

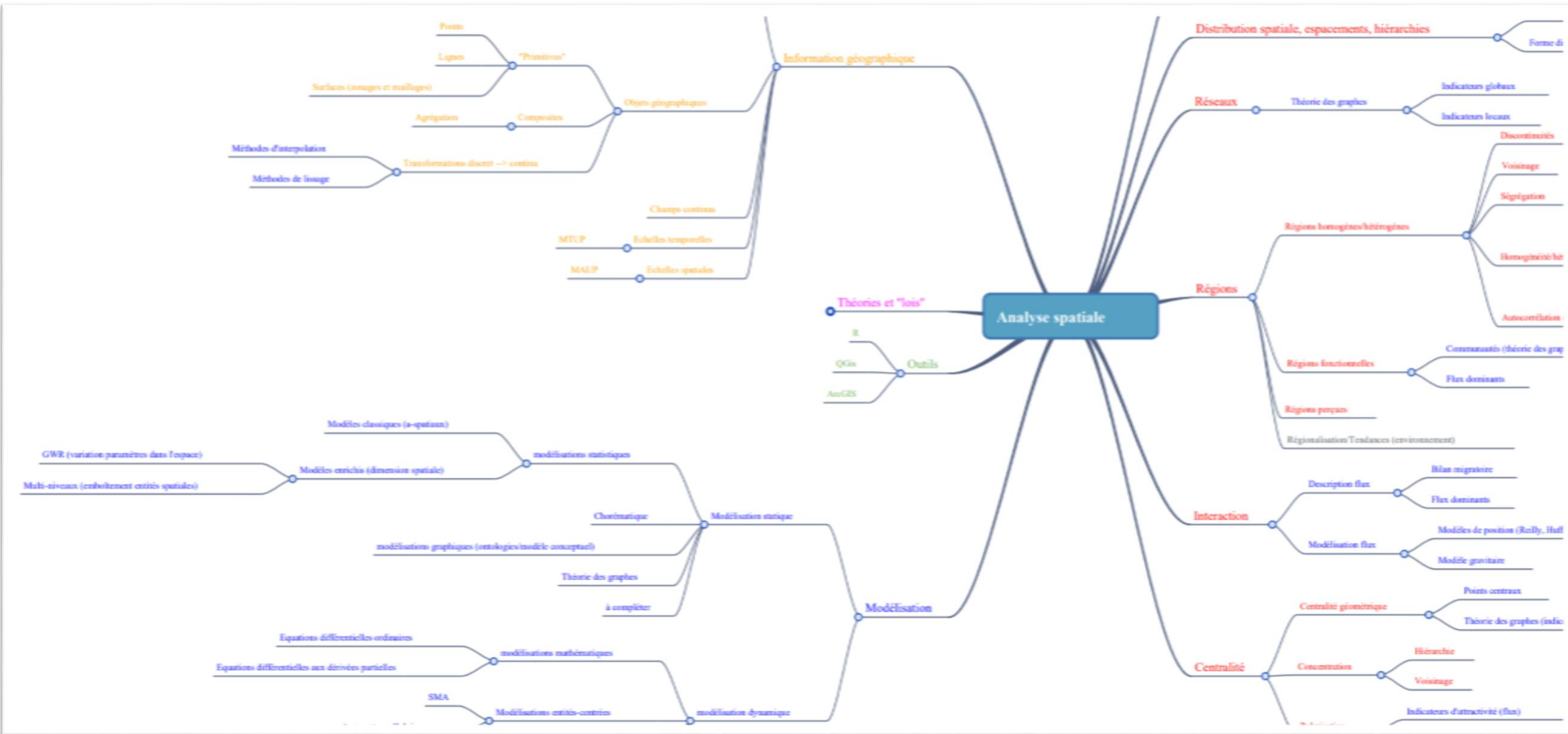
Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques lectures et retours d'expérience

Marianne Guérois

Université de Paris, UMR Géographie-cités, UMS RIATE



Analyse spatiale au sens large : analyse des localisations et des interactions spatiales



Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques éléments d'état de l'art

- Plusieurs publications récentes portant explicitement sur la reproductibilité en analyse spatiale : une dizaine d'articles issus pour l'essentiel de revues anglo-saxonnes (*Geographical Analysis*, *IJGS*, *Transaction in GIS*, *AAAG*...)
- Cas d'école sur obstacles à reproductibilité et controverses ?
- Enquêtes sur pratiques de sciences reproductibles en analyse spatiale ?
- Particularité de la démarche reproductible en analyse spatiale, au-delà des critères R&R ?

Journal of Geographical Systems
<https://doi.org/10.1007/s10109-020-00334-2>

ORIGINAL ARTICLE

Opening practice: supporting reproducibility and critical spatial data science

Chris Brunsdon¹ · Alexis Comber²

Received: 5 September 2019 / Accepted: 20 July 2020
© The Author(s) 2020

Geographical Analysis (2021) 53, 135–147

Special Issue

Reproducibility and Replicability in Geographical Analysis

Peter Kedron[†], Amy E. Frazier, Andrew B. Trgovac, Trisalyn Nelson, A. Stewart Fotheringham

Spatial Analysis Research Center (SPARC), School of Geographical Sciences and Urban Planning, Arizona State University, Tempe, AZ USA

Introduction: Forum on Reproducibility and Replicability in Geography

Michael F. Goodchild, A. Stewart Fotheringham, Peter Kedron & Wenwen Li

To cite this article: Michael F. Goodchild, A. Stewart Fotheringham, Peter Kedron & Wenwen Li (2020): Introduction: Forum on Reproducibility and Replicability in Geography, *Annals of the American Association of Geographers*, DOI: [10.1080/24694452.2020.1806030](https://doi.org/10.1080/24694452.2020.1806030)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/24694452.2020.1806030>



Reproducible research and GIScience: an evaluation using AGILE conference papers

Daniel Nüst¹, Carlos Granell², Barbara Hofer³, Markus Konkol¹, Frank O. Ostermann⁴, Rusne Sileryte⁵ and Valentina Cerutti⁴

Reproducibility and Replicability in the Context of the Contested Identities of Geography

Daniel Sui^{*} and Peter Kedron[†]

^{*}Department of Geosciences, University of Arkansas

[†]School of Geographical Sciences and Urban Planning, Spatial Analysis Research Center, Arizona State University

Vers une recherche reproductible dans un cadre interdisciplinaire: enjeux et propositions pour le transfert du cadre conceptuel et la réplication des modèles

astien Rey-Coyrehourcq, Robin Cura, Laure Nuninger, Julie Gravier, Lucie Nahassia, Ryma Hachi

Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques éléments d'état de l'art

Exemples d'erreurs et de controverses en analyse spatiale ?

[Brundson et al., 2016, 2020]

- Comparaison des résultats de modélisations statistiques entre **logiciels ouverts/propriétaires**

*Comparison of “4 open implementations of GWR in 3 R packages and 1 Python package, with 2 black box implementations: ESRI’s implementation of GWR in ArcGIS and GWR4 (Nakaya et al. 2014). All of the implementations were tested with the **same input data**. They all gave the **same results except the ESRI/ArcGIS implementation** (Li 2018), and although ESRI provide help for the GWR tools, the actual coding is closed—the underlying code is not revealed. As a result, end users have **no way of identifying the cause of this discrepancy**. “*

- **Problèmes liés au MAUP** qui ne disparaissent pas avec l'afflux de données massives

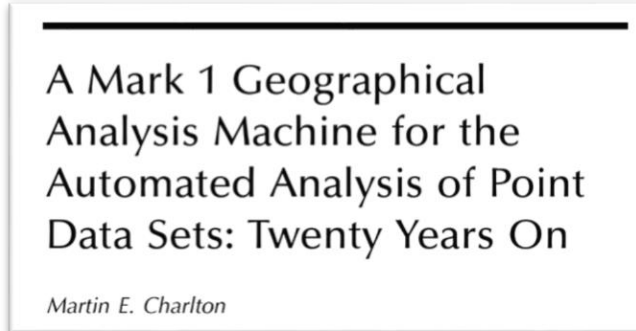
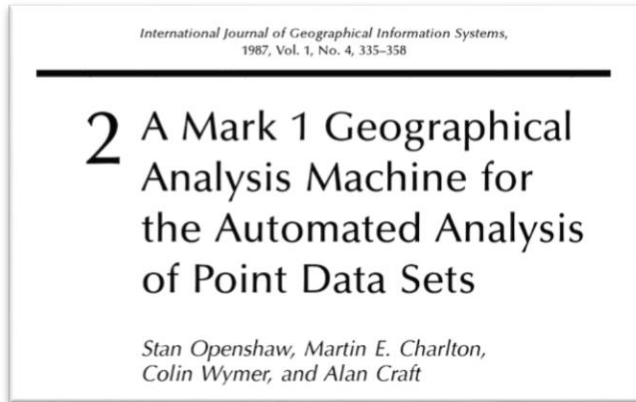
Régression hédonique à Liverpool, à deux échelons d'observation (1600 « Output areas » et 300 « Lower Super Output Areas ») :
“When variable importance is examined, unemployment comes out on top for both models, but local greenspace area makes a very different contribution to explaining the variation in house price for each of the two models”.

- **Géographes pionniers** d'une approche reproductible (computationnelle)

Openshaw and Taylor (1979) (“exploration of variability in correlation coefficients as areal units change” + “a comprehensive and accurate record of how this was achieved lies in the underlying FORTRAN code”)

Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques éléments d'état de l'art

Les pionniers : Openshaw et al. et les clusters de leucémie infantile (fin 80s)



- **Contexte :**

Recherches épidémiologiques sur cancers infantiles depuis début 80s (A. Craft)

En géo, premières approches computationnelles et exploratoires sur le MAUP dps fin 70s (Openshaw)

Affaire médiatique sur la centrale de Sellafield (1983), publiés sur lien avec leucémies infantiles contredites par rapport gouvernemental (1984)

Pb avec focus sur Sellafield : biais de pré-sélection

Comment détecter l'existence de clusters significatifs sans hypothèse préalable sur les causes environnementales ?

- **Démarche :**

Données : registre cancers (postzon), pop° à risque

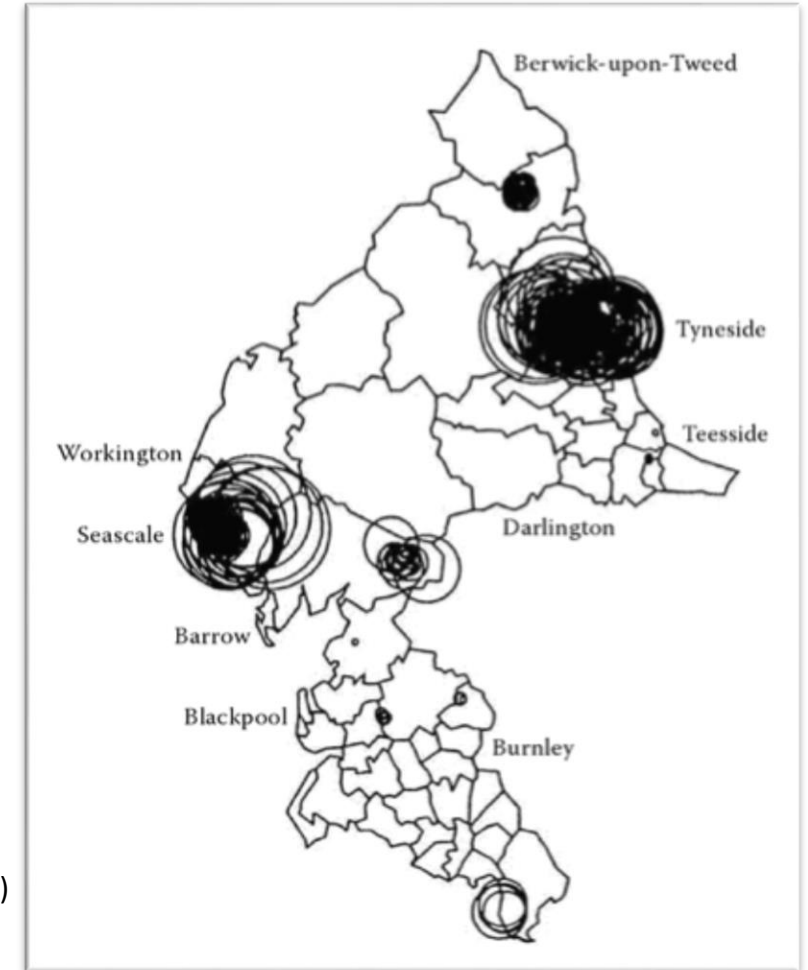
Méthode : balayage (scan) par millions de cercles de différentes tailles (pas de découpage fixe), test significativité (Monte-Carlo)

Environnement informatique : GAM

- **Portée :**

Détection cluster à Sellafield... + Gateshead. 1^{er} exemple de « lissage par noyaux »

Lourdeur de calcul, accès restreint... mais suivi par Kulldorff (2005) et SaTScan, lien fait avec R en 2015 (rsatscan)



Openshaw S., Charlton M.E., Wymer C., Craft A., 1987, « A Mark 1 : Geographical Analysis Machine for the Automated Analysis of Point Data Sets », *International Journal of Geographical Information Systems*, 1987, Vol.1, n°4, 335-358.

Charlton M., 2006, "A Mark 1 Geographical Analysis Machine for the Automated Analysis of Point Data Sets : Twenty years on », in Fisher P. (ed.), 2006, *Classics from IJGIS. Twenty years of the International Journal of Geographical Information Science and Systems*, Taylor&Francis, 572 p.

Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques éléments d'état de l'art

Enquêtes sur pratiques de sciences reproductibles en analyse spatiale ?

