

# MODÉLISATION MULTISCALEAIRE DE LA CROISSANCE URBAINE

## APPLICATION AU CENTRE VAR

ALEXANDRE ORNON  
UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR  
UMR ESPACE

[alexandre.ornon@unice.fr](mailto:alexandre.ornon@unice.fr)

## Contexte spatial

### Le Centre-Var, un espace soumis à une forte pression urbaine

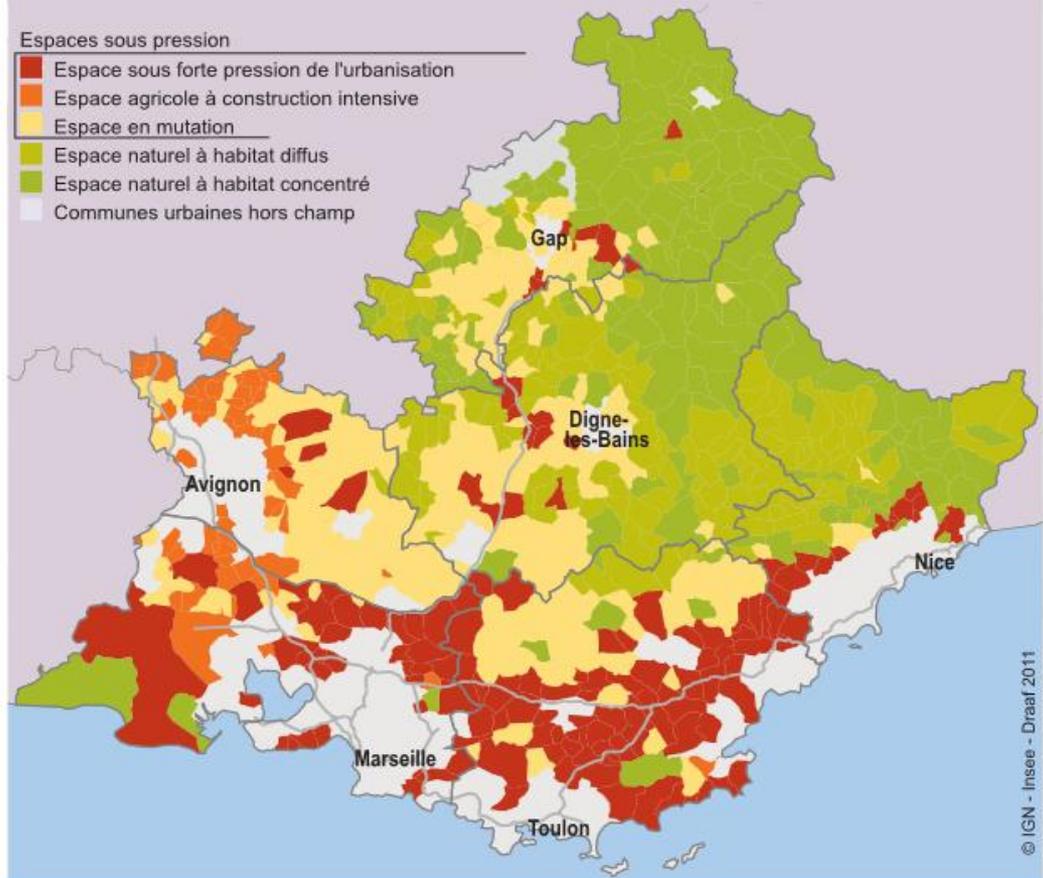
- Une forte croissance démographique en PACA
- Une conséquence : forte croissance des surfaces bâties
- Concurrence entre espaces urbains / agricoles / naturels

#### Cinq groupes de communes plus ou moins exposées aux conflits d'usage du sol

Typologie des communes rurales, périurbaines et urbaines à faible densité de population selon les dynamiques démographiques et d'occupation des sols

Espaces sous pression

- Espace sous forte pression de l'urbanisation
- Espace agricole à construction intensive
- Espace en mutation
- Espace naturel à habitat diffus
- Espace naturel à habitat concentré
- Communes urbaines hors champ



Sources : Agreste (Recensement agricole 2000), Insee, Ocsol, Sitaldel

© IGN - Insee - Draaf 2011

## Région Provence Alpes Côte d'Azur (source Insee)

Croissance démographique annuelle (1999 – 2007)

+1.6%

Croissance annuelle du logement (1999 – 2007)

+1.9%

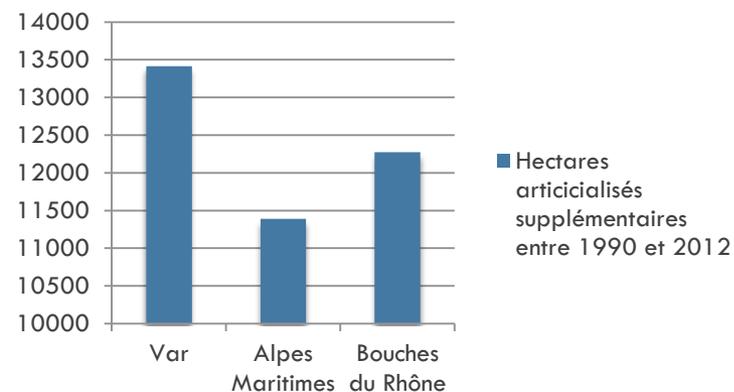
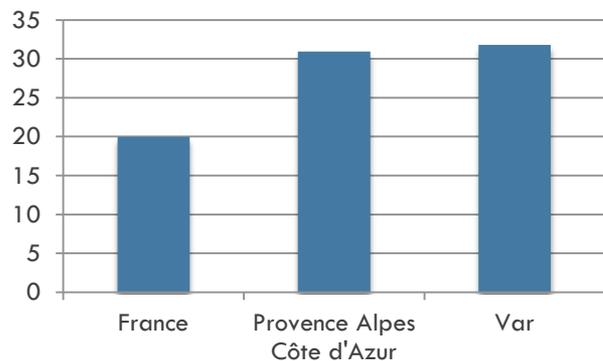
Allongement flux domicile-travail

+ 9%

40 % des espaces agricoles s'orientent vers un usage résidentiel

10000 ha d'espaces naturels et agricoles deviennent urbain chaque année

Projection de l'INSEE à l'horizon 2030 : + 124 000 habitants, localisés majoritairement dans le Centre-Var



