

## UMR 7300 ESPACE CNRS

### Modélisation de l'Evolution du Bâti en France

#### Stage de M2 en Maths appliquées / Informatique

##### I. Contexte :

La France dispose d'une base de données sur le bâti unique à l'échelle du monde. Depuis presque 20 ans, l'IGN numérise les bâtiments sous forme de polygones dans un geodatabase (BD-TOPO) pour exploitation dans des Systèmes d'Information Géographique (SIG). En 2023, cela représente environ 50 millions de polygones (bâtiments) à l'échelle de la France Métropolitaine. Des couches vectorielles de bâtiments sont utiles pour quantifier l'imperméabilisation des sols (Fox et al., 2024a) ainsi que l'exposition aux risques d'inondation (Fox et al., 2024b) parmi d'autres applications : modélisation de l'évolution future des villes, impacts sur les îlots de chaleur urbains, perte des sols agricoles...

Notons que les termes « artificialisation » et « imperméabilisation » ne sont pas des synonymes. L'artificialisation du sol est une transition d'une occupation du sol agricole ou naturelle vers une occupation urbaine, péri-urbaine ou industriel/commercial. L'imperméabilisation des sols est la part du sol réellement recouverte d'un matériau imperméable : les quartiers péri-urbains peuvent varier d'environ 20% à 70% de taux d'imperméabilisation selon la densité du bâti, par exemple. L'imperméabilisation des sols dépend du *building footprint* (surface au sol des bâtiments) mais aussi des autres types de surfaces imperméables : routes, trottoirs, parking, terrasses... Il y a évidemment une corrélation forte entre *building footprint* et taux d'imperméabilisation : là où il y a beaucoup de bâtiments, il y a aussi beaucoup de routes...

Plusieurs modèles peuvent être utilisés pour prédire le taux d'imperméabilisation réel à partir des bâtiments seuls, des bâtiments et des longueurs de routes combinés, les bâtiments et les surfaces de routes... Les résultats d'un premier essai ont été présentés au colloque ICERS en juillet 2024 (Fox et al., 2024a) et la méthode reste à être affinée et testée sur des villes non-françaises, soit à partir de données du bâti mises en ligne par les villes elles-mêmes, soit à partir de la nouvelle base de données mondiale du bâti récemment mise en ligne par Microsoft Bing avec plus de 1.2 milliards de bâtiments (<https://blogs.bing.com/maps/2023-06/Bing-Maps-Global-Building-Footprints-released>).

##### II. Objectifs du stage :

Nous avons extrait les contours d'environ 200 villes françaises qui représentent presque 50% des milieux urbains de France Métropolitain. Avec la mise en ligne récente d'autres bases de données (Bing, par exemple), nous prévoyons aussi étendre l'étude à d'autres villes européennes et nord-américaines pour certains volets.

Le stage peut se décomposer en différentes étapes selon la vitesse de progression :

- 1) La quantification de l'évolution du *building footprint* pour les années citées ci-dessus. Les calculs aujourd'hui se font sur une base de carrés de 100 m de côté (ie. la surface au sol de chaque carré occupée par un bâtiment).

- 2) La confirmation ou la modification des modèles mathématiques / Machine Learning qui lient l'évolution du bâti et des routes aux taux d'imperméabilisation des sols pour une sélection de villes en France, l'Europe et l'Amérique du Nord, et la comparaison des résultats avec d'autres modèles d'imperméabilisation des sols européens ou mondiaux.
- 3) La modélisation de l'évolution réelle des surfaces imperméabilisées à l'échelle des polygones urbaines ou du territoire métropolitain depuis 2006.

### III. Profil recherché :

- Etudiant en M2 de Maths appliquées ou Informatique
- Goût pour la recherche
- Intérêt marqué pour les questions environnementales
- Une connaissance des SIG serait un atout
- Un bon niveau d'anglais serait aussi un atout

### IV. Date et lieu du stage :

Le stage débutera dès que possible en 2025 pour une durée jusqu'à 6 mois.

Le stage se déroulera dans les locaux de l'IMREDD sous la direction de Dennis Fox (PR, Géographie, UMR ESPACE CNRS) et en collaboration avec M. Banitalebi (IGE Géomaticien, UMR ESPACE CNRS) pour tous les traitements SIG et avec Anne Rainaud (MCF Droit, CERDACFF) pour la croissance urbaine. La plupart des calculs se feront sur le Mésocentre de Calcul AZZURRA de l'UniCA.

### V. Rémunération :

Selon la grille du CNRS (environ 660€/mois)

### VI. Modalité de candidature :

Envoyer **CV**, **lettre de motivation** et **relevés de notes de Licence et M1** à [Dennis.Fox@univ-cotedazur.fr](mailto:Dennis.Fox@univ-cotedazur.fr) et [Mostafa.Banitalebi@univ-cotedazur.fr](mailto:Mostafa.Banitalebi@univ-cotedazur.fr). Nommer vos fichiers ainsi SVP : Nomdefamille\_CV, Nomdefamille\_LM...

Ne pas hésiter à contacter Dennis Fox si vous avez des questions.

Fox D.M., Banitalebi M., Fournier R., Bouroubi Y., 2024a. Quantifying total imperviousness from building footprint area and very high resolution air photographs. *International Conference on Environmental Remote Sensing and GIS (ICERS)*, 11-12 July, Zagreb, Croatia. Available here : <https://zenodo.org/records/11584934>

Fox D.M., Banitalebi M., Rainaud A., 2024b. Building footprint layers show that flooding risk increased more due to greater building exposure than to greater peak discharge with urbanisation in SE France. *Journal of Hydrology, Regional Studies*.