Computational reproducibility in geoscientific papers: Insights from a series of studies with geoscientists and a reproduction study

Markus Konkol, Christian Kray & Max Pfeiffer

To cite this article: Markus Konkol, Christian Kray & Max Pfeiffer (2019) Computational reproducibility in geoscientific papers: Insights from a series of studies with geoscientists and a reproduction study, International Journal of Geographical Information Science, 33:2, 408-429, DOI: 10.1080/13658816.2018.1508687

- Questionnaire (146) à European Geosciences Union General Assembly (EGU) 2016 + entretiens + essais de reproduction de travaux (avec stats spatiales ds R)
- Pr 49%, leurs publications se prêtent bien à reproductibilité... mais 50% : associent rarement code et données
33% : liens avec données / 12% liens avec code / 7% ont essayé de reproduire travaux
- Essais de reproduction : 33/41 ok après corrections

Table 1. Obstacles while publishing reproducible research (left) and while reproducing other researchers' work (right). Numbers in brackets show how many interviewees mentioned the obstacle. Aspects marked with (*) were also mentioned in the focus group discussion.

Obstacles while publishing reproducible research (authors)	Obstacles while reproducing others' work (readers)
Describe methodology sufficiently (5)	Missing details in methodology (7)*
Losing competitive advantages (4)*	Inaccessible materials (3)*
Prepare code and data (4)	Not yet relevant (3)*
Not yet relevant (4)	Proprietary software (2)
Proprietary software (4)	Time consuming (2)
Missing supporting tools (3)	Lack of expertise (1)
Licensing (3)*	Individual interpretations lead to other conclusions*
Code not worth publishing (2)	
Making it understandable for non-experts (1)	

Table 2. Issues we encountered during code execution. Numbers in brackets show how often and in how many papers they occurred (overall occurrence/number of papers). In total, we encountered technical issues in 39 papers.

Minor (53, 25)	Substantial (73, 25)	Severe (41, 22)	Sys.-dependent (6, 5)
Library not found but available in repository (49, 24)	Wrong directory (34, 13)	Flawed functionality (13, 9)	Insufficient RAM (2, 2)
Faulty variable call (4, 3)	Deprecated function (10, 4)	Missing data or code (11, 9)	Function behaves differently across OSes (3, 3)
	Output not storable in local folder (10, 2)	Flawed data integration (11, 8)	Installing libraries on different OSes (1, 1)
	Function not found or missing library (9, 4)	Code in PDF (6, 6)	
	Library not found and not in repository (8, 7)		
	Broken link (2, 2)		

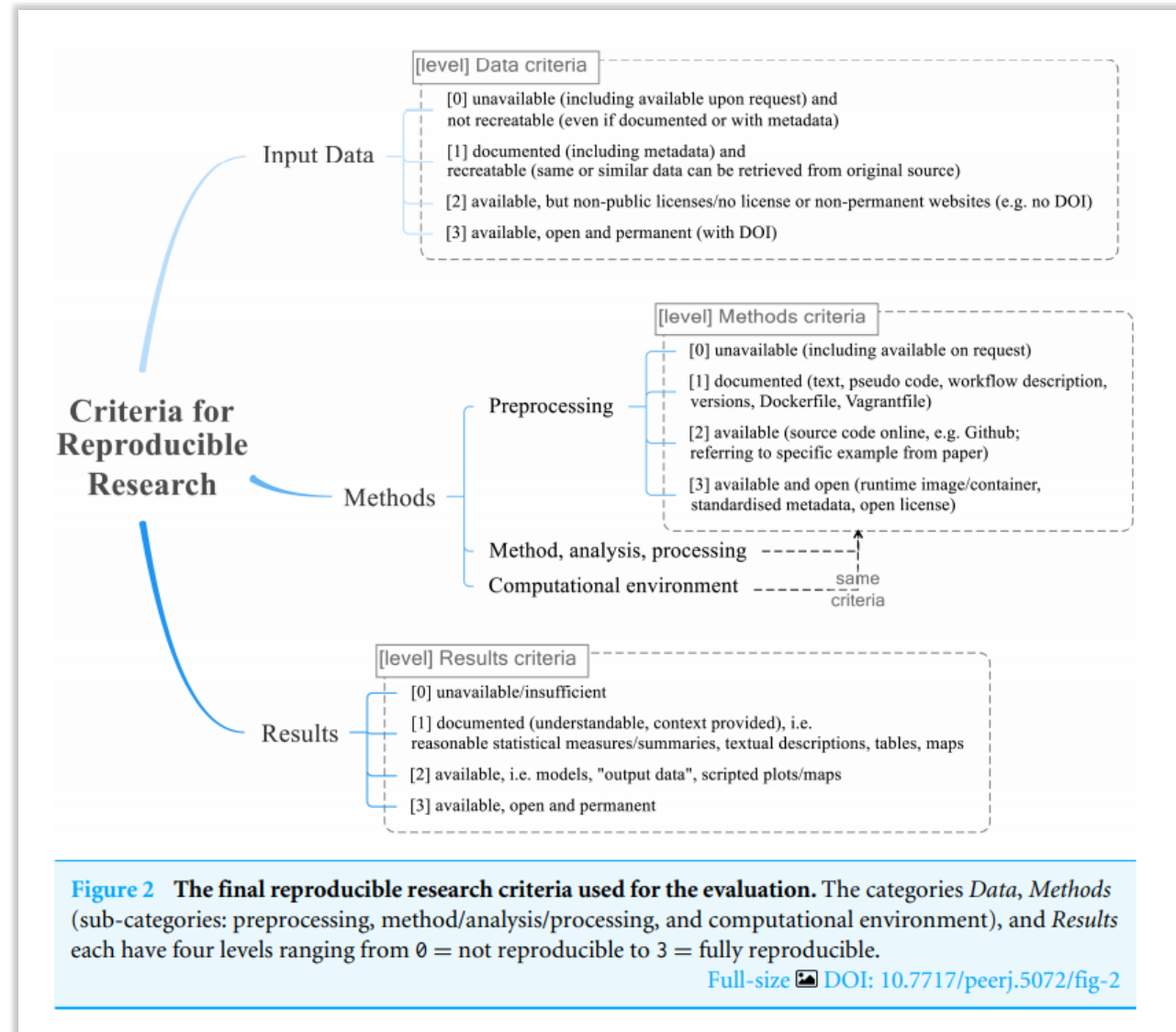
Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques éléments d'état de l'art

Enquêtes sur pratiques de sciences reproductibles en analyse spatiale ?

Contexte

- Travaux présentés à la Conférence AGILE 2015 (Association of Geographic Information Laboratories in Europe)
- Enquête sur pratiques indiv. qui s'inscrit ds questionnaire plus large sur dimension systémique et institutionnelle des pratiques
- Critères : perspective computationnelle, selon différents degrés (Peng, 2011)

Critères d'évaluation



Résultats

- Reconnaissance du besoin de reproductibilité
- Savent a priori comment améliorer leur travail en ce sens
- Mais pour beaucoup, pas une priorité (manque de motivation, effort disproportionné par rapport à la valeur ajoutée)

Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques éléments d'état de l'art

Recherche de reproductibilité en analyse spatiale : un statut particulier ?

- **R&R : une signification particulière en analyse spatiale ?**

- (1) Des particularités partagées par d'autres sciences sociales [Cura et al. 2017]**

- Protocoles rigoureux ne garantissent pas répétabilité de la mesure. Des conditions variables de collecte qui excluent d'emblée le principe de reproductibilité
 - Réplicabilité d'un résultat ne dépend pas seulement d'une mesure mais aussi d'un raisonnement
 - Progrès dans les connaissances dependent moins d'un principe de réfutation que d'une accumulation de connaissances encadrées par énoncés et contextes précis

- (2) Incertitudes liées à la nature de l'information géographique [Brundson, 2016 ; Goodchild, 2020]**

- Pas d'échelle fixe (au sens d'échelon d'observation comme de périmètre d'analyse)

- (3) Statut ambigu de la recherche de reproductibilité lié à la nature de l'explication géographique [Goodchild et al. 2020, Sui et Kedron, 2020]**

- Signification particulière de la réplicabilité du fait du principe d'hétérogénéité spatiale : résultats obtenus dans une zone donnée ne sont pas nécessairement transposables à une autre zone → limites à généralisation
 - Renvoie à tension ancienne entre formes d'explication idiographique et nomothétique → de plus en plus dans un continuum (cf. modèles statistiques intégrant les effets propres à l'espace)
 - Besoin d'un nouveau concept : plus faible degré de réplication ou de généralisation, propre à l'analyse spatiale ?
 - Quelle part de la variation des résultats entre deux zones est-elle attribuable aux incertitudes méthodologiques, quelle part à l'hétérogénéité spatiale ?

Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques éléments d'état de l'art

Recherche de reproductibilité en analyse spatiale : un statut particulier ?

Synthèse de Kedron et al. (2021) :

- Lien direct entre les difficultés d'une recherche R&R et les incertitudes qui caractérisent les étapes de la démarche scientifique en Analyse spatiale
- Nécessité de documenter ensemble de choix et de décisions allant de la conceptualisation aux analyses

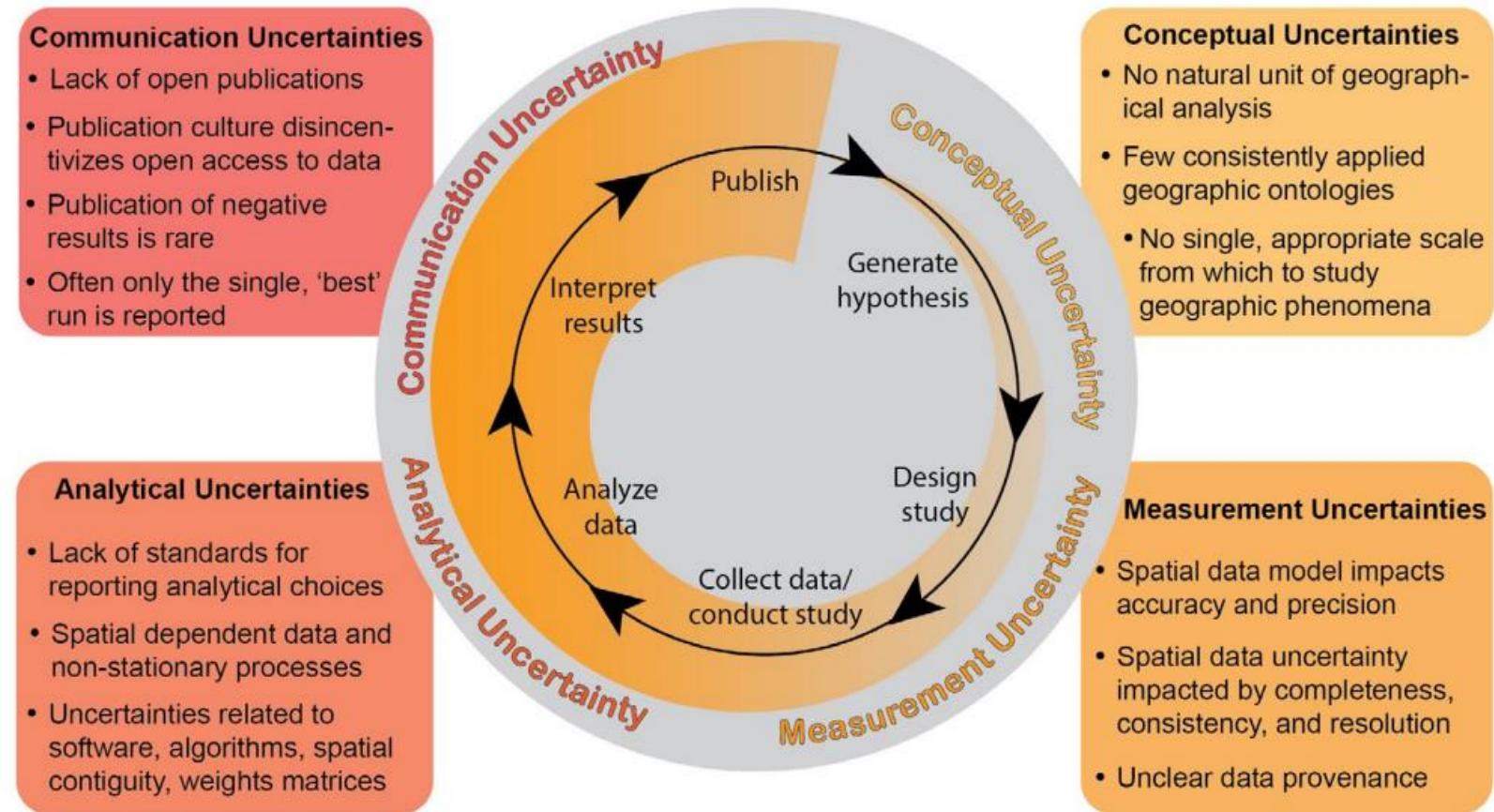
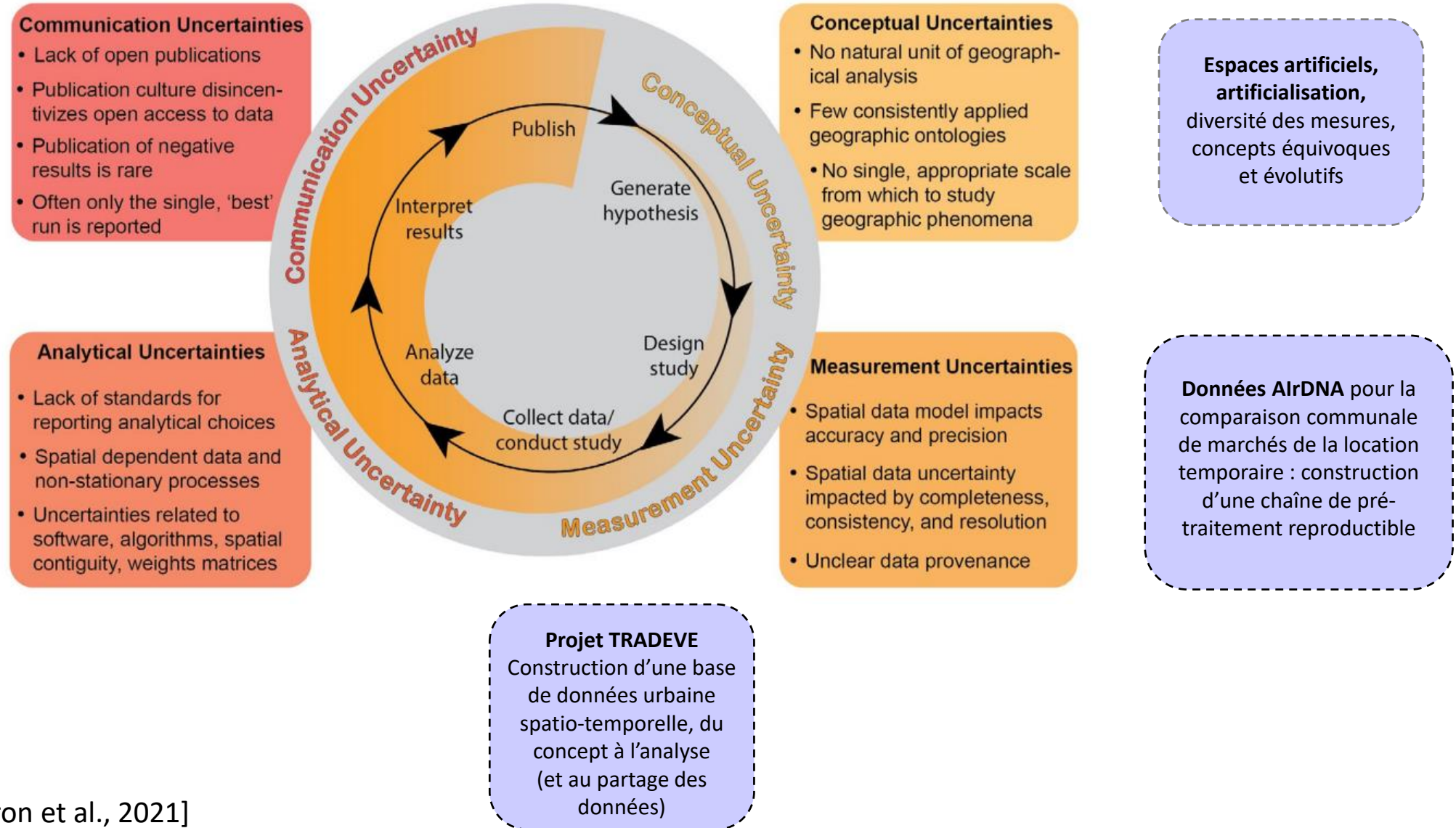