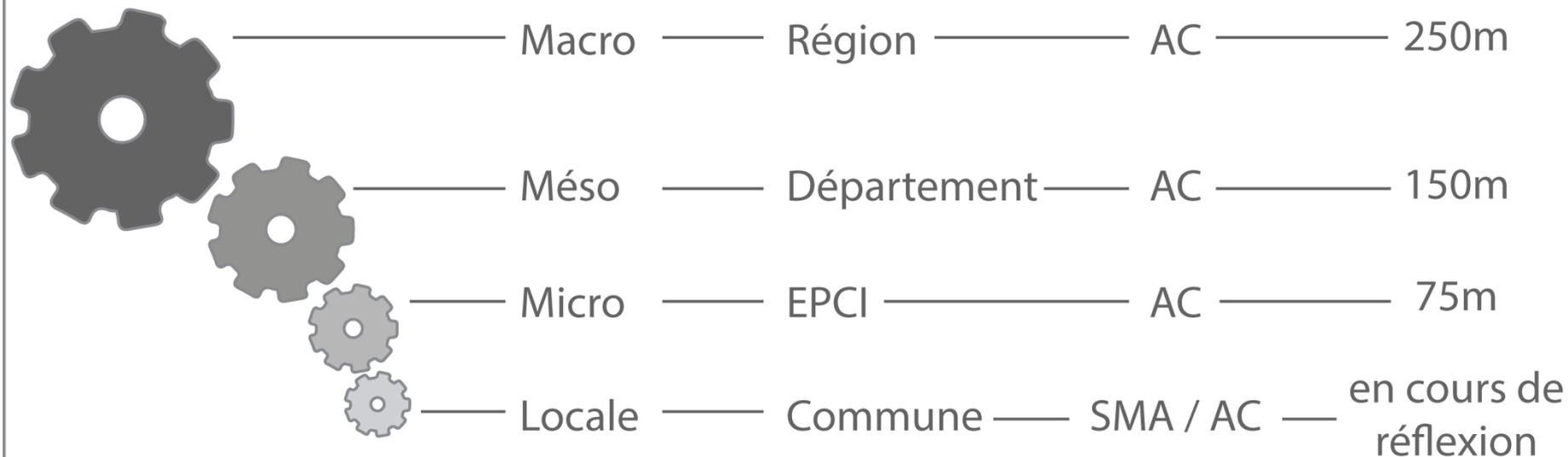
## Objectif : Comprendre les mécanismes de la croissance urbaine par la modélisation spatiale

- Comprendre les déterminants de la croissance urbaine par l'analyse des processus multiscalaires.
- Appréhender l'analyse des dynamiques de croissance urbaine par la modélisation.
- Anticiper les devenir possibles du Centre-Var à l'horizon 2030.

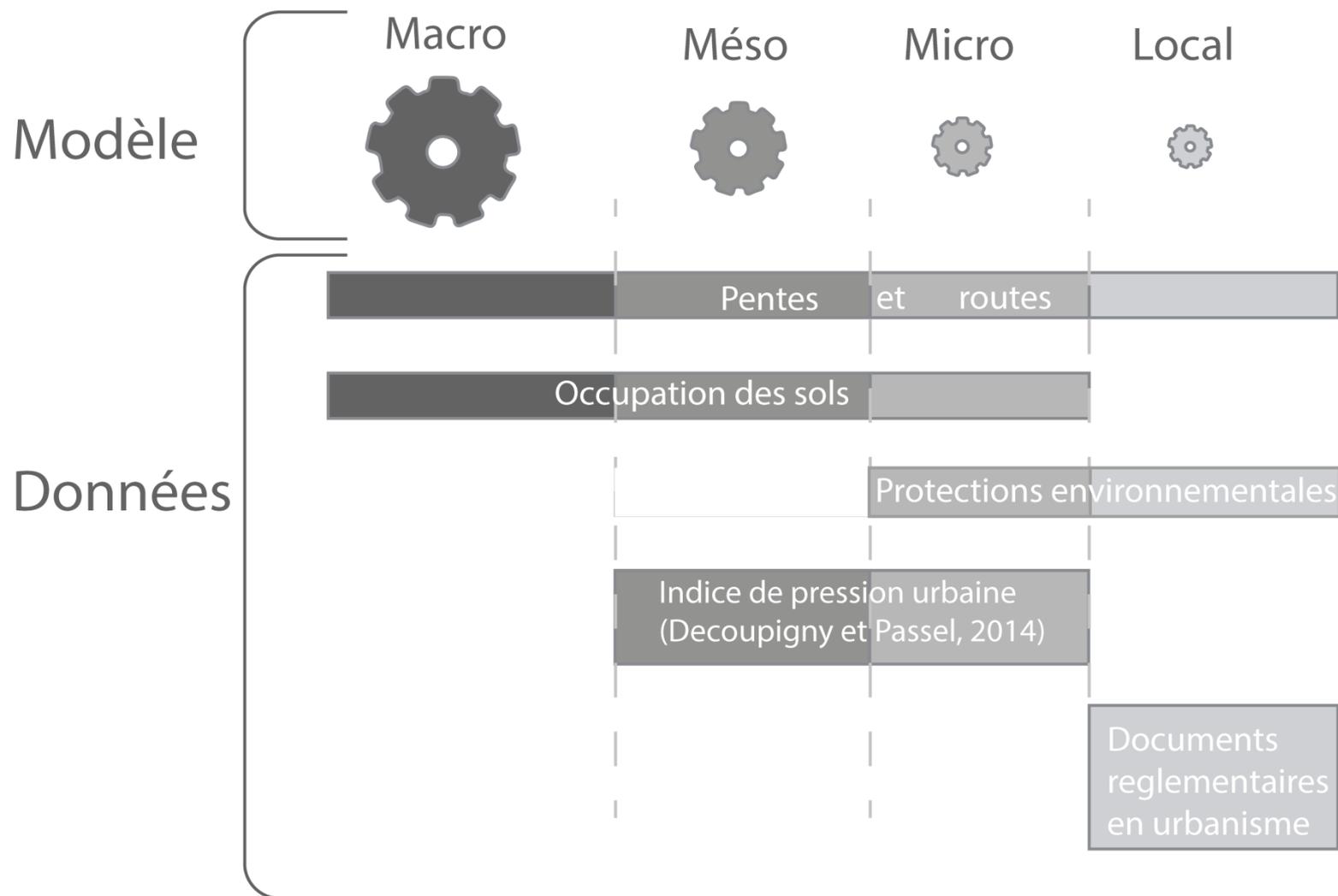
Construire un modèle prospectif spatialement explicite de la croissance du tissu bâti / changement d'occupation des sols, tenant compte des processus intervenant aux différentes échelles.

