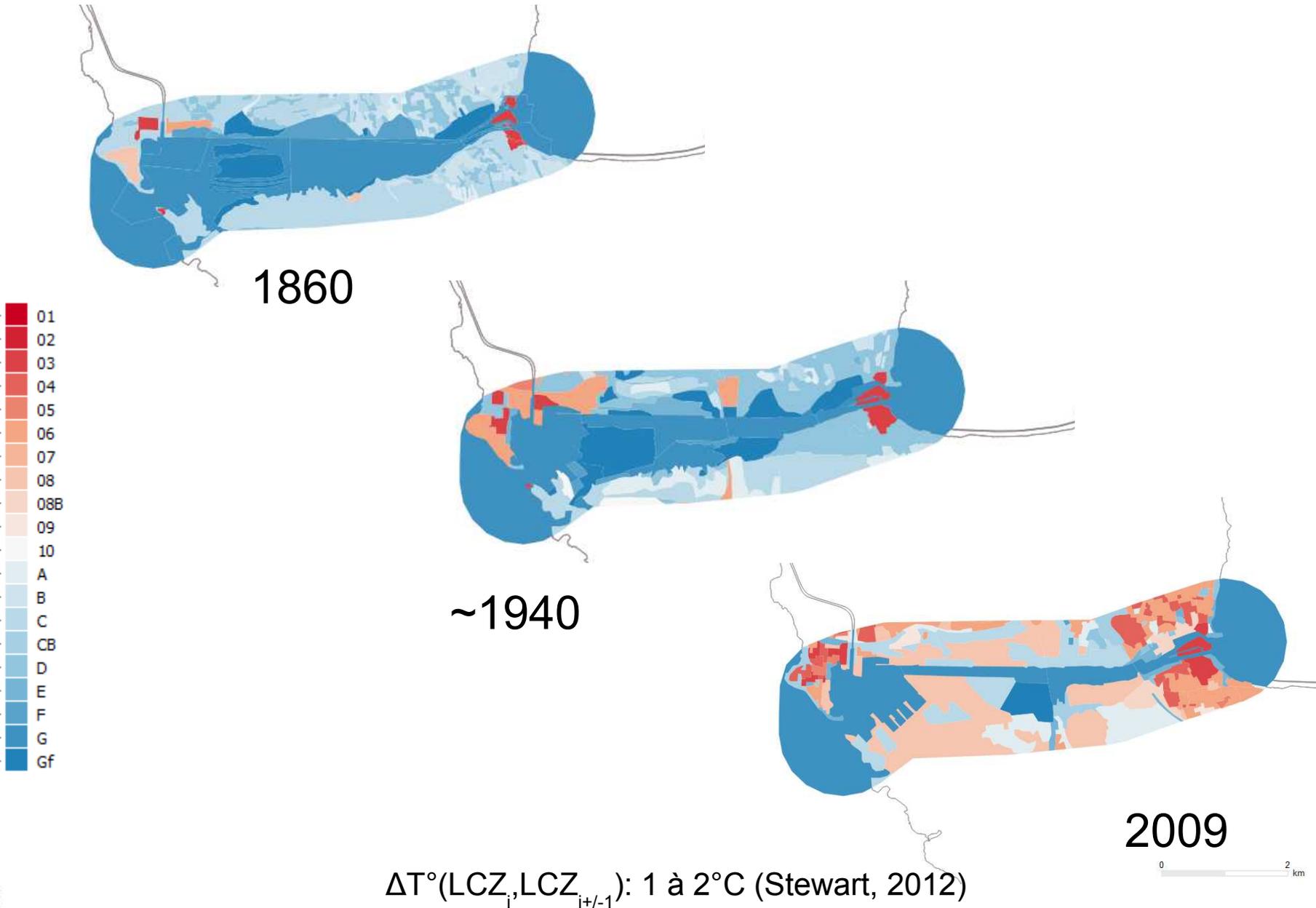
aménagement des ports Nord et espaces associés

aménagement des plages du Prado



# Cartographie thermique simplifiée (zones homogènes)

*situations estivales et nocturnes*



# Qualité des résultats

- Démarche retenue (occupation du sol, cartographie):
  - ▶ ordres de grandeur (superficies)
  - ▶ en valeurs relatives
  
- Contraintes de mise en œuvre (des sources archivistiques):
  - ▶ des hypothèses < époque , ....
  
- Méthode utilisée (LCZ)
  - ▶ un **modèle**, fondé sur un état des connaissances



# Conclusions

Malgré ces limites, ....