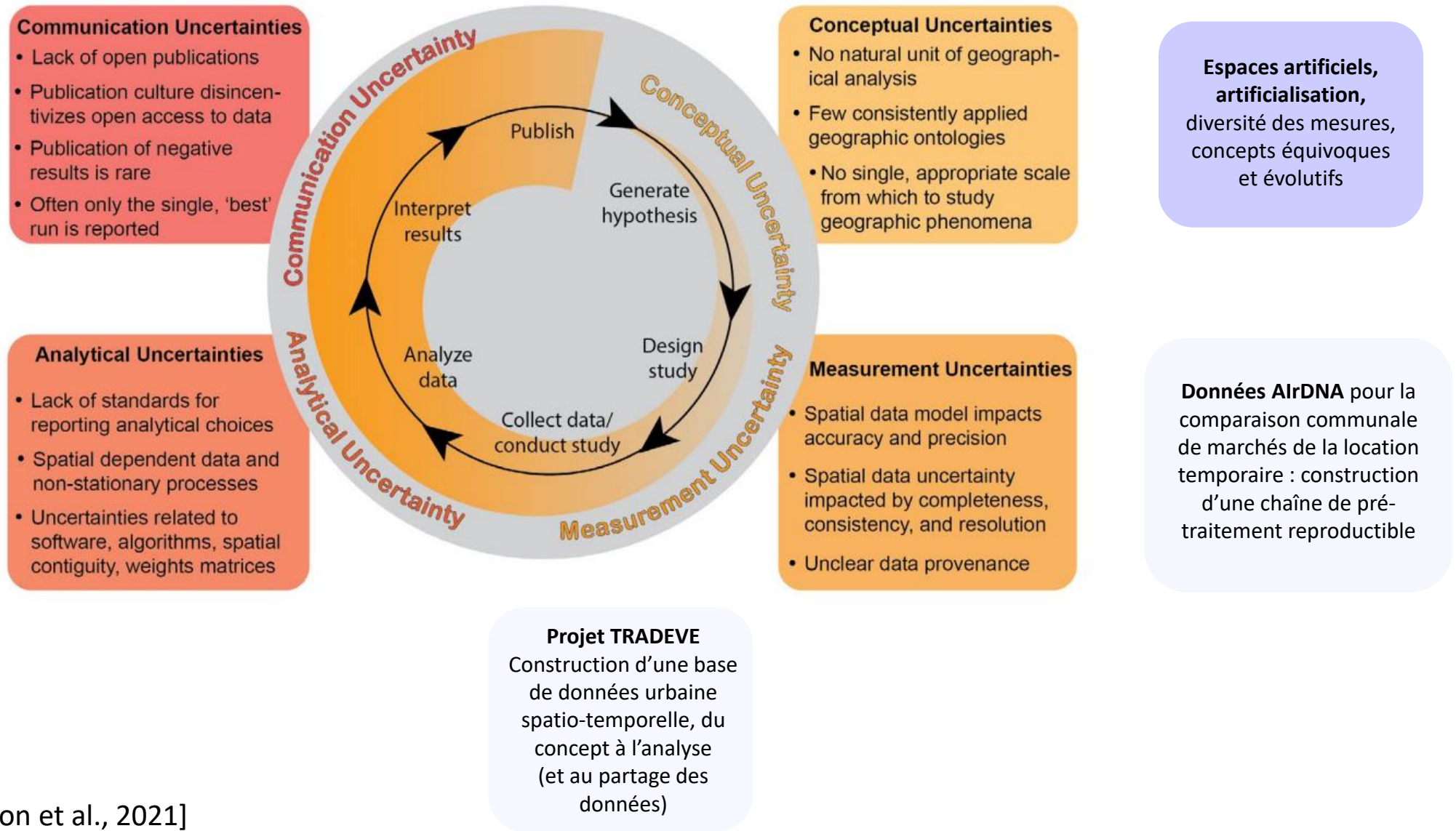
Figure 1. Four geographic uncertainty filters coupled with the scientific method. The boxes provide examples of uncertainty sources that complicate the replication and reproduction of geographic research. Adapted from Munafò et al. (2017).

Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience



Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

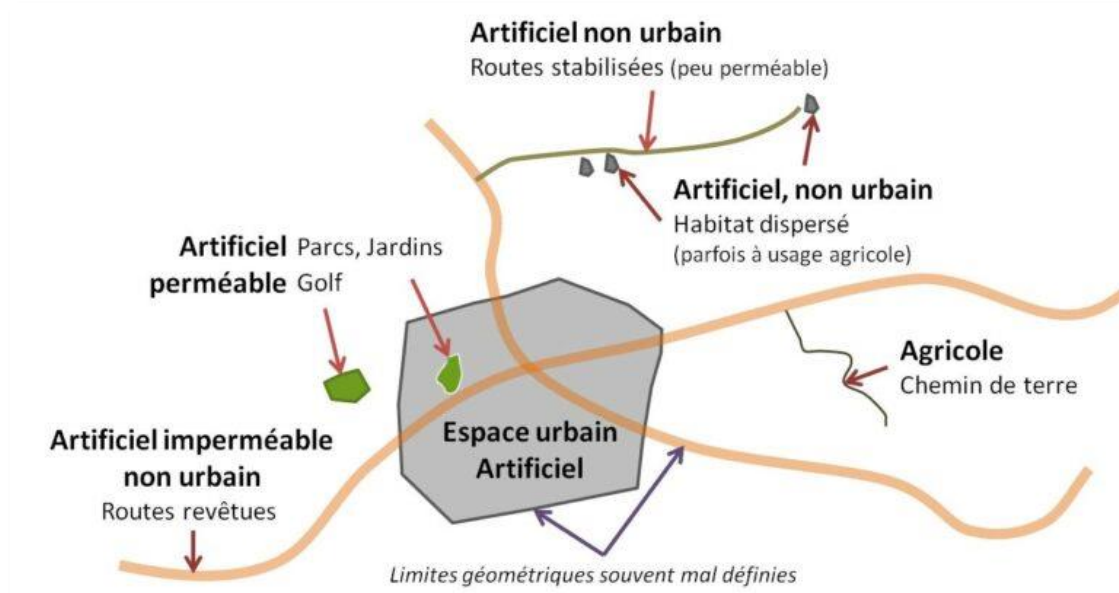
Incertitudes conceptuelles, ex. : espaces artificiels, artificialisation



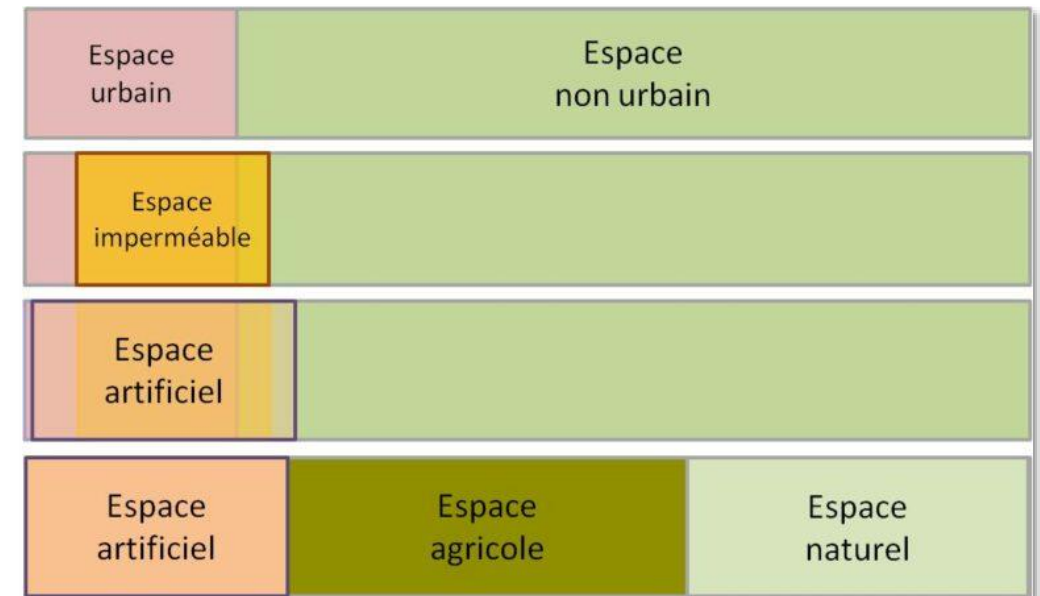
Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Espaces artificiels, artificialisation : un concept équivoque et évolutif

- Grande diversité de mesures sur la part d'espaces artificiels en France ~2010 : <5% selon base GHSL du JRC, 9% selon TERUTI, villes 22% territ selon INSEE (Guerois, Pumain 2017) + perte d'un département tous les 5-7 ans...
- Liée à diversité des sources de données, mais aussi aux incertitudes du concept d'espace artificiel
définition « originelle » ds base TERUTI très liée au suivi prod agri : plus disponible pour la production agricole. Ex : parc urbain
glissement sémantique : préoccupation croissante pour le suivi des espaces perméables, réserves de biodiversité
- « Zéro artificialisation » : plan biodiversité du gouvernement, 2018 → quelles mesures et préconisations ?
Difficultés à « désartificialiser » (sens originel), mettre accent sur « désimperméabilisation » des villes ?



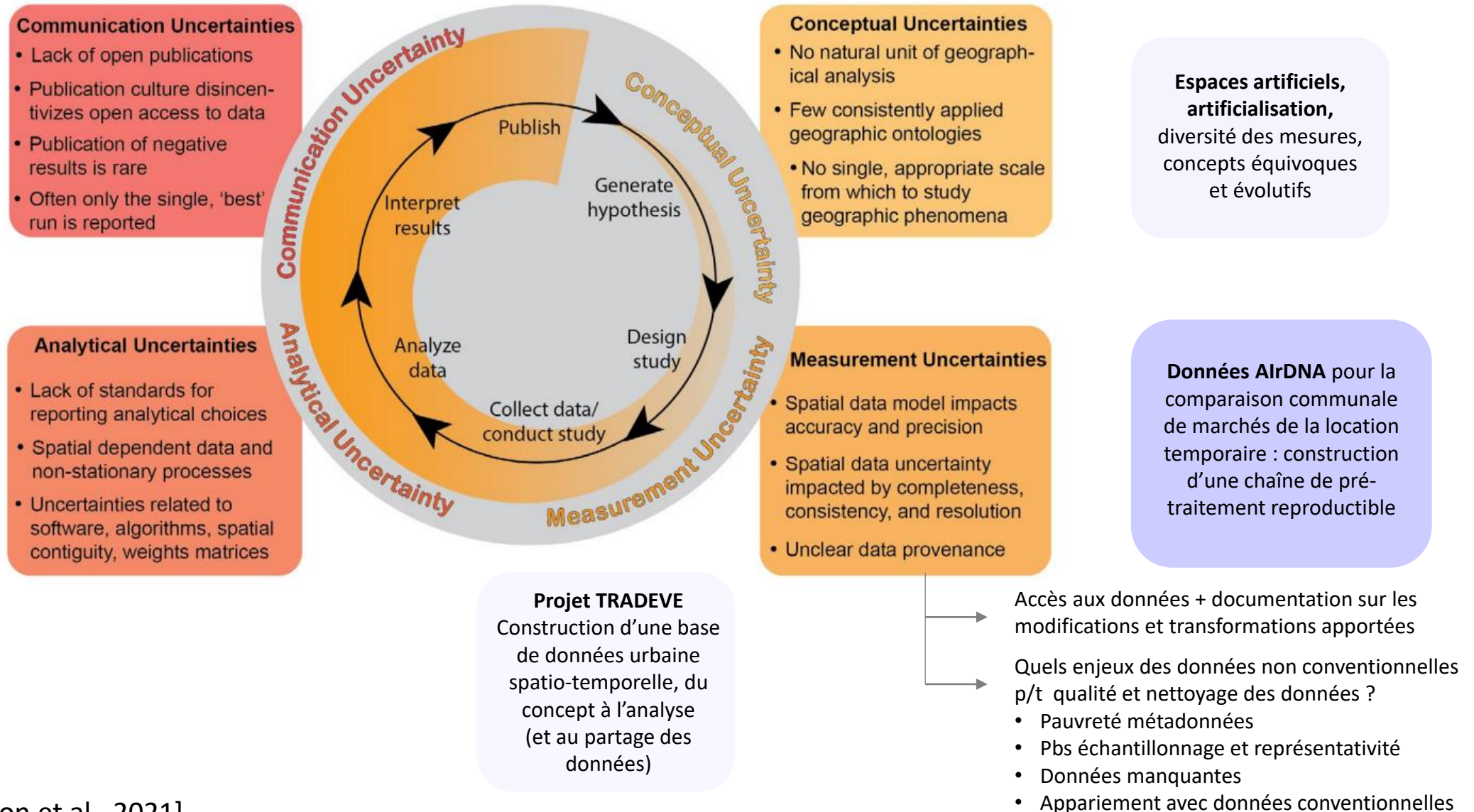
Espaces artificiels, imperméables et urbains selon la nomenclature de TERUTI en 1995



Espaces artificiels, imperméables et urbains selon la définition « originelle » de l'artificialisation

Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

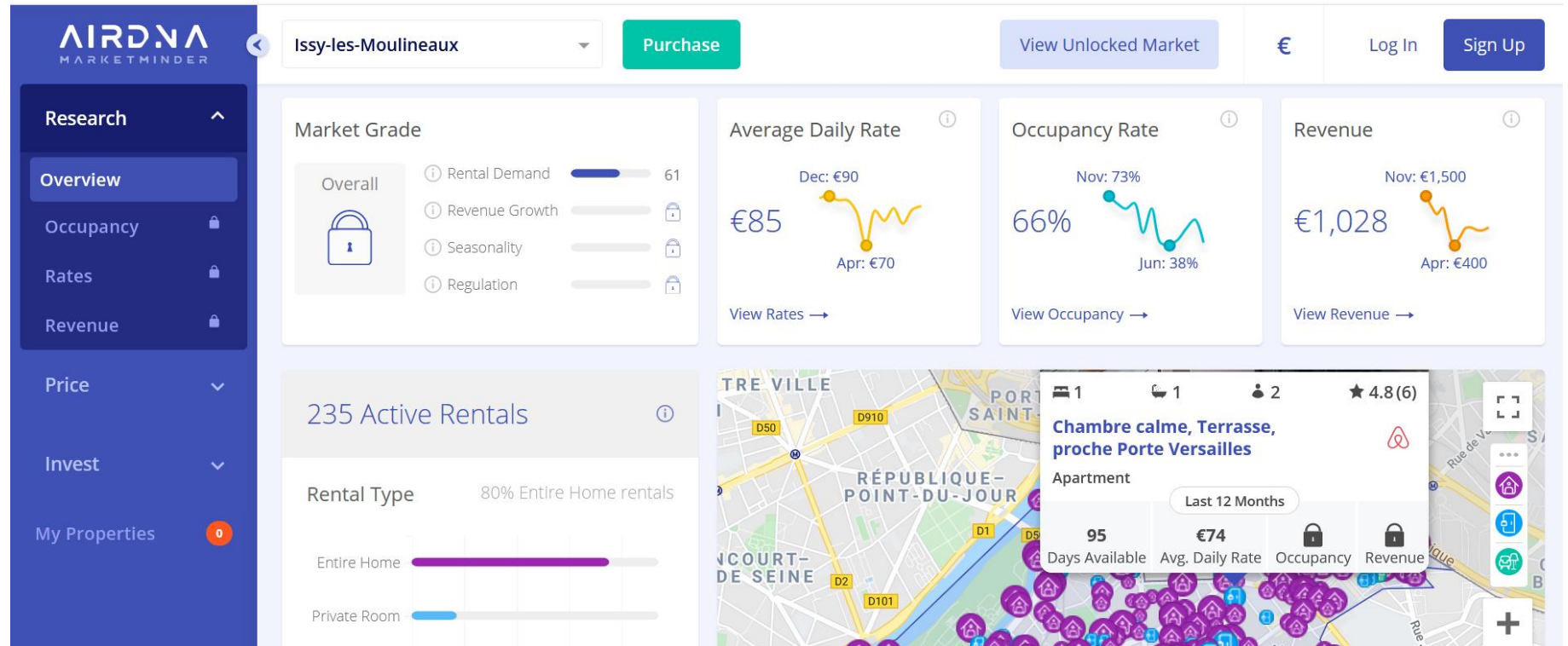
Incertitudes liées aux données : construction d'une documentation reproductible sur le pré-traitement des données AirDNA



Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Incertitudes liées aux données : documentation des pré-traitements de la base AirDNA

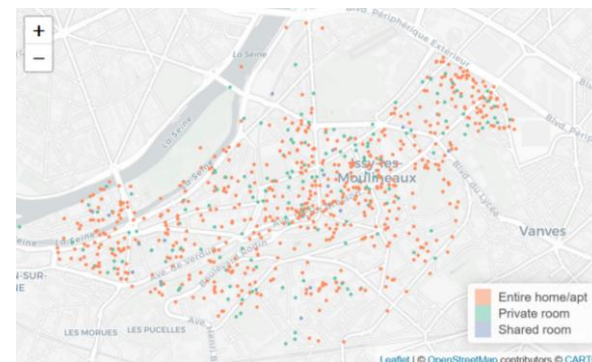
- Analyse spatio-temporelle du marché des locations temporaires Airbnb en banlieue parisienne (ANR Whisdom (dir. R. Le Goix))
- Tester hypothèses sur (1) existence de plusieurs types de marchés (2) renforcement locations fréquentes (3) différentes logiques spatiales
- Intérêt de la BD AirDNA
Depuis 2015, informations sur « performances » des annonces (nb nuitées réservées, durées séjours, revenus...)
Limites d'accès et de diffusion
- Documentation traitement : reproduction procédure pour chaque commune



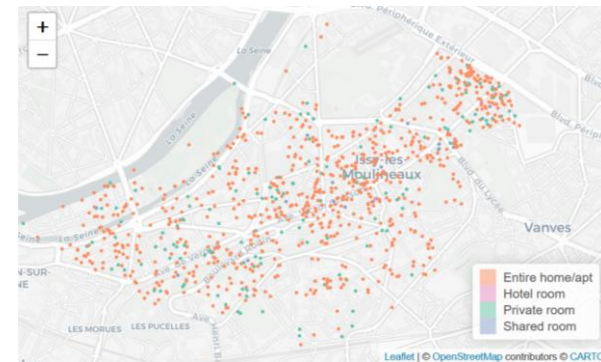
« Property performance data » : analyse mensuelle rétrospective des locations actives



Août 2015



Août 2017



Août 2019

Contexte : accès au logement et marchés immobiliers, ANR Whisdom (dir. R. Le Goix)
Objectifs : évolutions du marché des locations temporaires en banlieue parisienne
BD : entreprise AirDNA, données issues de la plateforme web Airbnb, 3 communes.

1. Import et description des variables
2. Sélection des variables
3. Sélection des lignes
4. Traitement des valeurs NA
5. Critique des variables
6. Création de nouvelles variables

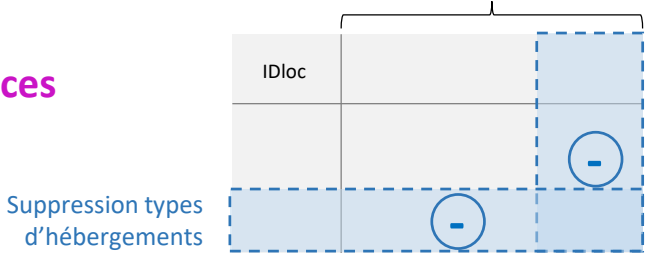
Préparation des données *R markdown*

```
library(knitr)
library(rmdformats)
```

AirDNA : 2 fichier bruts (échelle communal)

70 variables : XY, type, prix, capacité, durée min séjour, aménités, commentaires visiteurs...

1) Annonces

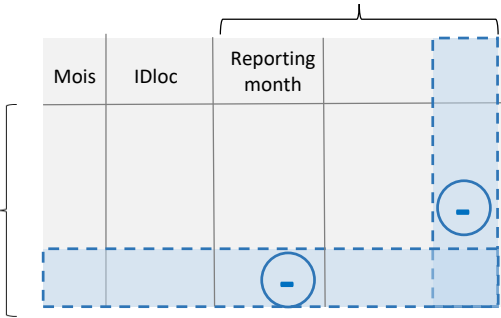


2) Performances mensuelles

Tous les mois d'activité 2015-2020

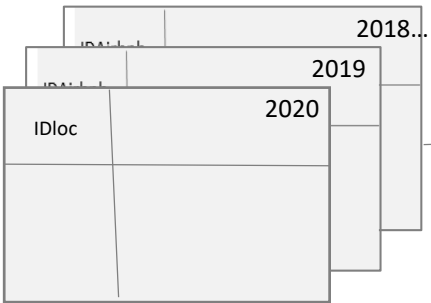
Suppression types d'hébergements...

29 variables : XY, nb résas, revenus, nb chambres ...



Sélections

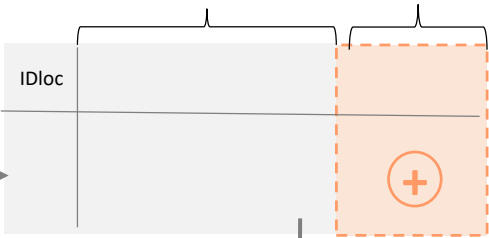
Agrégation
par ID loc
par année



3) Annonces enrichi

XY, caractéristiques
logement, performances...

Loc actives, rix/pers, tx fréquentation,
durée moy séjour, multiloueur,
ancienneté...



Analyses qualité + nettoyage des données

Incomplétude
[sémantique]

Traitement NA
Ex : capacité max

Suppression obs°

Estimation
valeur (prix)

Incohérence
[sémantique]

Des revenus sans résas
Prix aberrants

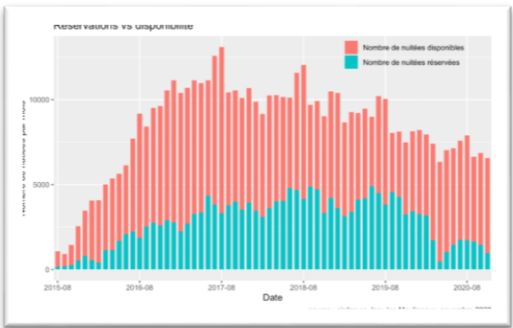
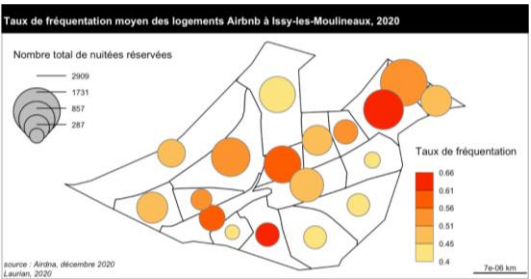
Suppression obs°
Remplacer NA par 0

Imprécision
Sémantique
Spatiale

Ex : Prix constant
Loc° +/-100 m

∅
∅

Comparaisons communales



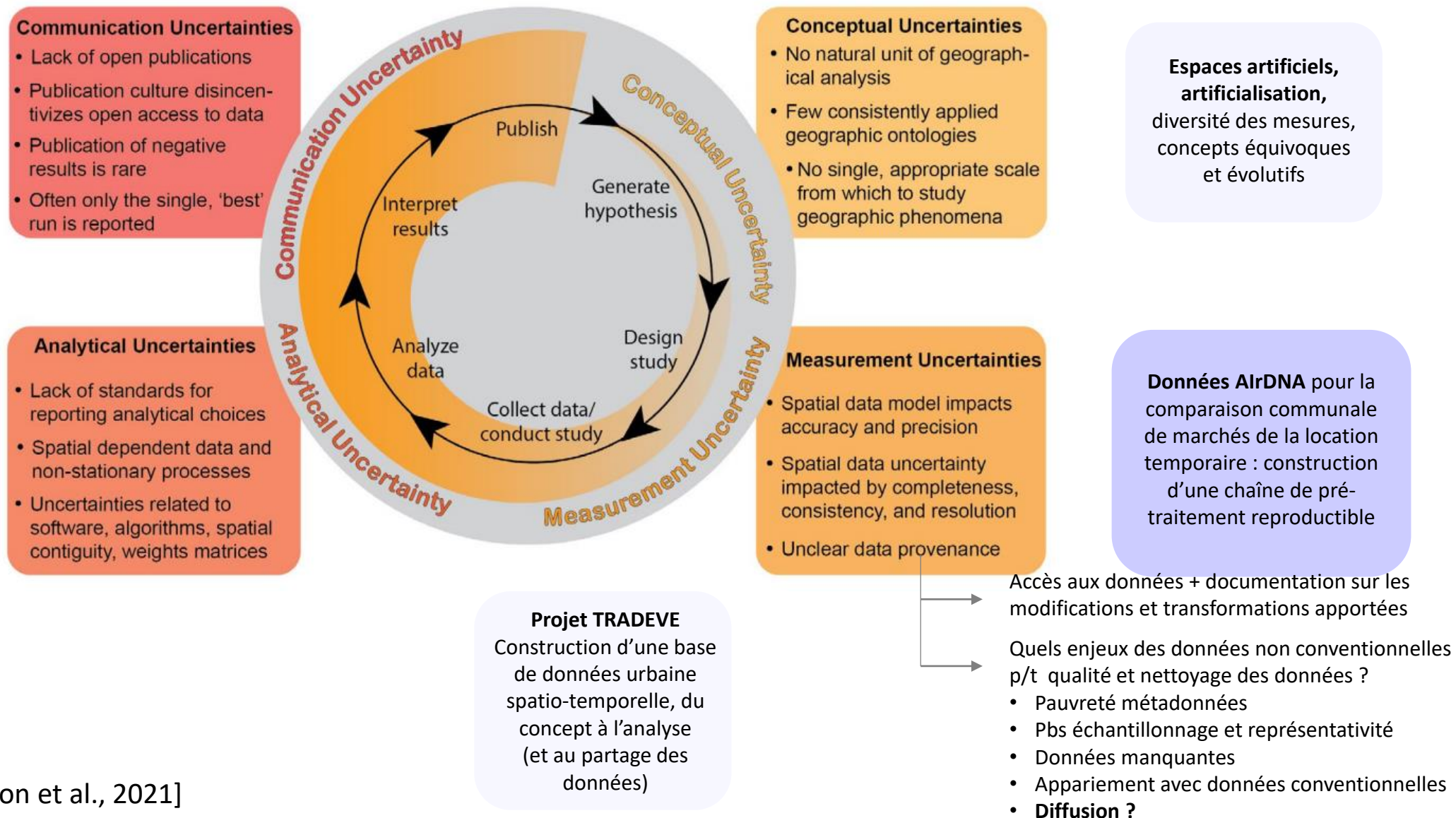
4) Annonces final

IDloc	

Analyses
spatio-
temporelles

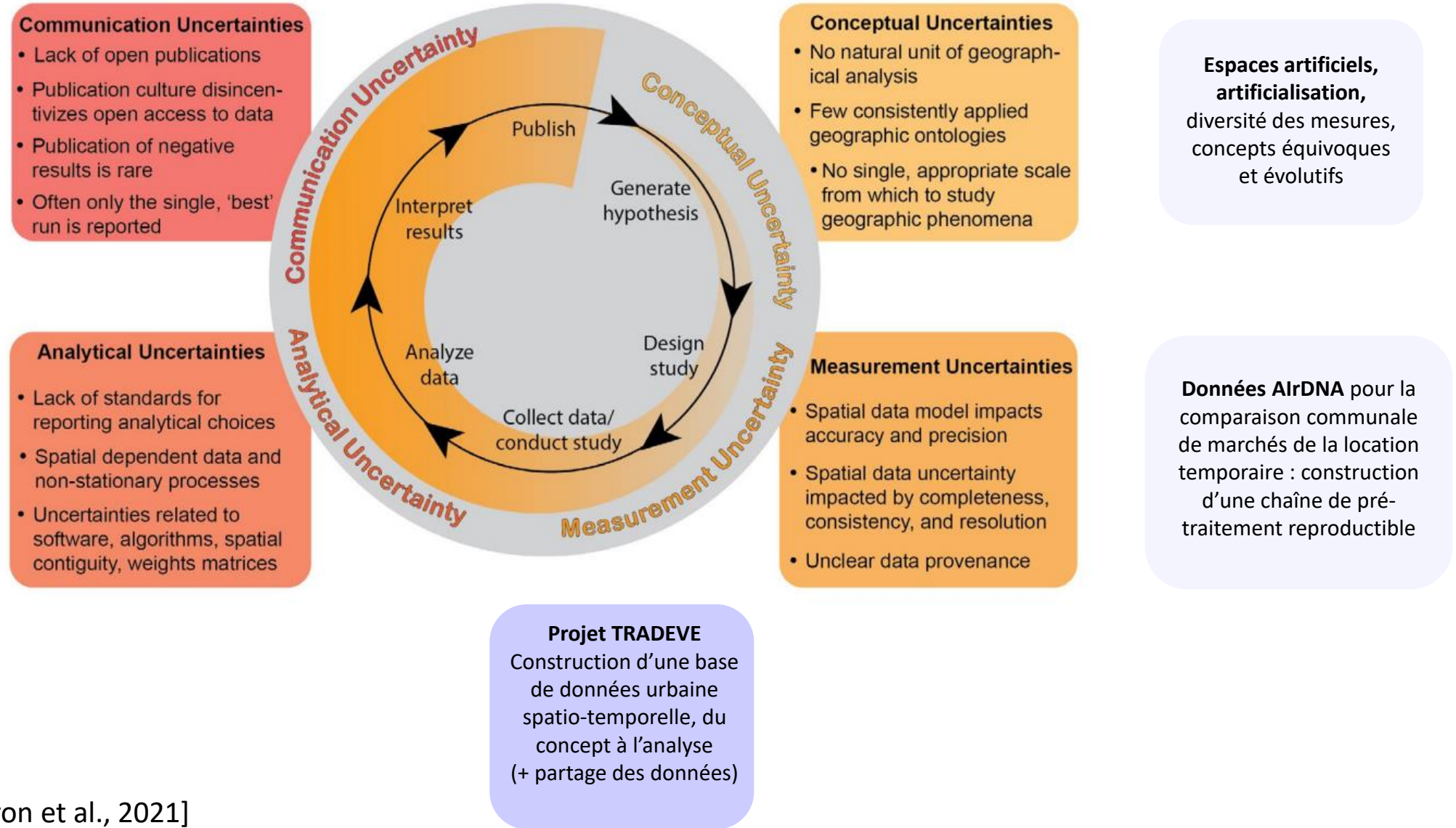
Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Incertitudes liées aux données : construction d'une documentation reproductible sur le pré-traitement des données AirDNA



Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)

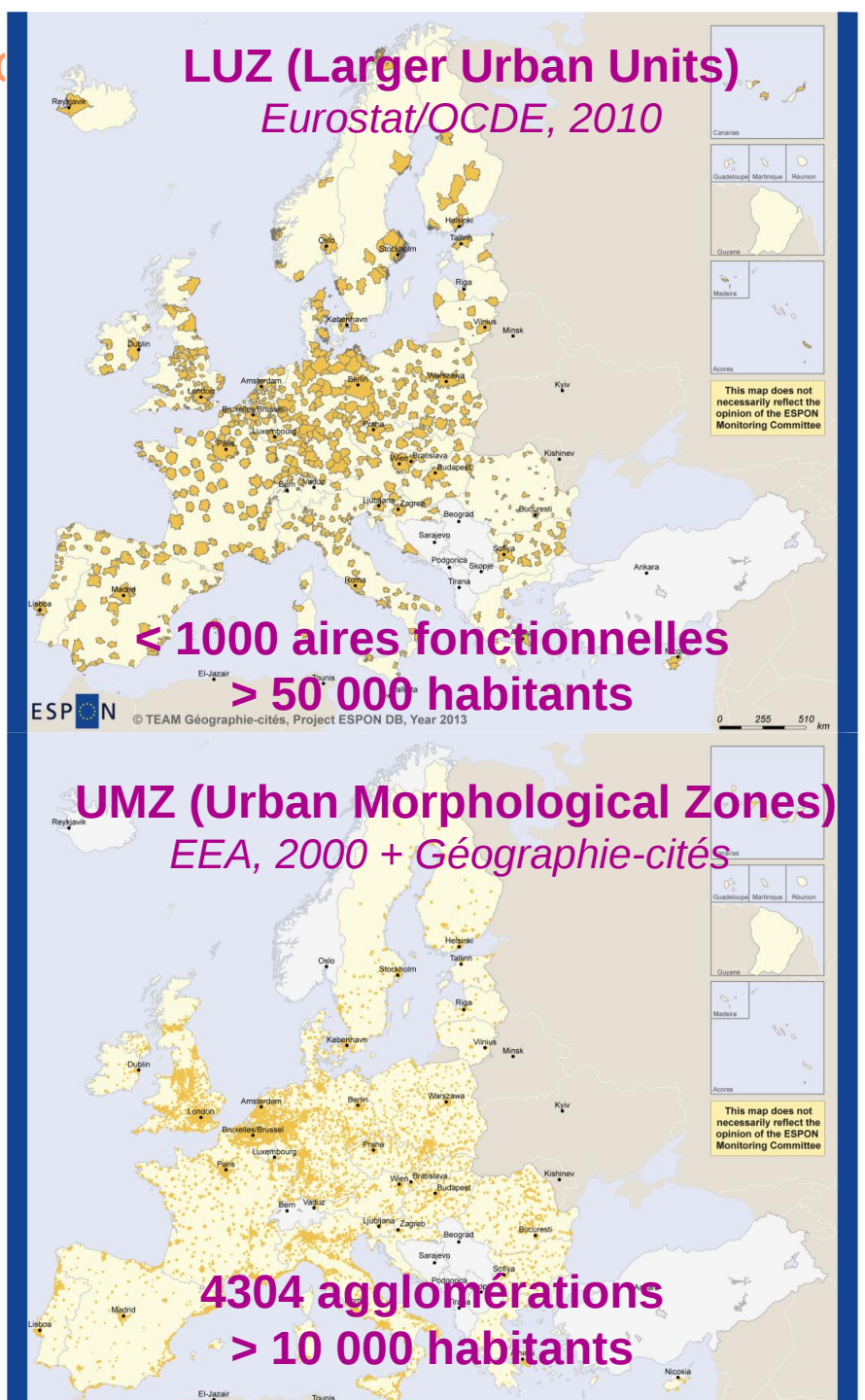


Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (projet TRADEVE)

- Multiplicité des définitions de la ville en Europe
- Limites des bases de données :
 - LUZ (Eurostat/OCDE 2012) pour les villes de plus de 50 000 habitants, pour l'année 2010
 - Base UMZ (Agence Européenne de l'Environnement) → pas de lien sémantique au territoire (simple tâche morphologique, non nommées, pas d'ajustement aux limites administratives)
 - Bases construites par des chercheurs (ex : IGEAT) →
 - pas de profondeur historique
 - pas les petites villes (moins de 20 000 habitants)

→ **Construction d'agglomérations morphologiques** = un choix adapté à l'analyse des petites villes + à l'analyse rétrospective

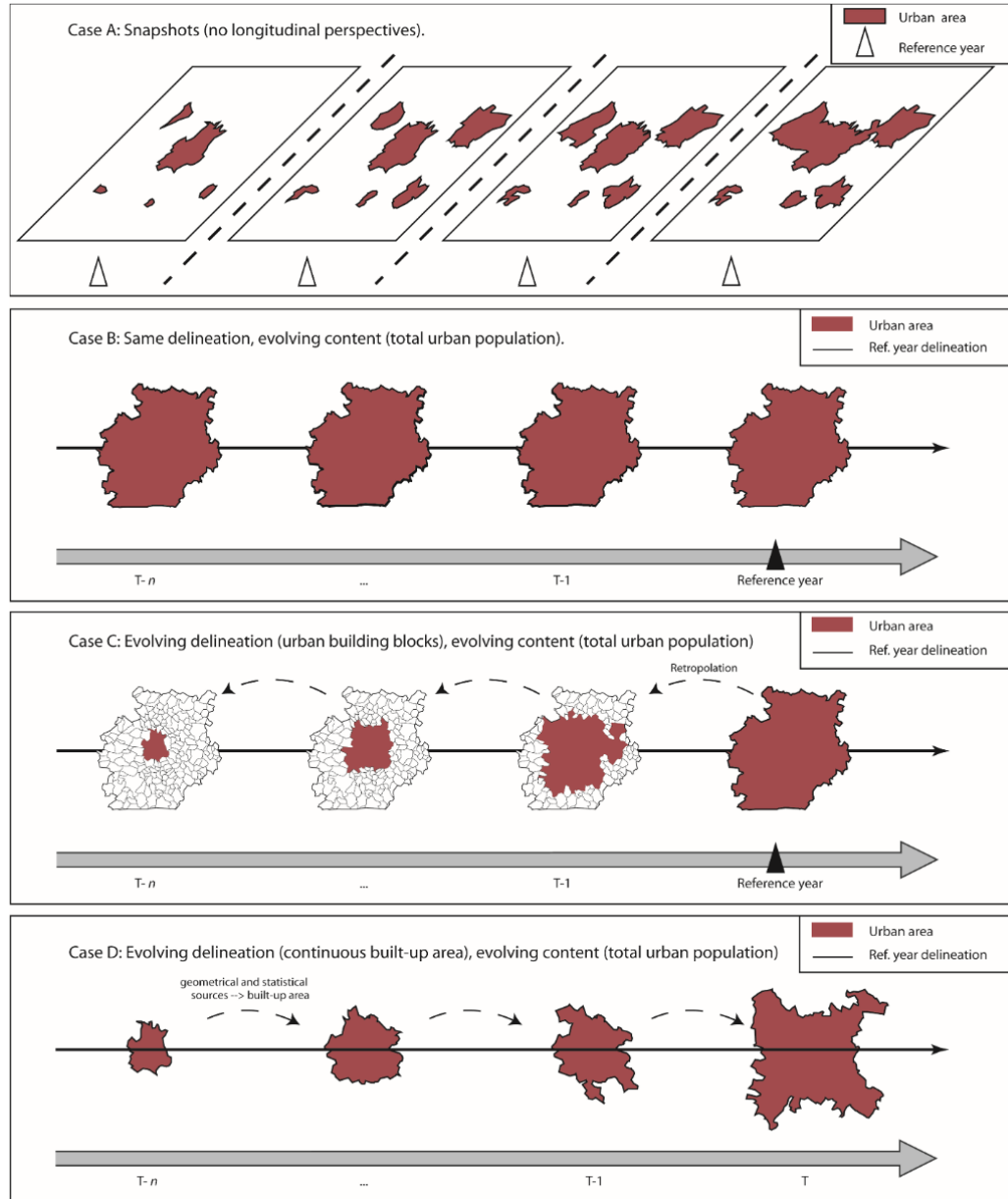


Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)

- Comparer les agglomérations européennes **dans le temps** :

Au moins 4 modèles théoriques



Limites changeantes,
pas de suivi longitudinal des entités urbaines
Ex : base UMZ « brute »

Limites **fixes** (à partir d'1 année de référence)
Ex : Weichmann, Wolff (2013)
+ **simplicité, adapté aux courtes périodes**
- **surestimation des populations aux dates anciennes, sous-estimation croissance**

Limites **évolutives** (par **rétrapolation**, à partir d'1 année de référence et d'un modèle simplifié)
Ex : Geopolis (1994) jusqu'en 1990

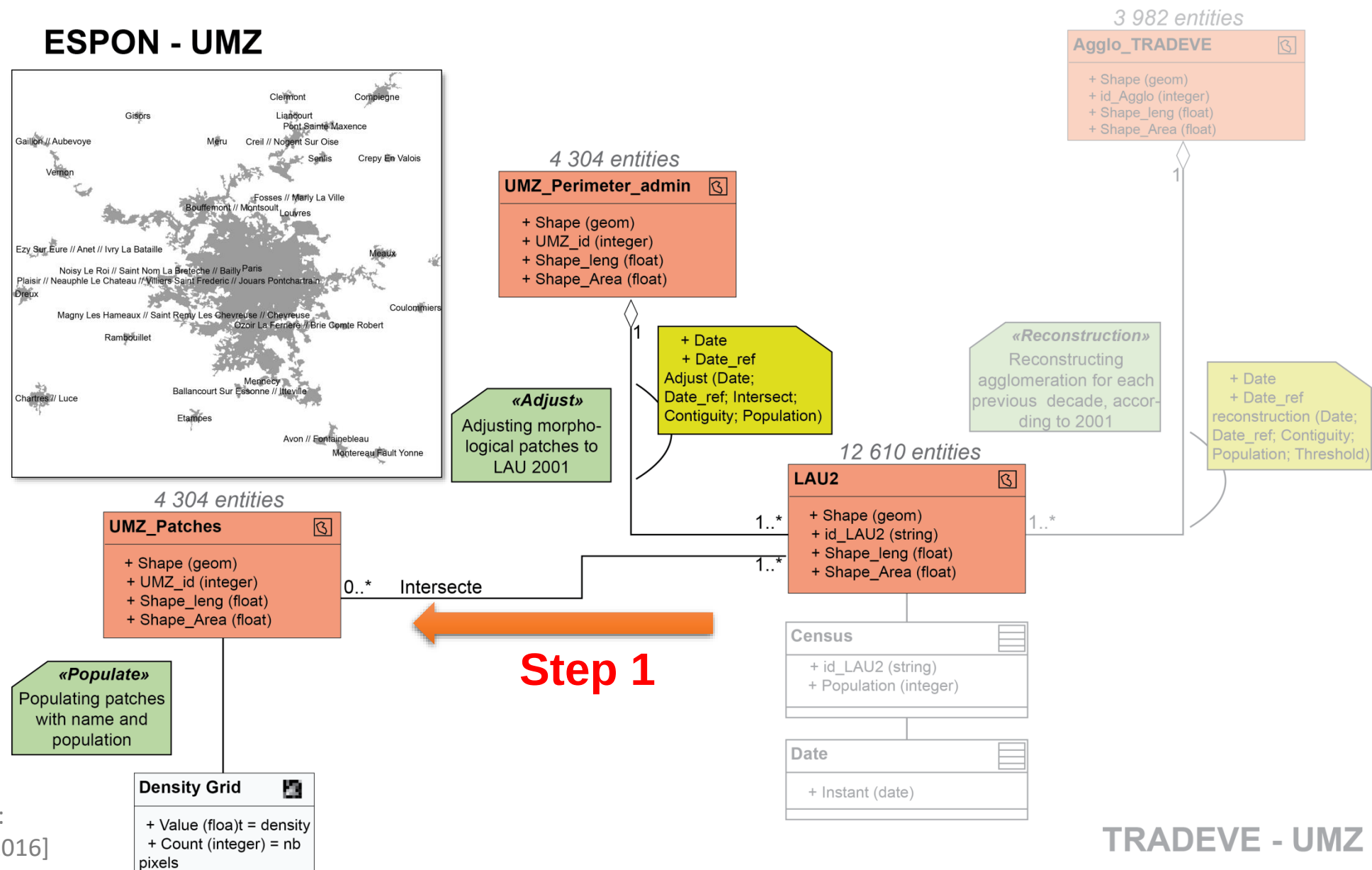
+ **Plus réaliste pour les plus longues périodes**
- **Estimation indirecte de l'évolution des périmètres, pb des biais introduits par fusions dans mesure croissance**

Limites **évolutives** (à partir de **sources évolutives**)
Ex : Europolis (e-Geopolis) pour 1990-2010, partiellement Turok (2007)

+ **Plus réaliste pour les plus longues périodes**
- **Complexité de mise en oeuvre, pb des biais introduits par fusions dans mesure croissance**

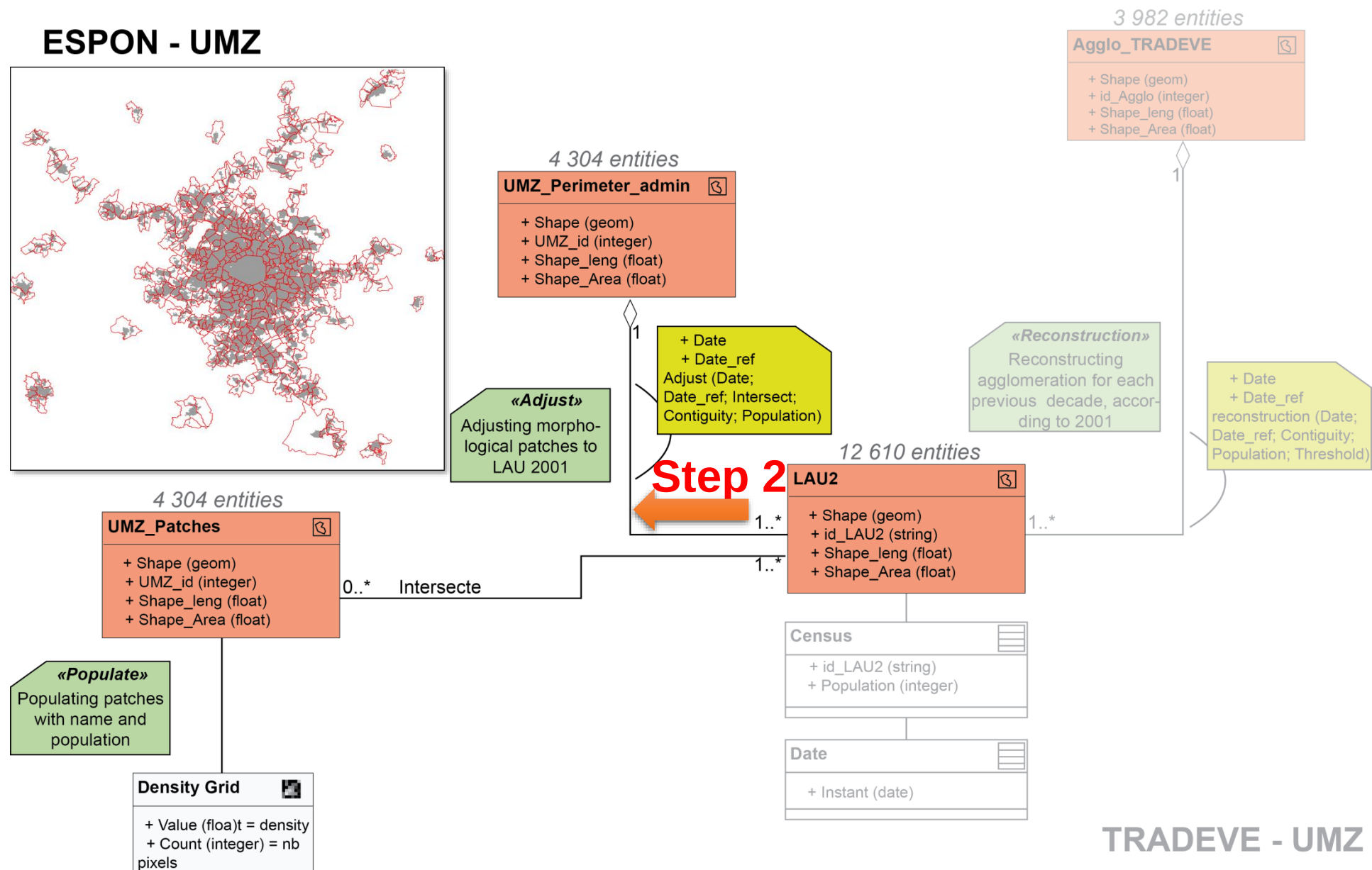
Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)



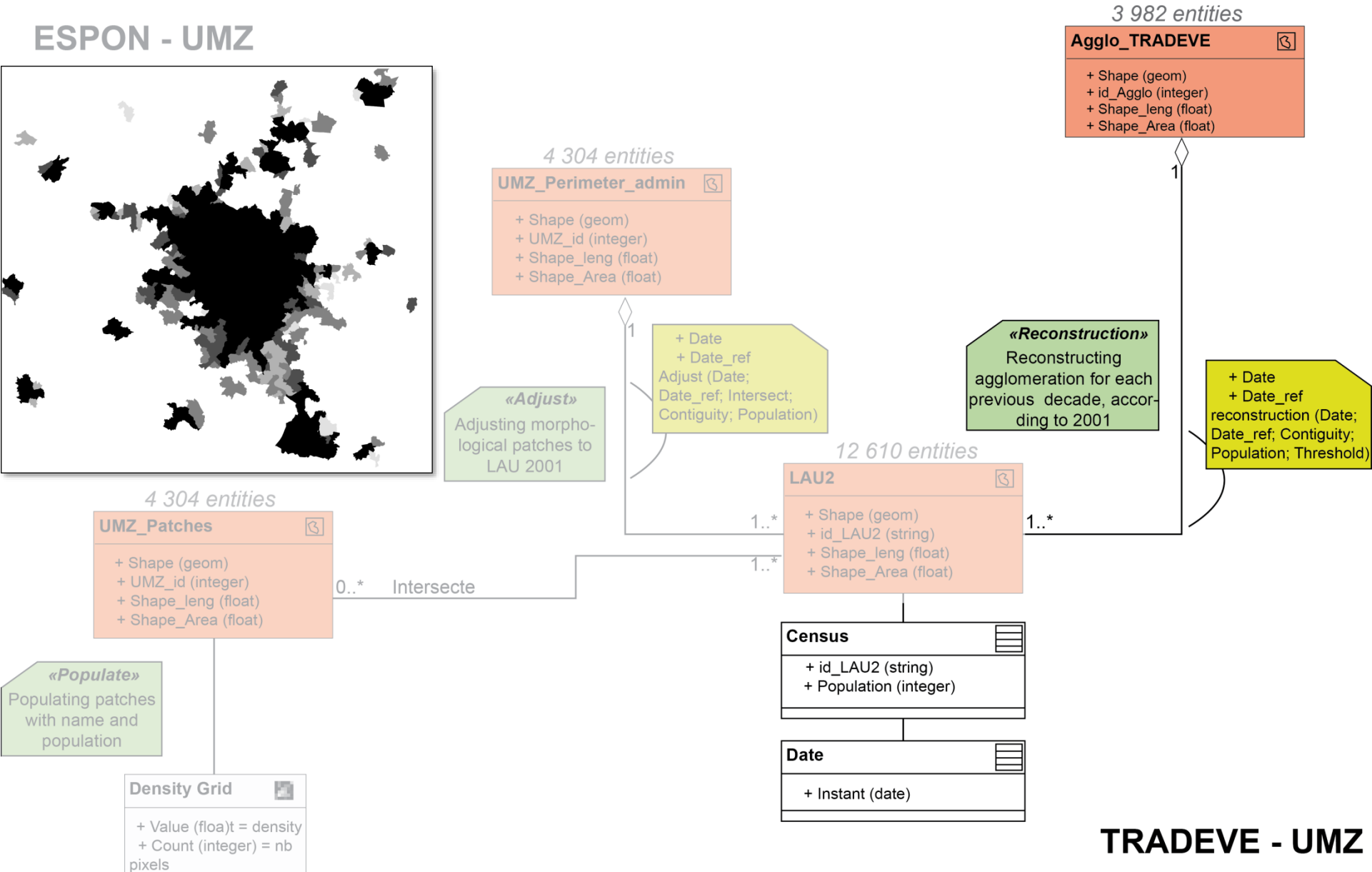
Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)



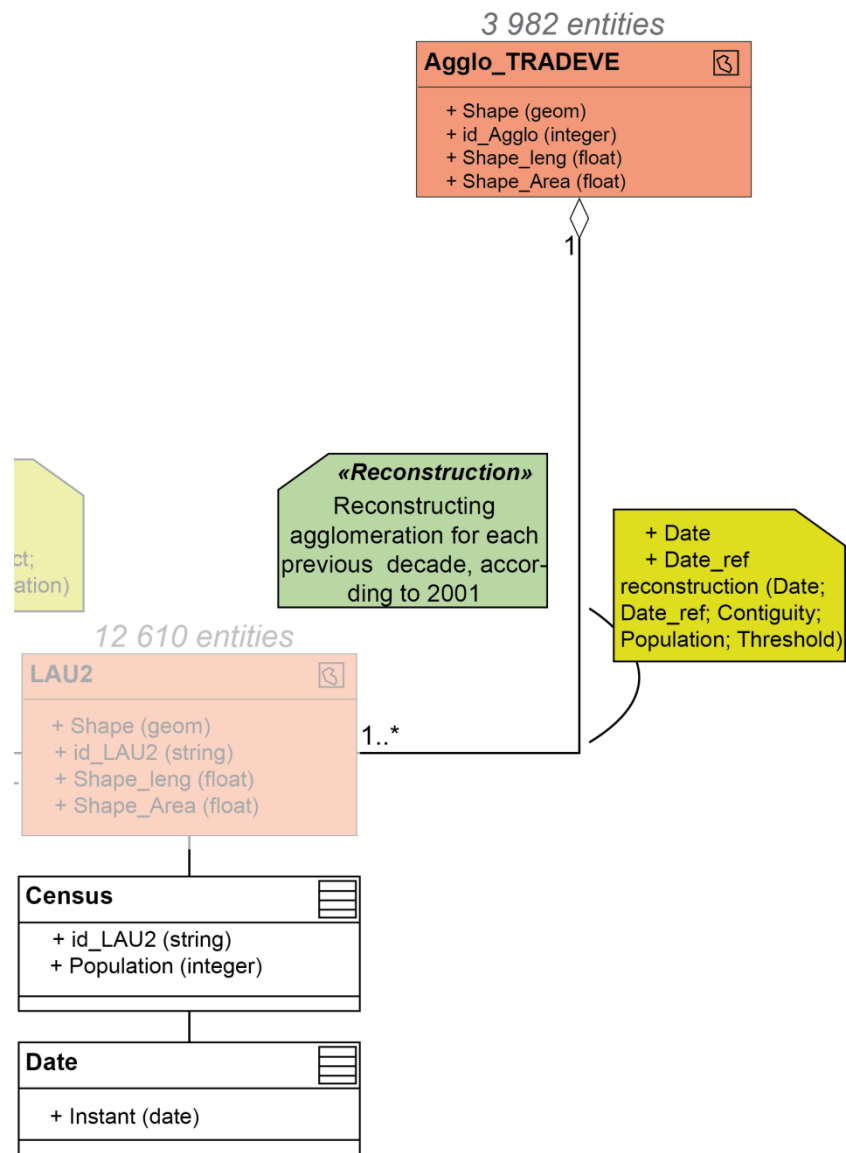
Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)

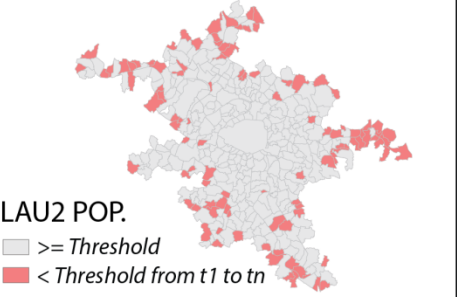
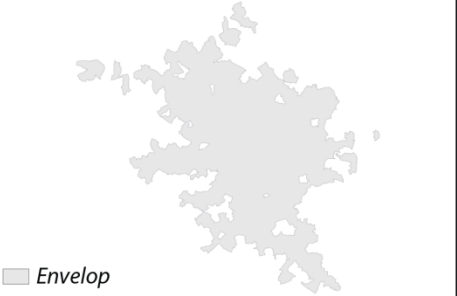
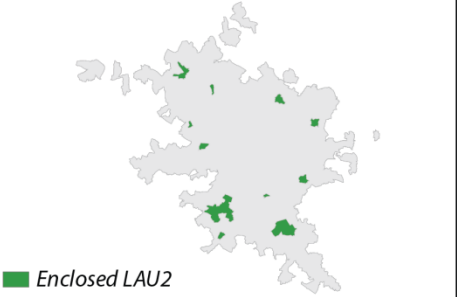


Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)



TRADEVE - UMZ

 LAU2 POP. ■ $\geq$ Threshold ■ $<$ Threshold from t1 to tn	Step 1 : Building blocks selection - LAU2 belonging to an UMZ 2000 - LAU2 larger than the <i>threshold</i> at one date (at least) between 1961 and 2001
 ■ Envelop	Step 2 : Contiguity (time i) - Contiguous LAU2 are merged - External envelopes are drawn
 ■ Enclosed LAU2	Step 3 : Internal coherence (time i) - Holes inside envelopes are filled
 UMZ POP. ■ $\geq$ 10 000 ■ $<$ 10 000	Step 4 : Total population(time i) - Only final envelopes with population larger than 10 000 inh. are retained

Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)

→ Partage et diffusion des données ?

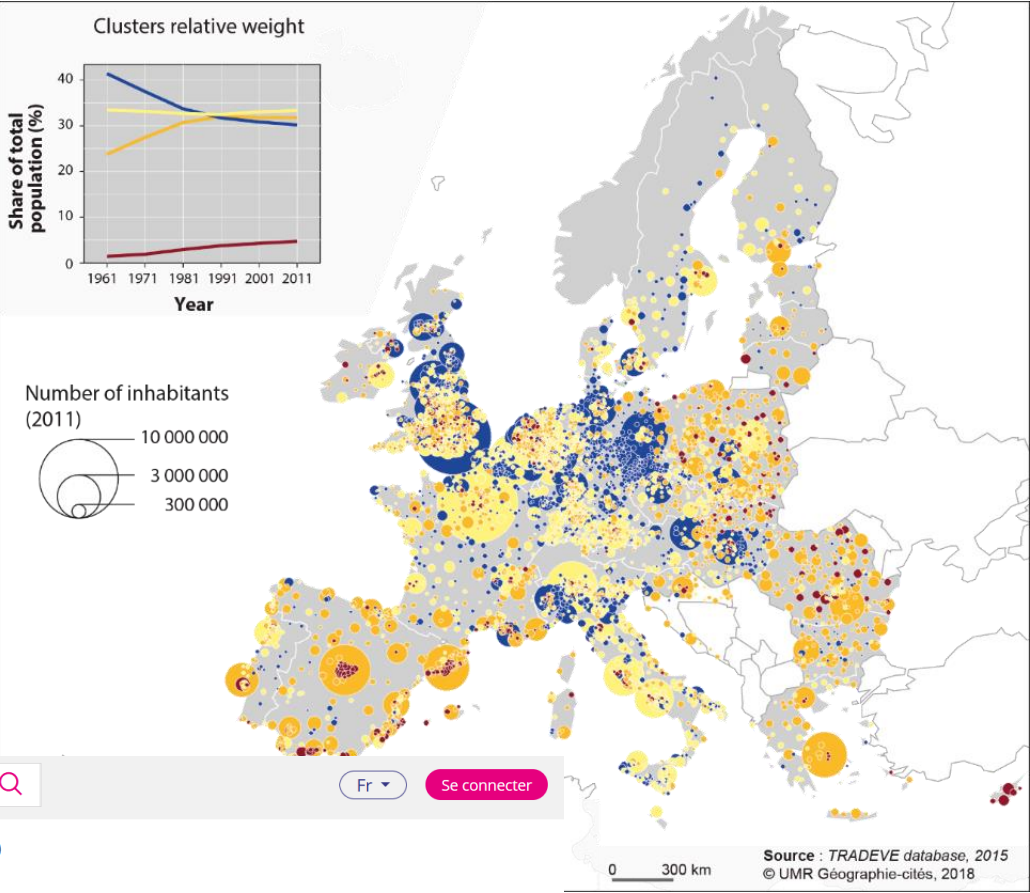
892 A harmonized database to follow the demographic trajectories of European cities, the TRADEVE database (Demographic Trajectories of European Cities)

Une base de données harmonisée pour suivre les trajectoires démographiques des villes européennes, la base TRADEVE (Trajectoires Démographiques des Villes Européennes)

Marianne Guérois, Anne Bretagnolle, Antonin Pavard, Paul Gourdon et Natalia Zdanowska

<https://doi.org/10.4000/cybergeog.32077>

- Language
- Theme
- Spatial coverage
- Time coverage
- Format name and version
- File's format
- Creation date
- Dataset creator
- Name and function developed by the person responsible for the resource
- Responsible organization and person
- Repository location
- Licence
- Use
- Reuse potential
- Type of spatial representation
- Source
- Format for metadata
- Acknowledgements



Rechercher dans NAKALA...

TRADEVE (TRAjectoires DEMographiques des Villes Européennes)

ID : 11280/69a79892 Publiée

Auteurs : Anne Bretagnolle, Marianne Guérois et Antonin Pavard

Fichiers	Visualisation
TRADEVE_UrbanAre...ata.xlsx	
UA_1991perimeter....geojson	
UA_1961perimeter....geojson	

→ Modèle unique, paramètres identiques : une méthode pertinente aux échelles continentales (et mondiales) ?

- Nouvelle définition de l'agglomération à l'échelle mondiale, automatisée à partir de 3 principaux critères (densité minimale du carreau, pop min du carreau, examen des carreaux contigus)
- Pertinence d'un seuil fixe de densité ?

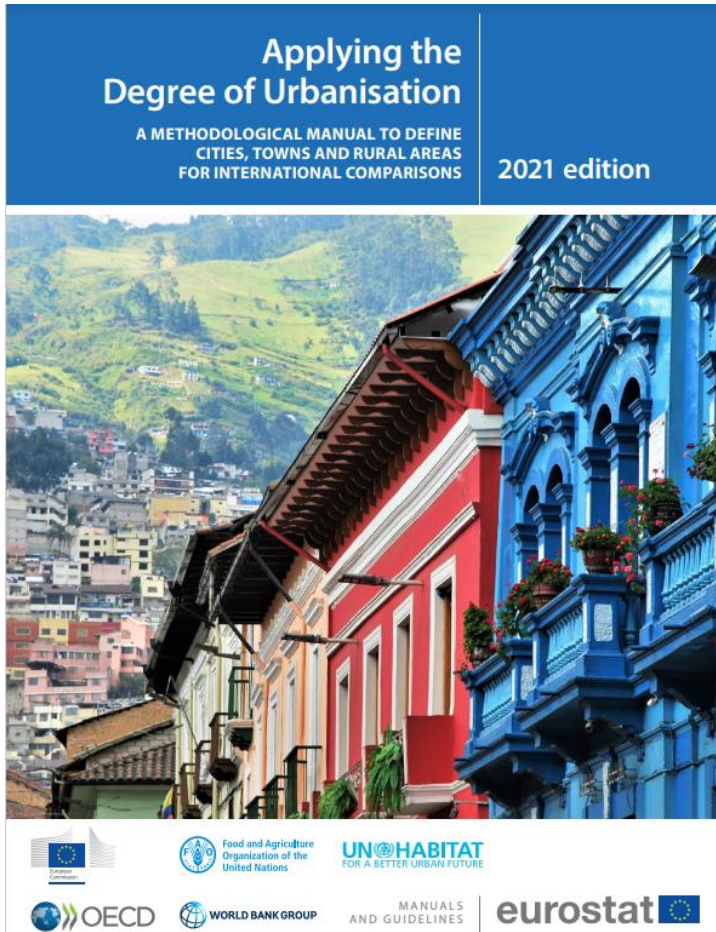
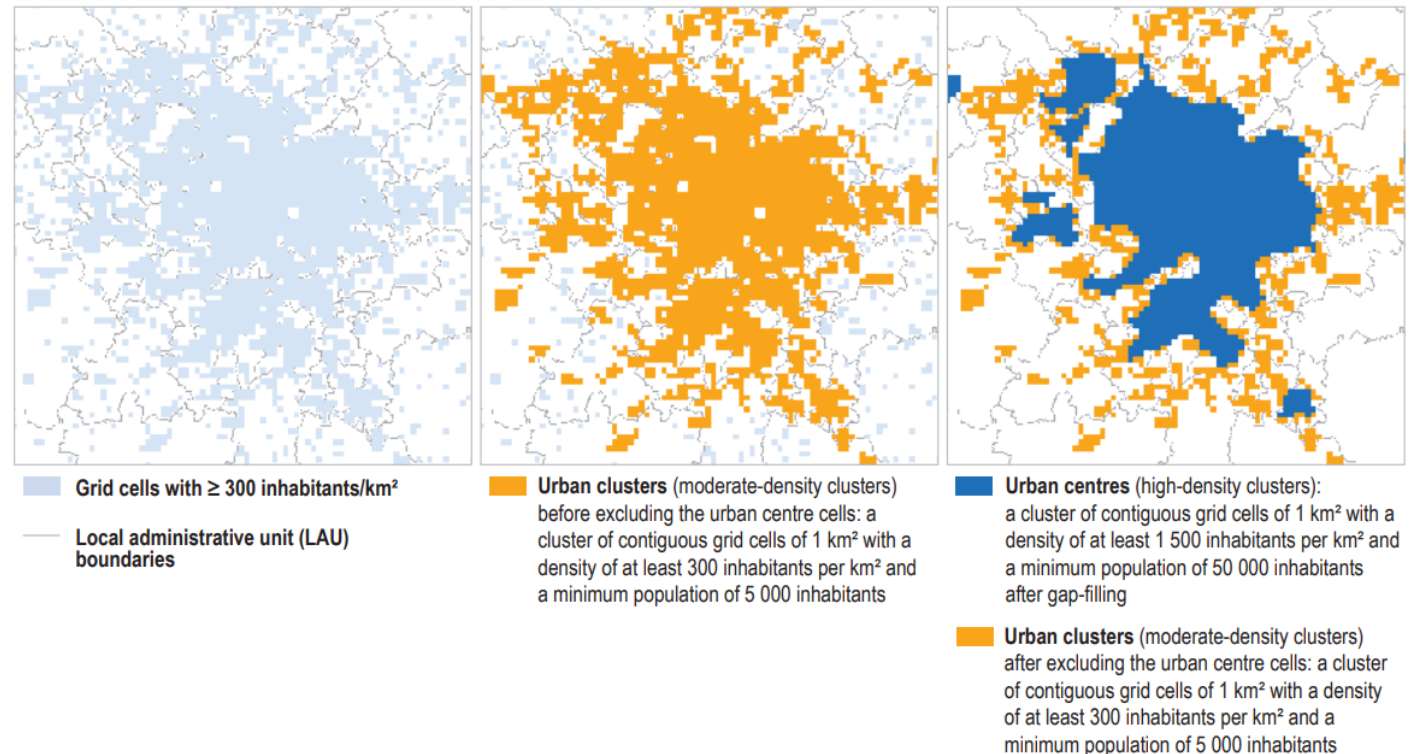


Figure 6.6: Schematic overview of identifying urban clusters and urban centres

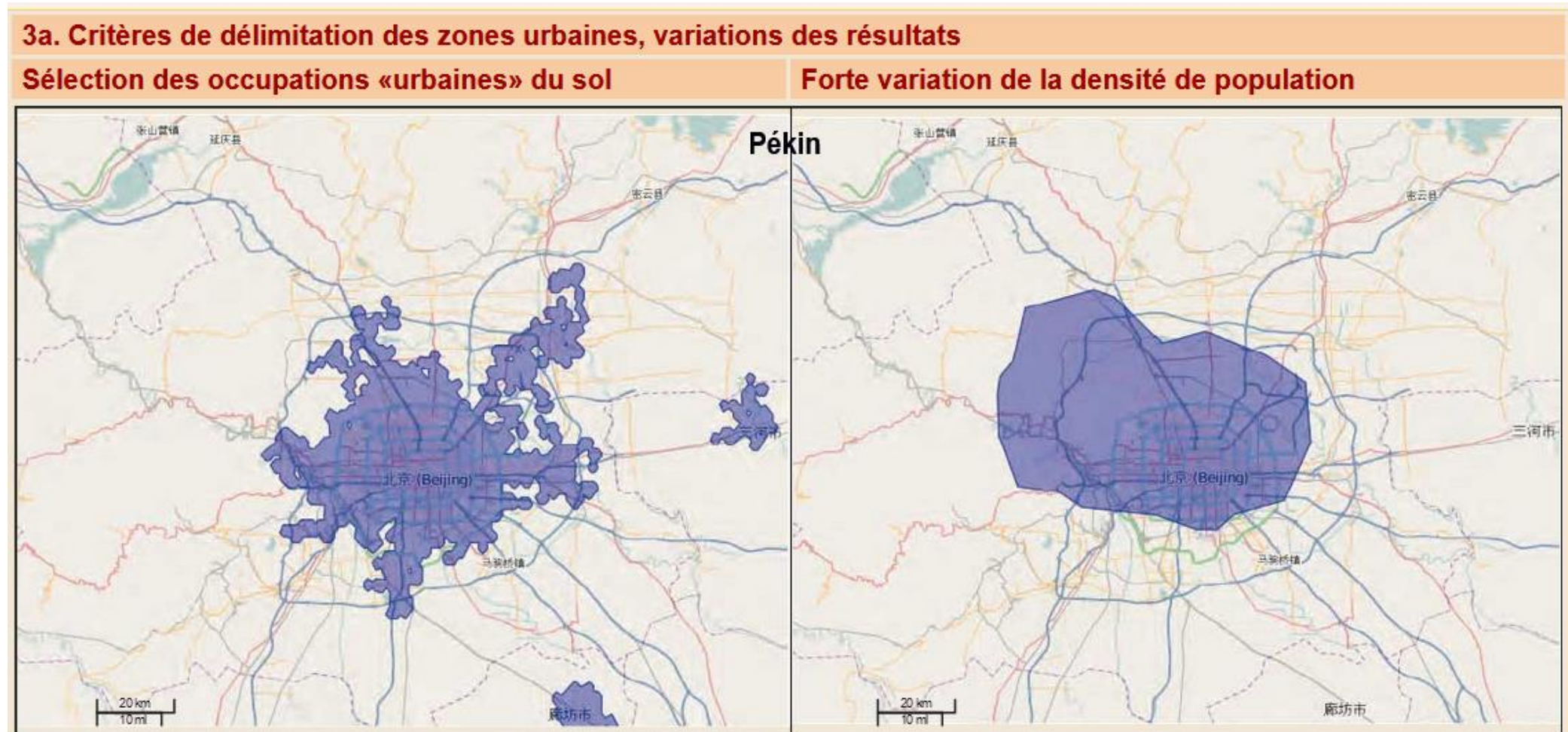


Source: Eurostat, JRC and European Commission, Directorate-General Regional and Urban Policy and Directorate-General Agriculture and Regional Development

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)

→ **Modèle unique, paramètres identiques : une méthode pertinente aux échelles continentales (et mondiales) ?**

- Une alternative : délimitation d'agglomérations à partir de seuils relatifs de densité (détection automatique de noyaux de forte densité) ?



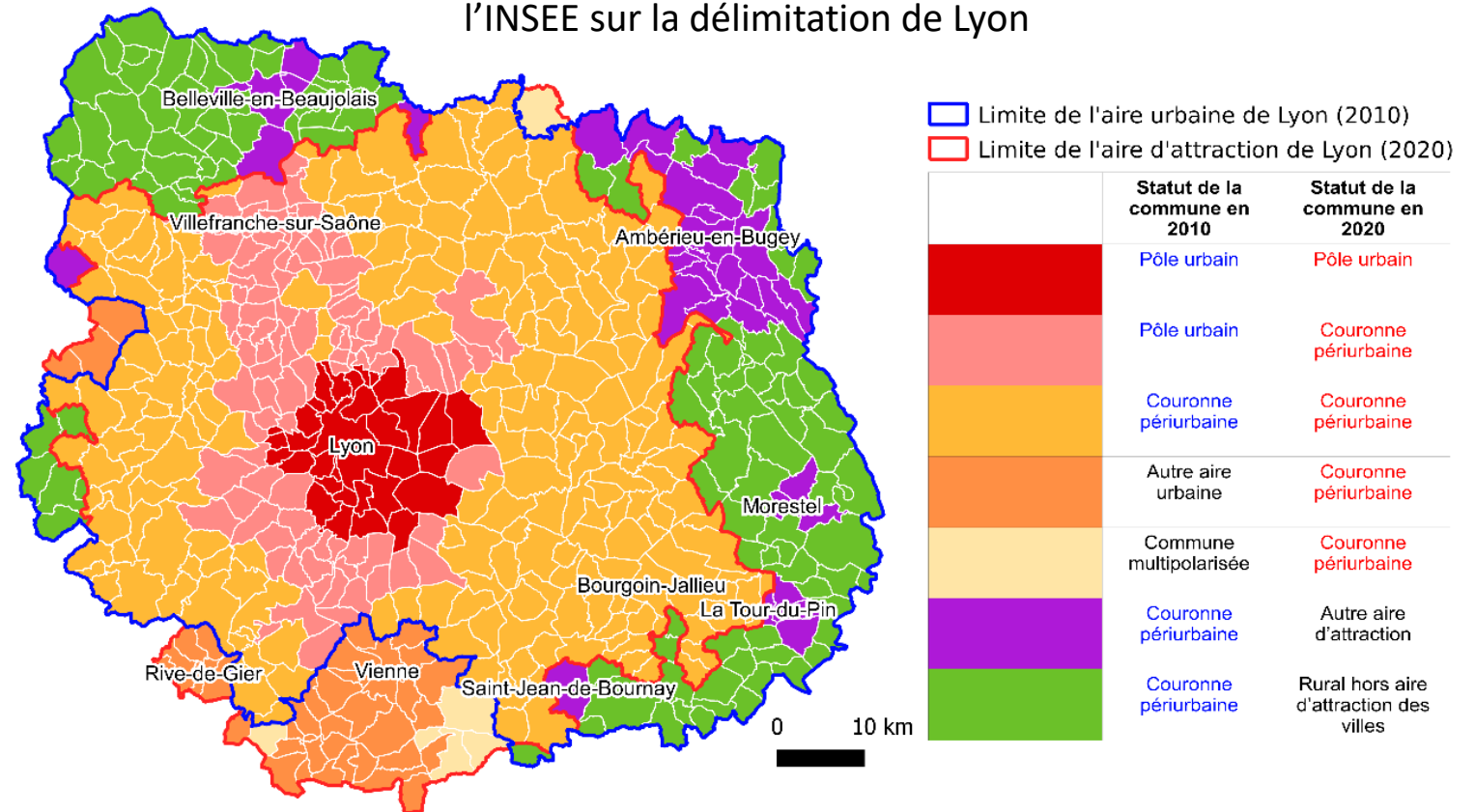
Sciences reproductibles et analyse spatiale : quelques retours d'expérience

Reproductibilité et harmonisation de bases de données urbaines internationales (ex TRADEVE)

→ Harmonisation spatiale des BD urbaines : entre amélioration de la reproductibilité spatiale et simplification

- Nouveau zonage en Aires d'Attraction d'Urbaine de l'INSEE (2020) : alignement de la définition sur les Larger Urban Zones (OCDE/Eurostat, 2012)
Délimitation pôle central (densité minimale, pop minimale, contiguïté) + couronne périurbaine (toutes les communes > 15% actifs travailler dans le pôle)
- Importants changements de périmètre → une harmonisation spatiale qui s'effectue aux dépens du suivi temporel des aires urbaines
- Simplification (disparition de la catégorie des espaces multipolarisés)

Effets du changement de la définition de l'aire urbaine de l'INSEE sur la délimitation de Lyon



Principales références bibliographiques

Partie 1 :

- Brundson C., 2016, "Quantitative methods I: Reproducible research and quantitative geography", *Progress in Human Geography*, Vol. 40(5) 687–696.
- Brundson C., 2020, "Reproducibility and Replicability : opportunities and challenges for geospatial research", *International Journal of Geographical Information Science*, Volume 35, n°3, 427-445.
- Goodchild M., 2020, " How well do we really know the world? Uncertainty in GIScience", *Journal of Spatial Information Science*, Number 20 (2020), pp. 97–102
- Goodchild M., Fotheringham S., Kedron P., Li W., 2020, « Introduction: Forum on Reproducibility and Replicability in Geography”, *Annals of the American Association of Geographers*, pp.1-4.
- Kedron P., Wenwen L., Trgovac A., Fotheringham S., Goodchild M., 2019, "Reproducibility and Replicability : opportunities and challenges for geospatial research", *International Journal of Geographical Information Science*, Volume 35, n°3, 427-445.
- Kedron P., Frazier A., Trgovac A., Nelson T., Fotheringham S., 2019, "Reproducibility and Replicability in Geographical Analysis", *Geographical Analysis*, Volume 53, Issue 1. 10.1111/gean.12221.
- Konkol, M., C. Kray, and M. Pfeiffer., 2019, “Computational Reproducibility in Geoscientific Papers: Insights from a Series of Studies with Geoscientists and a Reproduction Study.” *International Journal of Geographical Information Science* 33(2), 408–29
- Nüst, D., Granell, C., Hofer, B., Konkol, M., Ostermann, F. O., Sileryte, R. and Cerutti, V., 2018, « Re-producible research and GIScience: an evaluation using AGILE conference papers », *PeerJ*, 6, e5072,doi: 10.7717/peerj.5072
- Rey-Coyrehourcq S., Cura R., Nuninger L., Gravier J., Nahassia L., et al., 2017, « Vers une recherche reproductible dans un cadre interdisciplinaire : enjeux et propositions pour le transfert du cadre conceptuel et la réplication des modèles », in Sanders L. (dir), *Peupler la terre. De la préhistoire à l'ère des métropoles*, Presses universitaires François Rabelais, pp.409-434, 2017, Villes et Territoires.
- Sui D., Kedron P., 2020, "Reproducibility and Replicability in the Context of the Contested Identities of Geography”, *Annals of the American Association of Geographers*, DOI: 10.1080/24694452.2020.1806024

Partie 2 :

- Guérois M., Bretagnolle A., Pavard A., Gourdon P., Zdanowska N., 2019, « A harmonized database to follow the demographic trajectories of European cities, the TRADEVE database (Demographic Trajectories of European Cities) », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Data papers, document 892, mis en ligne le 12 avril 2019
- Maisonobe M., Jégou L., Eckert D., 2018, « Delineating urban agglomerations across the world: a dataset for studying the spatial distribution of academic research at city level », *Cybergeo : European Journal of Geography* [Online], Data Papers, document 871. DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.29637>
- Rozenblat C., 2020, « Extending the concept of city for delineating large urban regions (LUR) for the cities of the world », *Cybergeo : European Journal of Geography*, Data papers, document 954, URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/35411> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.35411>
- Ruas A., 2020, « Que penser du sens donné à l’artificialisation et à la désartificialisation des sols ? », *Cybergeo Conversation*, <https://cybergeo.hypotheses.org/688#more-688>