## Principes de la modélisation prospective multiscalaire proposée - 1

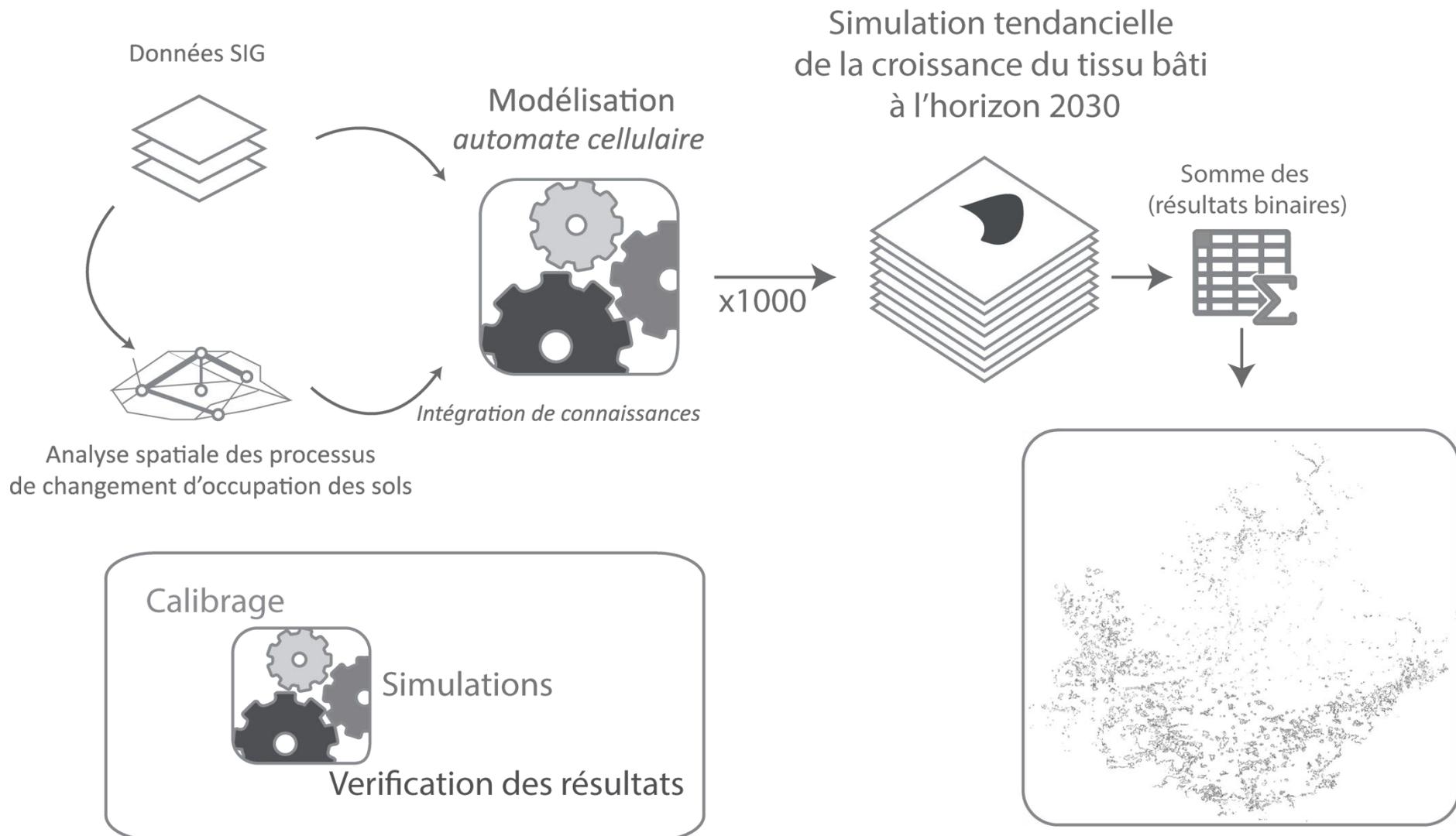
Modèle	Echelle	Application	Type	Résolution
--------	---------	-------------	------	------------



## Principes de la modélisation prospective multiscalaire proposée - 2



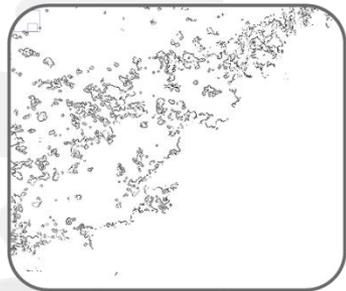
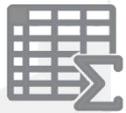
# Principes de la modélisation prospective multiscalaire proposée - 3



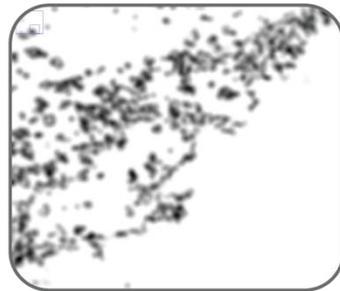
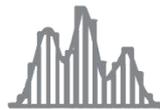
# Principes de la modélisation prospective multiscalaire proposée - 4

Sortie de modèle  
échelle supérieure

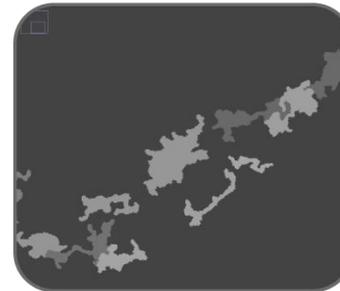
Somme des simulations  
tendancielles



Calcul des densités de noyaux  
(kernel density)