- Démarche retenue (occupation du sol, cartographie):

efficacité < > échelle de travail

- Méthode utilisée (LCZ)

Critères de classification concrets, typologie adaptée

Estimation des écarts de T° dissociée des motifs

Outil d'évaluation, de quantification



# Perspectives

## Aboutissement de l'étude (fin Juin 2014):

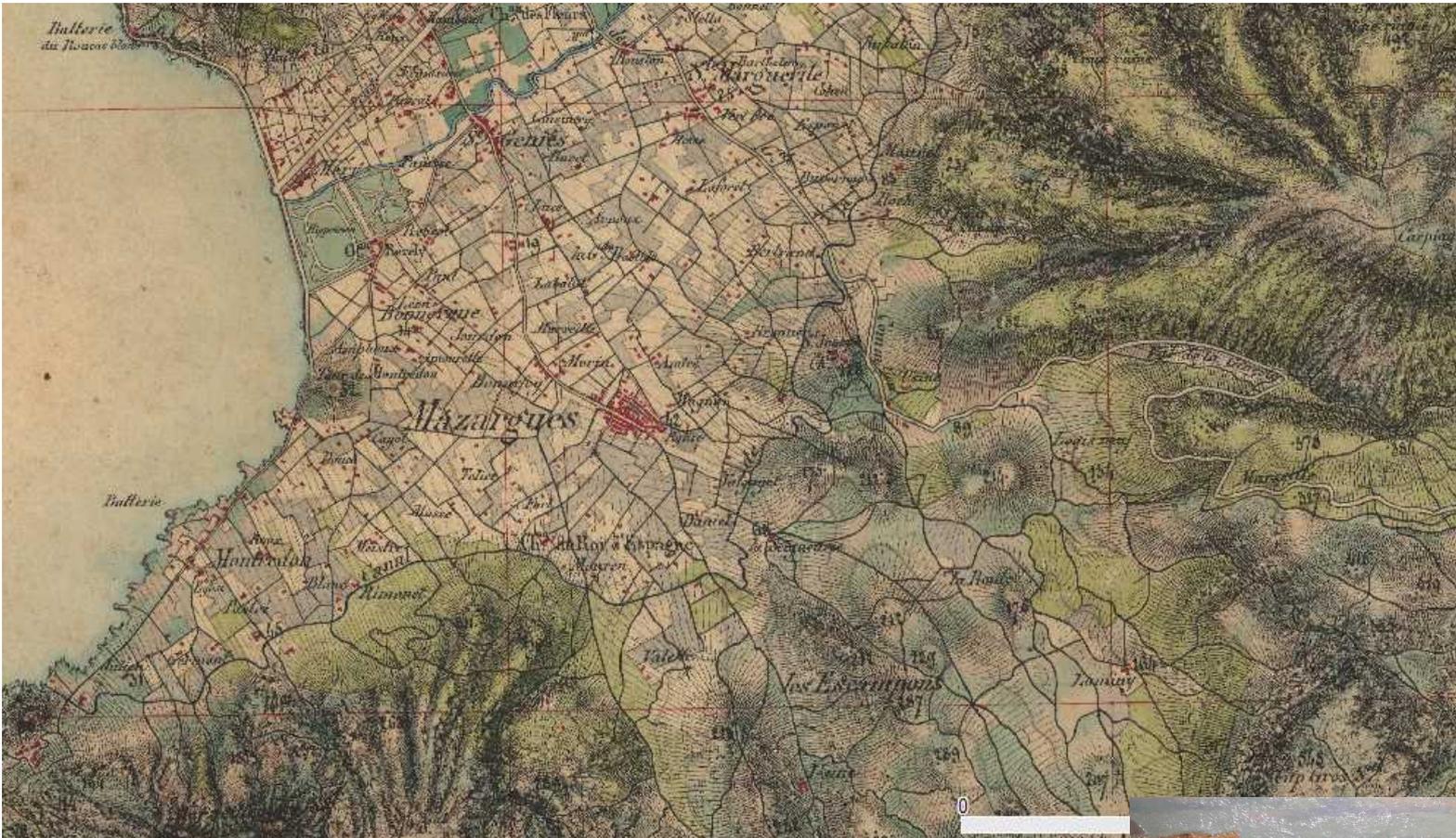
- estimation de l'évolution des écarts de T°: hiérarchisation des zones, écarts entre 2 dates, cartographie continue (influences)
- secteurs d'étude: La Ciotat, Carry-Sausset

## Prolongements:

- espaces publics majeurs
- tissus représentatifs (types historiques, types méditerranéens)
- influence plan d'eau maritime sur espaces urbains et naturels avoisinants
  - ▶ changement d'échelle:
    - ➔ fragments urbains > espaces (places, placettes, rues, ...)
    - ➔ historique détaillé: mise en valeur et analyse de l'incidence d'interventions plus locales (ilots, plantations, voirie, ...)

tout en conservant la même démarche (cartographie historique, occupation du sol)  
recours à des méthodes complémentaires (mesures, simulation)





Carte État Major 1860 Scé: Archives IGN

**MERCI DE VOTRE ATTENTION**



**Luc Raphaël Ponson, 1835 – 1904**  
*Pêcheurs et élégantes sur la corniche face à Marseilleveyre, 1860*  
 Huile sur toile 90x165 cm