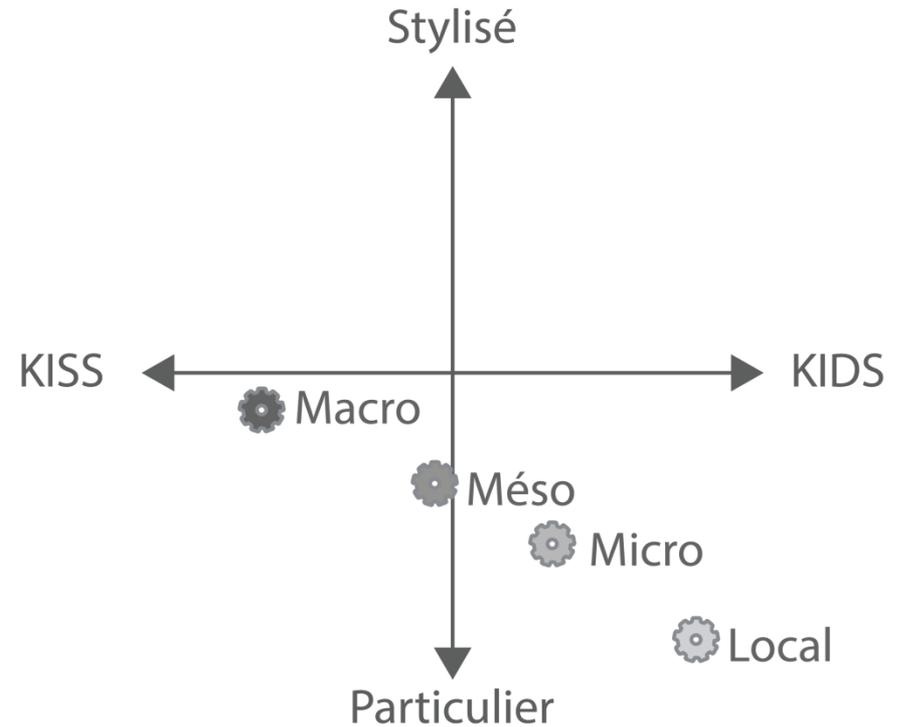
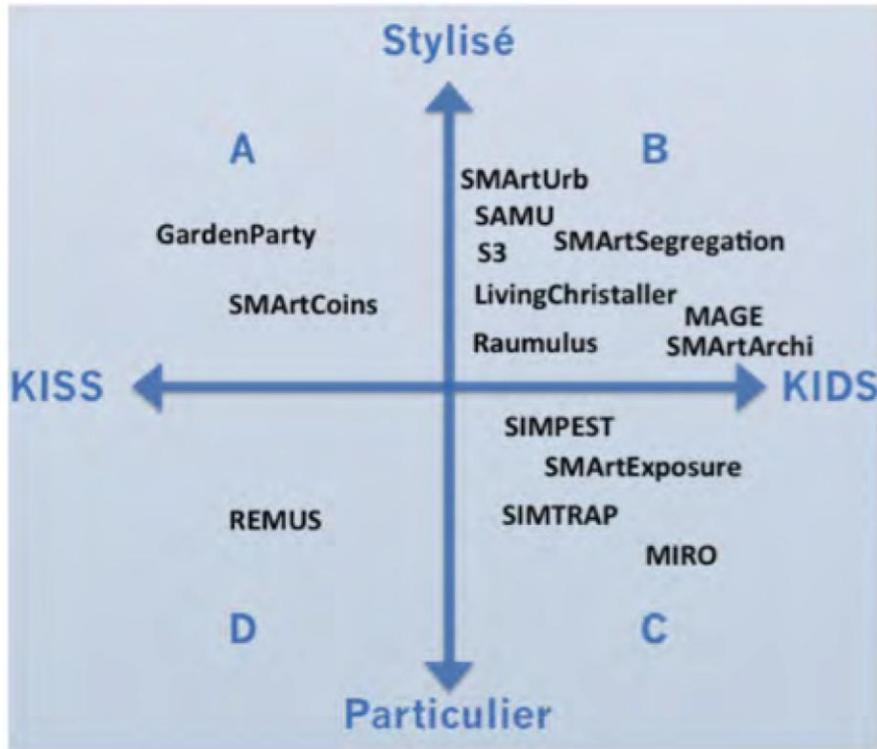
Détermination des zones  
de concentration de changements  
(morphologie mathématique)



Selection de l'emprise  
du nouveau modèle

Entrée de modèle  
échelle inférieure

# Modélisation - comparatif



Arnaud Banos. POUR DES PRATIQUES DE MODÉLISATION ET DE SIMULATION LIBÉRÉES EN GÉOGRAPHIE ET SHS. Géographie. Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, 2013. <tel-01112668>

# Modèle à l'échelle de la région PACA – Echelle macro

Interface de simulation de croissance urbaine à l'échelle macro de la région PACA.

**Barre de commande:** Edit, Delete, Add, abc Button, Year: 2030, faster, view updates (checked), continuous, Settings...

**Paramètres de simulation:**

- Seed\_input: 1
- On Rectify? (Off) / setup
- On Calibrage (Off)
- URBAN\_DEV\_FACTOR: 100 Percent
- AGRI\_DEV\_FACTOR: 100 percent
- NAT\_DEV\_FACTOR: 100 percent
- Slope\_building: 20 %
- repeat 15 [go]
- go
- detect\_changes
- changes urb

**Visualisation:** Landcover\_mod, visualise, Show\_rectified

**Occurrence:** Occ99: 300, Occ14: 330, Département? (On/Off), Département: 84

**Nb\_Patch:** 0, Calculate

**Morphologie:** convert to binary, Morpho\_vis, Morpho\_visualisation (Binary), Morpho\_radius: 1, AMS, Simil\_mod: 0, Simil\_retro: 0

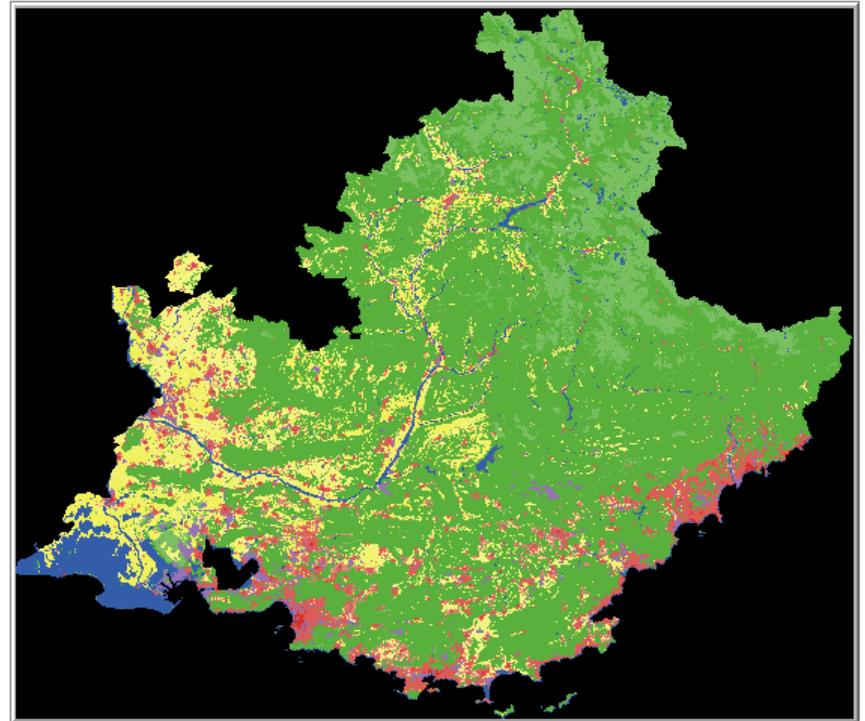
**Potentials:** Graphique montrant l'évolution des potentiels (axe Y: 0 à 54000, axe X: 0 à 17.5) avec trois courbes distinctes.

**Carte:** Carte de la région PACA montrant la répartition spatiale des potentiels et des zones urbaines en développement.

## Modèle à l'échelle de la région PACA – Echelle macro

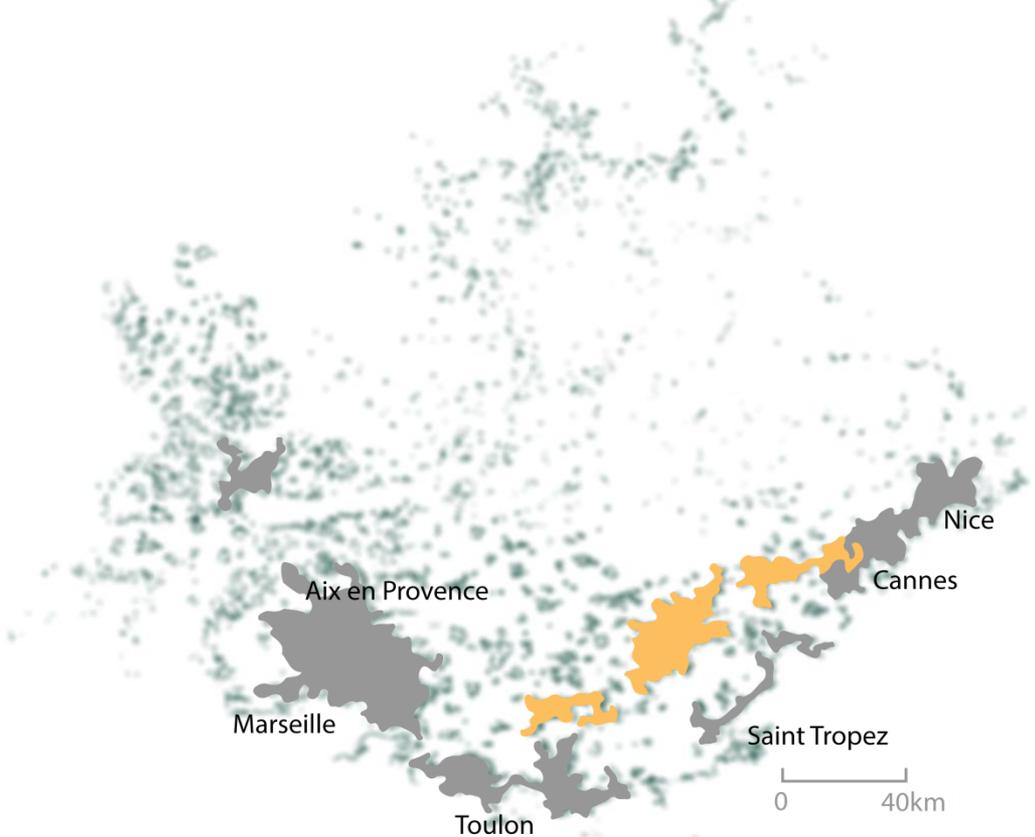
- Résolution 250m / cellule
- L'urbain ne peut se développer qu'en contiguïté de l'urbain préexistant.
- L'urbain ne peut se développer qu'à proximité du réseau routier.
- L'urbain ne peut se développer que sur des pentes inférieures à 20%
- Une matrice de transition basée sur les dynamiques de 2000 – 2014 permet de quantifier les changements vers l'urbain.

(matrice de transition par département)



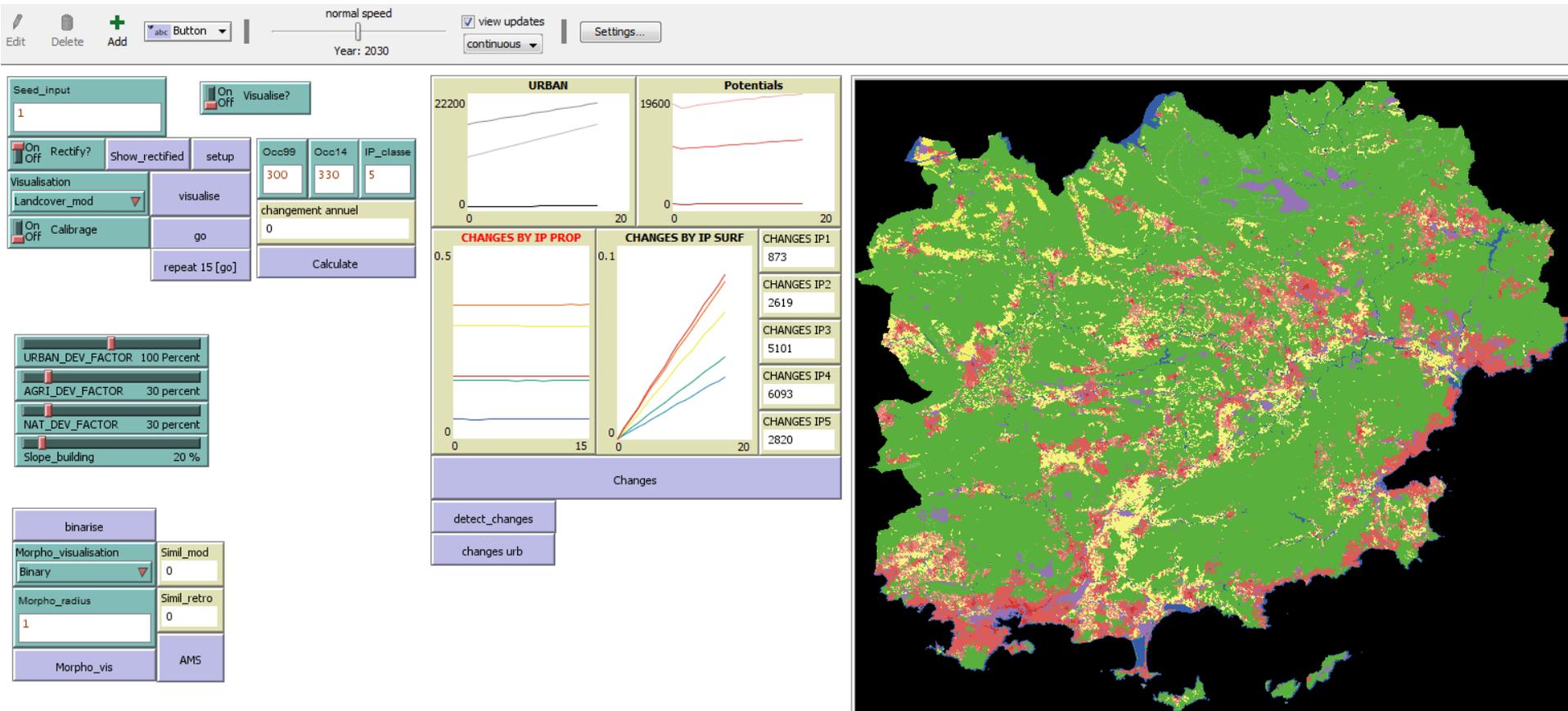
## Modèle à l'échelle de la région PACA – Echelle Macro

Résultats des 1 000 simulations à l'horizon 2030



- Deux zones de concentration des changements vers l'urbain : la métropole marseillaise et le Centre Var
- La croissance urbaine marseillaise est en continuité de la tâche urbaine alors que l'on observe une croissance urbaine dans le Var en retrait des grandes agglomérations, localisée en milieu rural.

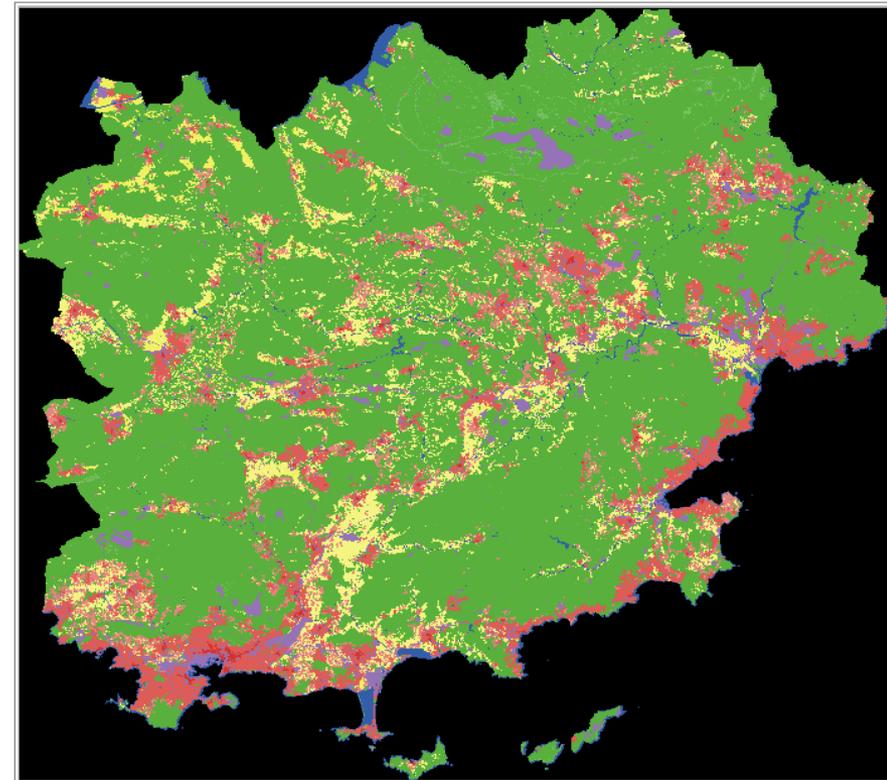
# Modèle à l'échelle du département du Var – Echelle Méso



## Modèle à l'échelle du département du Var – Echelle Méso

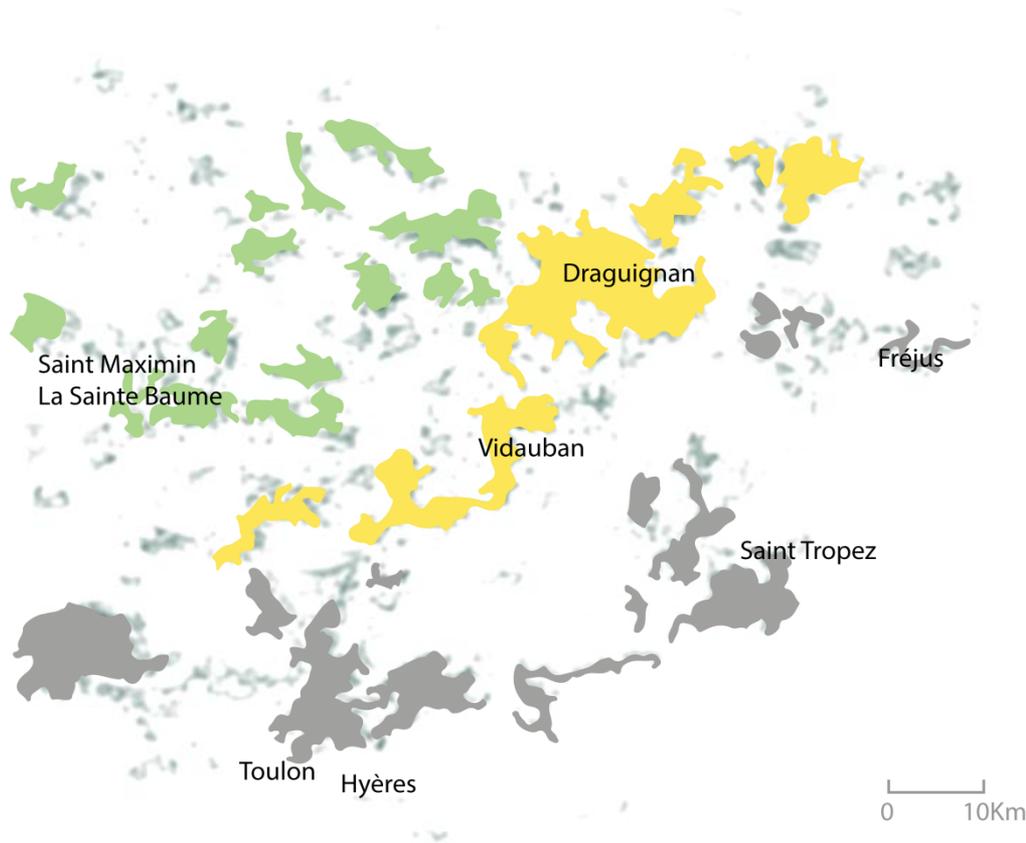
- Résolution 150m / cellule
- L'urbain ne peut se développer qu'en contiguïté de l'urbain préexistant.
- L'urbain ne peut se développer qu'à proximité du réseau routier.
- L'urbain ne peut se développer que sur des pentes inférieures à 20%
- Une matrice de transition basée sur les dynamiques de 2000 – 2014 permet de quantifier les changements vers l'urbain.

(matrice de transition par zone de pression urbaine graduée)



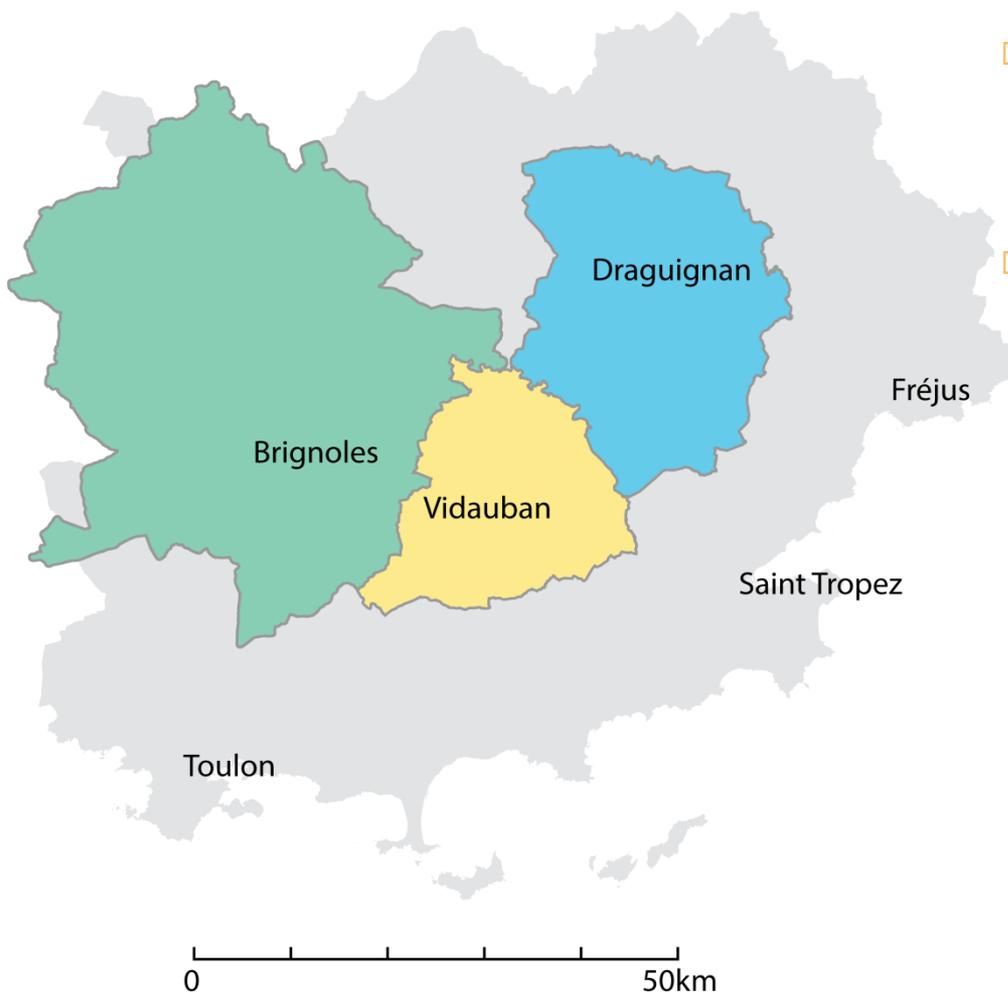
## Modèle à l'échelle du département du Var – Echelle Méso

Résultats des 1 000 simulations à l'horizon 2030



- Une concentration des changements sur trois types d'espaces :
- Le littoral déjà urbain
- Le Centre Var, le long des axes autoroutiers
- Une croissance diffuse dans les milieux ruraux

## Modèle à l'échelle du département du Var Changement d'emprise



- Deux dynamiques spatiales distinctes s'opèrent sur le Centre-Var
- Nécessité de développer deux modèles sur trois Scot : Provence Verte / Cœur Du Var et Dracénie.

# Modèle à l'échelle du territoire du SCOT Provence Verte - Micro

normal speed  view updates

Year: 2030

Seed\_input: 1  On  Off Visualise?

On  Off Rectify?

Occ02: 300 Occ14: 330 IP\_classe: 5

Visualisation: Landcover\_mod

On  Off Calbrage

changement annuel: 0

repeat 15 [go]

On  Off AZI?  On  Off Protections?

URBAN\_DEV\_FACTOR: 100 Percent

AGRI\_DEV\_FACTOR: 100 percent

NAT\_DEV\_FACTOR: 100 percent

Slope\_building: 20 %

binarise

Morpho\_visualisation: Binary  Simil\_mod: 0

Morpho\_radius: 1  Simil\_retro: 0

Morpho\_vis:

**URBAN**

**Potentials**

**CHANGES BY IP PROP**

**CHANGES BY IP SURF**

**CHANGES IP1**: 949

**CHANGES IP2**: 3610

**CHANGES IP3**: 2834

**CHANGES IP4**: 2114

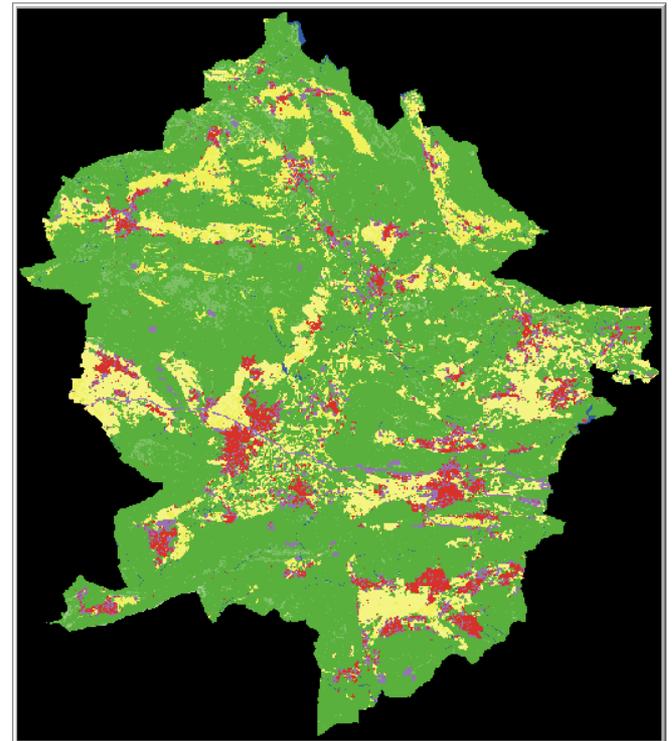
**CHANGES IP5**: 1338

**Changes**

## Modèle à l'échelle du territoire du SCOT Provence Verte - Micro

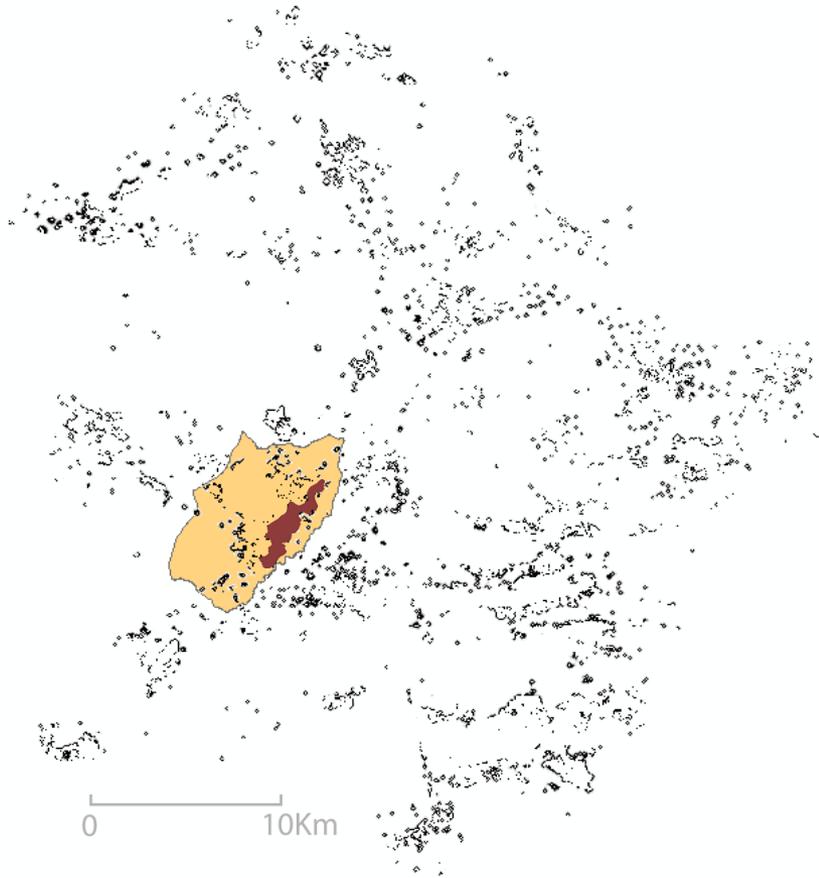
- Résolution 75m / cellule
- L'urbain ne peut se développer qu'en contiguïté de l'urbain préexistant.
- L'urbain ne peut se développer qu'à proximité du réseau routier.
- L'urbain ne peut se développer que sur des pentes inférieures à 20% et s'il n'y a pas de protection environnementale.
- Une matrice de transition basée sur les dynamiques de 2000 – 2014 permet de quantifier les changements vers l'urbain.

(matrice de transition par zone de pression urbaine graduée)



## Modèle à l'échelle du territoire du SCOT Provence Verte - Micro

### Résultats des 1000 simulations à l'horizon 2030



Commune de Saint Maximin La Sainte Baume

Zone de plus grande concentration de changements

- Concentration des changements sur la commune de Saint Maximin la Sainte-Baume (30min d'Aix en Provence)
- La croissance urbaine diffuse correspond à un développement du pavillonnaire
- ✓ Emprise du modèle suivant : Saint Maximin la Sainte Baume

## Discussion des résultats et perspectives

- Il apparaît que les mécanismes de la croissance urbaine sont différenciés en fonction de l'échelle d'analyse mais la complexification successive des modèles permet d'obtenir à chaque échelle / résolution des résultats dont la localisation est de plus en plus précise.
- Les calculs de fréquence d'apparition des changements sont calculés sur des projections tendanciennes qui devraient être complétées par des simulations scénarisées (optimistes, souhaitables, non-souhaitables ...).
- L'absence de données socio-démographiques ne s'est pas fait sentir au regard des vérifications / validation des processus des modèles. Elles semblent indispensables à l'échelle communale, couplées aux données de valeurs foncières.
- La dernière étape de modélisation à l'échelle locale est en cours de réflexion.
- Il reste encore à appliquer la phase de modélisation à échelle micro et fine aux zones longeant A8 (Draguignan / Vidauban).

## Conclusion

- La méthode suivie permet d'appréhender la multiscalarité de la croissance du tissu bâti par la complexification du paramétrage des différentes phases de modélisation.
- Le protocole proposé semble être adaptable à d'autres espaces et ouvert à l'intégration de données équivalentes et disponibles (CLC, OSM, SRTM, ...).
- L'Automate Cellulaire Netlogo, bien que flexible et adaptée à l'utilisation de données SIG trouve ses limites dans la phase de modélisation locale, où l'utilisation de la plateforme Gama semble plus appropriée.
- L'utilisation de la modélisation en tant qu'éprouvette pour tester différents processus spatiaux s'avère ici efficiente.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION