



**HAL**  
open science

# Méthodes d'estimations de population : comparaisons et seuils de validité

François-Xavier Robin, Vincent Demeules

## ► To cite this version:

François-Xavier Robin, Vincent Demeules. Méthodes d'estimations de population : comparaisons et seuils de validité. [Rapport de recherche] Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU). 2005, 88 p., photos, illustrations en couleurs, figures, graphiques, tableaux. hal-02156445

**HAL Id: hal-02156445**

**<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02156445v1>**

Submitted on 14 Jun 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Méthodes d'estimations de population

*Comparaisons et seuils de validité*

**Certu**

centre d'études sur les réseaux,  
les transports, l'urbanisme  
et les constructions publiques  
9, rue Juliette Récamier  
69456 Lyon Cedex 06  
téléphone: 04 72 74 58 00  
télécopie: 04 72 74 59 00  
[www.certu.fr](http://www.certu.fr)

## Avis aux lecteurs

La collection Rapports d'étude du Certu se compose de publications proposant des informations inédites, analysant et explorant de nouveaux champs d'investigation. Cependant l'évolution des idées est susceptible de remettre en cause le contenu de ces rapports.

Le Certu publie aussi les collections :

**Dossiers:** Ouvrages faisant le point sur un sujet précis assez limité, correspondant soit à une technique nouvelle, soit à un problème nouveau non traité dans la littérature courante. Le sujet de l'ouvrage s'adresse plutôt aux professionnels confirmés. Le Certu s'engage sur le contenu mais la nouveauté ou la difficulté des sujets concernés implique un certain droit à l'erreur.

**Références:** Cette collection comporte les guides techniques, les ouvrages méthodologiques et les autres ouvrages qui, sur un champ donné assez vaste, présentent de manière pédagogique ce que le professionnel courant doit savoir. Le Certu s'engage sur le contenu.

**Débats:** Publications recueillant des contributions d'experts d'origines diverses, autour d'un thème spécifique. Les contributions présentées n'engagent que leurs auteurs.

Catalogue des publications disponible sur : <http://www.certu.fr>

**NOTICE ANALYTIQUE**

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Organisme commanditaire :</b><br>CERTU : centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques<br>9, rue Juliette Récamier 69456 Lyon Tel : 0 472 74 58 00 Fax : 0 472 74 59 00   |   |   |
| <b>Titre</b><br><br><b>Méthodes d'estimations de population</b>  |   |   |
| <b>Sous-titre :</b><br>Comparaisons et seuils de validité  | <b>Date d'achèvement</b><br>Décembre 2005   | <b>Langue :</b> Français  |
| <b>Organisme auteur</b><br>Centre d'études Techniques de l'Équipement Normandie-Centre<br>10, chemin de la Poudrière<br>76121 Le Grand-Quevilly cedex<br>02 35 68 81 69<br>dact.cete-nc@equipement.gouv.fr   | <b>Rédacteurs</b><br>François-Xavier Robin, Division Aménagement Construction Transports<br>Vincent Demeules, Division Environnement Infrastructures Ouvrages d'Art | <b>Relecture assurance qualité faite par :</b><br>Laetitia Aubin<br>Magali Di Salvo<br>Mathieu Jacquot<br>Irène Juilliard |
| <b>Remarques préliminaires :</b><br>Ce document a été réalisé dans la continuité d'une première étude du CETE Normandie-Centre datant de 2003 sur les estimations de population  |   |   |
| <b>Résumé :</b><br>De nombreuses études dans les domaines de l'environnement, l'aménagement ou les déplacements par exemple nécessitent des estimations de population en dehors des périmètres techniques ou administratifs de l'INSEE. Que ce soit pour évaluer la population soumise à un risque ou à une nuisance ou pour optimiser la localisation d'équipements ou d'infrastructures en fonction de la répartition territoriale de la population, des estimations de population sont donc de plus en plus souvent requises.<br>Ces estimations, de part la nature particulière des périmètres d'études (périmètres d'aléas, bandes d'études routières, isochrones, etc.) peuvent difficilement se satisfaire des analyses statistiques classiques qui s'opèrent dans le cadre de périmètres prédéfinis (îlots, IRIS, communes, etc.) et nécessitent donc l'utilisation de concepts et d'outils SIG afin de produire des estimations de population.<br>Dans le cadre de cette étude, cinq méthodes d'estimation basées sur des outils et des données aisément accessibles au sein du Ministère de l'Équipement sont présentées et comparées afin d'en déterminer les avantages et les inconvénients respectifs et d'en évaluer le degré de fiabilité, à la fois les unes par rapport aux autres, mais aussi selon le type de forme urbaine sur lequel elles s'appliquent.<br>Enfin, au travers d'applications sur des cas concrets d'estimations de population, une méthode simple de calcul de marge d'erreur nette des estimations est également proposée afin de tenir compte des unités géographiques incluses dans les périmètres d'estimation. |   |   |
| <b>Mots clés :</b><br>SIG, géomatique, population, estimations, forme urbaine, BD TOPO, îlots, IRIS  | <b>Diffusion :</b><br>Libre, par Internet   |   |
| <b>Nombre de pages :</b><br>62 pages + 24 pages annexes  | <b>Confidentialité :</b><br>Non   | <b>Bibliographie :</b><br>Non   |



# Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Méthodes d'estimations et formes urbaines</b>   | <b>9</b>  |
| 1.1 Protocole de comparaison et de validation retenu  | 9         |
| 1.2 Les bases de données utilisées  | 9         |
| 1.3 Méthodes d'estimation retenues  | 11        |
| 1.3.1 Méthode 1 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des îlots   | 11        |
| 1.3.2 Méthode 2 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface bâtie comprise dans les îlots   | 12        |
| 1.3.3 Méthode 3 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle au nombre de bâtiments inclus dans les îlots   | 12        |
| 1.3.4 Méthode 4 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots   | 12        |
| 1.3.5 Méthode 5 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots en tenant compte du nombre d'étages des bâtiments | 13        |
| 1.4 Détermination des échantillons témoins  | 14        |
| 1.4.1 Type 1 : habitat de centre-ville  | 15        |
| 1.4.2 Type 2 : habitat individuel   | 16        |
| 1.4.3 Type 3 : habitat grand collectif  | 17        |
| 1.4.4 Type 4 : habitat mixte individuel et collectif  | 18        |
| <b>2. Principaux résultats obtenus</b>  | <b>21</b> |
| 2.1 Résultats sur l'ensemble de la zone d'étude (tous types de bâti confondus)  | 21        |
| 2.1.1 Les indicateurs retenus   | 21        |
| 2.1.2 La population estimée comparée au RP pour chaque méthode  | 22        |
| 2.1.3 Estimation des erreurs pour chaque méthode  | 25        |
| 2.1.4 Synthèse pour tous types de bâtis   | 27        |
| 2.2 Résultats par type de bâti  | 30        |
| 2.2.1 Type 1 : l'habitat de centre-ville  | 30        |
| 2.2.2 Type 2 : l'habitat individuel   | 36        |
| 2.2.3 Type 3 : l'habitat collectif  | 42        |
| 2.2.4 Type 4 : l'habitat mixte  | 47        |
| <b>3. Applications à des cas concrets</b>   | <b>53</b> |
| 3.1 Calcul d'une marge d'erreur totale liée aux estimations de population   | 53        |
| 3.2 Cas n°1 : Estimation de la population de l'aire urbaine de Rouen à moins de 45 minutes en automobile de l'Hôtel de Ville  | 55        |
| 3.3 Cas n°2 : Estimation de la population de l'agglomération de Rouen à moins de 400 mètres d'un arrêt de TCSP  | 57        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4. Avantages et inconvénients des cinq méthodes testées</b> | <b>59</b> |
|--|-----------|

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>Conclusion</b> | <b>61</b> |
|-------------------|-----------|

### **Liste des Annexes**

**Annexe 1** : Estimation du nombre d'étage des bâtiments de la BDTopo®

**Annexe 2** : Le Recensement rénové de la population : rappel de la nouvelle méthode

**Annexe 3** : Utilisation cartographique de la base de données Filocom

**Annexe 4** : HERA : Décompte des Habitants et des Résidences autour des Aéroports - La méthode de l'IGN

**Annexe 5** : Croisement de données démographiques avec une tache urbaine affinée - La méthode de la DDE31

**Annexe 6** : Densité de population et morphologie du bâti - La méthode du CETE Normandie-Centre

## Introduction

Les principales données démographiques utilisées en France proviennent de l'INSEE et sont disponibles, en 2005, à l'échelle de périmètres techniques, comme l'îlots ou l'IRIS, ou administratifs, comme la commune ou le département.

Or, de plus en plus d'études dans les domaines de l'aménagement, de l'environnement ou des transports nécessitent une connaissance précise du nombre d'habitants au sein de périmètres spécifiques que l'on peut qualifier de thématiques, et qui ne recourent pas forcément les périmètres techniques ou administratifs de l'INSEE. Il est alors nécessaire de procéder à des estimations de population.

*Quelques exemples :*

- En aménagement, estimer le nombre d'habitants ayant accès en moins de 10 minutes en automobile ou à pied à tel ou tel type d'équipement ;
- En transport, estimer le nombre d'habitants ayant accès à pied à un réseau de transports en commun ou pouvant être bénéficiaire de la mise en place d'une infrastructure de transports (route, autoroute, etc.) ;
- En environnement, estimer le nombre d'habitants exposés à un risque industriel, à une pollution routière, au bruit d'un aéroport, à des inondations, etc.

Ces quelques exemples illustrent à la fois la nature des enjeux et les possibilités pratiques permises par les estimations de population.

En termes d'enjeux, il devient de plus en plus impératif de connaître finement les poids de population impactés par tel ou tel phénomène, pour des raisons de santé publique, de sécurité ou de gestion optimale des investissements par exemple. Sur le plan juridique, les évolutions législatives et réglementaires impliquant des études d'impact, des enquêtes publiques, des plans de prévention, etc. imposent en effet à l'Administration un devoir d'information vers le citoyen, devoir qui doit se fonder sur une connaissance précise des phénomènes et de leurs conséquences sur la collectivité.

En ce qui concerne les possibilités pratiques permises par les estimations de population, elles sont principalement de deux ordres :

1. la possibilité d'estimer des populations, à un moment donné, dans le cadre « d'états de lieux », sur un territoire, pour réaliser une analyse territoriale ou des estimations de populations impactées par un risque ;
2. la possibilité d'estimer des populations dans le cadre d'approches prospectives pour des projets d'infrastructures ou d'aménagements par exemple.

Une étude réalisée pour le CERTU en 2003 par le CETE Normandie-Centre<sup>1</sup> a permis de recenser différents types de méthodes d'estimation au sein des services du ministère de l'Équipement entre autres, en indiquant quelques éléments de comparaison. Cependant, ces méthodes apparaissent comme très spécifiques, souvent difficiles à mettre en œuvre ou reposant sur des données ou des outils difficilement mobilisables.

En outre, la question de la validité et de la précision des méthodes d'estimation des populations au sens large reste posée.

---

<sup>1</sup> Décompte de Population : méthodes, outils et expériences CETE Normandie-Centre – DEIOA, 2003.



Dans le cadre de la présente étude qui fait suite à l'étude réalisée en 2003, il est donc proposé de définir un certain nombre de méthodes aisément reproductibles, mobilisant des outils et des données répandus dans les services de l'Équipement, et de mesurer leur seuil de validité ou leur degré de précision.

L'objectif est donc de chercher à valider différents types de méthodes d'estimation des populations, mais en tenant compte également de la diversité des situations en milieu urbain. Il est supposé ici qu'une même méthode d'estimation peut donner des résultats très différents selon le type de morphologie urbaine sur laquelle elle s'applique (grand collectif, pavillonnaire, habitat de centre-ville, etc.).

La première partie de cette étude présentera dans le détail les différentes méthodes d'estimation utilisées, les formes urbaines retenues pour effectuer les validations ainsi que le protocole de validation retenu.

Les résultats chiffrés et cartographiés des comparaisons réalisées feront l'objet de la seconde partie.

La troisième partie présentera quelques applications concrètes de méthodes d'estimation, sous forme de tests sur des périmètres de comptage de forme variée (isochrone, buffer le long d'un axe, etc.)

Enfin, des fiches de cas sur des méthodes d'estimation spécifiques ou concernant l'actualisation de méthodes présentées dans le cadre de l'étude du CETE Normandie-Centre de 2003 seront mises en annexe.

## 1. Méthodes d'estimations et formes urbaines

L'objectif de cette partie est de définir un protocole méthodologique permettant de comparer et de valider différentes méthodes d'estimations des populations en fonction des formes urbaines sur lesquelles elles vont s'appliquer.

### 1.1 Protocole de comparaison et de validation retenu

La méthodologie doit permettre de comparer différentes méthodes d'estimation de populations et de calculer des seuils de validité pour chaque méthode exprimés en pourcentages d'erreur par rapport à des échantillons témoins dont la population est connue.

La démarche proposée va consister à estimer la population de certains îlots INSEE (dont la population est connue) à partir de l'échelle immédiatement supérieure des zonages INSEE, à savoir les IRIS<sup>2</sup> (dont la population est également connue), par ventilation des données et selon différentes méthodes d'affectation. Les différences obtenues entre estimations et populations recensées à l'échelle des îlots permettront de déterminer les marges d'erreur inhérentes à chaque type de méthode.

Afin d'obtenir un échantillon statistique suffisamment important, il est proposé d'appliquer les différentes méthodes d'estimation retenues sur une base de 552 îlots INSEE, composant 27 IRIS et regroupant 63 670 habitants en 1999.

Cependant, il faut souligner le fait que l'on se situe ici dans un cas plutôt défavorable, à savoir l'estimation stricte de la population d'objets géographiques uniques (îlots). Dans la pratique, on a le plus souvent à estimer la population dans de grandes zones qui contiennent intégralement des entités de références (commune, IRIS, Ilots) dont on connaît la population. Le vrai travail d'estimation et donc l'apparition éventuelle d'erreur n'intervient qu'en périphérie des périmètres à estimer.

Pour tenir compte de ce phénomène, on proposera donc, dans la partie 3.1 une formule générale permettant de calculer les marges d'erreur inhérentes aux estimations dans les cas les plus fréquents où les périmètres à estimer incorporent des objets géographiques dont la population est connue.

Malgré tout, il peut arriver que l'on ait besoin de ventiler des données d'un périmètre plus large vers un périmètre plus fin : il s'agira de prendre en compte alors les limites propres aux estimations de population dans ce cas précis.

### 1.2 Les bases de données utilisées

L'objectif de cette étude tel qu'il a été énoncé dans l'introduction est de présenter des « méthodes aisément reproductibles, mobilisant des outils et des données répandus dans les services de l'Équipement ».

Les bases de données utilisées sont donc des bases de données courantes dont disposent fréquemment les services de l'Équipement.

---

<sup>2</sup> Îlots Regroupés pour l'Information Statistique.

a. Les bases de données démographiques :

1. bases IRIS et Contours...Iris de l'INSEE issues du Recensement Général de la Population de 1999 ;
2. bases ILOTS15 et Contours...ILOTS de l'INSEE issues du Recensement Général de la Population de 1999.

Ont été testées dans cette étude uniquement les sources démographiques issues du recensement de la population de l'INSEE.

b. Les bases de données géographiques :

1. la couche d'occupation du sol de la BDCarto de l'IGN (numérisée entre 1990 et 1993),
2. la couche BATIMENT\_SURF de la BDTopo de l'IGN (version de 1999).

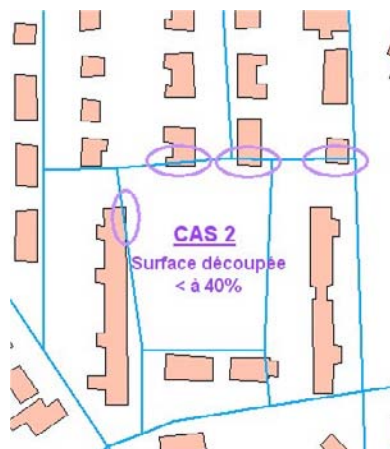
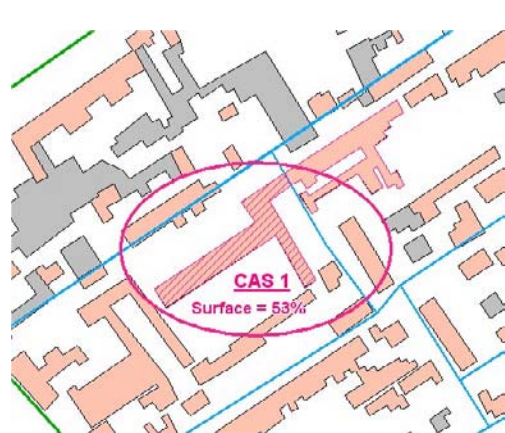
Ont été testées dans cette étude uniquement les bases de données géographiques disponibles au niveau national.

Le problème de la cohérence géométrique entre les bases de données démographiques et d'occupation du sol, en particulier pour les bases Contours...ILOTS et BDTopo, a constitué une difficulté dans l'application de certaines méthodes.

La base ILOTS de l'INSEE lors de son lever est calée sur des référentiels différents (cadastre, GEOROUTE de l'IGN ou SCAN25 de l'IGN). Une grande quantité des bâtiments de la BDTopo chevauchent des limites d'ILOTS. Une question se pose alors : les bâtiments et donc leur population sont-ils répartis sur deux îlots ou s'agit-il d'un problème de cohérence entre les deux bases de données ?

Pour les grands bâtiments de logements collectifs, il est fréquent que l'INSEE répartisse la population qui y réside sur plusieurs îlots (deux en général). Dans ce cas, la découpe d'un bâtiment est justifiée (cas 1). Par contre dans la plupart des cas, les bâtiments sont juste « écornés » par le chevauchement d'un îlot. Dans ce cas, il s'agit bien d'un problème de cohérence géométrique entre les bases de données qu'il convient de corriger (cas 2).

Pour cela, nous avons considéré pour les traitements faisant intervenir les bâtiments de la BDTopo que si la découpe de l'objet surfacique bâtiment se faisait sur une proportion située entre 40 et 60 %, on se situait dans le cas 1, sinon dans le cas 2.



Sur les 5 704 bâtiments de l'échantillon, 899 chevauchent 2 îlots.

Ensuite, en pratique, pour les bâtiments découpés correspondant au cas 1, le bâtiment chevauchant deux îlots est découpé et chacune de ses parties est affectée à l'îlot correspondant. Pour le cas 2, puisqu'il s'agit d'un biais, le bâtiment n'est pas découpé et il est affecté à l'îlot dont il occupe la plus grande surface.

La plage 40-60 % permettant de distinguer le cas 1 et le cas 2 est une hypothèse arbitraire de notre part que nous avons choisi pour un premier test. En fonction de l'importance des erreurs éventuelles de cohérence géométrique sur un cas d'étude précis, il conviendra de la réexaminer.

Il faut garder à l'esprit que ce manque de cohérence entre les bases de données constitue une source d'erreur possible pour l'estimation des populations pour les méthodes que nous allons présenter qui font intervenir les bâtiments de la BDTopo.

**Une solution possible pour palier ce manque de cohérence entre les bases de données démographiques et géographiques peut être de corriger les contours de la base ILOTS (ou IRIS).**

### 1.3 Méthodes d'estimation retenues

Les méthodes d'estimation des populations sont nombreuses et s'appuient sur des outils et données variés. Dans le cadre de cette approche, l'objectif n'est pas de chercher à valider des méthodes très spécifiques s'appuyant sur des outils et/ou des données rares difficilement mobilisables.

Il paraît plus judicieux de comparer des méthodes utilisant des données et des outils largement répandus dans les services déconcentrés ou facilement accessibles (gratuité, accès Internet). L'idée est ici de fournir des éléments d'appréciation sur des méthodes facilement reproductibles.

C'est pourquoi, il est proposé de comparer cinq méthodes, de la plus simple à la plus compliquée, basées sur l'utilisation de MapInfo Professional et de données géoréférencées aisément accessibles au sein du Ministère de l'Équipement (îlots INSEE, IRIS, BDTopo).

Pour les méthodes utilisant la BDTopo, la pertinence de la démarche consiste principalement dans la comparabilité des deux bases, RP de l'INSEE et BDTopo de l'IGN, données réalisées toutes deux en 1999.

Pour la dernière méthode, deux applications en MapBasic sont requises mais elles sont gratuites et se trouvent facilement sur Internet.

#### 1.3.1 Méthode 1 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des îlots

On postule ici une équipartition des populations sur un périmètre de recensement donné.

Cette méthode basique s'obtient par une fonction par défaut du logiciel MapInfo (Proportion Sum). Elle est immédiate et ne nécessite pas de données spécifiques. Elle consiste à affecter la population d'un périmètre connu (îlot, IRIS, commune, etc.) à un périmètre d'étude de manière proportionnelle à la surface du périmètre d'étude intersecté par le périmètre connu.

### **1.3.2 Méthode 2 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface bâtie comprise dans les îlots**

Cette méthode suppose que la population se répartisse de manière homogène sur la surface bâtie du périmètre de recensement considéré.

Elle suppose l'utilisation d'une base de données d'occupation du sol présentant une surface bâtie. La précision de cette base de donnée sous-tend la qualité de l'estimation obtenue. Dans le cadre de cette étude, c'est la couche d'occupation du sol de la BDCarto dont dispose la plupart des services du Ministère de l'Équipement qui a été retenue.<sup>3</sup>

La méthode est simple et consiste à croiser la tâche bâtie avec les périmètres de recensement dont on dispose (îlot, IRIS, commune...) et ensuite d'affecter à la surface bâtie comprise dans ce périmètre la totalité de la population qu'il contient.

### **1.3.3 Méthode 3 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle au nombre de bâtiments inclus dans les îlots**

Dans le cadre de cette méthode, il est supposé que la population se répartisse sur un périmètre de recensement donné en fonction de la densité du nombre de bâtiments se rencontrant sur ce périmètre.

La méthode nécessite une base de données vectorielle caractérisant la situation des bâtiments d'habitation. Dans le cadre de cette étude, c'est la BDTopo de l'IGN qui a été utilisée. Cette base de données distingue les bâtiments de type industriel, agricole ou commercial des autres bâtiments, déterminés comme « quelconques »<sup>4</sup>.

Ces bâtiments quelconques regroupent l'habitat, mais aussi des bâtiments de bureaux relevant du secteur tertiaire. Dans le cadre d'une étude appliquée, une extraction des bâtiments d'habitation nécessite donc des vérifications de terrain afin de distinguer les habitations des bureaux. Dans le cadre de la présente étude, cette option n'a pas été retenue et ce sont donc les bâtiments quelconques qui ont été utilisés pour identifier l'habitat.

### **1.3.4 Méthode 4 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots**

Cette méthode, assez semblable à la précédente par le type de données utilisées (BDTopo), s'en différencie par la nature de la prise en compte des bâtiments. Alors que dans le cas précédent, c'était la densité de bâtiments qui était utilisée, on postule ici que la répartition de la population s'opère en fonction de la surface des bâtiments.

L'approximation consiste ici à considérer que plus un bâtiment aura une surface élevée et plus son nombre d'habitants sera important.

---

<sup>3</sup> Pour plus d'informations sur les données d'occupation des sols, on se référera à l'étude CERTU/CETE de Lyon "comparaison des 6 bases de données d'occupation des sols pour le volet tâche urbaine" téléchargeable sur le site du certu [www.certu.fr](http://www.certu.fr).

<sup>4</sup> La BD topographique, Spécifications détaillées, Édition 4, janvier 1997.

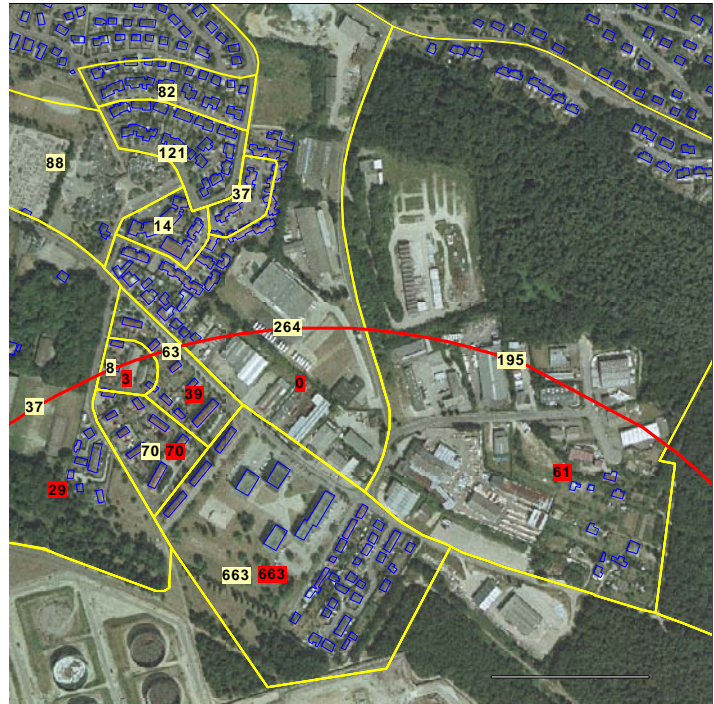
**Méthode 4**

*Dans l'exemple ci-contre, les contours des îlots INSEE ainsi que leur population apparaissent en jaune. Le périmètre d'estimation apparaît en rouge.*

*Une première analyse a permis d'isoler l'habitat (en bleu) en excluant les bâtiments de type industriel, agricole ou commercial*

*La méthode consiste à affecter la population de l'îlot proportionnellement à la surface bâtie inscrite dans le périmètre d'étude.*

*L'estimation de population comprise dans le périmètre d'étude apparaît quant à elle en rouge.*



### **1.3.5 Méthode 5 : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots en tenant compte du nombre d'étages des bâtiments**

Pour la dernière méthode, la BDTopo ne donnant pas le nombre d'étages ou la hauteur des bâtiments mais seulement l'altitude du toit du bâtiment par rapport au niveau de la mer, il est nécessaire de procéder à une estimation du nombre d'étages des bâtiments à partir des courbes de niveaux et des points cotés de la BDTopo (altitude au sol). Cette estimation est inutile si on utilise la BDTopo Pays, qui fournit quant à elle la hauteur arrondie des bâtiments et non pas l'altitude.

La méthode proposée ici est basée sur l'utilisation d'outils aisément accessibles au sein du Ministère de l'Équipement, à savoir MapInfo Professional et deux applications en MapBasic, gratuites et accessibles sur Internet, P2P.mbx5 et InfoExMig.mbx6.

A partir de la couche « bâtiments » de la BDTopo, on réalise tout d'abord une extraction des « bâtiments quelconques », bâtiments correspondant à tous types de bâtis en dehors des bâtiments d'activités industrielles ou agricoles et des bâtiments publics. Avec la couche « bâtiments quelconques », on obtient donc une base de données des bâtiments regroupant l'habitat et les activités commerciales.

Avec l'utilisation de la BDTopo, la démarche va se dérouler en deux temps, une estimation de la hauteur des bâtiments puis une estimation de la population au sein de ces bâtiments.

#### **1.3.5.1 Estimation de la hauteur des bâtiments**

La démarche générale consiste à soustraire l'altitude au sol, obtenue à partir des courbes de niveau et des points cotés de la BDTopo, de l'altitude au toit des bâtiments dont l'information est donnée par la BDTopo.

**La démarche est présentée en détail dans l'annexe 6 de ce document.**

<sup>5</sup> <http://www.directionsmag.com/files/index.php/view/535>

<sup>6</sup> [http://www.paris-pc-gis.com/mb\\_r/doc/migrid\\_MB\\_calls/mapbasic\\_calls\\_to\\_the\\_migrid.htm](http://www.paris-pc-gis.com/mb_r/doc/migrid_MB_calls/mapbasic_calls_to_the_migrid.htm)

### 1.3.5.2 Estimation de la population au sein des bâtiments

Après avoir produit une estimation de la hauteur des bâtiments de la BDTopo et en avoir déduit un nombre d'étages, la population des IRIS est ventilée au sein des îlots au prorata de la surface développée des bâtiments quelconques.

Chaque étage, ici d'une valeur forfaitaire de 3 mètres, est pris en compte lors de la ventilation des données. On postule donc ici que chaque niveau, rez-de-chaussée compris, est habité. Cette approche peut en fait être adaptée selon le type de quartier étudié, car si les rez-de-chaussée sont effectivement habités en secteur d'habitat collectif, ce n'est évidemment pas le cas en centre-ville.

En conclusion, cette méthode nécessite des outils et des données aisément disponibles au Ministère de l'Équipement ou qu'il est possible de trouver gratuitement sur Internet. La méthode nécessite cependant un travail plus conséquent que les quatre méthodes présentées précédemment, avec un temps de réalisation que l'on peut estimer à une ou deux journées de travail (sans compter d'éventuelles vérifications sur le terrain).

## 1.4 Détermination des échantillons témoins

On suppose ici que la validité des estimations de populations repose à la fois sur l'échelle d'étude et les données utilisées mais aussi sur le type d'urbanisme concerné. Par conséquent, il est proposé de tester les différentes méthodes sur plusieurs types de formes urbaines. L'objectif est donc de chercher à vérifier cette hypothèse mais aussi de comparer la validité de méthodes différentes dans un contexte urbanistique homogène.

En se basant sur une étude du CETE Normandie-Centre<sup>7</sup> sur l'agglomération rouennaise inspirés de la typologie CLUSTERS (Classification for Land Use Statistics : Eurostat Remote Sensing) mise en place par Eurostat, il est possible de retenir 5 grands types de bâti :

- type 1 : habitat de centre-ville
- type 2 : petit collectif
- type 3 : grand collectif
- type 4 : habitat semi-collectif
- type 5 : habitat individuel

On notera que cette nomenclature privilégie l'usage du sol et non son occupation comme le fait Corine Land Cover.

L'objectif étant d'estimer la population d'îlots INSEE à partir de la population des IRIS, il est préférable de sélectionner des IRIS homogènes du point de vue du type de bâti. On entend par « IRIS homogènes » les IRIS dont au moins 90 % du bâti relève du type sélectionné.

Pour sélectionner ces « IRIS homogènes », on a croisé sous un outil SIG les IRIS de l'INSEE avec une couche de données donnant la répartition des différents types de bâti sur l'agglomération rouennaise. Cette couche a été créée en 2001 par le CETE à partir de cartes au 1/25 000, de photographies aériennes et de visites terrain. Si 90 % au moins de la surface de l'IRIS est couverte par le même type de bâti, on le considère homogène.

De manière opérationnelle, on propose donc ici de regrouper les types 2 et 4 dans une classe que l'on appellera « habitat mixte » (individuel et collectif) et qui permettra de rendre compte des IRIS indéterminés (ni vraiment collectifs, ni vraiment individuels).

---

<sup>7</sup> Densité de population et morphologie du bâti, CETE Normandie-Centre – DEIOA, 2003.

On obtient ainsi une classification en quatre grands types de bâti sur lesquels on va tester les différentes méthodes d'estimation des populations :

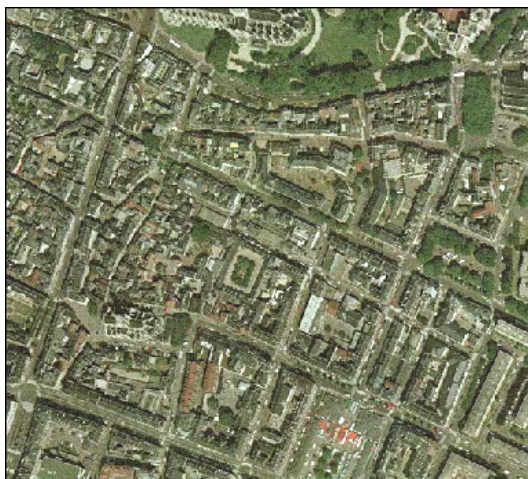
- type 1 : habitat de centre-ville
- type 2 : habitat individuel
- type 3 : grand collectif
- type 4 : habitat mixte (individuel et collectif)

Ces différents types sont décrits précisément ci-après. Les paragraphes suivants fournissent une description sommaire de chacune de ces catégories de bâti ainsi que quelques exemples puisés sur l'agglomération de Rouen. Pour chaque type de bâti en exemple figure sa représentation sur plan au 1/25 000 (carte OU SCAN25® de l'IGN) et sur photo aérienne (BD ORTHO de l'IGN).

### 1.4.1 Type 1 : habitat de centre-ville

*Exemple* : le centre historique de Rouen

*Représentation sur photo aérienne*



*Représentation sur Scan25 de l'IGN*



*Représentation sur BD TOPO de l'IGN*



#### **Description :**

Cette typologie correspond à la catégorie « Espaces résidentiels continus et denses (A111) » de la base CLUSTERS. Il s'agit d'un habitat collectif jointif, dépassant le plus souvent trois étages tel qu'on le rencontre en centre ville. Les bâtiments sont généralement implantés à l'alignement sur rue, de mitoyen à mitoyen. Les rez-de-chaussée peuvent être occupés par des



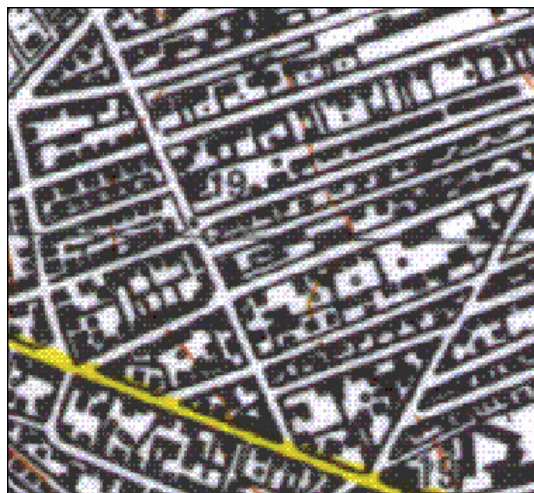
### 1.4.2 Type 2 : habitat individuel

*Exemple* : habitat individuel ancien à Sotteville-lès-Rouen

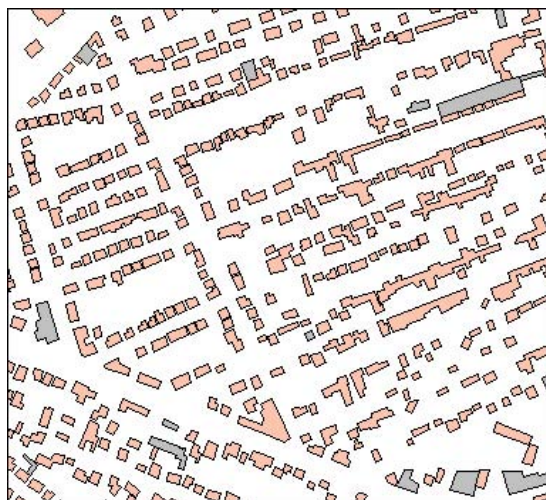
*Représentation sur une photographie aérienne*



*Représentation sur un Scan25 IGN*



*Représentation sur la BDTopo IGN*



#### **Description**

Cette typologie correspond à la catégorie « Espaces résidentiels pavillonnaires (A113) » de la base CLUSTERS. Il s'agit d'un habitat individuel non jointif. Cette catégorie regroupe les ensembles pavillonnaires. Elle englobe aussi bien les anciennes cités ouvrières que les vastes zones de lotissement récent construites sur les communes périphériques de l'agglomération. Le couvert végétal peut y occuper des surfaces importantes.

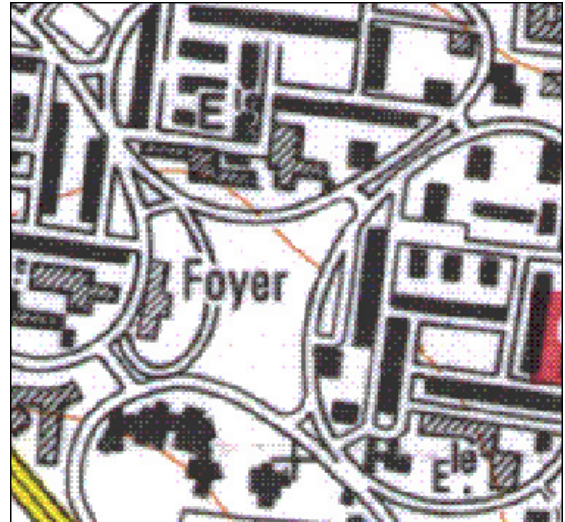
### 1.4.3 Type 3 : habitat grand collectif

*Exemple* : le Château Blanc à Saint Etienne du Rouvray

*Représentation sur une photographie aérienne*



*Représentation sur un Scan25 IGN*



*Représentation sur la BDTopo IGN*



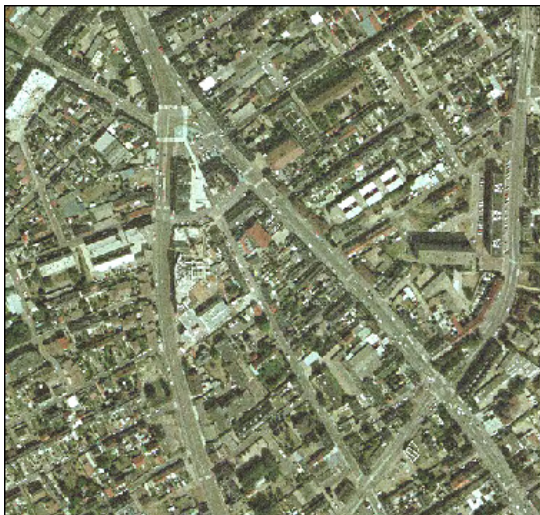
#### *Description*

Habitat collectif de grande taille (au moins cinq étages). Cette typologie regroupe aussi bien les petits groupements d'immeubles situés à proximité du centre que les grands ensembles constitués de tours et de barres fréquemment rencontrées en périphérie d'agglomération. Les espaces verts, aires de stationnement et aires de jeux etc. y couvrent des surfaces importantes.

#### 1.4.4 Type 4 : habitat mixte individuel et collectif

*Exemple* : Sotteville les Rouen - Centre

Représentation sur une photographie aérienne



Représentation sur un Scan25 IGN



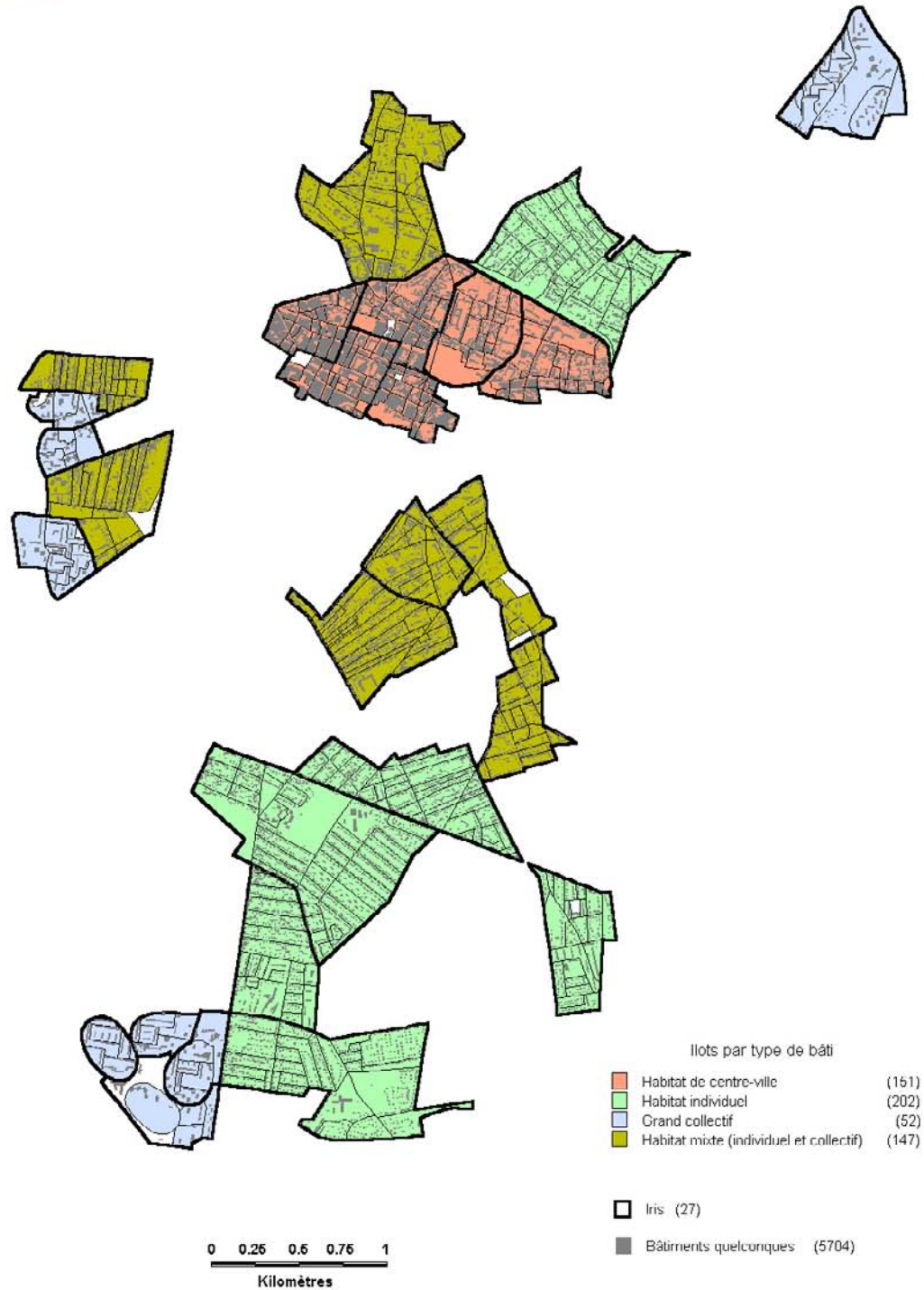
Représentation sur la BDTopo IGN



#### *Description*

Cette typologie correspond à la catégorie « Espaces résidentiels continus moyennement denses (A112) » de la base CLUSTERS. Il s'agit d'un habitat caractérisé par un bâti hétérogène à dominante "petit collectif". Ce type d'habitat se rencontre généralement à la périphérie du centre-ville ( habitat de type faubourg). Il constitue aussi le centre des communes secondaires de l'agglomération. L'urbanisme peut y être volontaire ou non avec alignement de façades ou pas. De nombreux espaces interstitiels (pelouses, jardins privés) peuvent y être distingués

**Estimations de population**  
Répartition des ilots par type de bâti



Les informations n'ont pas de valeur légale  
Référentiel : BDTopo © IGN, INSEE RGP1899 Iris Ilots

© CETE Normandie-Centre 2005  
DACT-DEIOA  
Créé le 28/01/2005



## 2. Principaux résultats obtenus

Afin de chercher à valider et comparer les différentes méthodes présentées dans la partie précédente, on distinguera les résultats obtenus sur l'ensemble de la zone d'étude (tous types de bâti) des résultats obtenus en fonction des différents types de bâti définis en 1.3.

Les résultats présentés dans le cadre de cette partie doivent être analysés avec prudence. En effet, il faut rappeler que les estimations réalisées avec les 5 méthodes proposées se situent dans le cas le plus défavorable d'une démarche d'estimation, à savoir l'estimation brute d'objets géographiques. Le plus souvent, les estimations de populations s'opèrent sur des périmètres intégrant entièrement des objets géographiques (îlots, IRIS, communes, etc.) dont on connaît la population précise ; les estimations jouent alors uniquement un rôle à la marge, pour déterminer la population des objets géographiques intersectés par les périmètres d'étude.

Une méthode de prise en compte de ce phénomène sera proposée dans la partie 3.1.

### 2.1 Résultats sur l'ensemble de la zone d'étude (tous types de bâti confondus)

Définition de la zone d'étude :

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Nombre total d'îlots :          | 570    |
| Nombre d'îlots écartés (pop 0): | 18     |
| Nombre d'îlots traités :        | 552    |
| Nombre total d'IRIS             | 27     |
| Population totale traitée       | 63 666 |
| Nombre moyen hab. par îlot      | 115    |

#### 2.1.1 Les indicateurs retenus

Plusieurs indicateurs ont été utilisés afin de mesurer l'écart entre la population estimée de l'îlot par les méthodes décrites précédemment et la population réelle de l'îlot (c'est à dire celle issue du RP 99).

D'une manière générale on parlera d'écart ( $\Delta$  dans les formules) absolu lorsqu'il est exprimé directement en nombre d'habitants et d'écart relatif lorsqu'il est exprimé proportionnellement à la population de l'îlot en pourcentage.

##### 2.1.1.1 *Ecart absolu par rapport au RP99 (en habitants)*

Il s'agit de l'écart entre population estimée et population réelle de l'îlot exprimé directement en nombre de personnes.

$$\Delta \text{ _ absolu} = | \text{population estimée} - \text{population RP 99} |$$

##### 2.1.1.2 *Ecart relatif par rapport au RP99*

On calcule pour chaque îlot un écart en pourcentage entre la population estimée et la population qui figure dans le RP99.

$$\Delta \text{ _ relatif} = \frac{| \text{population estimée} - \text{population RP 99} |}{\text{population RP 99}} \times 100$$

### 2.1.1.3 Ecart total par rapport au RP99

C'est l'écart total entre la population exprimée et la population du RP99 sur l'ensemble de l'échantillon exprimé en nombre de personnes.

$$\Delta \_ total = \sum_{\text{îlots}} \text{population estimée} - \sum_{\text{îlots}} \text{population RP 99}$$

### 2.1.1.4 Ecart relatif moyen pondéré (par la population de l'îlot)

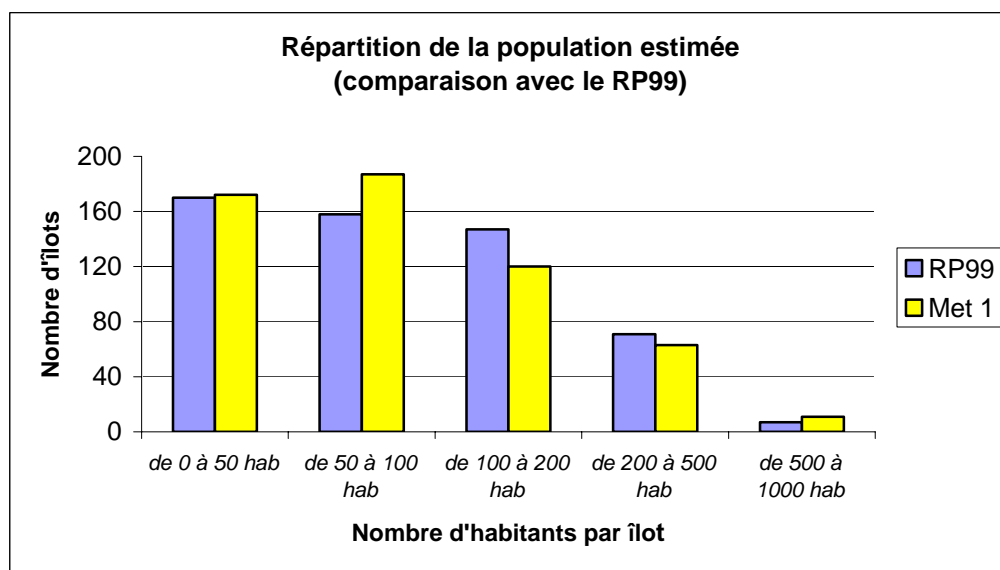
Il s'agit de calculer la moyenne des écarts relatifs (définis ci-dessus au 2.) pondérée par la population de l'îlot sur l'ensemble de l'échantillon.

$$\Delta \_ moyen \_ pondéré = \frac{\sum_{\text{îlots}} \Delta \_ relatif \times \text{population RP 99}}{\sum_{\text{îlots}} \text{population RP 99}}$$

Cet indicateur permet, si on veut avoir une idée de l'erreur moyenne, de limiter l'importance des gros écarts rencontrés sur des îlots très peu peuplés.

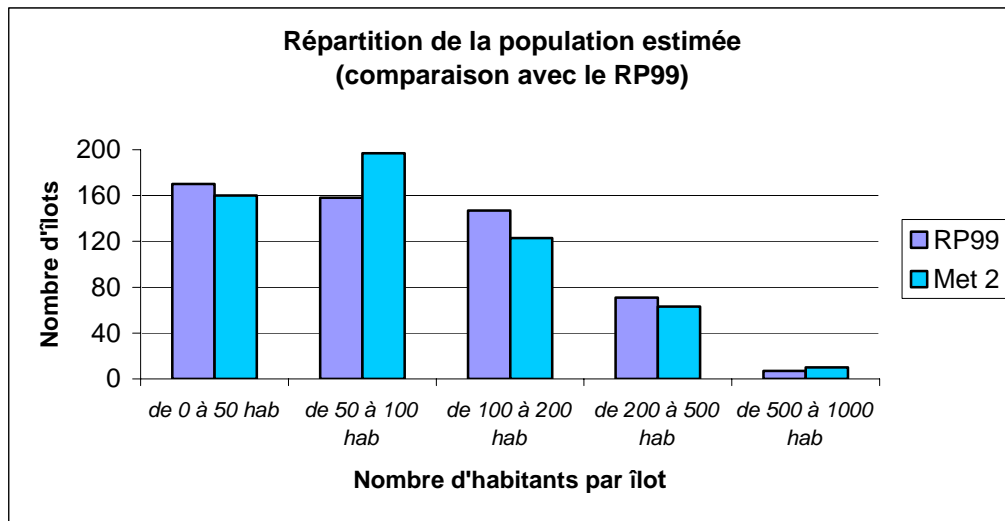
## 2.1.2 La population estimée comparée au RP pour chaque méthode

### 2.1.2.1 Méthode 1 : estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des îlots



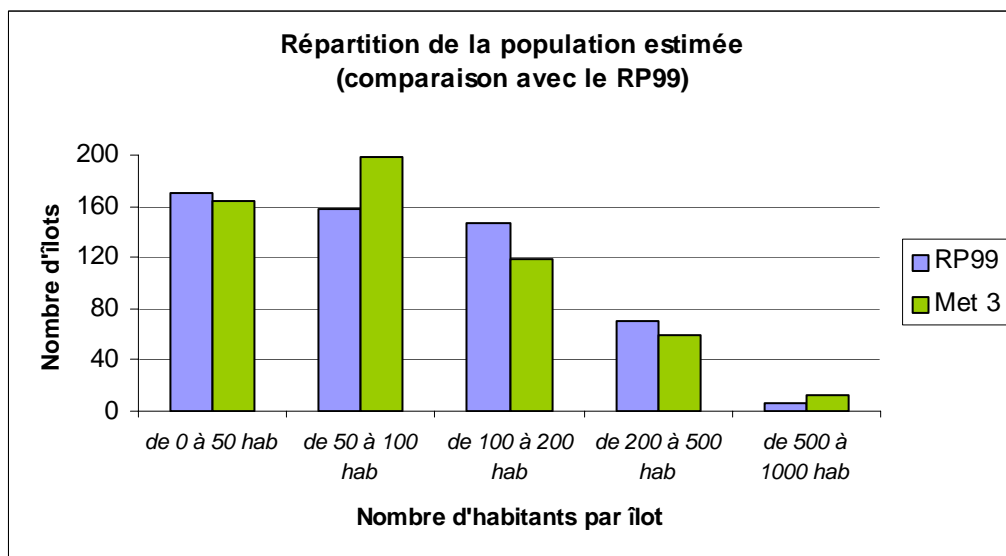
| Ensemble de la zone d'étude  | RP99   | Méthode 1 |
|------------------------------|--------|-----------|
| Nombre moyen hab. par îlot   | 115    | 112       |
| Nombre minimal hab. par îlot | 1      | 7         |
| Nombre maximal hab. par îlot | 853    | 983       |
| Population totale            | 63 666 | 62 179    |

### 2.1.2.2 Méthode 2 : estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface bâtie comprise dans les îlots



| Ensemble de la zone d'étude  | RP99   | Méthode 2 |
|------------------------------|--------|-----------|
| Nombre moyen hab. par îlot   | 115    | 112       |
| Nombre minimal hab. par îlot | 1      | 7         |
| Nombre maximal hab. par îlot | 853    | 848       |
| Population totale            | 63 666 | 61 986    |

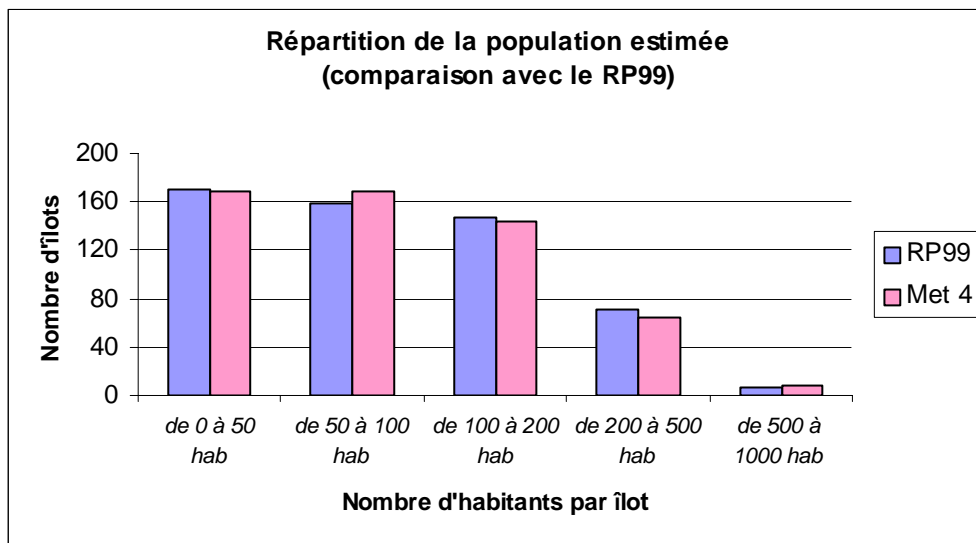
### 2.1.2.3 Méthode 3 : estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle au nombre de bâtiments inclus dans les îlots



| Ensemble de la zone d'étude  | RP99   | Méthode 3 |
|------------------------------|--------|-----------|
| Nombre moyen hab. par îlot   | 115    | 114       |
| Nombre minimal hab. par îlot | 1      | 0         |
| Nombre maximal hab. par îlot | 853    | 917       |
| Population totale            | 63 666 | 62 900    |

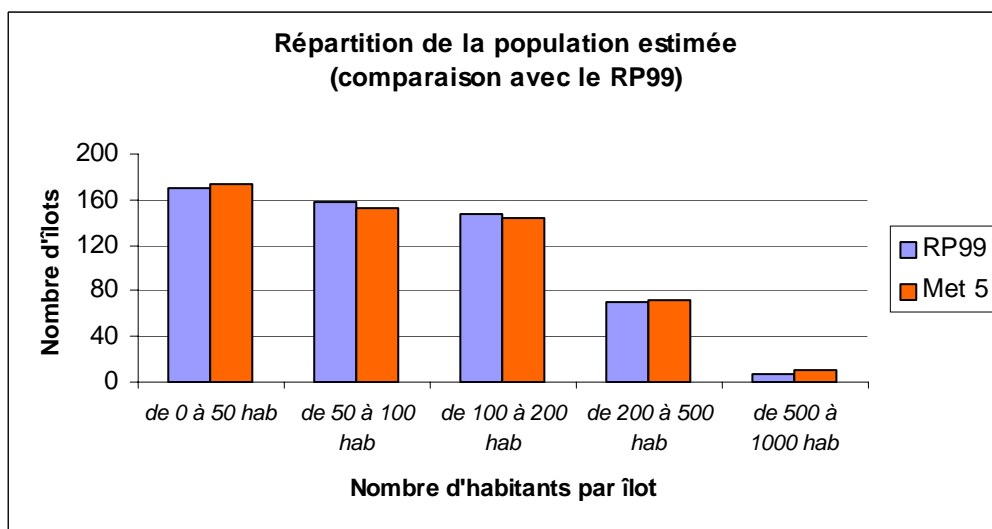


#### 2.1.2.4 Méthode 4 : estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots



| Ensemble de la zone d'étude  | RP99   | Méthode 4 |
|------------------------------|--------|-----------|
| Nombre moyen hab. par îlot   | 115    | 113       |
| Nombre minimal hab. par îlot | 1      | 0         |
| Nombre maximal hab. par îlot | 853    | 866       |
| Population totale            | 63 666 | 62 643    |

#### 2.1.2.5 Méthode 5 : estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots en tenant compte du nombre d'étages des bâtiments



| Ensemble de la zone d'étude  | RP99   | Méthode 5 |
|------------------------------|--------|-----------|
| Nombre moyen hab. par îlot   | 115    | 114       |
| Nombre minimal hab. par îlot | 1      | 0         |
| Nombre maximal hab. par îlot | 853    | 1 111     |
| Population totale            | 63 666 | 63 139    |

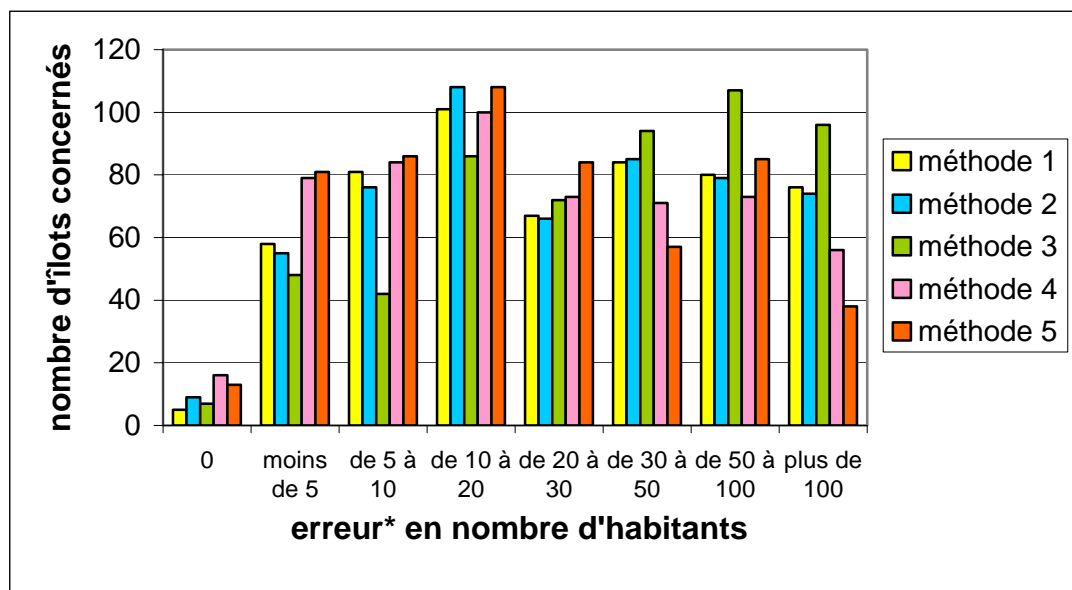
### 2.1.2.6 Remarques

Les diagrammes de répartition de la population sur les îlots pour chacune des méthodes en comparaison au RP99 donnent déjà une première information. La distribution des îlots en fonction de leur taille pour les méthodes 4 et 5 se rapproche de celle constatée pour le RP99 sur l'échantillon de travail.

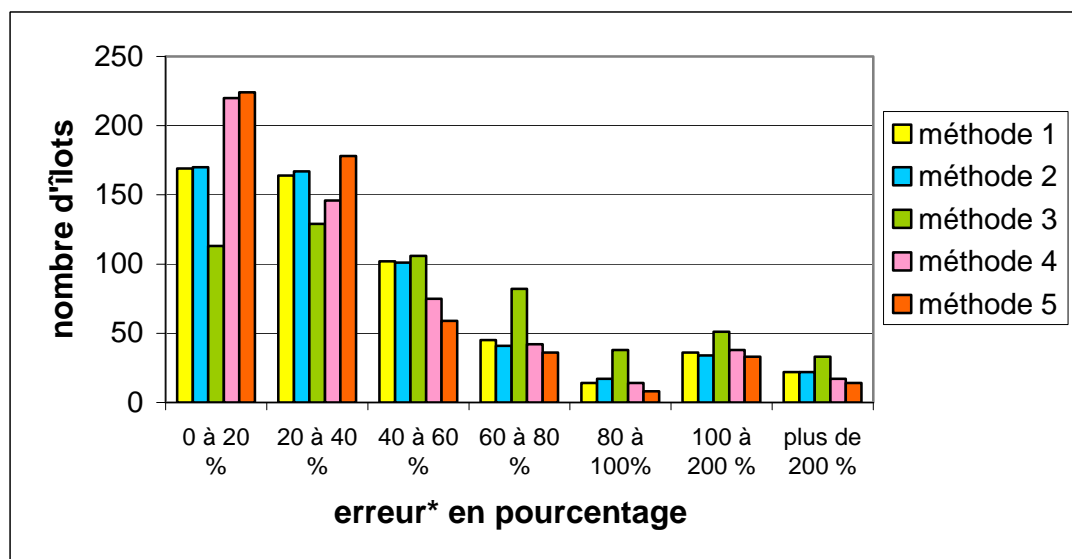
### 2.1.3 Estimation des erreurs pour chaque méthode

Pour chacune des méthodes, on a comparé pour chaque îlot de l'échantillon la population estimée et la population donnée par le RP99 qui est prise comme référence.

Les résultats sont présentés, tous types de bâtis confondus, dans les deux graphiques ci-après. Le premier représente les écarts mesurés en nombre d'habitants (simple soustraction de la population estimée et de la population du RP99 en valeur absolue) et le second les écarts en pourcentage (valeur absolue de l'écart rapportée à la population de l'îlot).



\* indicateur *A absolu* défini au 2.1.1.1.



\* indicateur *A relatif* défini au 2.1.1.2.

Les mêmes résultats sous forme de tableaux :

Pour chaque méthode, le tableau suivant fournit la répartition des îlots en fonction des écarts en nombre d'habitants (indicateur *A absolu* défini au 2.1.1.1 ) avec la population réelle du RP99.

| <b>Ecart</b> | <b>Méthode 1</b> | <b>Méthode 2</b> | <b>Méthode 3</b> | <b>Méthode 4</b> | <b>Méthode 5</b> |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| pas d'écart  | 5                | 9                | 7                | 16               | 13               |
| moins de 5   | 58               | 55               | 48               | 79               | 81               |
| de 5 à 10    | 81               | 76               | 42               | 84               | 86               |
| de 10 à 20   | 101              | 108              | 86               | 100              | 108              |
| de 20 à 30   | 67               | 66               | 72               | 73               | 84               |
| de 30 à 50   | 84               | 85               | 94               | 71               | 57               |
| de 50 à 100  | 80               | 79               | 107              | 73               | 85               |
| plus de 100  | 76               | 74               | 96               | 56               | 38               |

Le même tableau ci dessous présente l'écart en pourcentage (indicateur *A relatif* défini au 2.1.1.2 ) :

| <b>Ecart %</b> | <b>Méthode 1</b> | <b>Méthode 2</b> | <b>Méthode 3</b> | <b>Méthode 4</b> | <b>Méthode 5</b> |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0-10           | 74               | 78               | 63               | 119              | 118              |
| 10-20          | 95               | 92               | 50               | 101              | 106              |
| 20-30          | 96               | 97               | 63               | 79               | 100              |
| 30-40          | 68               | 70               | 66               | 67               | 78               |
| 40-50          | 61               | 62               | 59               | 46               | 32               |
| 50-60          | 41               | 39               | 47               | 29               | 27               |
| 60-70          | 25               | 28               | 55               | 23               | 20               |
| 70-80          | 20               | 13               | 27               | 19               | 16               |
| 80-90          | 10               | 12               | 22               | 9                | 4                |
| 90-100         | 4                | 5                | 16               | 5                | 4                |
| 100-200        | 36               | 34               | 51               | 38               | 33               |
| >200           | 22               | 22               | 33               | 17               | 14               |

Globalement, sur l'ensemble de la zone d'étude, la méthode 5 apparaît comme la meilleure. La méthode la plus élaborée et nécessitant le plus de données sur le bâti est donc la plus précise.

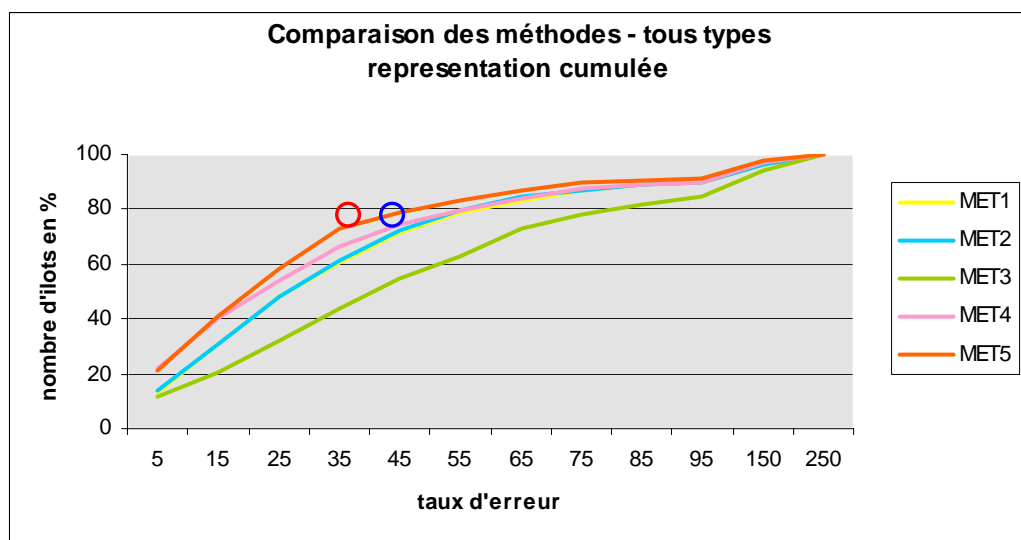
La méthode 4 (estimation de la population de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots) vient ensuite.

La méthode 3 (proportionnalité par rapport au nombre de bâtiment), qui n'est pas la plus simple à mettre en œuvre (notamment par rapport à la méthode 1 nettement plus basique), donne de loin les plus mauvais résultats.

Les méthodes 1 et 2 donnent des résultats identiques, ce qui semble au premier abord surprenant, mais qui pourrait s'expliquer par la nature de la seconde méthode (affectation de la population dans la tâche urbaine de la BDCarto) et le contexte urbanistique de l'étude.

En effet, la plupart des îlots de la zone d'étude sont en milieu urbain dense et sont donc entièrement recouverts par la tâche urbaine de la BDCarto. En milieu urbain, la méthode 2 donne donc des résultats globalement identiques à la méthode 1. Par conséquent, l'affectation de la population dans une tâche urbaine quelconque a réellement un intérêt en milieu périurbain ou rural. Par expérience, on sait que dans ce type de milieu, l'utilisation de la méthode 2 apporte un gain de précision très important, même avec un contour de tâche urbaine peu précis.

Pour comparer les méthodes, la représentation des erreurs (en pourcentage) sur un diagramme cumulé permet d'avoir un aperçu rapide du résultat obtenu par méthode.



Ce diagramme permet une comparaison directe de la qualité des méthodes même si sa lecture est moins immédiate que les histogrammes précédents.

On constate notamment que pour la méthode 5, environ 70 % des îlots présentent une erreur d'estimation de moins de 30 % (cercle rouge) ou que pour la méthode 4 environ 70 % des îlots présentent une erreur d'estimation de moins de 40 % (cercle bleu) et ainsi de suite.

Plus la courbe est située au-dessus, meilleure est la méthode. On voit ainsi clairement que la méthode 3 est nettement moins précise que les autres.

#### 2.1.4 Synthèse pour tous types de bâtis

Le tableau ci-après reprend les indicateurs statistiques (présentés en 2.1.1) sur l'ensemble de l'échantillon pour tous les types de bâtis.

**Rappel des caractéristiques de l'échantillon :**

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Nombre total d'îlots :          | 570    |
| Nombre d'îlots écartés (pop 0): | 18     |
| Nombre d'îlots traités :        | 552    |
| Nombre total d'IRIS             | 27     |
| Population totale traitée       | 63 666 |

| Ensemble de la zone d'étude    | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nombre moyen hab. par îlot     | 113       | 113       | 118       | 114       | 114       |
| Moyenne des $\Delta_{relatif}$ | 230       | 227       | 181       | 145       | 81        |
| Médiane des $\Delta_{relatif}$ | 31        | 30        | 45        | 26        | 26        |
| $\Delta_{moyen\_pondéré}$      | 43        | 41        | 54        | 35        | 34        |
| Moyenne des $\Delta_{absolu}$  | 98        | 94        | 123       | 80        | 78        |
| Médiane des $\Delta_{absolu}$  | 25        | 24        | 34        | 19        | 17        |
| $\Delta_{total}$               | 27 225    | 25 954    | 34 088    | 22 038    | 21 487    |

Généralement, on se trompe en moyenne de plus d'une centaine d'habitants (excepté pour la méthode 3) et pour la moitié de l'effectif on se trompera de moins de 30 habitants.

Mais, rapporté à la population réelle de l'îlot, on se trompe en moyenne de 200 % c'est-à-dire qu'on quadruple la population de l'îlot ! Seule la moitié des îlots aura une erreur inférieure à 50 %. On se trompe le plus souvent de 50 à 100 %.

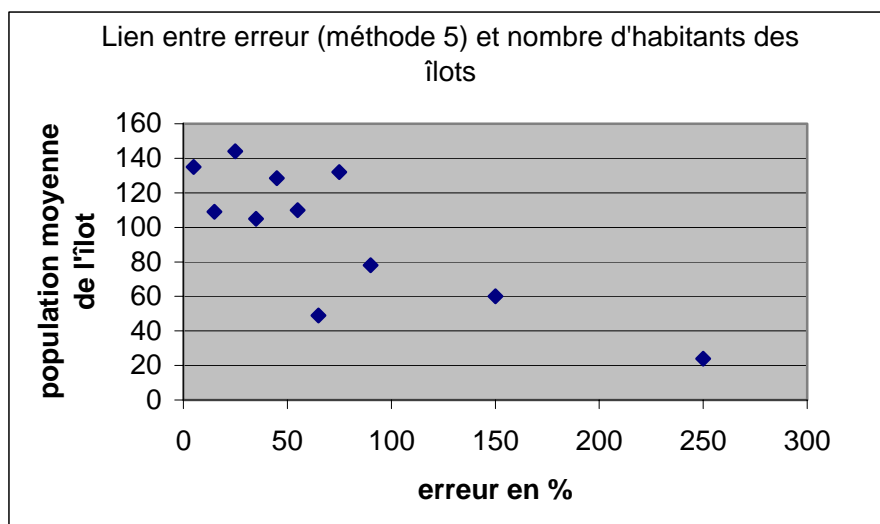
Pour l'ensemble des types de bâti et pour chaque type de bâti, on a calculé l'écart moyen en valeur absolue par rapport au RP99. Ces écarts moyens peuvent apparaître comme importants, mais ces résultats doivent être analysés avec prudence. En effet, on obtient parfois pour certains îlots des taux d'erreur très importants alors que la population réelle des îlots est très faible, ce qui s'explique par un problème d'affectation de ces îlots (par exemple, terrains scolaires). Des vérifications terrain ou des recherches cartographiques plus poussées, non menées dans le cadre de cette étude, pourraient améliorer nettement ce taux d'erreur moyen.

L'utilisation d'un écart moyen pondéré par la population réelle des îlots ( $\Delta_{moyen\_pondéré}$ ) semble plus pertinente pour qualifier globalement les méthodes car cet indicateur permet d'atténuer quelque peu ces marges d'erreur importantes sur des effectifs très faibles.

Ce tableau comparatif confirme les résultats présentés au 2.1.3 : les méthodes 4 et 5 sont les plus précises et la méthode 3 est de loin la plus mauvaise.

*Répartition des îlots en fonction des écarts moyens avec la population réelle du RP1999*

Un test a été mené afin de vérifier s'il existait un lien entre l'erreur obtenue et la taille de l'îlot (en habitants). Même si un lien direct entre ces deux paramètres n'a pas pu être établi, il ressort cependant que les plus gros écarts obtenus (erreur importante) concernent plutôt des îlots contenant moins d'habitants.



Ceci incite, dans l'analyse des résultats à prendre plutôt en considération l'indicateur qu'on a appelé « Ecart relatif moyen **pondéré**» ( $\Delta_{moyen\_pondéré}$ ) plutôt que l'écart moyen non pondéré.

## 2.2 Résultats par type de bâti

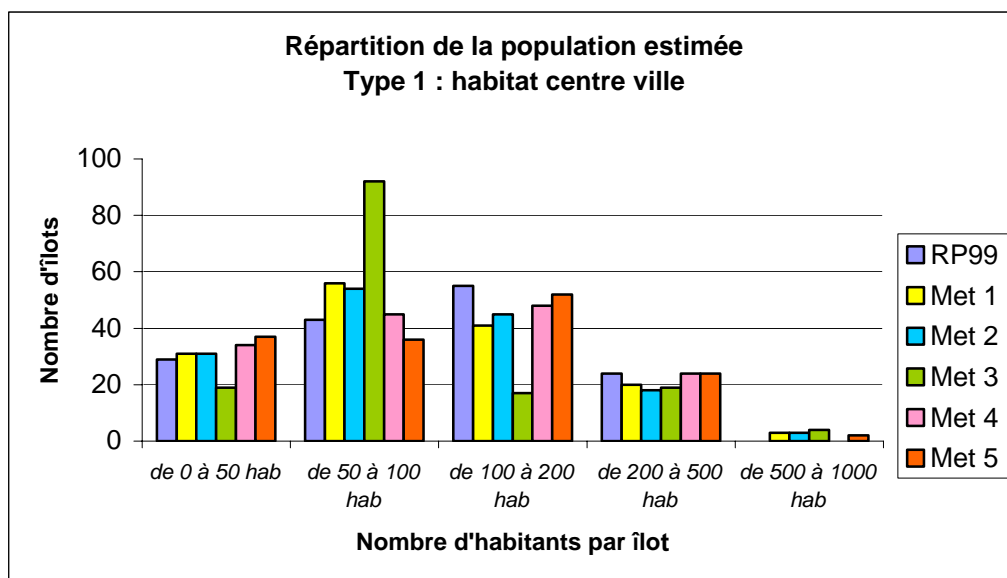
Les cinq méthodes testées ont ensuite été différenciées selon le type de bâti sur lequel elles ont été appliquées.

### 2.2.1 Type 1 : l'habitat de centre-ville

#### 2.2.1.1 Description de l'échantillon

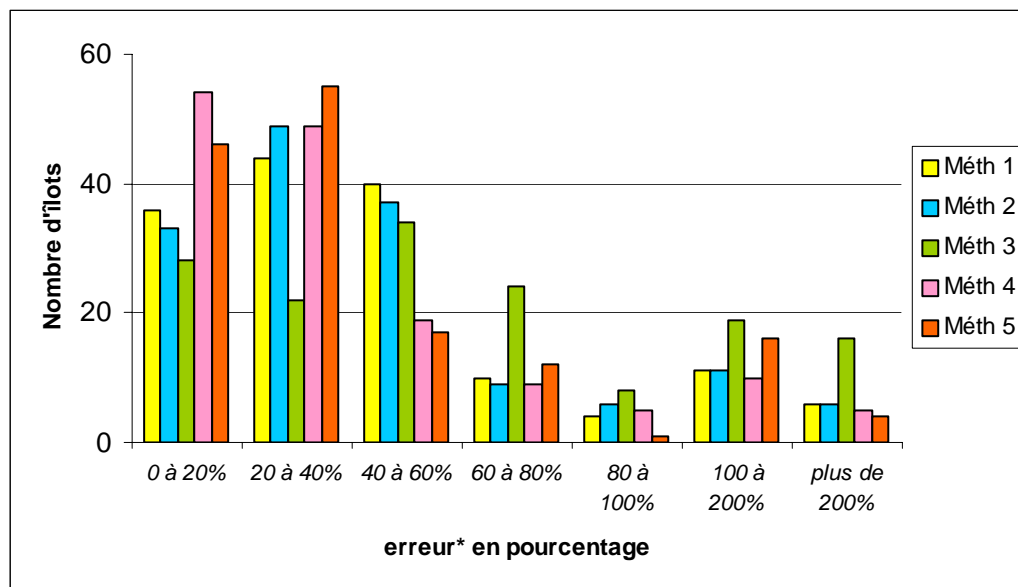
|                            |        |
|----------------------------|--------|
| Nombre d'îlots             | 151    |
| Nombre d'IRIS              | 6      |
| Nombre d'habitants         | 18 581 |
| Nombre moyen hab. par îlot | 123    |

#### 2.2.1.2 Les résultats



| Habitat centre ville         | RP99   | Méth. 1 | Méth. 2 | Méth. 3 | Méth. 4 | Méth. 5 |
|------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nombre moyen hab. par îlot   | 123    | 122     | 122     | 122     | 122     | 122     |
| Nombre minimal hab. par îlot | 5      | 10      | 10      | 0       | 0       | 0       |
| Nombre maximal hab. par îlot | 458    | 632     | 605     | 663     | 425     | 530     |
| Population totale            | 18 581 | 18 359  | 18 363  | 18 420  | 18 526  | 18 571  |

## 2.2.1.3 Les erreurs



\* indicateur  $\Delta$  relatif défini au 2.1.1.2

Pour chaque méthode, le tableau suivant fournit la répartition des îlots en fonction des écarts en nombre d'habitants (indicateur  $\Delta$  absolu défini au 2.1.1.1 ) avec la population réelle du RP99

| Ecart       | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| pas d'écart | 1         | 0         | 3         | 5         | 2         |
| moins de 5  | 8         | 8         | 8         | 15        | 11        |
| de 5 à 10   | 17        | 15        | 10        | 12        | 19        |
| de 10 à 20  | 19        | 22        | 11        | 31        | 24        |
| de 20 à 30  | 18        | 19        | 12        | 21        | 26        |
| de 30 à 50  | 28        | 25        | 23        | 27        | 27        |
| de 50 à 100 | 40        | 41        | 41        | 27        | 32        |
| plus de 100 | 20        | 21        | 43        | 13        | 10        |

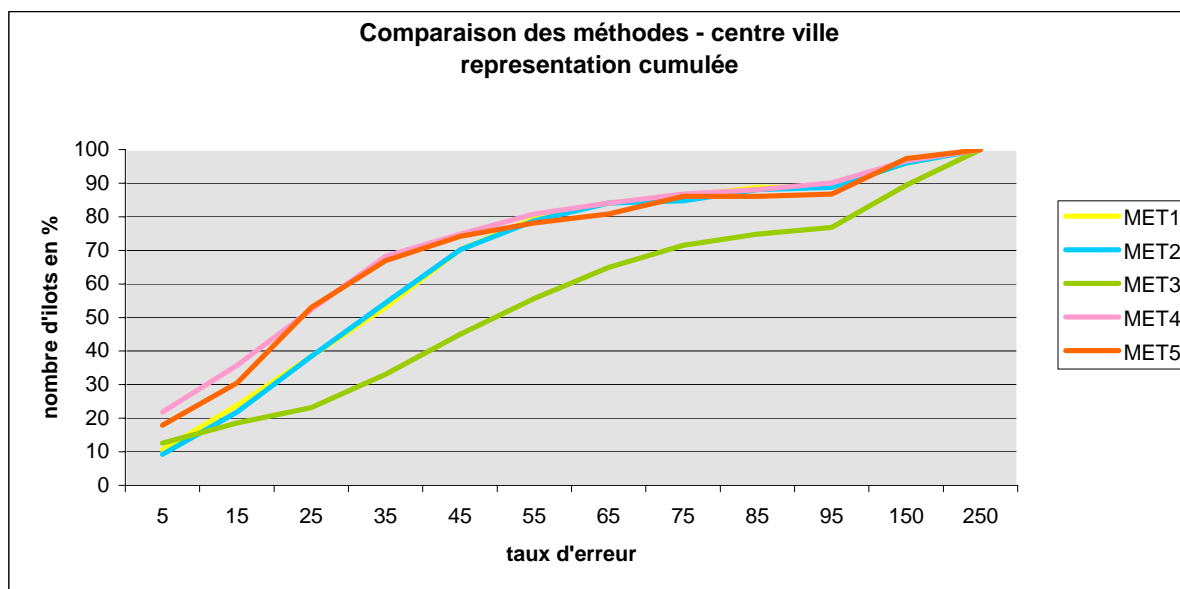


Le même tableau ci-dessous présente l'écart en pourcentage (indicateur *A relatif* défini au 2.1.1.2 )

| Ecart % | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0-10    | 16        | 14        | 19        | 33        | 27        |
| 10-20   | 20        | 19        | 9         | 21        | 19        |
| 20-30   | 22        | 25        | 7         | 25        | 34        |
| 30-40   | 22        | 24        | 15        | 24        | 21        |
| 40-50   | 26        | 24        | 18        | 10        | 11        |
| 50-60   | 14        | 13        | 16        | 9         | 6         |
| 60-70   | 7         | 8         | 14        | 5         | 4         |
| 70-80   | 3         | 1         | 10        | 4         | 8         |
| 80-90   | 4         | 5         | 5         | 2         | 0         |
| 90-100  | 0         | 1         | 3         | 3         | 1         |
| 100-200 | 11        | 11        | 19        | 10        | 16        |
| >200    | 6         | 6         | 16        | 5         | 4         |

#### 2.2.1.4 Analyse

Pour comparer les méthodes, la représentation des erreurs (en pourcentage) sur un diagramme cumulé permet d'avoir un aperçu rapide du résultat obtenu par méthode.



Pour l'habitat de centre-ville, les méthodes 4 et 5 apportent la meilleure précision. Avec ces deux méthodes, 70 % des îlots présentent une erreur inférieure à 40 %.

| Ensemble de la zone d'étude    | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nombre moyen d'hab. par îlot   | 122       | 122       | 122       | 123       | 123       |
| Moyenne des $\Delta_{relatif}$ | 108       | 101       | 125       | 68        | 55        |
| Médiane des $\Delta_{relatif}$ | 38        | 36        | 54        | 28        | 28        |
| $\Delta_{moyen\_pondéré}$      | 44        | 44        | 66        | 32        | 35        |
| Moyenne des $\Delta_{absolu}$  | 56        | 55        | 82        | 40        | 40        |
| Médiane des $\Delta_{absolu}$  | 39        | 38        | 60        | 25        | 27        |
| $\Delta_{total}$               | 8 420     | 8 260     | 12 345    | 5 985     | 5 992     |

La précision pour ce type de bâti est moins bonne que celle obtenue pour le cas « tous types confondus. » Cet écart vient du fait que pour l'habitat de centre-ville, la méthode 5 n'apporte pas de gain de précision par rapport à la méthode 4 (elle est même plutôt moins bonne).

Ceci peut s'expliquer par :

1. la difficulté de définir un nombre d'étage sur les bâtiments BDTopo en centre-ville. Chaque bâtiment composant un îlot urbain est souvent saisi en une seule entité alors qu'il n'est pas forcément homogène en nombre d'étages (problème décrit dans les spécifications de la BDTopo<sup>8</sup>) ;
2. une partie des premiers niveaux des constructions du centre ne sont pas utilisés comme habitations mais plutôt comme locaux d'activité (commerces, bureaux). En hyper centre, seuls les deux derniers étages de bâtiments en comptant six à huit sont parfois utilisés pour l'habitat.

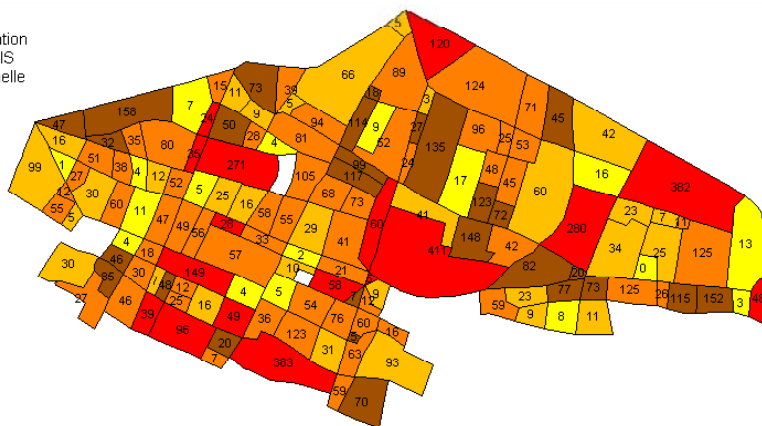
La méthode 3 est de loin la plus mauvaise.

Les méthodes 1 et 2 donnent là encore des résultats identiques.

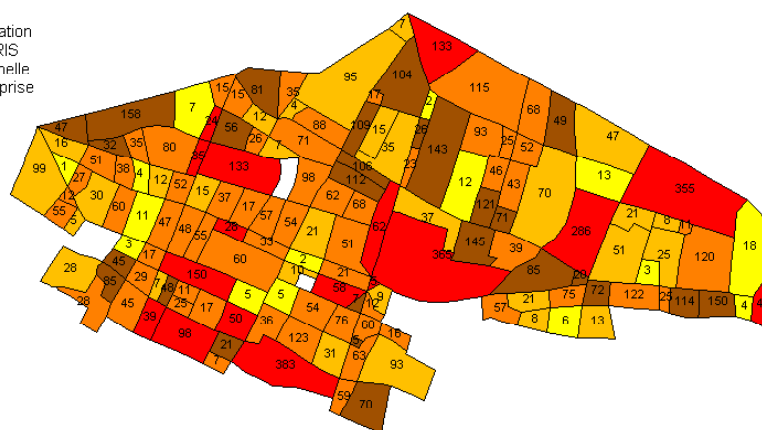
<sup>8</sup> La BD topographique, Spécifications détaillées, Édition 4, janvier 1997

**Estimations de population**  
**Type 1: Habitat de centre-ville**

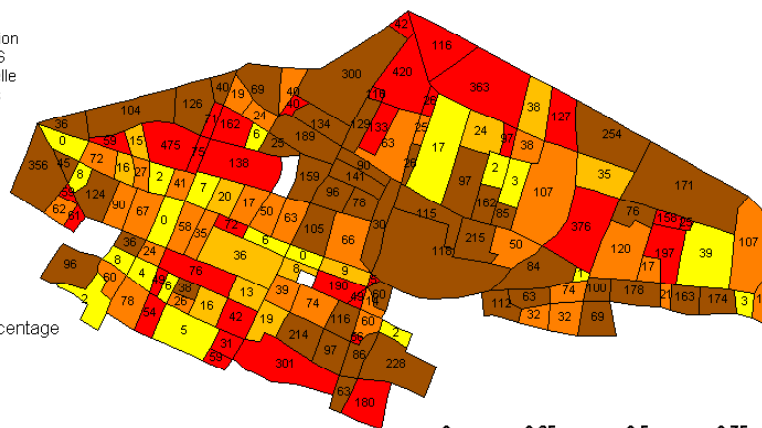
**Méthode1:**  
Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des îlots



**Méthode2:**  
Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface bâtie comprise dans les îlots



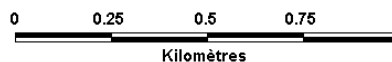
**Méthode3:**  
Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle au nombre de bâtiments inclus dans les îlots



Marge d'erreur en pourcentage

- >= 100%
- 50 à < 100%
- 25 à < 50%
- 10 à < 25%
- < 10%

41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot

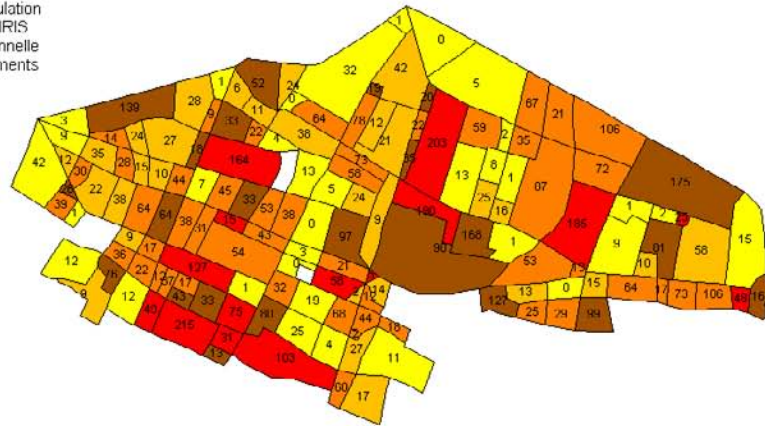


Les informations n'ont pas de valeur légale  
Référentiel : BDTopo © IGN, INSEE RGP1999 Iris Ilots

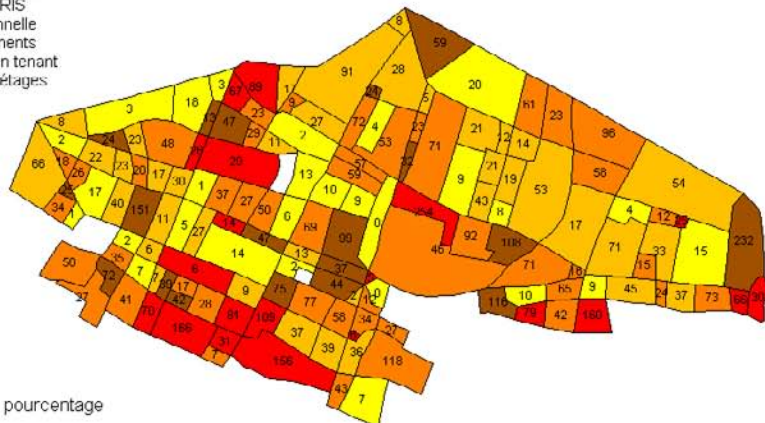
© CETE Normandie-Centre 2005  
DACT-DEIOA  
Créé le 28/04/2005

**Estimations de population**  
**Type 1: Habitat de centre-ville**

Méthode4:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface des bâtiments  
inclus dans les îlots



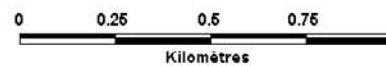
Méthode5:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface des bâtiments  
inclus dans les îlots en tenant  
compte du nombre d'étages  
des bâtiments



Marge d'erreur en pourcentage



41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot

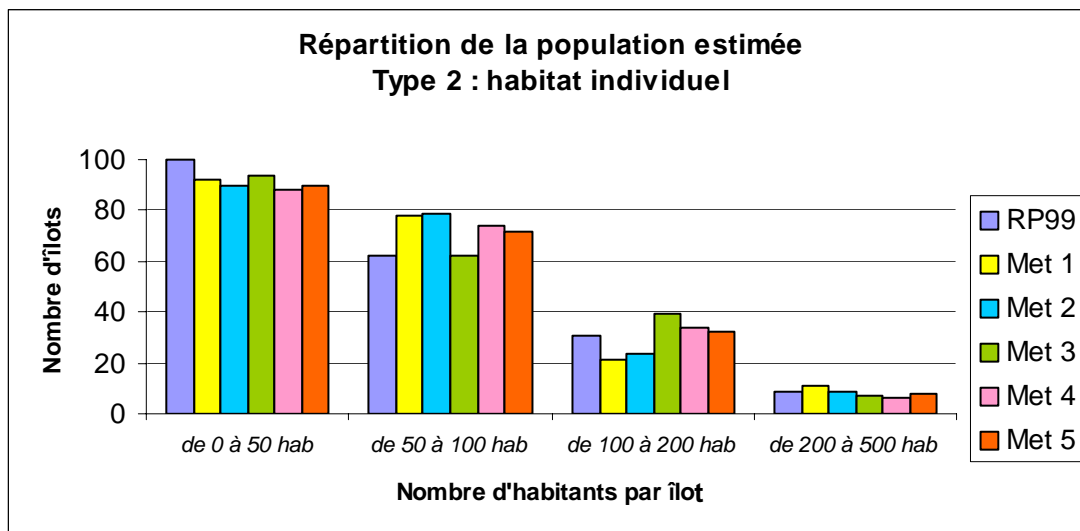


## 2.2.2 Type 2 : l'habitat individuel

### 2.2.2.1 Définition de la zone d'étude :

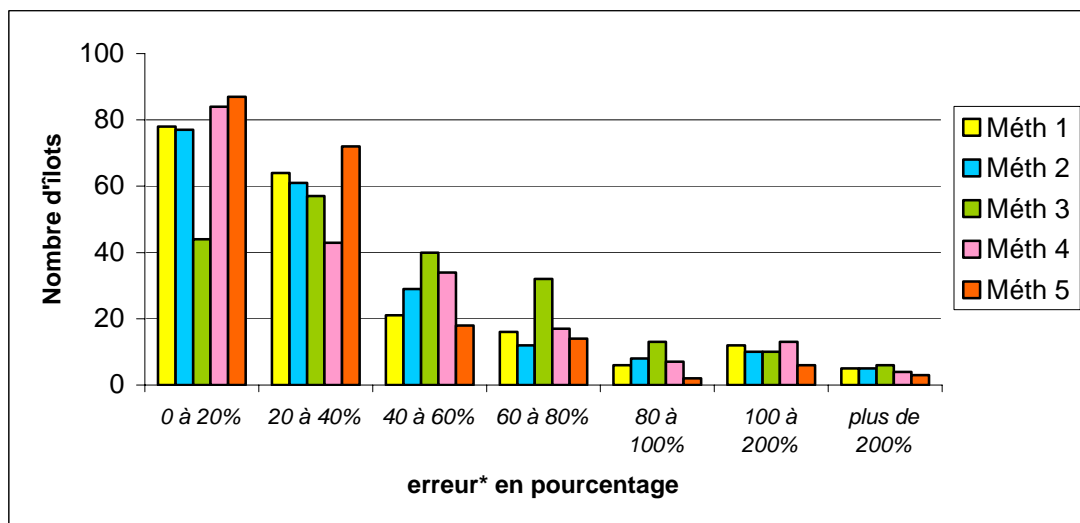
|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Nombre d'îlots               | 202    |
| Nombre d'IRIS                | 6      |
| Nombre d'habitants           | 14 092 |
| Nombre moyen d'hab. par îlot | 70     |

### 2.2.2.2 Les résultats



| Habitat centre ville           | RP99   | Méth. 1 | Méth. 2 | Méth. 3 | Méth. 4 | Méth. 5 |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nombre moyen d'hab. par îlot   | 70     | 70      | 70      | 70      | 70      | 70      |
| Nombre minimal d'hab. par îlot | 6      | 9       | 10      | 5       | 8       | 2       |
| Nombre maximal d'hab. par îlot | 442    | 477     | 456     | 313     | 305     | 373     |
| Population totale              | 14 092 | 14 065  | 14 061  | 14 087  | 14 099  | 14 092  |

### 2.2.2.3 Les erreurs



\* indicateur  $\Delta$  relatif défini au 2.1.1.2

Pour chaque méthode, le tableau suivant fournit la répartition des îlots en fonction des écarts en nombre d'habitants (indicateur  $\Delta$  *absolu* défini au 2.1.1.1 ) avec la population réelle du RP99

| <b>Ecart</b> | <b>Méthode 1</b> | <b>Méthode 2</b> | <b>Méthode 3</b> | <b>Méthode 4</b> | <b>Méthode 5</b> |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| pas d'écart  | 4                | 7                | 3                | 5                | 7                |
| moins de 5   | 33               | 32               | 26               | 36               | 43               |
| de 5 à 10    | 47               | 46               | 20               | 48               | 38               |
| de 10 à 20   | 51               | 51               | 54               | 42               | 51               |
| de 20 à 30   | 23               | 19               | 38               | 33               | 33               |
| de 30 à 50   | 22               | 27               | 28               | 17               | 16               |
| de 50 à 100  | 11               | 10               | 24               | 12               | 11               |
| plus de 100  | 11               | 10               | 9                | 9                | 3                |

Le même tableau ci-dessous présente l'écart en pourcentage (indicateur  $\Delta$  *relatif* défini au 2.1.1.2) :

| <b>Ecart %</b> | <b>Méthode 1</b> | <b>Méthode 2</b> | <b>Méthode 3</b> | <b>Méthode 4</b> | <b>Méthode 5</b> |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0-10           | 36               | 39               | 22               | 46               | 45               |
| 10-20          | 42               | 38               | 22               | 38               | 42               |
| 20-30          | 39               | 38               | 30               | 27               | 39               |
| 30-40          | 25               | 23               | 27               | 16               | 33               |
| 40-50          | 17               | 19               | 22               | 22               | 10               |
| 50-60          | 4                | 10               | 18               | 12               | 8                |
| 60-70          | 9                | 8                | 23               | 10               | 10               |
| 70-80          | 7                | 4                | 9                | 7                | 4                |
| 80-90          | 4                | 5                | 5                | 6                | 2                |
| 90-100         | 2                | 3                | 8                | 1                | 0                |
| 100-200        | 12               | 10               | 10               | 13               | 6                |
| >200           | 5                | 5                | 6                | 4                | 3                |

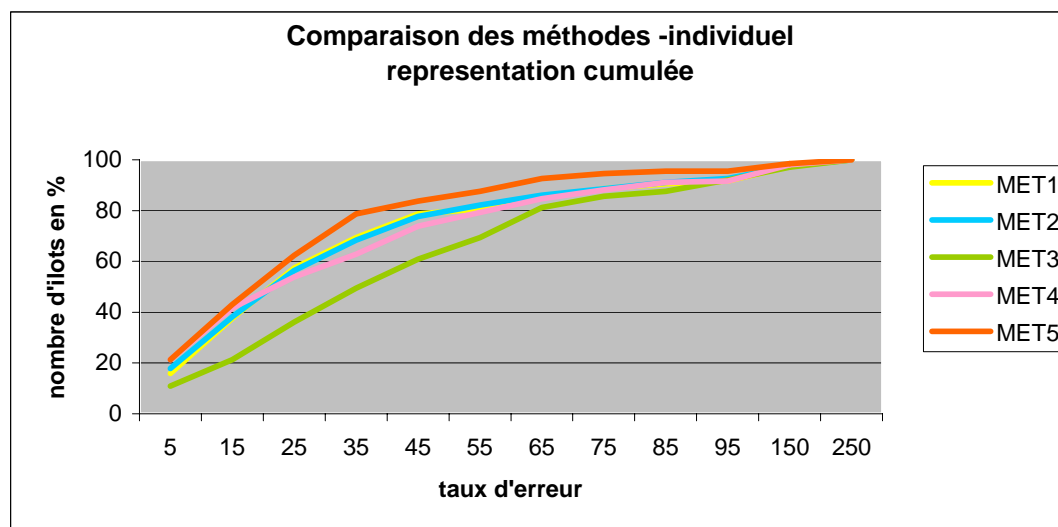
Pour chaque méthode, le tableau suivant fournit la répartition des îlots en fonction des écarts en nombre d'habitants (indicateur  $\Delta$  *absolu* défini au 2.1.1.1 ) avec la population réelle du RP99

| <b>Ecart</b> | <b>Méthode 1</b> | <b>Méthode 2</b> | <b>Méthode 3</b> | <b>Méthode 4</b> | <b>Méthode 5</b> |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| pas d'écart  | 4                | 7                | 3                | 5                | 7                |
| moins de 5   | 33               | 32               | 26               | 36               | 43               |
| de 5 à 10    | 47               | 46               | 20               | 48               | 38               |
| de 10 à 20   | 51               | 51               | 54               | 42               | 51               |
| de 20 à 30   | 23               | 19               | 38               | 33               | 33               |
| de 30 à 50   | 22               | 27               | 28               | 17               | 16               |
| de 50 à 100  | 11               | 10               | 24               | 12               | 11               |
| plus de 100  | 11               | 10               | 9                | 9                | 3                |

Le même tableau ci-dessous présente l'écart en pourcentage (indicateur  $\Delta$  *relatif* défini au 2.1.1.2) :

| <b>Ecart %</b> | <b>Méthode 1</b> | <b>Méthode 2</b> | <b>Méthode 3</b> | <b>Méthode 4</b> | <b>Méthode 5</b> |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0-10           | 36               | 39               | 22               | 46               | 45               |
| 10-20          | 42               | 38               | 22               | 38               | 42               |
| 20-30          | 39               | 38               | 30               | 27               | 39               |
| 30-40          | 25               | 23               | 27               | 16               | 33               |
| 40-50          | 17               | 19               | 22               | 22               | 10               |
| 50-60          | 4                | 10               | 18               | 12               | 8                |
| 60-70          | 9                | 8                | 23               | 10               | 10               |
| 70-80          | 7                | 4                | 9                | 7                | 4                |
| 80-90          | 4                | 5                | 5                | 6                | 2                |
| 90-100         | 2                | 3                | 8                | 1                | 0                |
| 100-200        | 12               | 10               | 10               | 13               | 6                |
| >200           | 5                | 5                | 6                | 4                | 3                |

## 2.2.2.4 Analyse



| Ensemble de la zone d'étude    | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nombre moyen d'hab. par îlot   | 70        | 70        | 70        | 70        | 70        |
| Moyenne des $\Delta_{relatif}$ | 47        | 46        | 53        | 44        | 34        |
| Médiane des $\Delta_{relatif}$ | 26        | 26        | 41        | 27        | 23        |
| $\Delta_{moyen\_pondéré}$      | 37        | 35        | 47        | 35        | 25        |
| Moyenne des $\Delta_{absolu}$  | 26        | 25        | 33        | 24        | 17        |
| Médiane des $\Delta_{absolu}$  | 12        | 12        | 19        | 11        | 12        |
| $\Delta_{total}$               | 5 271     | 4 987     | 6 609     | 4 869     | 3 522     |

Pour l'habitat individuel, la méthode 5 apparaît comme la meilleure. Environ 70 % des îlots présentent une erreur inférieure à 30 %. La prise en compte des surfaces de plancher et du nombre d'étages a donc une influence non négligeable sur la précision de l'estimation pour l'habitat individuel. Ce résultat n'était pas évident a priori.

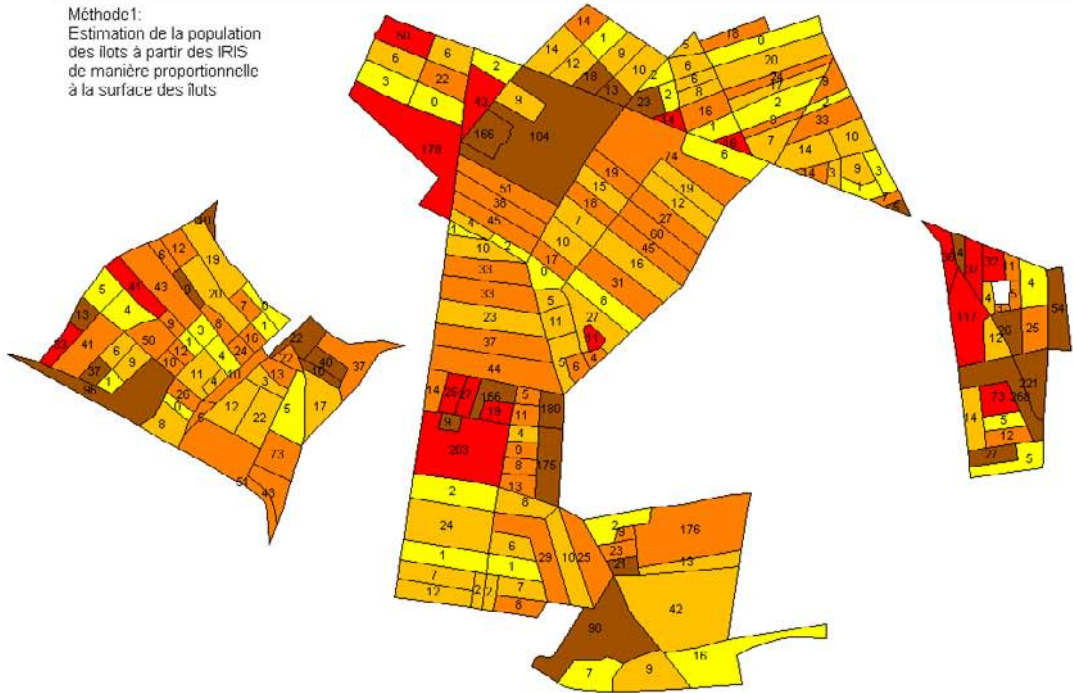
Autre résultat surprenant, la méthode 1, la plus basique et la plus simple à mettre en œuvre, donne de meilleurs résultats que la méthode 4 qui nécessite le calcul des surfaces des bâtiments.

La méthode 3 apparaît encore une fois comme la plus mauvaise.

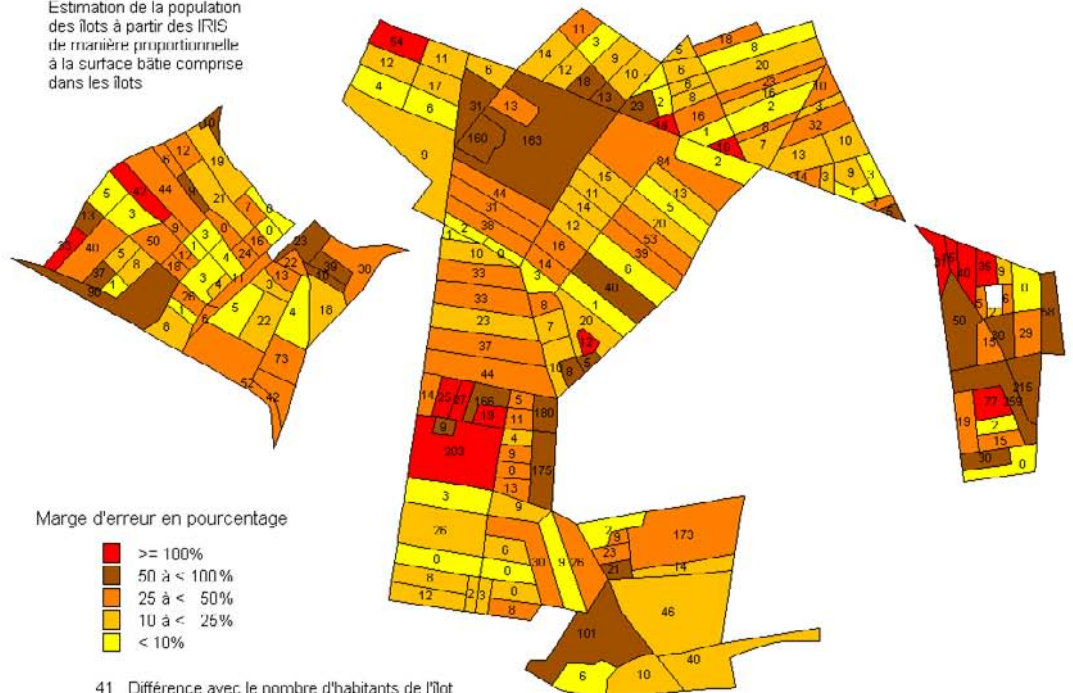


## Estimations de population Type 2: Habitat individuel

Méthode 1:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface des îlots



Méthode 2:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface bâtie comprise  
dans les îlots



Marge d'erreur en pourcentage



41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot

0 0.25 0.5 0.75 1

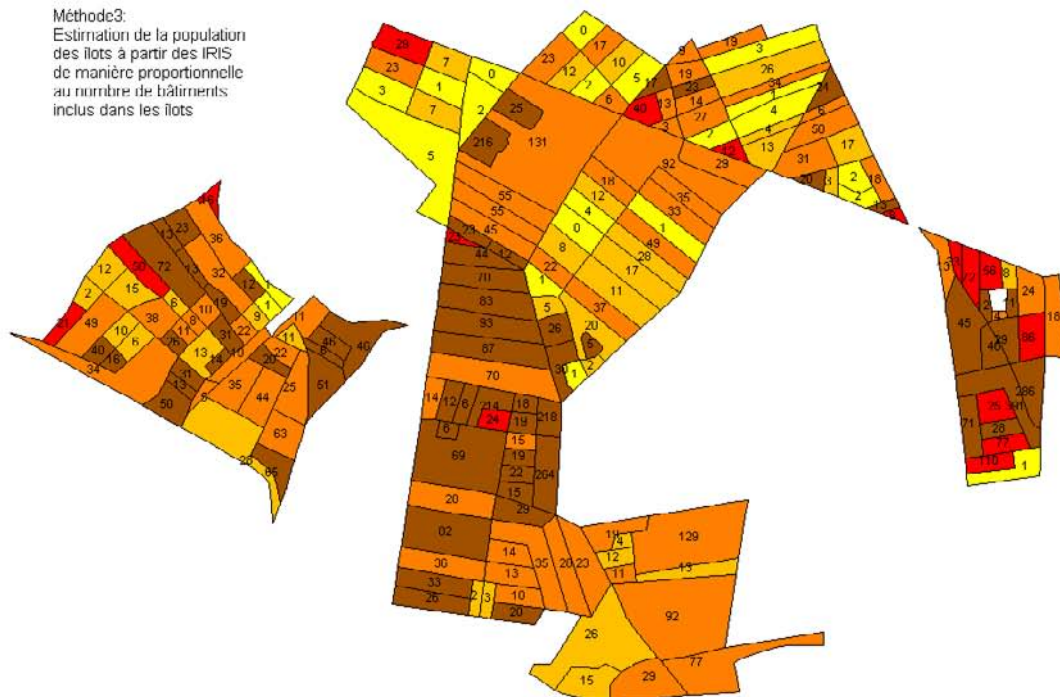
Kilomètres

Les informations n'ont pas de valeur légale  
Référentiel : BDTopo @ @ ICN, INSEE ROP1999 Iris îlots

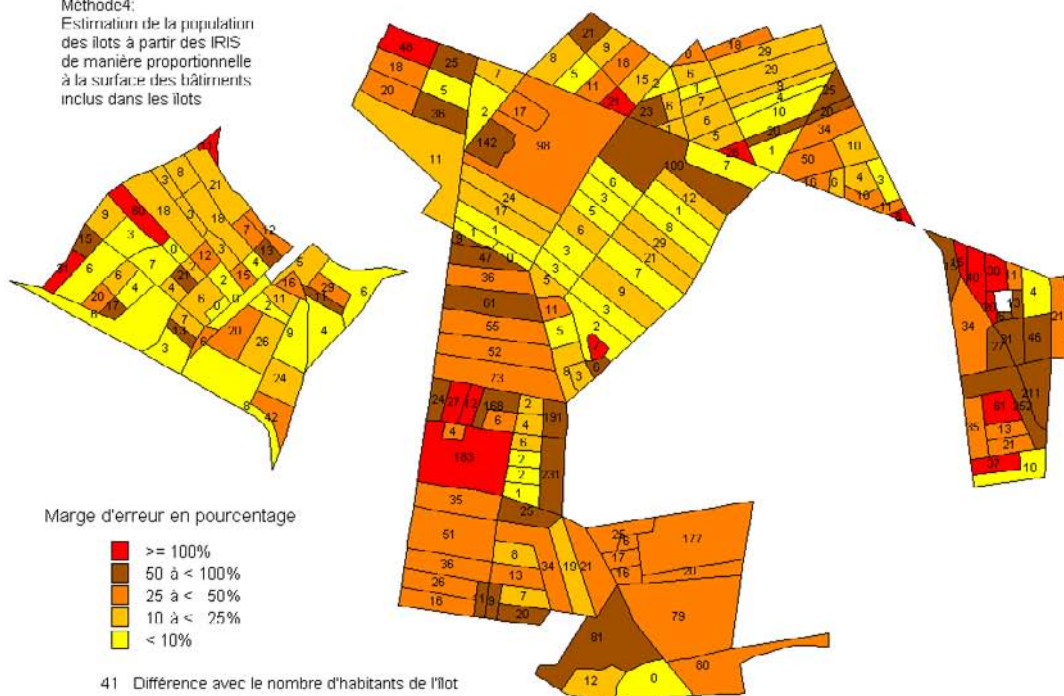
© CETE Normandie Centre 2005  
DACT-DFIOA  
Créé le 29/04/2005

**Estimations de population**  
**Type 2: Habitat individuel**

Méthode3:  
Estimation de la population  
des ilots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
au nombre de bâtiments  
inclus dans les ilots



Méthode4:  
Estimation de la population  
des ilots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface des bâtiments  
inclus dans les ilots



Les informations n'ont pas de valeur légale  
Référentiel : BDTopo @ @ IGN, INSEE RGP1999 Iris Ilots

© CETE Normandie-Centre 2005  
DACT-DEIOA  
Créé le 02/05/2005



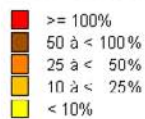
## Estimations de population Type 2: Habitat individuel

### Méthode5:

Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots en tenant compte du nombre d'étages des bâtiments



### Marge d'erreur en pourcentage



41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot

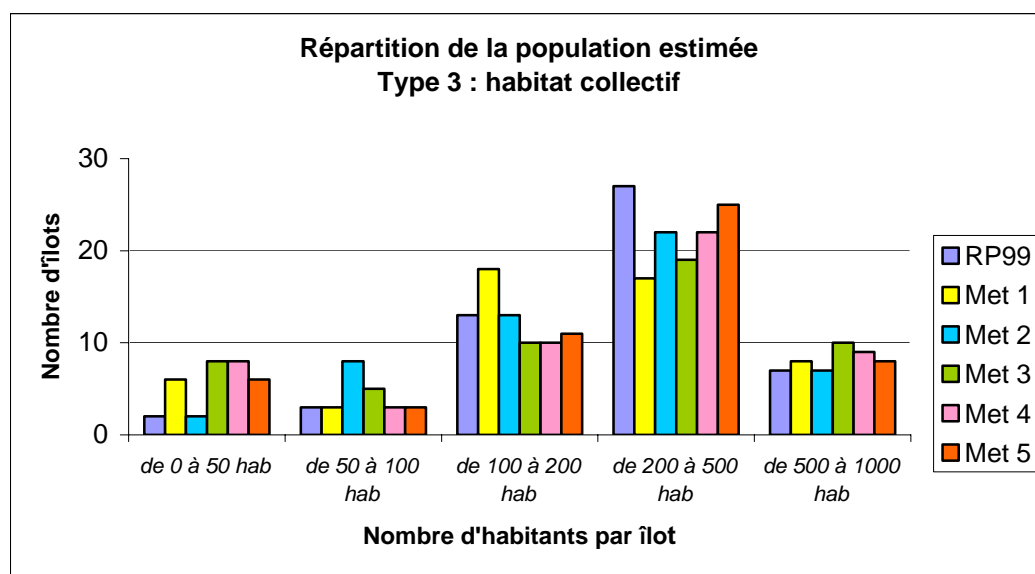


## 2.2.3 Type 3 : l'habitat collectif

### 2.2.3.1 Définition de la zone d'étude :

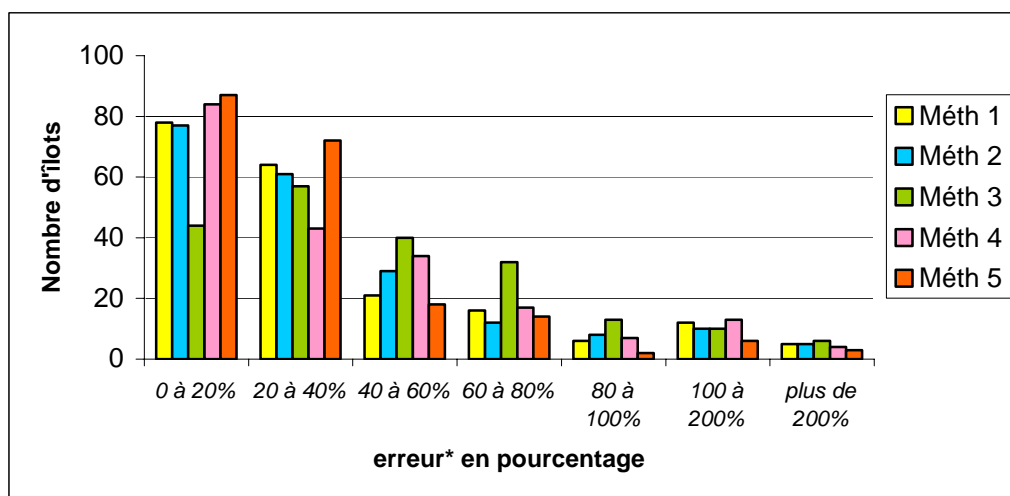
|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Nombre d'îlots               | 52     |
| Nombre d'IRIS                | 8      |
| Nombre d'habitants           | 16 227 |
| Nombre moyen d'hab. par îlot | 312    |

### 2.2.3.2 Les résultats



| Habitat centre ville           | RP99   | Méth. 1 | Méth. 2 | Méth. 3 | Méth. 4 | Méth. 5 |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nombre moyen d'hab. par îlot   | 312    | 292     | 290     | 301     | 294     | 302     |
| Nombre minimal d'hab. par îlot | 1      | 34      | 8       | 0       | 0       | 0       |
| Nombre maximal d'hab. par îlot | 853    | 983     | 848     | 917     | 866     | 1 111   |
| Population totale              | 16 227 | 15 171  | 15 082  | 15 562  | 15 263  | 15 716  |

## 2.2.3.3 Les erreurs



\* indicateur  $\Delta$  relatif défini au 2.1.1.2

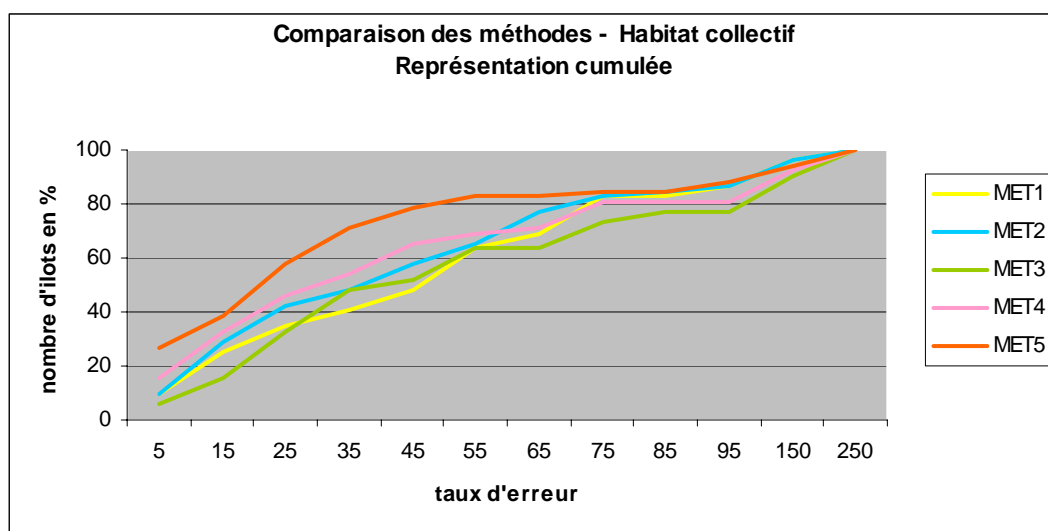
Pour chaque méthode, le tableau suivant fournit la répartition des îlots en fonction des écarts en nombre d'habitants (indicateur  $\Delta$  absolu défini au 2.1.1.1) avec la population réelle du RP99

| Ecart       | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| pas d'écart | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| moins de 5  | 0         | 0         | 0         | 2         | 3         |
| de 5 à 10   | 2         | 1         | 0         | 2         | 3         |
| de 10 à 20  | 0         | 2         | 0         | 3         | 5         |
| de 20 à 30  | 2         | 4         | 2         | 2         | 5         |
| de 30 à 50  | 7         | 7         | 7         | 6         | 5         |
| de 50 à 100 | 7         | 6         | 14        | 10        | 16        |
| plus de 100 | 33        | 31        | 29        | 27        | 15        |

Le même tableau ci-dessous présente l'écart en pourcentage (indicateur  $\Delta$  relatif défini au 2.1.1.b) :

| Ecart % | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0-10    | 7         | 7         | 3         | 9         | 15        |
| 10-20   | 6         | 8         | 5         | 8         | 5         |
| 20-30   | 5         | 7         | 9         | 8         | 10        |
| 30-40   | 4         | 4         | 8         | 4         | 8         |
| 40-50   | 3         | 4         | 2         | 5         | 3         |
| 50-60   | 8         | 4         | 6         | 2         | 2         |
| 60-70   | 3         | 6         | 0         | 1         | 0         |
| 70-80   | 7         | 3         | 5         | 5         | 1         |
| 80-90   | 0         | 1         | 2         | 0         | 0         |
| 90-100  | 2         | 1         | 0         | 0         | 2         |
| 100-200 | 5         | 5         | 7         | 6         | 4         |
| >200    | 2         | 2         | 5         | 4         | 1         |

| Ensemble de la zone d'étude    | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nombre moyen d'hab. par îlot   | 295       | 294       | 310       | 297       | 303       |
| Moyenne des $\Delta_{relatif}$ | 1 651     | 1 653     | 1 134     | 1 056     | 361       |
| Médiane des $\Delta_{relatif}$ | 47        | 39        | 52        | 32        | 30        |
| $\Delta_{moyen\_pondéré}$      | 49        | 44        | 54        | 42        | 35        |
| Moyenne des $\Delta_{absolu}$  | 152       | 137       | 167       | 131       | 109       |
| Médiane des $\Delta_{absolu}$  | 30        | 30        | 44        | 22        | 21        |
| $\Delta_{total}$               | 7 881     | 7 145     | 8 686     | 6 832     | 5 648     |



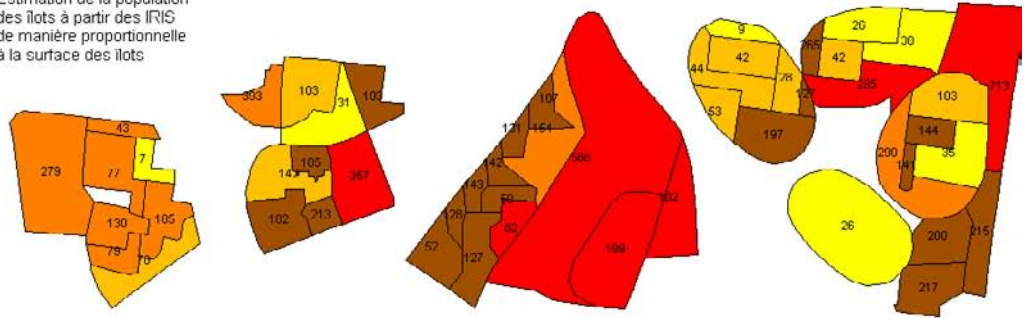
Comme cela était prévisible, pour l'habitat collectif, la méthode 5 donne les meilleurs résultats. Cette fois, le gain de précision obtenu par cette méthode par rapport aux autres est particulièrement net et justifie ainsi l'emploi d'une méthode prenant en compte le nombre d'étages des bâtiments.

La méthode 4 n'apporte pas vraiment de meilleurs résultats que les autres méthodes alors qu'elle est quand même plus élaborée. La seule prise en compte de la surface des bâtiments n'a en effet pas grand intérêt pour de l'habitat collectif.

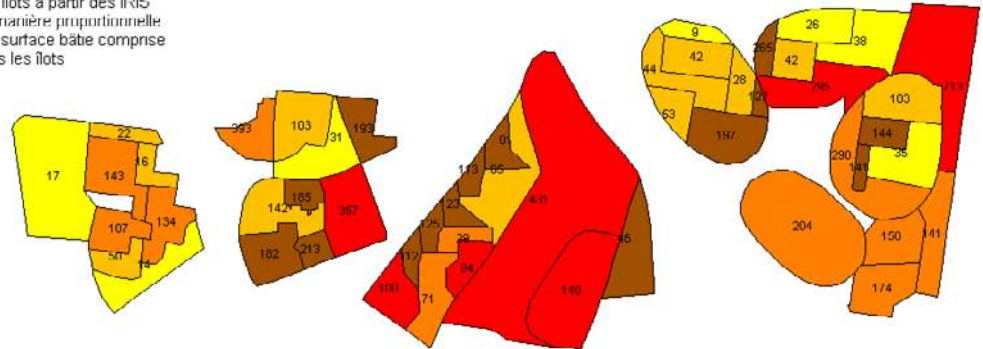
La méthode 3, basée sur le nombre de bâtiments inscrits dans les îlots, apparaît ainsi comme aussi adaptée que la méthode 4 dans le cas de l'habitat collectif.

**Estimations de population**  
**Type 3: Grand collectif**

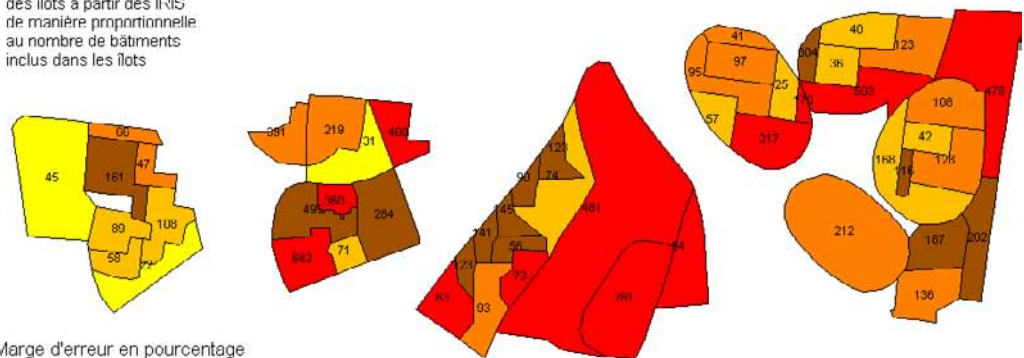
Méthode 1:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface des îlots



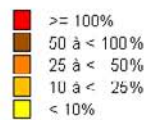
Méthode 2:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface bâtie comprise  
dans les îlots



Méthode 3:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
au nombre de bâtiments  
inclus dans les îlots



Marge d'erreur en pourcentage



41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot



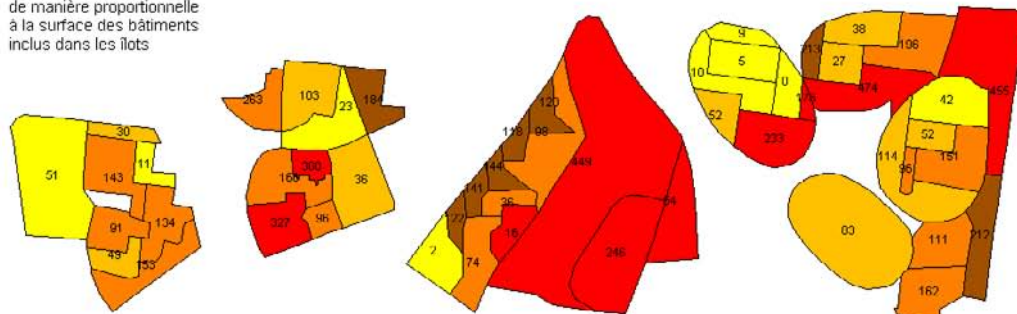
Les informations n'ont pas de valeur légale  
Référentiel : BD Topo © IGN, INSEE RGP1999 Ins îlots

© CETE Normandie-Centre 2005  
DACT-DEIOA  
Créé le 02/05/2005

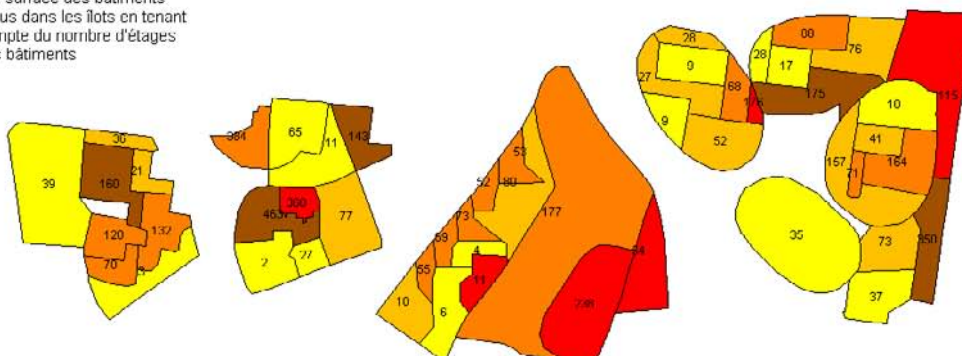


**Estimations de population**  
**Type 3: Grand collectif**

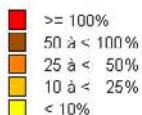
Méthode4:  
Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots



Méthode5:  
Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots en tenant compte du nombre d'étages des bâtiments



Marge d'erreur en pourcentage



41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot

Les informations n'ont pas de valeur légale  
Référentiel : BDTopo @ @ IGN, INSEE RGP1999 Iris îlots

© CETE Normandie-Centre 2005  
DACT-DEIOA  
Créé le 02/05/2005

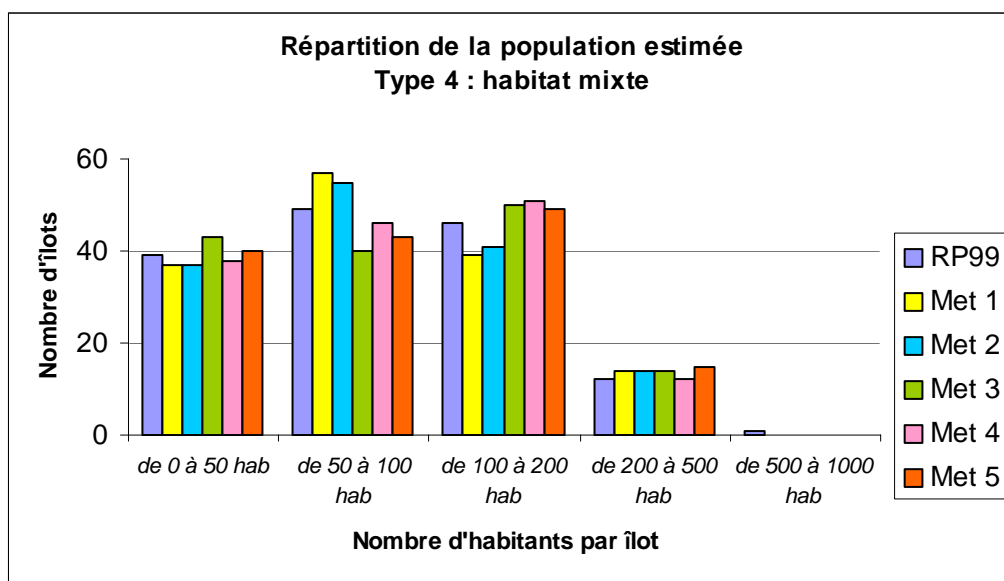


## 2.2.4 Type 4 : l'habitat mixte

### 2.2.4.1 Définition de la zone d'étude :

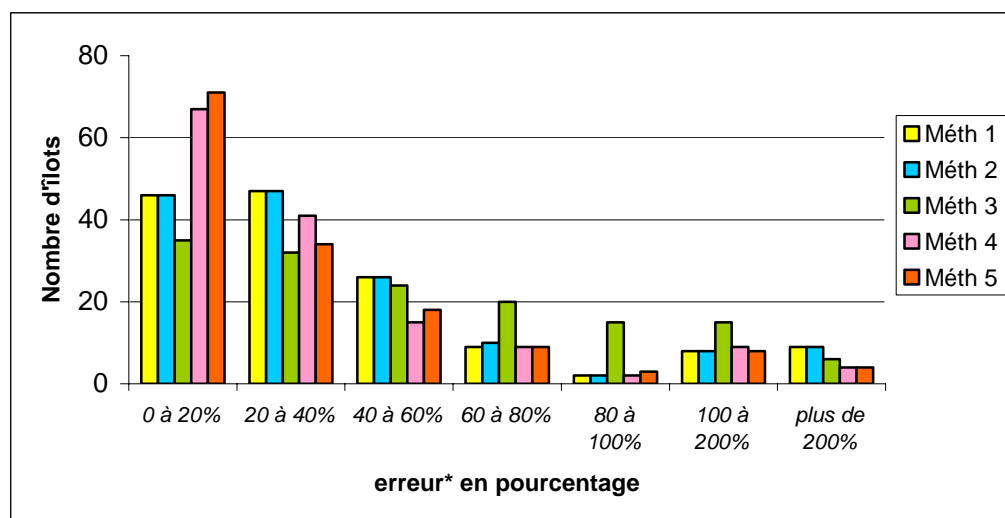
|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Nombre d'îlots               | 147    |
| Nombre d'IRIS                | 7      |
| Nombre d'habitants           | 14 766 |
| Nombre moyen d'hab. par îlot | 100    |

### 2.2.4.2 Les résultats



| Habitat centre ville           | RP99   | Méth. 1 | Méth. 2 | Méth. 3 | Méth. 4 | Méth. 5 |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nombre moyen d'hab. par îlot   | 100    | 98      | 99      | 100     | 100     | 100     |
| Nombre minimal d'hab. par îlot | 1      | 7       | 7       | 0       | 0       | 0       |
| Nombre maximal d'hab. par îlot | 617    | 402     | 402     | 426     | 437     | 444     |
| Population totale              | 14 766 | 14 477  | 14 480  | 14 741  | 14 755  | 14 760  |

## 2.2.4.3 Les erreurs



\* indicateur  $\Delta$  relatif défini au 2.1.1.2

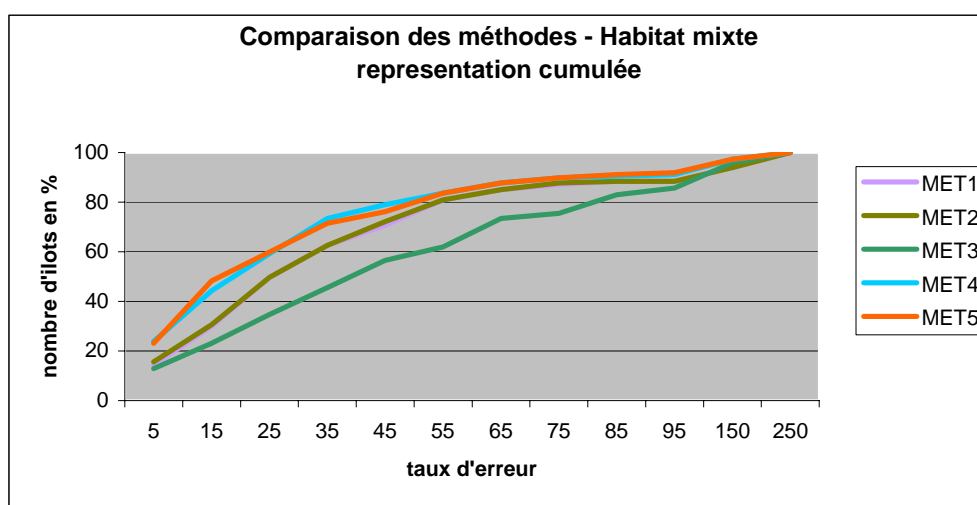
Pour chaque méthode, le tableau suivant fournit la répartition des îlots en fonction des écarts en nombre d'habitants (indicateur  $\Delta$  absolu défini au 2.1.1.1) avec la population réelle du RP99

| Ecart       | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| pas d'écart | 0         | 2         | 1         | 5         | 4         |
| moins de 5  | 17        | 15        | 14        | 27        | 24        |
| de 5 à 10   | 15        | 14        | 12        | 22        | 26        |
| de 10 à 20  | 31        | 32        | 21        | 24        | 28        |
| de 20 à 30  | 23        | 24        | 20        | 17        | 20        |
| de 30 à 50  | 27        | 26        | 36        | 21        | 9         |
| de 50 à 100 | 22        | 22        | 28        | 24        | 26        |
| plus de 100 | 12        | 12        | 15        | 7         | 10        |

Le même tableau ci-dessous présente l'écart en pourcentage (indicateur  $\Delta$  relatif défini au 2.1.1.2) :

| Ecart % | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0-10    | 22        | 24        | 22        | 35        | 35        |
| 10-20   | 24        | 22        | 13        | 32        | 36        |
| 20-30   | 27        | 27        | 16        | 23        | 17        |
| 30-40   | 20        | 20        | 16        | 18        | 17        |
| 40-50   | 11        | 13        | 16        | 8         | 8         |
| 50-60   | 15        | 13        | 8         | 7         | 10        |
| 60-70   | 6         | 6         | 17        | 6         | 7         |
| 70-80   | 3         | 4         | 3         | 3         | 2         |
| 80-90   | 2         | 1         | 12        | 1         | 2         |
| 90-100  | 0         | 0         | 3         | 1         | 1         |
| 100-200 | 8         | 8         | 15        | 9         | 8         |
| >200    | 9         | 9         | 6         | 4         | 4         |

| Ensemble de la zone d'étude    | Méthode 1 | Méthode 2 | Méthode 3 | Méthode 4 | Méthode 5 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nombre moyen d'hab. par îlot   | 98        | 99        | 100       | 100       | 100       |
| Moyenne des $\Delta_{relatif}$ | 109       | 109       | 73        | 41        | 45        |
| Médiane des $\Delta_{relatif}$ | 30        | 30        | 45        | 22        | 26        |
| $\Delta_{moyen\_pondéré}$      | 39        | 39        | 44        | 30        | 36        |
| Moyenne des $\Delta_{absolu}$  | 40        | 39        | 44        | 30        | 36        |
| Médiane des $\Delta_{absolu}$  | 30        | 30        | 44        | 22        | 21        |
| $\Delta_{total}$               | 5 817     | 5 754     | 6 460     | 4 483     | 5 268     |



Comme cela était prévisible, pour l'habitat collectif, la méthode 5 donne les meilleurs résultats. Cette fois, le gain de précision obtenu par cette méthode par rapport aux autres est particulièrement net et justifie ainsi l'emploi d'une méthode prenant en compte le nombre d'étages des bâtiments.

La méthode 4 n'apporte pas vraiment de meilleurs résultats que les autres méthodes alors qu'elle est quand même plus élaborée. La seule prise en compte de la surface des bâtiments n'a en effet pas grand intérêt pour de l'habitat collectif.

La méthode 3, basée sur le nombre de bâtiments inscrits dans les îlots, apparaît ainsi comme aussi adaptée que la méthode 4 dans le cas de l'habitat collectif.

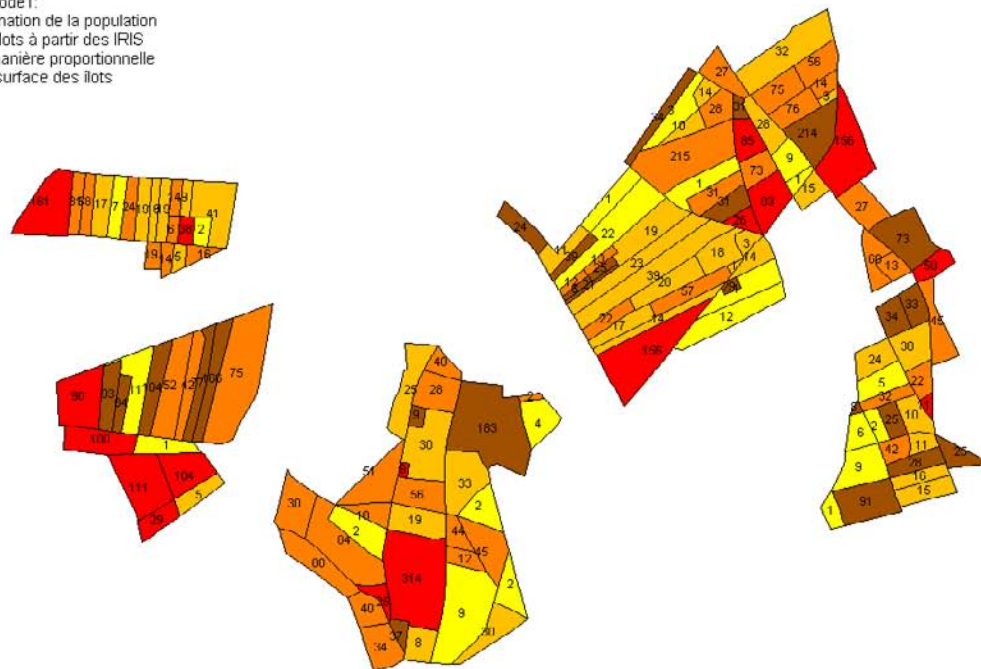
Le graphe obtenu ressemble à celui obtenu pour le type 1 (habitat de centre-ville). On y retrouve les mêmes tendances : les méthodes 4 et 5 sont les meilleures mais la méthode 5 n'apporte pas de précision supplémentaire par rapport à la méthode 4, qui ne prend pourtant pas en compte le nombre d'étages.

Les explications envisageables sont du même ordre que pour le type 1 (étages qui ne sont pas utilisés comme habitations et/ou hétérogénéité du bâti).

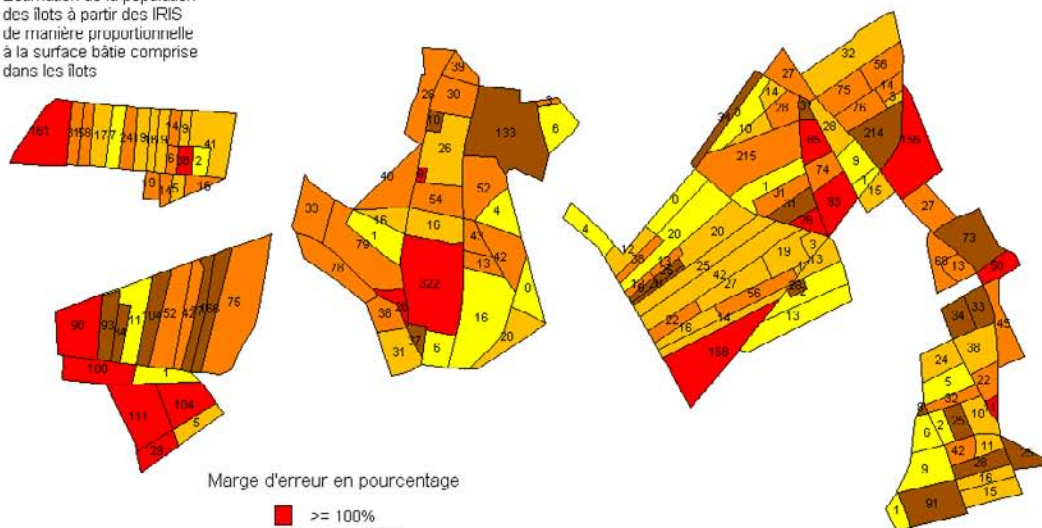
Là encore, la méthode 3 apparaît comme la plus mauvaise et doit donc être écartée.

**Estimations de population**  
**Type 4: Habitat mixte (individuel et collectif)**

Méthode 1:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface des îlots



Méthode 2:  
Estimation de la population  
des îlots à partir des IRIS  
de manière proportionnelle  
à la surface bâtie comprise  
dans les îlots



Marge d'erreur en pourcentage

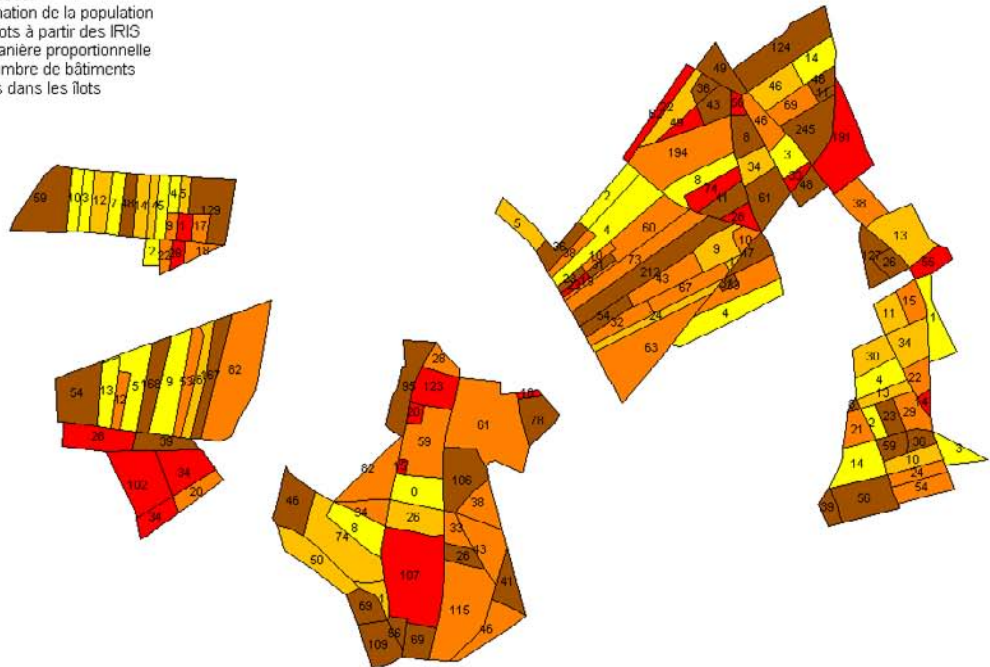
- >= 100%
- 50 à < 100%
- 25 à < 50%
- 10 à < 25%
- < 10%

41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot

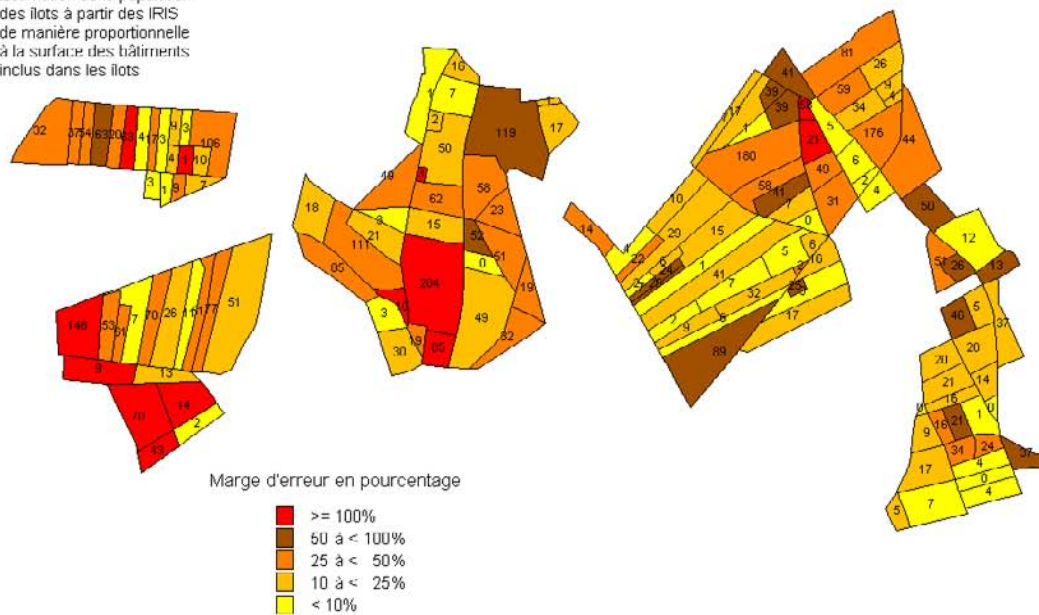


**Estimations de population**  
**Type 4: Habitat mixte (individuel et collectif)**

Méthode3:  
Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle au nombre de bâtiments inclus dans les îlots



Méthode4:  
Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots



Marge d'erreur en pourcentage

- >= 100%
- 50 à < 100%
- 25 à < 50%
- 10 à < 25%
- < 10%

41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot

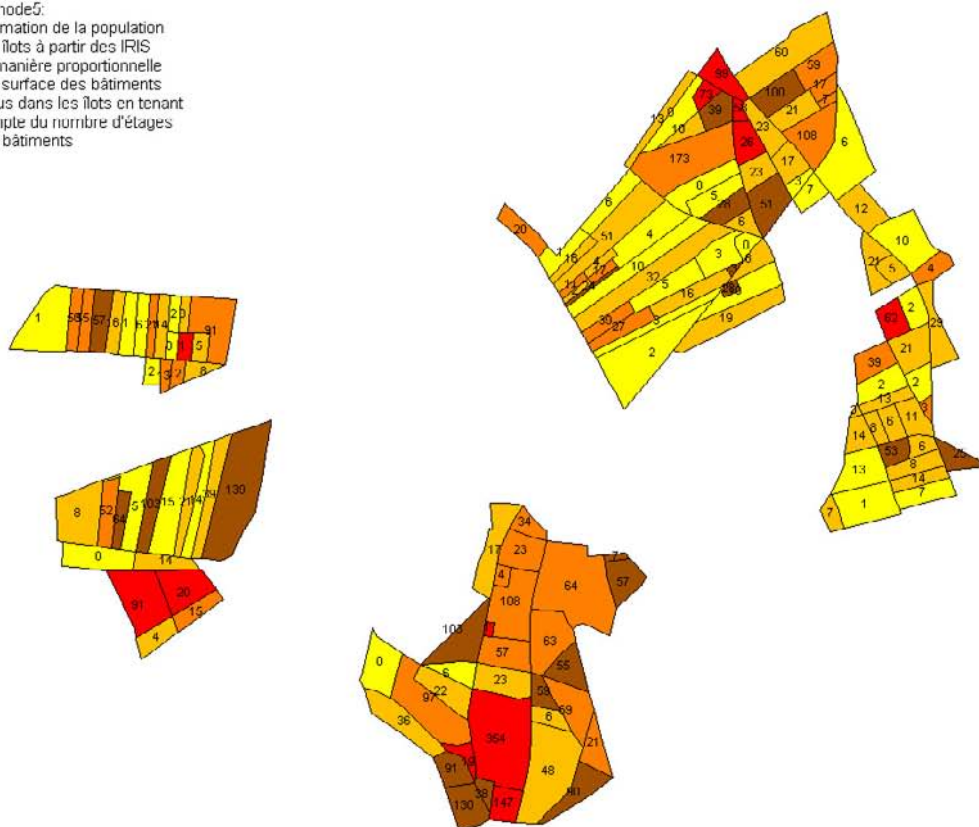
0 0.25 0.5 0.75

Kilomètres



**Estimations de population**  
**Type 4: Habitat mixte (individuel et collectif)**

Méthode5:  
 Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots en tenant compte du nombre d'étages des bâtiments



Marge d'erreur en pourcentage

- >= 100%
- 50 à < 100%
- 25 à < 50%
- 10 à < 25%
- < 10%

41 Différence avec le nombre d'habitants de l'îlot



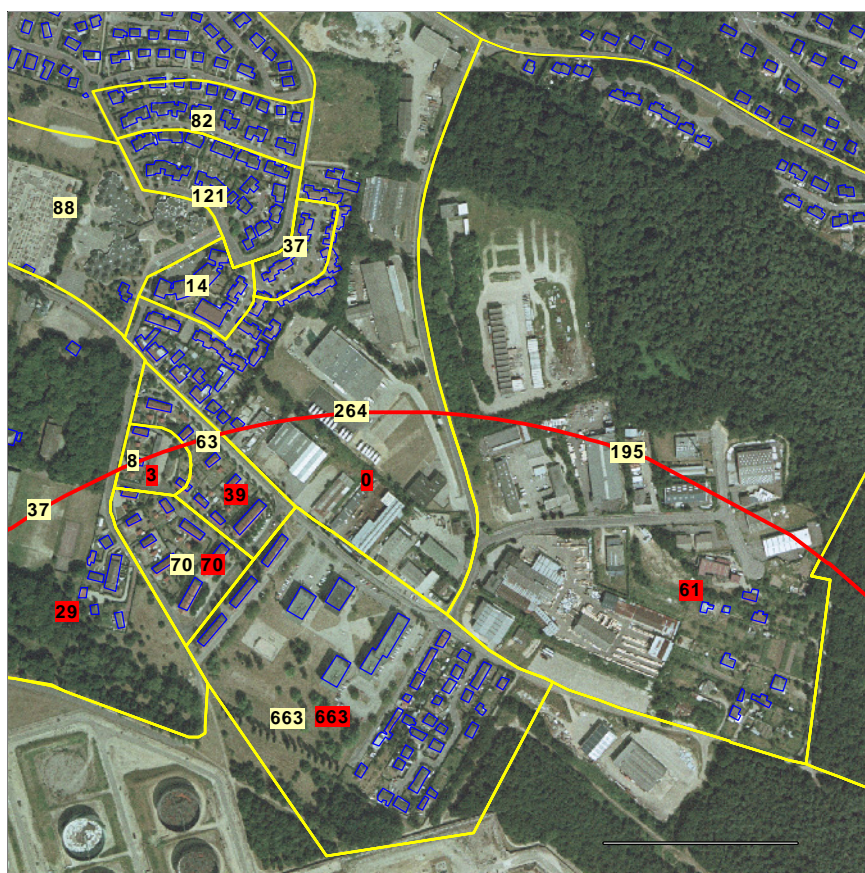
Les informations n'ont pas de valeur légale  
 Référentiel : BDTopo © IGN, INSEE RGP1999 Iris Ilots

© CETE Normandie-Centre 2005  
 DACT-DEIOA  
 Créé le 17/05/2005

### 3. Applications à des cas concrets

#### 3.1 Calcul d'une marge d'erreur totale liée aux estimations de population

Dans le cadre de l'approche mise en place pour comparer différentes méthodes d'estimation des populations, il faut rappeler le fait que l'on se situe dans le cas le plus défavorable, à savoir l'estimation stricte de la population d'objets géographiques uniques (îlots INSEE). Dans la réalité, très souvent, les estimations sont nécessaires à la marge, pour ce qui concerne les limites des périmètres à estimer, des unités géographiques étant agrégées entièrement dans le cadre de l'estimation.



Dans l'exemple ci-dessus, les îlots INSEE et leur population apparaissent en jaune.

L'habitat apparaît en bleu et le périmètre d'étude est en rouge.

On constate que l'estimation de population ne va porter que sur les îlots intersectés par le périmètre d'étude, la population des îlots inclus dans le périmètre étant ventilée entièrement.

La notion de « marge d'erreur » de l'estimation ne porte donc que sur les îlots intersectés par le périmètre d'étude.

Pour tenir compte de ce phénomène, on propose donc une formule générale permettant de calculer les marges d'erreur inhérentes aux estimations dans les cas les plus fréquents où les périmètres à estimer incorporent des objets géographiques dont la population est connue.

La démarche générale consiste à calculer la marge d'erreur des estimations concernant les limites des périmètres (Mel) puis à prendre en compte la population interne aux périmètres dont on connaît précisément le nombre afin de déterminer la Marge d'erreur totale (Met) liée à l'estimation de la manière suivante :

$$Met(\%) = \frac{(population\ totale\ estimée - population\ objets\ inclus) \times Mel}{population\ totale\ estimée} \times 100$$

*Met = Marge d'erreur totale*

*Mel = Marge d'erreur aux limites (elle est donnée plus loin par type de méthode)*

La marge d'erreur aux limites (Mel) dépend ici à la fois du type de méthode utilisé et du type de bâti sur lequel est appliqué la méthode. Comme dans la plupart des cas les estimations de populations portent sur des secteurs hétérogènes du point de vue du bâti (collectif, individuel, etc.), on propose donc d'appliquer une Marge d'erreur aux limites (Mel) moyenne tenant compte des diverses formes de bâti.

Également, on privilégiera, pour déterminer cette Marge d'erreur aux limites, l'écart moyen pondéré par rapport au RP. En effet, l'écart moyen pondéré a été calculé afin de corriger les marges d'erreur importantes sur des effectifs d'îlots INSEE très faibles (un ou deux habitants) liés au principe même de construction des îlots.

| <b>Tous types de bâti</b>         | MET1 | MET2 | MET3 | MET4 | MET5 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Marge d'erreur aux limites (en %) | 43   | 41   | 54   | 35   | 34   |

Dans des cas très précis d'estimations au sein de quartiers homogènes du point de vue du bâti, on se référera aux marges d'erreur déterminées par type de bâti :

|                           | MET1      | MET2      | MET3      | MET4      | MET5      |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Habitat de centre-ville   | 44        | 44        | 66        | 32        | 35        |
| Habitat individuel        | 37        | 35        | 47        | 34        | 29        |
| Habitat collectif         | 49        | 44        | 54        | 42        | 35        |
| Habitat mixte             | 39        | 39        | 44        | 30        | 36        |
| <b>Tous types de bâti</b> | <b>43</b> | <b>41</b> | <b>54</b> | <b>35</b> | <b>34</b> |

*Marge d'erreur aux limites par type de bâti (en %)*



### 3.2 Cas n°1 : Estimation de la population de l'aire urbaine de Rouen à moins de 45 minutes en automobile de l'Hôtel de Ville

Dans l'exemple suivant, l'objectif est de déterminer la part de la population d'une aire urbaine ayant accès, en moins de 45 minutes en automobile en Heure de Pointe, à l'Hôtel de Ville de la commune centre de l'aire urbaine.

Pour ce qui concerne la méthode de modélisation du réseau routier et de prise en compte de l'heure de pointe, on se référera à une étude du CETE Normandie-Centre réalisée pour le compte du Certu<sup>9</sup>.

L'intérêt de cet exemple tient dans la nécessité d'estimer une population à moyenne échelle, sur un territoire, l'aire urbaine de Rouen, composé de 177 communes. Pour réaliser l'estimation, on utilise ici les IRIS INSEE, au nombre de 554 sur la zone d'étude.

La méthode retenue est ici la plus basique et la plus rapide à mettre en oeuvre (affectation proportionnelle à la surface des IRIS intersectés par l'isochrone).

L'échelle d'étude et la nature du territoire couvert nous amène à retenir la marge d'erreur aux limites déterminée pour tous types de bâti, soit dans le cas présent 43 %.

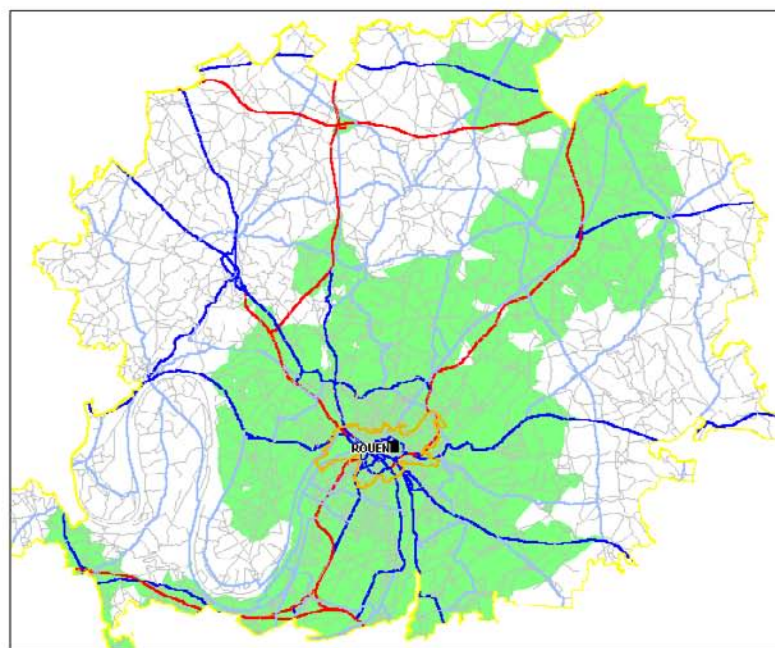
1. Population de l'aire urbaine de Rouen : 510 852 habitants
2. Population au sein de l'isochrone 45 minutes : 424 438 habitants
3. Population des IRIS entièrement inclus dans l'isochrone : 373 896 habitants

$$\text{Marge d'erreur totale} = \frac{(424\,438 - 373\,896) \times 0,43}{424\,438} \times 100 = 5,12 \%$$

On peut donc estimer la population de l'aire urbaine de Rouen à moins de 45 minutes de l'Hôtel de Ville de Rouen, en automobile et en Heure de Pointe, à 424 438 habitants, avec une marge d'erreur d'environ 5 %.

<sup>9</sup> Accessibilité VP aux grands équipements, Tests sur l'aire urbaine de Rouen, mai 2005, CETE Normandie-Centre, 38p.

**Estimation de la population de l'Aire urbaine de Rouen  
à moins de 45 minutes en automobile de l'Hôtel de Ville**



Population de l'aire urbaine de Rouen:  
510 852 habitants

Temps d'accès en minutes à l'Hôtel de Ville  
Voiture - Heure de Pointe

■ Moins de 45' (424 438 habitants)

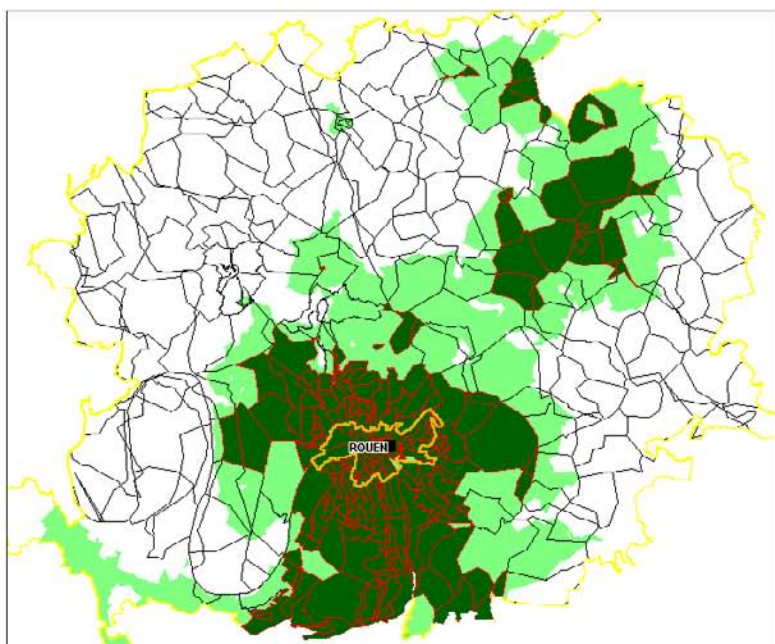
Réseau routier en 2004

- Type autoroutier
- Liaison principale
- Liaison régionale
- Liaison locale

□ Aire urbaine de Rouen

□ Ville de Rouen

■ IRIS entièrement inclus dans l'isochrone (303)  
□ IRIS (551)



0 2.5 5 7.5 10  
Kilomètres

Référentiel : BDCarto® © IGN, RGP1999 IRIS INSEE

© CETE Normandie-Centre 2005  
DACT-DEIOA  
Créé le 26/05/2005

### 3.3 Cas n°2 : Estimation de la population de l'agglomération de Rouen à moins de 400 mètres d'un arrêt de TCSP

Dans le cadre de cet exemple, l'objectif est de déterminer la part de la population de l'agglomération rouennaise résidant à moins de 400 mètres d'un arrêt de TCSP<sup>10</sup>, à savoir dans le cas présent le Métrobus.

L'intérêt de cet exemple tient dans la nécessité d'estimer une population à grande échelle, sur un territoire, l'Agglomération de Rouen, composé de 34 communes. Pour réaliser l'estimation, on utilise ici les îlots INSEE, au nombre de 3.231 sur la zone d'étude.

La méthode d'estimation retenue nécessite l'utilisation de la BDTopo et consiste à affecter la population des îlots dans les bâtiments quelconques de la BDTopo de manière proportionnelle à leur surface au sol (Méthode 4 du présent rapport), puis à estimer la population résidente au sein d'un tampon de rayon 400 mètres (méthode sphérique) en re-ventilant la population depuis les bâtiments vers le tampon.

Afin de tenir compte des cas de figure où un seul bâtiment s'étendrait sur plusieurs îlots, on découpe les bâtiments en fonction des îlots.

Afin de produire l'estimation au sein du tampon, on considère que le moindre bâtiment intersecté par le tampon a donc accès à un arrêt de TCSP à moins de 400 mètres et on ventile donc sa population dans le tampon.

L'échelle d'étude et la nature du territoire couvert nous amène à retenir la marge d'erreur aux limites déterminée pour tous types de bâti, soit dans le cas présent 35%.

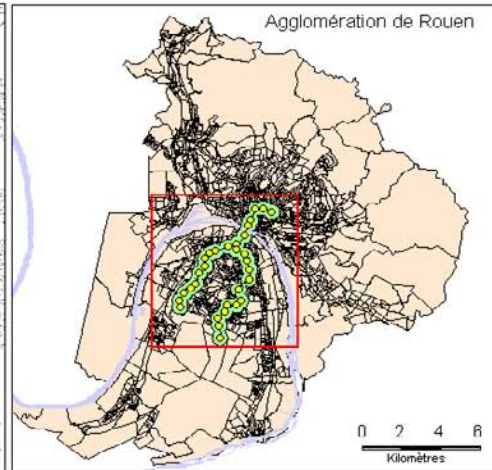
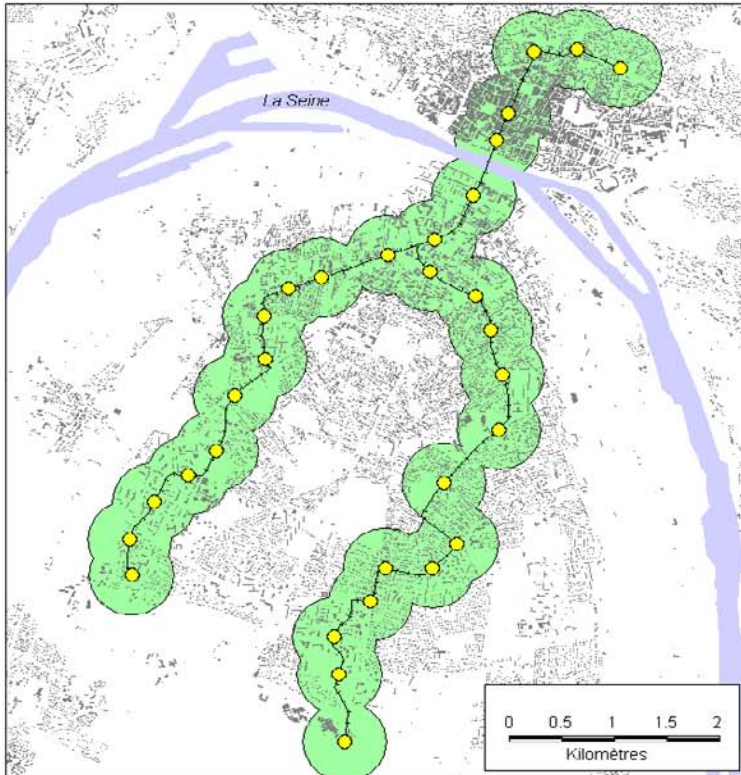
1. Population de l'agglomération de Rouen : 391 390 habitants
2. Population au sein du tampon 400 mètres : 91 277 habitants
3. Population des îlots entièrement inclus dans le tampon : 58 366 habitants

$$\text{Marge d'erreur totale} = \frac{(91\,277 - 58\,366) \times 0,35}{91\,277} \times 100 = 12,62 \%$$

On peut donc estimer la population de l'agglomération de Rouen résidant à moins de 400 mètres d'un arrêt de Métrobus à 91 277 habitants (soit environ 23 % de la population de l'Agglomération), avec une marge d'erreur d'environ 13 %.

<sup>10</sup> Transport en Commun en Site Propre

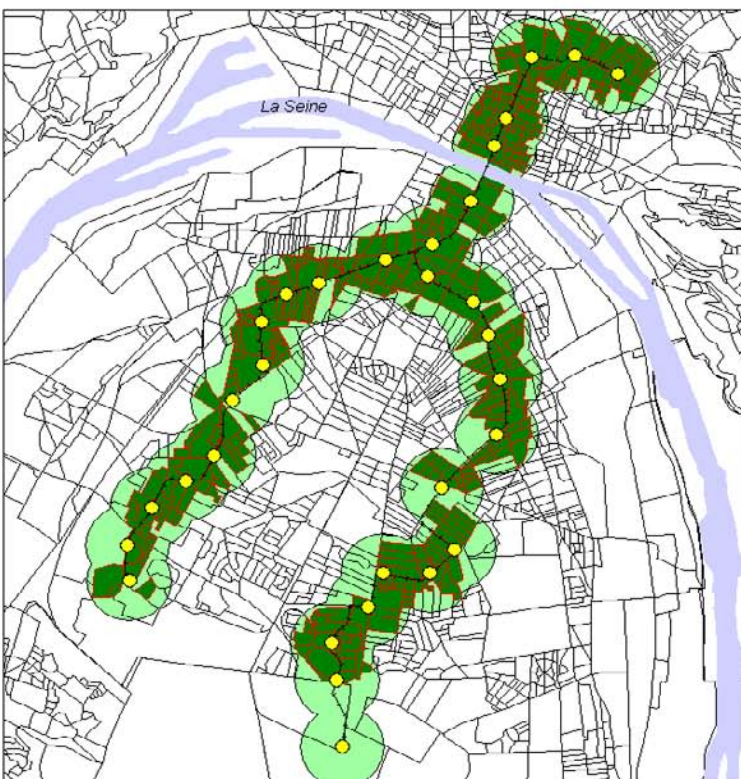
**Estimation de la population de l'Agglomération de Rouen  
à moins de 400 mètres d'une station de Métrobus**



Accessibilité à pied au Métrobus

- Moins de 400 mètres d'une station (81 277 habitants)
- Ilots entièrement inclus dans le tampon (452)
- Ilots INSEE (3231)
- Arrêts Métrobus (31)
- Bâtiment quelconque

Population de l'Agglomération de Rouen:  
391 390 habitants (RGP1999)



Référentiel : BDCarto© IGN, BDTopo© IGN  
© CETE Normandie-Centre 2005  
DACT-DEIOA  
Créé le 01/08/2005

## 4. Avantages et inconvénients des cinq méthodes testées

|  | Avantages   | Inconvénients  |
|--|---|--|
| <b>Méthode 1</b> : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des îlots   | Rapidité et facilité<br>Disponibilité des données<br>Adapté à moyenne ou petite échelle   | Moins adapté aux secteurs de grand collectif et surtout en milieu périurbain ou rural<br>Précision moyenne   |
| <b>Méthode 2</b> : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface bâtie comprise dans les îlots (tâche urbaine)   | Rapidité et relative facilité<br>Adapté à moyenne ou petite échelle<br>Adapté en milieu périurbain ou rural   | Disponibilité des données (nécessité d'une tâche urbaine du type OCS de la BDCarto par exemple)<br>Précision moyenne<br>Structure de la base de données OCS qui influe fortement sur le résultat (géométrie, contenu, actualité des données par rapport au RP) |
| <b>Méthode 3</b> : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle au nombre de bâtiments inclus dans les îlots   | Relative rapidité   | Disponibilité des données (nécessité d'une donnée vectorisée du bâti du type BDTopo par exemple)<br>Faible précision (moindre que les méthodes 1 et 2 beaucoup plus simples à mettre en œuvre)   |
| <b>Méthode 4</b> : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots   | Relative rapidité<br>Précision intéressante sur un ensemble urbain hétérogène<br>Adapté au centre-ville<br>Adapté à moyenne ou grande échelle   | Moins adapté aux secteurs de grand collectif<br>Disponibilité des données (nécessité d'une donnée vectorisée du bâti du type BDTopo par exemple)   |
| <b>Méthode 5</b> : Estimation de la population des îlots à partir des IRIS de manière proportionnelle à la surface des bâtiments inclus dans les îlots en tenant compte du nombre d'étages des bâtiments | Précision intéressante sur un ensemble urbain hétérogène<br>Adapté aux secteurs de grand collectif et d'habitat individuel pavillonnaire<br>Gain de précision sensible sur l'habitat collectif<br>Adapté à grande échelle | Disponibilité des données (nécessité d'une donnée vectorisée du bâti du type BDTopo par exemple)<br>Plus difficile et plus long à mettre en œuvre (1 ou 2 jours)   |



## Conclusion

De plus en plus d'études dans les domaines de l'environnement, l'aménagement ou les déplacements nécessitent des estimations de population en dehors des périmètres techniques ou administratifs de l'INSEE. Que ce soit pour évaluer la population soumise à un risque ou à une nuisance ou pour optimiser la localisation d'équipements ou d'infrastructures en fonction de la répartition territoriale de la population, des estimations de population sont de plus en plus souvent requises.

Ces estimations, du fait de la nature particulière des périmètres d'études (périmètres d'aléas, bandes d'études routières, isochrones, etc.), peuvent difficilement se satisfaire des analyses statistiques classiques qui s'opèrent dans le cadre de périmètres prédéfinis (îlots, IRIS, communes, etc.). Or, le développement de l'utilisation d'outils et de concepts SIG permet, par un croisement de couches d'informations, d'obtenir des estimations de ce type, que ce soit d'habitants, de logements, d'actifs ou d'emplois par exemple.

Pour ce qui concerne la population, il apparaît que de nombreuses méthodes d'estimation sont envisageables, de la plus simple à la plus élaborée, sans qu'il soit réellement possible *a priori* d'avoir une idée de la marge d'erreur nette de l'estimation par rapport à une population recensée.

Dans le cadre de cette étude, il a donc été proposé de présenter et de comparer 5 méthodes distinctes d'estimation de populations. Ces méthodes sont basées sur l'utilisation d'outils et de données aisément accessibles au sein du Ministère de l'Équipement. Un protocole de comparaison et de validation des marges d'erreur de ces différentes méthodes a été mis en place à cette occasion.

Il apparaît que les méthodes les plus élaborées sont dans l'ensemble effectivement les plus précises, mais qu'en fait chaque méthode d'estimation peut être requise selon le type de problématique, le territoire et la forme urbaine sur laquelle elle s'applique, l'échelle d'étude, le besoin d'une plus ou moins grande précision, le temps disponible.

Un gain en précision pourrait être obtenu, pour la plupart des méthodes testées, par une meilleure connaissance de l'occupation des sols et de l'usage des bâtiments. Les bases de données utilisées dans cette étude – même les bases de données topographiques – ne permettent de faire la distinction que de façon incomplète entre les locaux à usage d'habitation et ceux à usage d'activité ou autre.

Également, il est apparu que les marges d'erreur brutes des différentes méthodes testées restent malgré tout assez importantes, de l'ordre de 30 à 50 % d'écart moyen pondéré entre estimation et population recensée selon la méthode utilisée.

C'est pourquoi, il a été proposé une méthode simple permettant de déterminer une marge d'erreur nette des estimations, tenant compte de l'inclusion, au sein des périmètres d'estimation, d'unités géographiques dont la population est connue (îlots, IRIS, communes, etc.). Cette prise en compte permet de calculer une marge d'erreur pour chaque type de méthode de manière adaptée aux pratiques habituelles dans le domaine des estimations de population.

Ces méthodes d'estimation sont particulièrement intéressantes dans le contexte actuel du Recensement rénové de la population pour lequel le périmètre le plus fin de diffusion des données démographiques ne sera plus l'îlot mais l'IRIS. Si le nouveau recensement apporte un gain important en terme de réactualisation des données, on aura une perte de précision au niveau de la localisation des populations. L'utilisation de ces méthodes à partir des données à l'IRIS permettront de réaliser une estimation à une échelle plus fine.

L'incertitude inhérente à cette estimation est cependant non négligeable et devra être quantifiée. Cette incertitude est d'autant plus grande que les données du recensement rénové seront issues de sondage et non plus exhaustives comme auparavant, ce qui augmentera d'autant les incertitudes liées à l'estimation...

Toutefois, la base de sondage du recensement rénové, le RIL (répertoire des immeubles localisés) est plus fine que l'îlot. Si l'INSEE ne propose pas de diffuser les données au niveau du RIL pour cause de secret statistique, il peut toutefois fournir des données dans un zonage à la demande dont le nombre d'habitants est supérieur à 2 000. Cette prestation, qui a un coût et un délai, devra être demandée à l'INSEE pour chaque périmètre et donc chaque étude particulière.

Les méthodes présentées ici pourront donc être utilisées, si pour une raison ou une autre, il n'est pas possible d'obtenir directement l'information via l'INSEE (coût, délai, zonage trop petit, etc.).

Enfin, l'intérêt de ces méthodes tient aussi dans le fait qu'il est possible de les appliquer à d'autres sources de données que les données INSEE, comme les données Filocom par exemple qui sont disponibles à la section cadastrale (taille similaire à un Iris) ou à n'importe quelle autre source de donnée s'appuyant sur un zonage administratif.



**CARTOGRAPHIE :**

BDCarto ® © IGN-Paris - 1999 - Autorisation n° GC05-06  
BDTopo ® © IGN-Paris - 1999 - Autorisation n° GC05-06  
BDOrtho ® © IGN-Paris - 1999 - Autorisation n° GC05-06

© ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer  
centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Certu est illicite (loi du 11 mars 1957).  
Cette reproduction par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

Reprographie: CETE de Lyon ☎ (+33) (0) 4 72 14 30 30 (janvier 2006)

Dépôt légal: 1<sup>er</sup> trimestre 2006

ISSN: 1263-2570

ISRN: Certu/RE -- 06 - 03 -- FR

**Certu**

9, rue Juliette-Récamier

69456 Lyon Cedex 06

☎ (+33) (0) 4 72 74 59 59

Internet <http://www.certu.fr>

Cette fiche a été réalisée dans le cadre du rapport du CETE de Rouen sur les méthodes d'estimation de population dans des zonages thématiques

## Estimation du nombre d'étage des bâtiments de la BDTopo®

La démarche générale consiste à soustraire l'altitude au sol, obtenue à partir des courbes de niveau et des points cotés de la BDTopo®, de l'altitude au toit des bâtiments dont l'information est donnée par la BDTopo®.

### ► Les données utilisées

Les données utilisées sont les couches LIGNE\_ISO, POINT\_COTE et BAT\_SURF de la BDTopo® de l'IGN.

### ► La méthode

#### Étape 1 : création d'une couche de points cotés à partir des courbes de niveau

L'objectif de cette étape est d'obtenir une couche de points cotés la plus exhaustive possible sur le secteur concerné par l'estimation.

Pour ce qui concerne la BDTopo, deux couches d'information vont être utiles lors de cette phase, la table des courbes de niveau (LIGNE\_ISO.tab) et la table des points cotés (POINT\_COTE.tab). L'objectif est de constituer une nouvelle table de points cotés la plus exhaustive possible sur le territoire d'étude. Pour cela, on va transformer la table des courbes de niveau (polylignes) en une table de points cotés grâce à l'utilisation de l'outil p2p.mbx. Ensuite, on fusionne la table de points ainsi créée avec la table de points cotés (POINT\_COTE.tab), ce qui permet d'obtenir une couverture plus complète de points cotés sur le territoire d'étude.

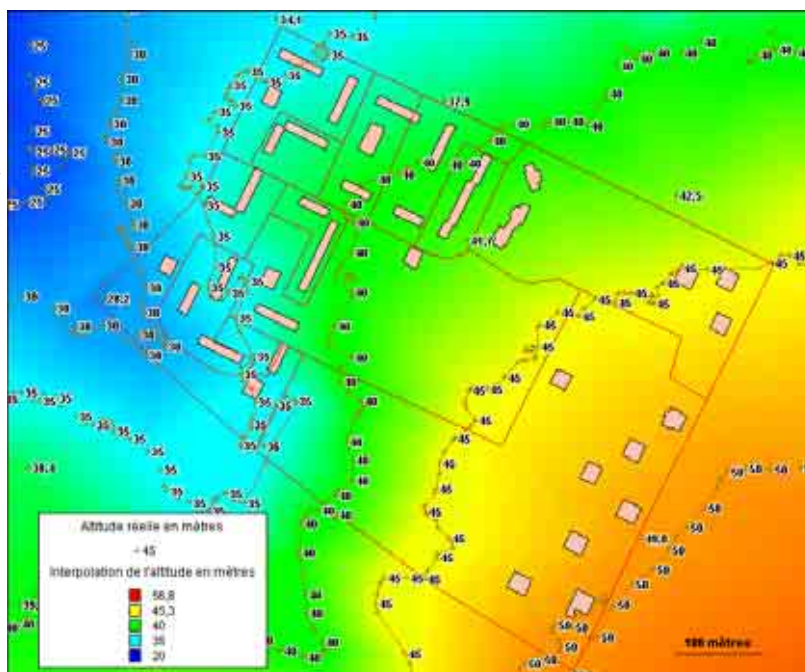
#### Étape 2 : génération d'une grille à partir des points cotés

Le semis de points cotés étant trop faible pour simuler une altitude relative réaliste, il est nécessaire de procéder à une interpolation de cette altitude à partir des points cotés.

La démarche consiste dans un premier temps à réaliser dans MapInfo une analyse thématique par coloration continue à partir de la couche des points cotés obtenue lors de la 1<sup>ère</sup> étape. Pour obtenir une interpolation de type Modèle Numérique de Terrain, on privilégiera la méthode d'interpolation TIN en choisissant une taille de cellule la plus fine possible. 5 à 10 mètres de côté paraissent suffisants.

Logiquement, une taille de cellule de 25 mètres devrait être suffisante, c'est d'ailleurs la taille du MNT BDTopo fourni par l'IGN.

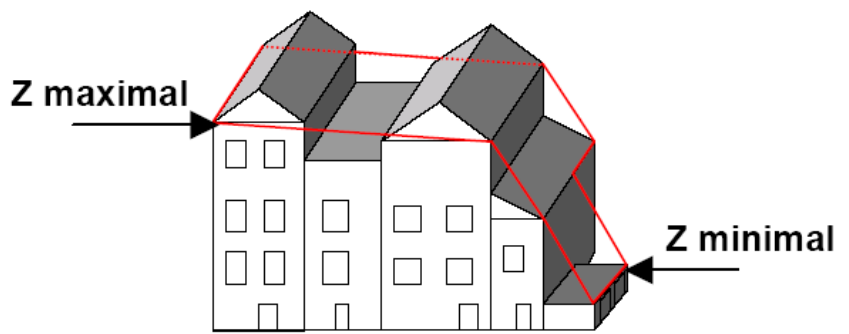
Cependant, plusieurs tests réalisés dans le cadre de cette étude ont permis de mettre en évidence une plus grande précision des résultats avec un pas de 5 mètres.



Le fichier MIG généré

Lors de l'interpolation, MapInfo génère un fichier mig correspondant à l'image rasterisée de cette interpolation. Comme il n'est pas possible d'extraire directement les résultats de cette interpolation (fichier raster), il est nécessaire de procéder à la vectorisation de ce fichier mig grâce à l'utilitaire InfoExMig.mbx.

## Monde réel et modélisation



Source : La BD TOPO Pays, Version 1.2, Descriptif du contenu, janvier 1997, Édition 1.0, décembre 2002.

Cet utilitaire va permettre de générer une grille vecteur dont chaque cellule intègre un résultat partiel de l'interpolation.

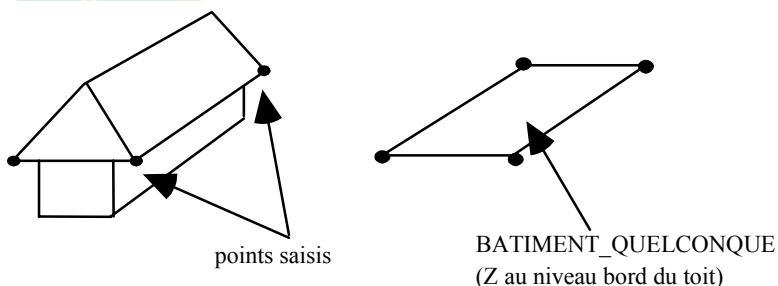
### Étape 3 : estimation de la hauteur réelle des bâtiments à partir de la grille

A partir de la grille ainsi constituée, il est possible de produire une estimation de la hauteur moyenne des bâtiments grâce à la fonction « mettre à jour colonne » de MapInfo. Le calcul est réalisé à partir de la moyenne proportionnelle, en surface, de l'altitude des cellules de la grille intersectant les bâtiments (« Proportion Avg »).

Cette opération permet d'obtenir pour chaque bâtiment une estimation de l'altitude au sol. Comme la BDTopo fournit pour chaque bâtiment l'altitude du toit, il ne reste plus qu'à soustraire l'estimation de l'altitude au sol obtenue en phase 2 de l'altitude au toit des bâtiments donnée par la BDTopo afin de produire une estimation de la hauteur des bâtiments.

Il faut également préciser que la BDTopo fournit deux valeurs d'altitude, une valeur basse et une valeur haute. Les bâtiments de la BDTopo sont des objets surfaciques numérisés au bord du toit.

Les valeurs basses et hautes du z correspondent donc respectivement aux points bas et haut des bords de toit. Ces valeurs sont en règle générale assez proches, sauf en milieu urbain dense où les



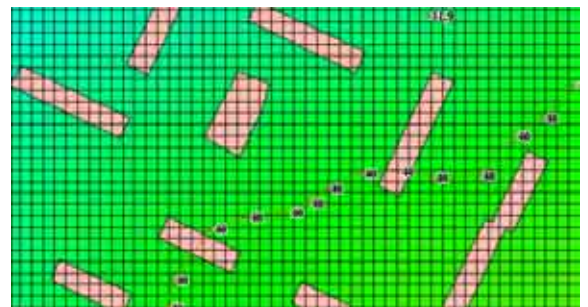
Source : La BD topographique, Spécifications détaillées, Édition 4, janvier 1997

bâtiments sont côte à côte et sont numérisés dans la BDTopo comme des entités homogènes.

Dans l'exemple ci-dessus, le bâtiment quelconque en rouge regroupe en fait plusieurs bâtiments distincts de hauteur variable.

L'objectif étant d'estimer le nombre d'étages des bâtiments par rapport à l'altitude au sol, dans le cadre de cette approche, nous utiliserons la valeur haute donnée par la BDTopo afin d'éviter des estimations d'étages négatives

### 4<sup>ème</sup> étape : estimation du nombre d'étages à partir de la hauteur estimée des bâtiments



Superposition de la grille d'un pas de 5 mètres permettant de récupérer les valeurs de l'interpolation

L'estimation du nombre d'étages à partir de la hauteur estimée des bâtiments suppose qu'un choix soit fait en ce qui concerne la hauteur moyenne d'un étage. Dans le cadre de l'étude réalisée par le CETE Normandie-Centre en 2003, le choix s'est porté vers une hauteur moyenne de 3 mètres pour un étage. Ce choix ayant ensuite été validé par une comparaison avec la réalité terrain, il est également repris dans le cadre de cette méthode.

En divisant la hauteur estimée des bâtiments par 3, on obtient donc une estimation du nombre d'étages de chaque bâtiment.

## Évaluation de la méthode

Afin de rendre compte de la pertinence de la méthode, il convient de comparer les résultats obtenus dans le cadre de l'estimation avec la « hauteur réelle » des bâtiments. Sans la possibilité pratique de vérifier la hauteur réelle des 5.704 bâtiments de la zone d'étude, on a donc utilisé la BDTopo Pays qui donne une « hauteur réelle arrondie » des bâtiments, que l'on divise

également par 3 afin d'obtenir là aussi une estimation du nombre d'étages.

Pour information, la BDTopo Pays est la base de données qui succède à la BDTopo standard, en y apportant une actualisation, une amélioration (en agglomération, équipements publics et MNT plus précis par exemple) ainsi qu'un nouveau modèle de données.

Dans le cas présent, la BDTopo Pays est plus complète que la BDTopo standard puisqu'elle fournit directement une hauteur arrondie pour tous les bâtiments.

Sur une base de 5.704 bâtiments quelconques situés sur la zone d'étude, on obtient en comparant la « hauteur réelle arrondie » provenant de la BDTopo Pays et la hauteur estimée avec la BDTopo un coefficient de corrélation de 0,77.

Le nombre d'étages estimé à partir de la BDTopo a également été comparé au nombre d'étages déterminé à l'aide de la BDTopo Pays sur la zone d'étude :

L'écart constaté est

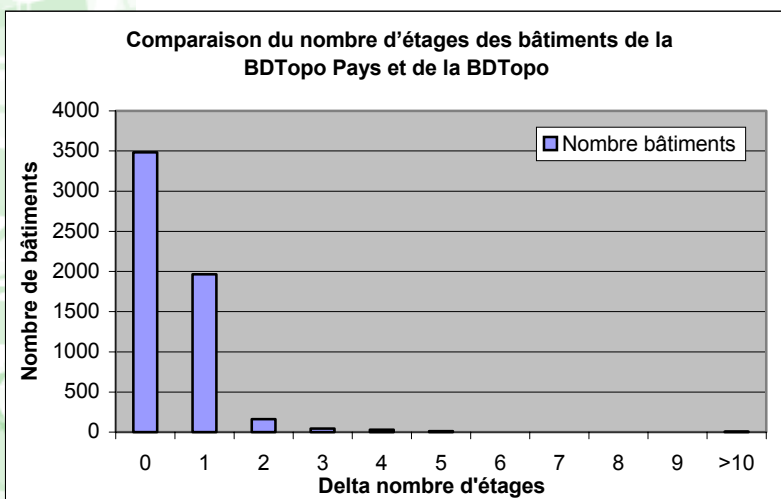
$$\text{delta} = \text{Nombre d'étages calculé BDTopo Pays} - \text{Nombre d'étages estimé BDTopo}$$

Tous types de bâti confondus

Nombre total d'îlots de l'échantillon : 552  
 Nombre total de bâtiments de l'échantillon : 5.704

| Delta en valeur absolue | 0    | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | >10 | Total |
|-------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Nombre de bâtiments     | 3482 | 1965 | 162 | 45  | 30  | 12  | 1   | 1   | 6   | 5704  |
| Pourcentage             | 61,0 | 34,4 | 2,8 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 100,0 |

Comparaison du nombre d'étages des bâtiments de la BDTopo Pays et de la BDTopo



Les résultats sont donc dans l'ensemble assez comparables, bien que l'on constate des invraisemblances concernant le nombre d'étages de certains bâtiments de la BDTopo Pays (delta >10), comme plusieurs bâtiments d'une trentaine d'étages et même un bâtiment de 59 étages, soit 177 mètres de hauteur déclarée dans la BDTopo Pays, pour un bâtiment d'habitat collectif d'environ 10 étages.

Ces erreurs de la BDTopo Pays mériteraient sans doute une investigation plus poussée, mais qui ne relève pas du sujet de cette étude.

## ► Utilisation de Vertical Mapper

Pour les services disposant du logiciel Vertical Mapper, il est possible d'arriver au même résultat, en faisant un polytopoint pour obtenir le semis de points cotés et en réalisant une interpolation (triangulation) pour obtenir un fichier MNT .grd. C'est ce grd qui sera utilisé pour estimer l'altitude au sol des bâtiments.

Pour cela, on réalise un « region inspection » entre le MNT au format grd et la couche de bâtiments afin de calculer l'altitude moyenne au sol de chaque bâtiment.

## ► Bibliographie

*La 3e dimension géographique, Utilisation des modèles numériques de terrain illustrée par la BDAlti de l'IGN, Certu, décembre 2001*

*La BD topographique, Spécifications détaillées, Édition 4, janvier 1997*

*La BD TOPO Pays, Version 1.2, Descriptif du contenu, janvier 1997, Édition 1.0, décembre 2002*

Note rédigée par François-Xavier Robin et Vincent Demeules - CETE Normandie-Centre

Relue par Magali Di Salvo - CERTU

francois-xavier.robins@equipement.gouv.fr  
 vincent.demeules@equipement.gouv.fr

magali.di-salvo@equipement.gouv.fr



Cette fiche a été réalisée dans le cadre du rapport du CETE de Rouen sur les méthodes d'estimation de population dans des zonages thématiques

## Enquête de recensement de la population : une nouvelle méthode

L'objectif de cette annexe n'est pas de présenter une méthode d'estimation de population, mais les impacts de l'enquête de recensement de la population pour les estimations de population dans des zonages thématiques.

### ► Contexte

Depuis janvier 2004, le recensement de la population française est réalisé par enquête annuelle.

La commune reste le territoire de base de la collecte du recensement, mais on distingue les communes en fonction d'un seuil de population fixé à 10 000 habitants.

- ◆ Pour les communes de moins de 10 000 habitants, le recensement est exhaustif (100% de la population est recensée). Une commune sur cinq est enquêtée chaque année, soit au bout de 5 ans 100% des communes et des habitants.
- ◆ Pour les communes de 10 000 habitants ou plus, une enquête par sondage est réalisée chaque année auprès d'un échantillon de 8% de leur population. Le choix de l'échantillon se fera au niveau de l'immeuble et non plus de l'ilot, grâce au RIL (Répertoire de Immeubles Localisés).

Ainsi tous les 5 ans, on aura recensé 100% des habitants des communes de moins de 10 000 habitants et 40% de ceux des communes de 10 000 habitants ou plus.

Les données complexes (CSP, etc.) seront traitées à 100% des 40% recensés pour les communes de plus de 10 000 habitants et à 25% pour celles de moins de 10 000 habitants.

Enfin, pour « réajuster » les données et améliorer l'estimation proposée, l'INSEE se propose d'utiliser deux fichiers administratifs, le fichier de la taxe d'habitation et celui des bénéficiaires de l'assurance maladie, ce qui constitue une grande nouveauté en France.

### ► Le RIL (Répertoire d'Immeubles Localisés)

Le RIL est un répertoire d'adresses localisées (en coordonnées géographiques) associé à une base communale de données géographiques, Base-Ilots. Dans un premier temps il comprend les adresses des immeubles d'habitation (au sens du recensement), celles des communautés et celles des établissements du répertoire SIRENE. Il comprendra ultérieurement celles des équipements au service du public. Il ne concerne pour le moment que les communes de 10 000 habitants ou plus.

Il a été constitué pour les besoins du recensement de la population, pour lequel il constitue la base de sondage des adresses dans les communes de 10 000 habitants ou plus.

Le RIL a été constitué par l'INSEE et mis à jour à partir des fichiers de permis de construire et des fichiers de La Poste. Les communes ont également apporté une contribution sous la forme de confirmation de l'existence d'adresses et de travaux d'expertise.

On répartit ensuite les adresses en cinq groupes équilibrés à partir du RIL. Puis, chaque année, l'INSEE effectue un tirage dans le groupe de l'année d'un échantillon d'adresses représentant 40% des logements du groupe, soit 8% des logements de la commune. La collecte s'effectue alors pour l'ensemble des logements des adresses ainsi sélectionnées.

### ► La diffusion des données

À la fin de l'année 2008, à l'issue des cinq premières enquêtes de recensement, l'INSEE publiera pour la première fois les résultats statistiques complets sur les habitants et le logement. À partir de 2009, ces résultats seront mis à jour tous les ans.



Cependant, avant 2008, l'INSEE diffusera des résultats issus des enquêtes annuelles. Sont d'ores et déjà disponibles à partir de l'enquête de 2004 :

- ◆ Des chiffres-clés : indicateurs sur la population et les logements au niveau de la France et des régions, pour les communes de moins de 10 000 habitants ayant réalisé l'enquête de 2004 ainsi que pour une centaine de « grandes villes ».
- ◆ Une population provisoire : en janvier 2005 a été diffusé un chiffre de population pour les communes de moins de 10 000 habitants ayant réalisé l'enquête de 2004 et pour une centaine de « grandes villes ».

L'INSEE a entrepris une démarche de concertation afin de mieux faire comprendre le projet du nouveau recensement et l'adapter en fonction des attentes des utilisateurs. Il y a ainsi eu une réflexion sur la définition du dispositif de diffusion des résultats.

L'INSEE a constitué des groupes de travail au sein du Conseil National de l'Information Statistique (CNIS). De juin 2003 à l'automne 2004, un premier groupe de travail a été constitué afin de réfléchir sur la nature des résultats statistiques produits par le nouveau recensement et sur les modalités de leur diffusion. Composé d'experts (démographes, géographes, etc.) et de représentants de communes, ce groupe a remis à l'automne un rapport synthétisant ses réflexions et propositions. Celles-ci sont consacrées à la qualité et l'accessibilité des résultats du recensement ainsi qu'à leur mise à disposition.

Les propositions formulées par le groupe ont notamment influencé la présentation des résultats (tableau synthétisant les résultats à utiliser et les précautions d'emploi en fonction du niveau géographique), leur rythme de diffusion (montée en charge progressive), ainsi que leur accessibilité avec la mise en ligne gratuite sur le site Internet de l'INSEE.

La politique de diffusion de l'INSEE pour les prochaines années consiste entre autre à faciliter l'accès aux données statistiques et leur utilisation. Ainsi, outre la mise à disposition systématique sur Internet de la plus grande part possible de l'information, l'INSEE a établi une nouvelle politique tarifaire qui devrait aboutir en moyenne à une baisse des prix des produits de diffusion, et l'accès aux informations sur Internet sera gratuit. Quant aux cédéroms, leur prix sera fonction, comme pour les précédents recensements, des frais de réalisation, mais il ne dépendra plus du nombre de données qu'ils offriront.

**Enfin, la rediffusion, commerciale ou non, du contenu de tout produit gratuit ou payant sera totalement libre de droits, sous réserve de la mention de la source et du respect de l'intégrité des données.**

Depuis l'automne 2004, un groupe de travail, composé essentiellement de représentants de communes, est venu succéder au premier. Il a pour

mission d'approfondir la réflexion sur l'appropriation des résultats du recensement au niveau communal et infra-communal et sur leur restitution, afin de répondre au mieux aux besoins des communes.

## ► Questions posées par le RRP

Le recensement rénové de la population possède incontestablement des avantages majeurs : il permet de réduire la période intercensitaire et d'augmenter conséquemment la fraîcheur des informations, sans augmenter le coût de collecte, tout en simplifiant son organisation. Cependant cette nouvelle méthode soulève de nombreuses questions :

**1. L'inégalité de traitement** entre communes de moins de 10 000 habitants et communes de 10 000 habitants ou plus soulève des interrogations (absence de prise en compte de l'intercommunalité, pourquoi la limite de 10 000 habitants et pas un autre nombre).

*L'INSEE explique que ce choix du seuil des 10 000 habitants est dû à des raisons juridiques (nécessité d'un critère objectif de distinction) et technique (à coût égal on peut assurer une collecte plus fréquente que pour le RGP). De plus, l'inégalité de traitement ne concerne que la méthode de collecte et non les résultats.*

**2. Le problème du possible refus des personnes de répondre** à un sondage inquiète quelque peu : pour le recensement général, il était obligatoire de répondre, contrairement au RRP. Le taux de non-réponses risque donc d'augmenter et de perturber conséquemment la fiabilité des nombres d'habitants obtenus sur lesquels l'exploitation reposera.

*Pour l'INSEE, utiliser le sondage permettra au contraire d'améliorer les taux de non-réponses obtenus lors des précédents recensements car il permet de concentrer l'effort de collecte d'informations sur un plus petit nombre de personnes, et donc d'assurer un meilleur suivi et par conséquent une meilleure qualité de la collecte.*

**3. Le découpage en IRIS 2000** a été établi sur la base du RGP90 lors de la préparation du RGP99 et n'a pas été revu depuis. Compte-tenu de l'importance prise par ce découpage dans l'enquête de recensement où il constitue la « brique de base » de diffusion, il semble pertinent de les redéfinir, ce qui est prévu. De plus, l'existence même des îlots semble compromise car la brique de diffusion élémentaire sera l'IRIS2000 en standard.

*Les IRIS « atypiques », de faible taille, seront traités à part et nécessiteront sans doute un regroupement. De plus, des travaux de simulation ont montré a priori que le risque de moindre précision était minime.*

**4. Le RIL** soulève également certaines questions. Si

on peut penser qu'il permettra de bien repérer les nouvelles entrées d'immeubles, on peut s'interroger sur la difficulté de déterminer tous les logements des immeubles d'un groupe de rotation donnée. De plus, certaines collectivités s'interrogent sur leur capacité à le mettre à jour (essentielle si on veut obtenir des résultats fiables), notamment en raison de la difficulté d'estimer le coût humain et financier d'une telle opération. Enfin, l'utilisation du RIL comme clé de répartition, permettant de ventiler approximativement des informations générales diffusées à l'IRIS, sur des sous-ensembles particuliers définis en termes d'adresses, serait très précieuse pour de nombreux utilisateurs. Or la diffusion du RIL n'est pour l'instant pas autorisée par les arrêtés de constitution du RIL soumis à l'approbation de la CNIL.

5. Le cas de la méthode des « **extrapolations temporelles** » (en raison des enquêtes réalisées à des dates différentes) soulève des interrogations quant à leur fiabilité : la photographie statistique d'une zone sera-t-elle crédible à un instant T sachant qu'elle est issue de données collectées à cinq dates différentes ? Comment pourrait-on « extrapoler » les migrations alternantes ou avoir une vision cohérente d'un territoire qui a connu la construction d'un équipement structurant majeur sachant que certaines communes ont été sondées avant cet équipement, et d'autres après ?

*L'INSEE souligne que la rénovation propose un compromis entre la fraîcheur de l'information et sa précision. Cependant, la précision apportée par le RP n'était que théorique car elle existait seulement pour les phénomènes qui intervenaient au hasard du calendrier censitaire à distance raisonnable d'un futur recensement. La nouvelle méthode permettrait, quant à elle, de pouvoir apprécier des tendances d'évolution. De plus, toutes les données publiées seront accompagnées d'indicateurs de qualité.*

6. Le cas particulier des **migrations résidentielles** : si on peut considérer que ramener l'intervalle à 5 ans est un progrès par rapport au RP, il reste la question de savoir traiter des informations sur les migrations pour tout type de territoire, sachant qu'elle n'est pas collectée au même moment partout et qu'elle change de date chaque année.

*Le rajout d'une question sur le lieu de résidence 5 ans auparavant devrait permettre de disposer de taux de mobilité de meilleure qualité que l'on élabore actuellement. De plus, la méthode d'estimation de l'INSEE permettra de disposer, chaque année, d'informations sur les flux entre zones.*

Note rédigée par Pascale Gondeaux

[pascale.gondeaux@equipement.gouv.fr](mailto:pascale.gondeaux@equipement.gouv.fr)

CETE Normandie-Centre

Relue par Monique Gadais et Magali Di Salvo

[monique.gadais@equipement.gouv.fr](mailto:monique.gadais@equipement.gouv.fr)

CERTU

[Magali.di-salvo@equipement.gouv.fr](mailto:Magali.di-salvo@equipement.gouv.fr)





Cette fiche a été réalisée dans le cadre du rapport du CETE de Rouen sur les méthodes d'estimation de population dans des zonages thématiques

## Utilisation cartographique de la base de données Filocom

L'objectif de cette fiche est de montrer comment exploiter des données provenant de Filocom de manière cartographique avec la BD Parcellaire de l'IGN. Les données extraites de Filocom concernent ici la population et le logement en 2003.

### ► Filocom

FILOCOM est la base de données issue des fichiers fiscaux sur la taxe d'habitation, l'impôt sur le revenu et la taxe foncière. Elle a été élaborée par la DAEI à partir des données de la DGI.

Les données initiales sont recueillies à l'échelle de la parcelle cadastrale. Pour des raisons de confidentialité, elles sont agrégées au niveau de la section cadastrale dans la base FILOCOM.

Il s'agit d'une base alphanumérique, le code de section cadastrale permettant de joindre les données avec le cadastre numérisé.

La base FILOCOM est très riche en informations, notamment, sur les logements (type de logement, mode d'occupation, caractéristiques du logement, statut d'occupation des résidences principales) mais aussi sur leurs occupants et sur les mutations.

Cette base est remise à jour tous les deux ans. Elle est gérée au Ministère par le CETE Nord-Picardie qui peut en faire des extractions à la demande

### Avantages et inconvénients de FILOCOM

#### Les principaux avantages

La réactualisation : le fait que la base soit réactualisée tous les deux ans est un atout.

La richesse d'information : le grand nombre d'informations disponibles dans FILOCOM rend cette base très intéressante, surtout pour le logement (résidence principale ou résidence secondaire, nombre de pièces, nombre de personnes occupant le logement...)/

La disponibilité : la base est disponible facilement, gratuitement et sur toute la France pour le Ministère.

#### Les principaux inconvénients

Imprécision des données de population : la base FILOCOM n'a pas pour finalité le recensement des populations, elle est adaptée aux besoins spécifiques des services fiscaux. Ainsi, les données de population contenues dans FILOCOM intègrent des double-comptes : par exemple, un étudiant qui est rattaché au foyer de ses parents pour la déclaration d'impôt sur le revenu mais qui loue un studio et se trouve de ce fait assujéti à la taxe d'habitation est comptabilisé deux fois. C'est le cas aussi pour les gens hospitalisés pour une longue durée. Une comparaison réalisée sur Lille par le CETE Nord-Picardie fait état d'un écart de 11% sur les chiffres de population entre FILOCOM et le Recensement de la Population 1999 (il n'est que de 1.6% sur les résidences principales).

Il s'agit d'une base alphanumérique : elle nécessite que l'on dispose du cadastre numérisé pour pouvoir être intégrée dans un SIG. Dans le cas – assez fréquent – où l'on ne dispose pas de cette donnée, il est toujours possible, soit de numériser les sections cadastrales avec leur code (travail fastidieux), soit de passer par l'intermédiaire de la base îlot. En effet, les îlots initialement créés par l'INSEE étaient basés sur les sections cadastrales et le code îlot contient le code de section cadastrale. Une étude sur la compatibilité des deux bases a été réalisée par le CETE Nord-Picardie dans le cadre du programme ACTEUR du CERTU.

Pour de plus amples informations sur la base de données Filocom et ses différentes variables, on pourra s'adresser à la Direction des Affaires Économiques Internationales (DAEI) du Ministère de l'Équipement.



## ► La BDParcellaire

La BDParcellaire est un assemblage par département de toutes les planches du cadastre. Ce produit est fabriqué par l'IGN à partir de données cartographiques de la DGI pour la réalisation du Référentiel à Grande Échelle (RGE).

La BDParcellaire existe sous forme vecteur là où existe un Plan Cadastral Informatisé (PCI) et sous forme raster sinon.

Quelle que soit la forme, les localisants de parcelle sont fournis séparément du fond de plan, sous la forme d'un ensemble d'objets ponctuels.

La BDParcellaire fournit également de manière vectorielle les contours des sections cadastrales. C'est la couche des sections cadastrales qui a été employée dans la présente fiche.

## ► Le test effectué

Le secteur de test porte sur 3 communes de Seine-et-Marne (77), Saint-Fargeau-Ponthierry, Seine-Port et Nandy, communes pour lesquelles il est possible d'obtenir gratuitement un jeu test de la BD Parcellaire.

### Extraction des données

L'extraction des données Filocom est réalisée sur demande par le CETE Nord-Picardie, qui produit un fichier .rtf (Rich Text Format) contenant le code de la section cadastrale ainsi que les données commandées.

Le fichier .rtf fournit donc les données pour chaque section cadastrale, mais aussi un regroupement communal des données provenant de sections dont le seuil de secret statistique ne permet pas de divulguer l'information (sections dont le nombre d'enregistrements est inférieur à 11).

Exemple : passage de « 77326 AB » à « 77326AB »

### Traitement de la BD Parcellaire sous MapInfo

En parallèle, il est nécessaire de préparer la BD Parcellaire afin de pouvoir la joindre au fichier Filocom provenant d'Excel.

En effet, la BD Parcellaire contient un fichier « division parcellaire », qui ne contient pas le code de la section cadastrale dans un champ unique, mais déconcaténé au sein de trois champs distincts.

Exemple : CODDEP= « 77 », CODCOM= « 326 », CODSECT= « AB »

Là aussi, des espaces peuvent se rencontrer dans certains champs (CODSECT en particulier). Avant de concaténer les champs, il est donc nécessaire de supprimer ces espaces, par exemple en faisant un Ltrim\$ sur les champs concernés.

Il est ensuite nécessaire de re-crée un champ « section cadastrale », que l'on va renseigner par une simple mise à jour de colonne dans MapInfo : CODDEP+CODCOM+CODSECT

Également, il apparaît que la table « division parcellaire » de la BD Parcellaire est composée en fait de sous-ensembles des sections cadastrales (les feuilles cadastrales).

Avant de joindre le fichier Excel et la table MapInfo, il est donc nécessaire d'opérer un regroupement de ces feuilles cadastrales en fusionnant les objets dans MapInfo et en les regroupant par la colonne « section cadastrale » créée précédemment.

On obtient ainsi un nouveau fichier que l'on peut nommer « sections cadastrales » et qui va servir à réaliser la jointure avec les données Filocom provenant d'Excel.

### Conditions de la jointure

La réunion des deux fichiers ne pose pas de problème spécifique. Une attention doit seulement être portée sur deux éléments :

les informations regroupées à l'échelle communale pour des raisons statistiques dans le fichier source n'apparaissent plus à ce stade. Il conviendra donc d'en tenir compte si des analyses à l'échelle communale sont requises ;

le fichier source Filocom ne fournit des informations que pour les sections cadastrales ayant une population et pour lesquelles le secret statistique le

permet. Lors de la jointure sous MapInfo, certaines sections ne possèdent donc pas de valeurs, sans qu'il soit possible de déterminer si cela est dû au secret statistique ou tout simplement à l'absence d'information (zone industrielle ou zone naturelle

données à la section cadastrale

Regroupement communal des sections dont la population est inférieure au seuil statistique (<11 habitants)

Section cadastrale

|          | nombre de personne | type logement      |                     | statut occupation |           |                       | total |
|----------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----------------------|-------|
|          |                    | logement collectif | logement individuel | autre             | locataire | propriétaire occupant |       |
| 77326    | 13                 | .                  | .                   | .                 | .         | .                     | 12    |
| 77326 AB | 1217               | 156                | 195                 | 22                | 182       | 147                   | 351   |
| 77326 AC | 1513               | 376                | 187                 | 30                | 296       | 237                   | 563   |
| 77326 AD | 1225               | 0                  | 358                 | 11                | 66        | 281                   | 358   |
| 77326 AE | 820                | 0                  | 228                 | .                 | 92        | 132                   | 228   |

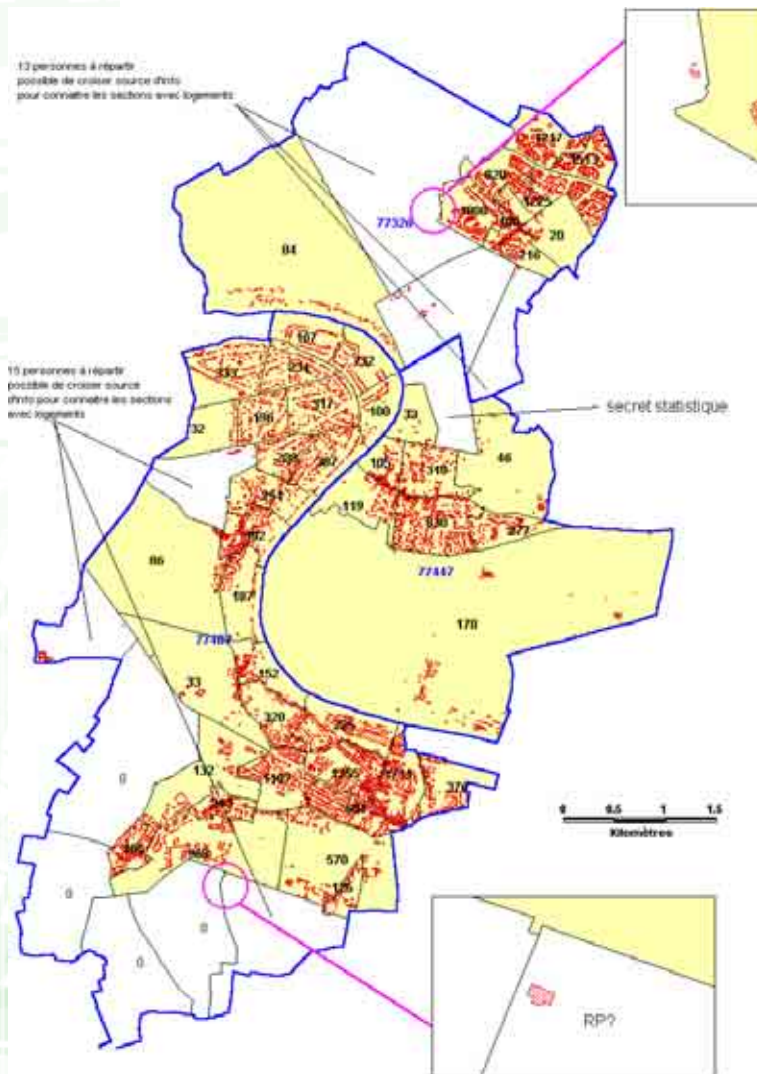
Un exemple d'un extrait Filocom

### Traitement des données sous Excel

Par un simple copié-collé, les données sont importées dans Excel. La seule opération nécessaire à ce stade consiste dans la suppression des espaces contenus dans le champ de la section cadastrale.

par exemple). Seul un croisement avec d'autres sources d'information (occupation du sol, couche bâtie de la BD Topo, etc.) peut éventuellement permettre de lever cette incertitude. (Cf carte suivante).

Malgré tout, il convient de rester prudent lors des



croisements d'information, car la possibilité de connaître les sections avec logements et donc avec population repose sur la qualité de la donnée relevant de la couche bâtie.

Or, dans l'exemple traité ici, c'est le bâti provenant de la BD Parcellaire qui a été utilisé, sans qu'il soit possible de déterminer la date de sa numérisation. Cette information doit normalement faire partie des métadonnées accompagnant la livraison de la BD Parcellaire (selon le descriptif du contenu), ce qui n'a pas pu être vérifié dans le cadre du jeux-tests de l'IGN. De plus, la couche bâtie de la BD Parcellaire distingue uniquement les bâtiments en dur des constructions légères, ce qui ne permet donc pas de distinguer les bâtiments relevant de l'habitat de ceux relevant des activités économiques.

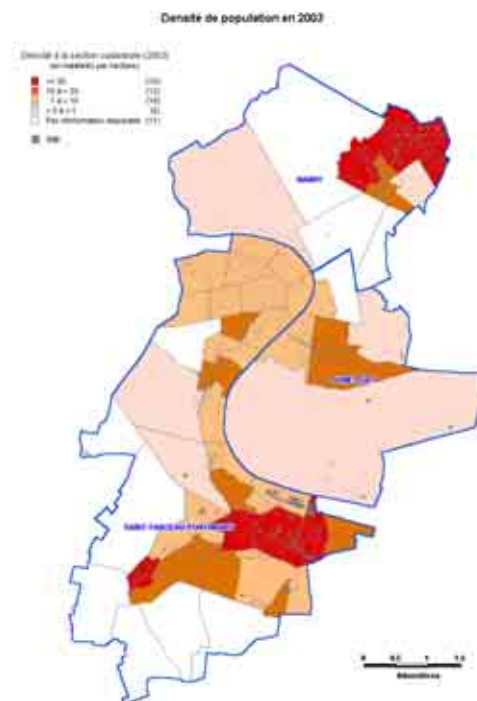
Par conséquent, mis à part certains cas précis comme la commune 77447 possédant une seule section concernée, la distinction entre sections cadastrales soumises au secret statistique et sections

n'ayant pas d'habitants reste aléatoire. Cette situation pose problème à la fois en termes d'analyse infra-communale et de représentation cartographique.

A l'échelle des trois communes étudiées, sur 57 sections cadastrales, seules 46 sections fournissent une donnée de population ; il reste donc 11 sections concernées par cette incertitude, et 10 une fois le cas de la section de la commune 77447 réglé (soit 17,5% du nombre total de sections, mais seulement 0,15% de la population totale du secteur d'étude).

## Représentation cartographique

Dans le cadre de cet exemple, seule une analyse de la densité de population en 2003 a été menée. Dans la carte suivante, les sections soumises au secret statistique et celles ne possédant pas de logements (et donc d'habitants) sont regroupées sous l'expression « Pas d'information disponible ».



## Conclusion

L'analyse cartographique de données de population provenant de Filocom pose quelques problèmes liés aux limites du secret statistique. Il peut en effet parfois être difficile de distinguer sections sans population et sections soumises au secret statistique.

Lorsqu'on s'intéresse à d'autres données que la seule population, comme la répartition entre logements individuels et collectifs par exemple, le problème devient encore plus aigu.

De manière générale, toute donnée plus spécifique que la seule population pose rapidement la question du seuil statistique en dessous duquel les données manquantes peuvent devenir nombreuses.

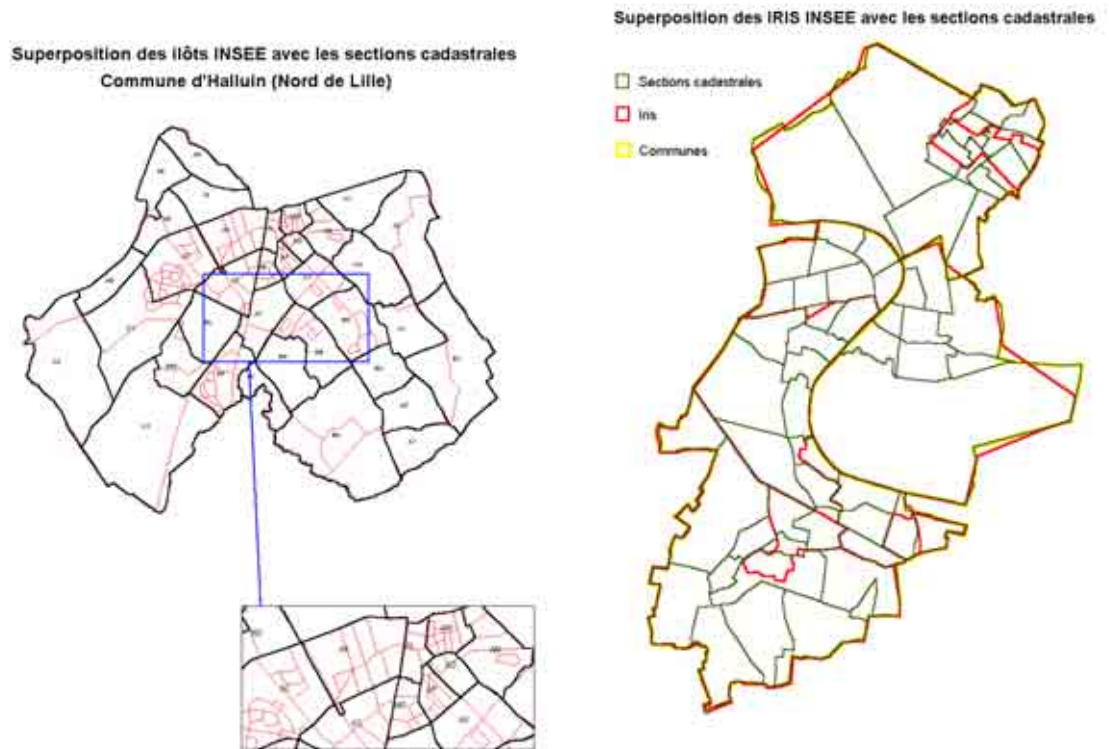
En effet, sur les 57 sections cadastrales étudiées, il apparaît que 18 sections sont concernées par le secret statistique concernant le logement individuel ou collectif (nombre de logements inférieur à 11), ce qui représente quand même plus de 30% des sections pour lesquelles il n'est pas possible de connaître la répartition exacte entre logements individuels et collectifs.

Malgré tout, il semble nécessaire de relativiser ce phénomène. Tout d'abord, nous avons vu que les poids de population concernés restent très faibles, du moins dans le cadre de l'exemple traité. Également, il est possible de considérer qu'en milieu urbain dense, les problèmes de secret statistique se posent moins que dans le cas étudié ici. Ensuite, selon le type d'analyse requis, il est toujours possible de demander, afin de limiter ce problème, une extraction de données à une échelle moins fine que celle de la section. Les regroupements de sections cadastrales permettent en effet de lever le secret statistique dans de nombreux cas, moyennant une analyse *a priori* du territoire d'étude.

Enfin, dans l'hypothèse où un îlotage des données Filocom serait réalisé afin de les utiliser comme source d'information à l'échelle de l'îlot sur la population, il paraît opportun de s'intéresser aux recouvrements permis entre BD Parcellaire et BD Îlots.

Dans le cadre du jeu-test de l'IGN, il n'est pas possible d'obtenir gratuitement les îlots sur la zone d'étude. Aussi, le recouvrement a été seulement observé sur une commune du nord de Lille (carte suivante). Il apparaît que dans l'ensemble ce recouvrement s'opère dans de bonnes conditions, même si certaines corrections topologiques peuvent être requises.

Par contre, le recouvrement entre base IRIS et sections cadastrales semble nettement plus aléatoire alors que les IRIS sont pourtant des regroupements d'îlots.



Note rédigée par François-Xavier Robin et Vincent Demeules - CETE Normandie-Centre  
Francois-xavier.robins@equipement.gouv.fr  
Vincent.demeules@equipement.gouv.fr

Relue et complétée par Magali Di Salvo -CERTU  
Magali.di-salvo@equipement.gouv.fr

Cette fiche a été réalisée dans le cadre du rapport du CETE de Rouen sur les méthodes d'estimation de population dans des zonages thématiques

## HERA : Décompte des Habitants et des Résidences autour des Aéroports

### La méthode de l'IGN

L'objectif du Service Aménagement-Environnement de l'IGN est la mise au point de méthodologies à valeur ajoutée à partir des bases de données de l'IGN pour favoriser leur utilisation, en particulier la BDTopo®.

*Cette fiche a été réalisée à partir de documents de travail de l'IGN. Les différentes illustrations en sont notamment issues.*

**La rédaction de cette fiche date de 2003.**

#### ► Contexte

Le STBA a passé commande auprès de l'IGN l'élaboration d'un outil permettant de quantifier le nombre d'habitants et de logements dans le cadre des 2 documents réglementaires concernant le bruit des aérodromes : le Plan de Gêne Sonore (PGS) et le Plan d'Exposition au Bruit (PEB).

Le travail réalisé par l'IGN pour cette commande a donné lieu à l'élaboration du logiciel HERA (Habitants Et Résidences autour des Aéroports), utilisable avec le SIG MapInfo®.

La méthode consiste à évaluer le nombre d'habitants et de résidences pour chaque bâtiment de type "habitation" de la base de données BD TOPO®, en utilisant les résultats du Recensement Général de la Population 1999 (RGP) et la Base-îlots® de l'INSEE.

La démarche employée par l'IGN pour élaborer le logiciel HERA s'est inspirée des résultats obtenus lors de la mise au point d'une méthodologie analogue effectuée pour l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) en 2000.

Ce travail permet au final d'estimer le montant des indemnités pour insonoriser les bâtiments dont la date de construction est antérieure à celle du PEB lors de la création d'un aéroport

#### ► Description de la méthode

La démarche suivie peut être résumée comme ceci :

La hauteur des bâtiments est estimée grâce au Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la BD TOPO® ainsi que le nombre d'étages qui en est directement déduit, ensuite les nombres d'habitants et de résidences sont évalués au prorata de la surface développée (surface x nombre d'étages) de chaque bâtiment.

La répartition des habitants et résidences des îlots ou communes sur les bâtiments introduit automatiquement une imprécision au niveau de chaque bâtiment. Cependant la somme des nombres d'habitants et de résidences par zone PEB lisse cette erreur que des comptages terrain ont permis de vérifier

#### Les données

En France métropolitaine, toutes les données géographiques en entrée sont dans la projection Lambert II étendu, et au format MIF/MID (format propriétaire MapInfo®), sauf pour le MNT qui est au format ASCII X,Y,Z

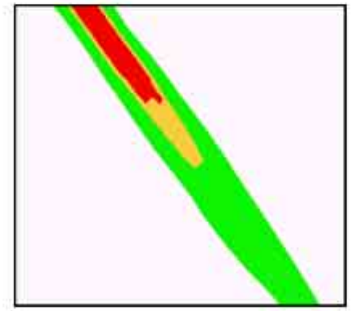
#### Population et logement

Les données de population et de logements prises en compte sont celles fournies par l'INSEE. La base de données utilisée est la Base-îlots® issue du dernier recensement (RGP99).

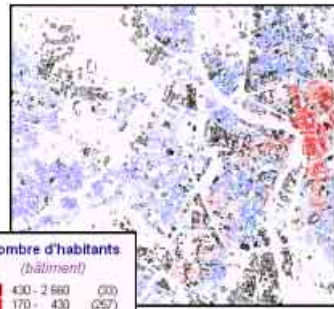


## BD TOPO : bâtiments, MNT Communes et îlots INSEE

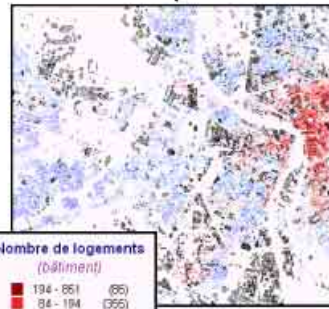
## Courbes de bruit PEB



HERA



| Nombre d'habitants<br>(bâtiment) |        |
|----------------------------------|--------|
| 430 - 2 660                      | (30)   |
| 170 - 430                        | (257)  |
| 90 - 170                         | (474)  |
| 60 - 90                          | (826)  |
| 30 - 60                          | (1121) |
| 20 - 30                          | (1350) |
| 10 - 20                          | (4154) |
| 0 - 10                           | (5557) |



| Nombre de logements<br>(bâtiment) |         |
|-----------------------------------|---------|
| 194 - 851                         | (85)    |
| 84 - 194                          | (355)   |
| 39 - 84                           | (556)   |
| 18 - 39                           | (1419)  |
| 8 - 18                            | (2733)  |
| 4 - 8                             | (5002)  |
| 2 - 4                             | (10256) |
| 0 - 2                             | (43224) |

Bâtiments « d'habitation » au sein des PEB

Les données entrées dans le logiciel

Les données retenues sont :

- ♦ La population totale sans double compte de l'îlot (ou de la commune s'il n'y a pas d'îlot) pour le nombre d'habitants
- ♦ Le nombre de résidences principales de l'îlot (ou de la commune) pour le nombre de logements.

### Occupation des sols

Les données d'occupation du sol et de topographie employées sont :

- ♦ la couche « limites communales » de la BD TOPO®
  - ♦ la couche bâtiments (objets surfaciques) de la BD TOPO®
  - ♦ la couche « enceintes » de la BD TOPO®
- le MNT BD TOPO®

### Données sur les zones de bruit

Le STBA fournit les zones PEB autour des aéroports.

### Les outils

Le logiciel HERA a été développé et fonctionne sous l'environnement MapInfo®.

### Intégration des données

Cette étape consiste à intégrer les différentes

données pour qu'elles puissent être traitées sous MapInfo® par le logiciel HERA. Elle peut se décomposer en trois phases :

**Import :** les données sont transférées du format MIF/MID ou ASCII (pour le MNT) vers le format TAB de MapInfo®.

**Fusion :** les données de même nature (éléments bâtis appartenant à différentes planches de la BD TOPO®, îlots de communes différentes...) sont regroupées au sein d'une même table

**Typage des bâtiments :** les objets surfaciques de la classe « bâtiments quelconques » de la BD TOPO® sur lesquels sera faite la répartition de la population et des logements sont mis en évidence. Les bâtiments entièrement inclus dans un objet « enceinte » - qui peut être commerciale, industrielle, publique - sont exclus .

### Correction des données géométriques

Trois types de corrections sont nécessaires afin d'améliorer les résultats (cette partie du traitement est la plus longue car les corrections doivent être faites à la main par un opérateur) :

**Les limites communales :** il s'agit de « fermer les surfaces » relatives aux limites communales et les mettre en cohérence lorsqu'elles ne le sont pas, en particulier lorsqu'elles sont issues de planches différentes de la BD TOPO®.

**Les limites de la base îlots :** l'importance des

corrections géométriques à apporter aux contours des îlots dépend de leur niveau de cohérence géométrique avec la BD TOPO®. En effet, les îlots, lors de leur saisie, sont calés soit sur GEOROUTE®, soit sur le SCAN 25®, soit sur des données cadastrales. Cette diversité des données de calage conduit à des résultats très disparates qui nécessitent de mettre en œuvre des corrections plus ou moins lourdes.

**Découpe des bâtiments :** afin d'optimiser les résultats pour la répartition du nombre d'habitants et de logements, il faut couper les bâtiments qui sont à cheval sur plusieurs îlots.

#### Affectation des données des entités administratives aux bâtiments

Après avoir affecté aux communes et aux îlots la surface totale, la surface dans l'extrait, la proportion de la surface dans l'extrait par rapport à la surface totale, les nombres d'habitants et de résidences, chaque bâtiment d'habitation est alors affecté des mêmes renseignements.

**Remarque :** lorsque les données à l'îlot ne sont pas disponibles, c'est la donnée à l'échelle de la commune qui est retenue pour le calcul

#### Calcul des données relatives aux bâtiments

**la hauteur des bâtiments** est déterminée par soustraction de l'altitude moyenne du bâtiment et de l'altitude moyenne au sol (calculée en faisant la moyenne des points altimétriques du MNT situés dans un buffer de 25 m autour du bâtiment concerné)

- ♦ **le nombre d'étages**, 1 niveau si la hauteur est

inférieure à 5 m, au delà, chaque étage correspond à 2,5 m

- ♦ **la surface au sol** et **la surface développée** (surface au sol x nombre d'étages).

A chaque îlot est associé la somme des surfaces développées des bâtiments « d'habitation » qu'il contient

Pour chaque bâtiment, le nombre d'habitants et de résidences est déduit du nombre total au niveau de l'îlot, au prorata de sa surface développée

#### Synthèse des résultats pour chaque PEB

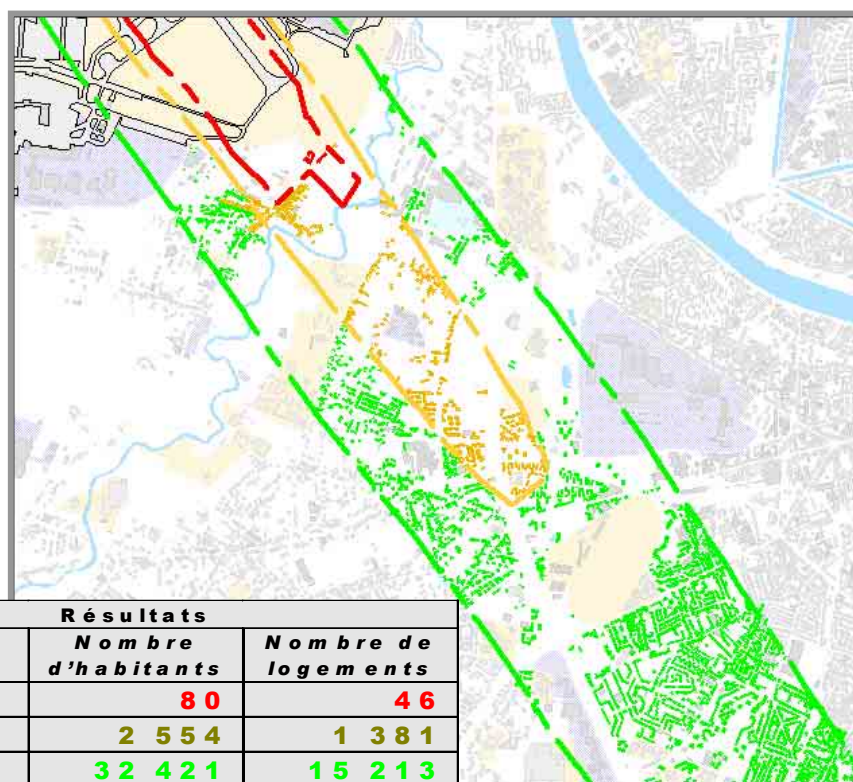
Chaque bâtiment est affecté à la zone PEB dans laquelle il se trouve. Le calcul des habitants et du nombre de résidences par PEB est alors immédiat.

## ► Intérêt de la méthode

La méthode présente les avantages suivants :

- ♦ Elle utilise des bases de données précises, la Base-îlots® et la BD TOPO®
- ♦ Elle est disponible sous forme d'un outil fini, le logiciel HERA
- ♦ Elle répartit la population et les logements du recensement sur chaque bâtiment au prorata de leur « volume », ce qui est plus précis que d'utiliser une base de données en 2D de type occupation du sol

La principale difficulté relative à la bonne utilisation du logiciel est mise en cohérence de la Base-îlots® et de la BD TOPO®.



Un exemple de résultat du calcul



## Évaluation de la méthode

Plusieurs sources d'erreur risquent de rendre imprécise l'affectation du nombre d'habitants et de résidences à chaque bâtiment.

Les principales sont :

- ◆ la différence de date entre les prises de vue aériennes pour générer les données BD TOPO® et le dernier recensement de l'INSEE (1999). Des bâtiments nouvellement construits ou détruits durant la période donnent un excès ou un déficit d'habitants et de résidences au niveau des bâtiments de la BD TOPO®
- ◆ la résolution du MNT BD TOPO® pour le calcul des hauteurs de bâtiments, surtout ceux qui sont construits sur des terrains en pente ou ceux dont la hauteur n'est pas homogène
- ◆ la précision et l'exhaustivité de la BD TOPO®. En particulier, les objets surfaciques « bâtiment quelconque » ne correspondent pas tous à du bâti résidentiel (bureau, magasin et rez-de-chaussée, ...)
- ◆ précision et exhaustivité des données INSEE
- ◆ non prise en compte des logements et de la population présents dans les enceintes (établissements d'enseignement ou sanitaires, usines), dans les résidences secondaires, temporaires et non fixes

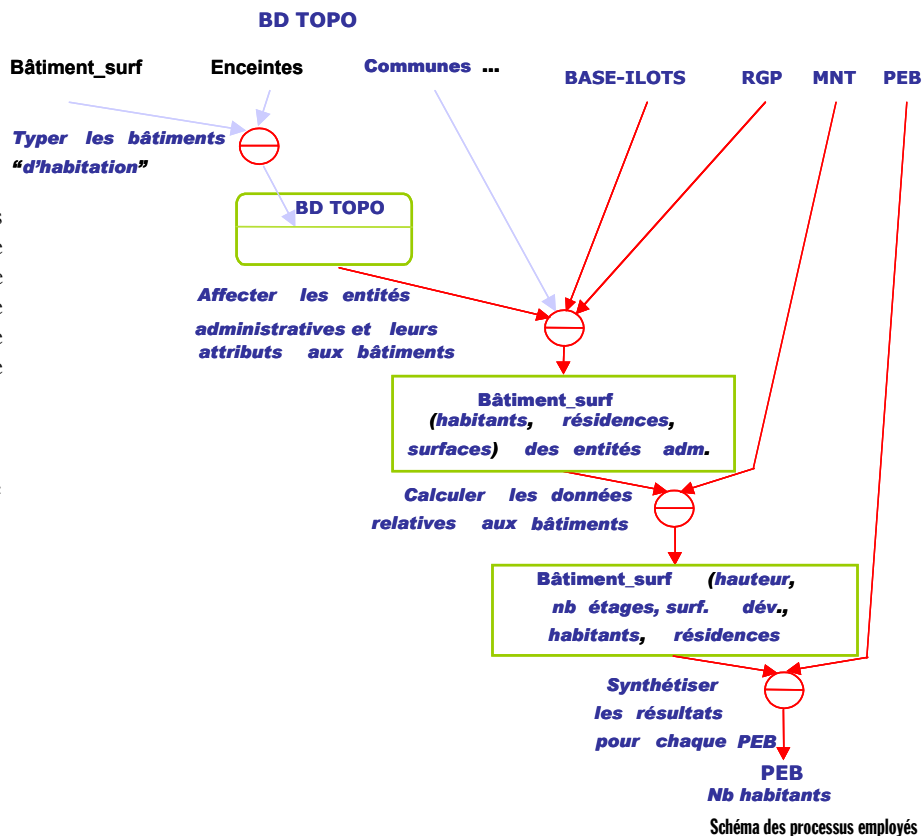
Toutefois, d'après les constats de l'IGN, le fait d'agréger les résultats à l'échelle d'un PEB permet de lisser ces différentes imprécisions que l'on retrouve au niveau du bâtiment. Deux comparaisons avec des données terrain ont montré un écart inférieurs à 10%. Ce chiffre n'est qu'un ordre de grandeur car il n'a pas fait l'objet d'une évaluation systématique (centre ville, zone péri-urbaine, plaine, montagne etc...).

## Présentation de l'équipe

Organisme : IGN aménagement environnement

Personnes impliquées

- ◆ Philippe GERBE
- ◆ Laurent QUEYROI
- ◆ Mélanie TRAN
- ◆ Olivier BARASZ
- ◆ Sylvain TERRADE



Note rédigée par Vincent Demeules et Vincent.demeules@equipement.gouv.fr  
Sophie Martinoni - CETE Normandie-Centre

Relue par Magali Di Salvo - CERTU

Magali.di-salvo@equipement.gouv.fr

Cette fiche a été réalisée dans le cadre du rapport du CETE de Rouen sur les méthodes d'estimation de population dans des zonages thématiques

## CROISEMENT DE DONNEES DEMOGRAPHIQUES AVEC UNE TACHE URBAINE AFFINEE

### La méthode de la DDE31

Historiquement, la DDE 31 s'est beaucoup impliquée dans le traitement d'image d'où une utilisation de la télédétection pour l'estimation des populations.

Le savoir-faire et la détention d'outils adaptés à la télédétection (logiciel ER-MAPPER) a implicitement guidé l'équipe vers une méthode utilisant le traitement d'image.

La rédaction de cette fiche date de 2003.

#### ► Contexte

L'équipe a été conduite à s'interroger sur le décompte de la population en 1999, avant la publication des résultats du Recensement Général de la Population (RGP), suite à une demande du préfet relative à une étude du STBA. Il s'agissait (comme pour l'IGN) d'estimer les personnes concernées par un plan d'exposition au bruit, à proximité de l'aéroport de Toulouse.

La méthode utilisée à l'époque consistait en une utilisation directe des données INSEE : la population a été directement estimée à partir des données à l'îlot datant de 1990 (la population concernée par le Plan d'Exposition au Bruit est évaluée au prorata de la surface de l'îlot incluse dans l'emprunte sonore du PEB).

Pour prendre en compte les évolutions de la population entre 1990 et 1999, les zones construites entre ces deux dates ont été repérées par zone de bruit. En faisant l'hypothèse que les constructions nouvelles avaient les mêmes caractéristiques que celles de 1990, il était possible de proposer une estimation de la variation de population entre 1990 et 1999.

Après la publication des résultats de l'INSEE, toujours pour répondre à des demandes du même ordre (population exposée au bruit), l'équipe a cherché à affiner sa méthode en tenant compte de la localisation plus fine des zones bâties au sein des nouvelles entités INSEE (îlots, IRIS voire commune) ; l'objectif étant une meilleure connaissance de la répartition géographique des populations.

L'idée principale qui guide la démarche est l'obtention d'une tâche urbaine à vocation résidentielle la plus précise possible.

Dans un premier temps, l'équipe a utilisé la couche de bâti issue de SPOT THEMA comme tâche urbaine. Cela permettait de délimiter les espaces peuplés à l'intérieur des îlots (ou entités INSEE selon la disponibilité de la donnée) la population étant supposée répartie de manière homogène dans ces espaces. SPOT THEMA présentait également l'avantage de distinguer les grandes zones d'activités des autres zones bâties.

En revanche, SPOT THEMA n'était pas tout à fait adaptée à la démarche dans la mesure où le bâti est mal pris en compte dans les zones peu denses (bâtiment isolé occulté et contours mal définis pour un petit groupe d'habitations).

Cette mauvaise prise en compte du bâti diffus a conduit l'équipe à déterminer une nouvelle tâche urbaine à partir d'images satellitaires de résolution plus fine.

#### ► Description de la méthode

La méthode consiste en un croisement d'une tâche urbaine à vocation résidentielle avec des données démographiques à différentes échelles (îlots, IRIS, communes) ; la population résidente étant supposée homogène sur la tâche urbaine dans chaque entité INSEE.



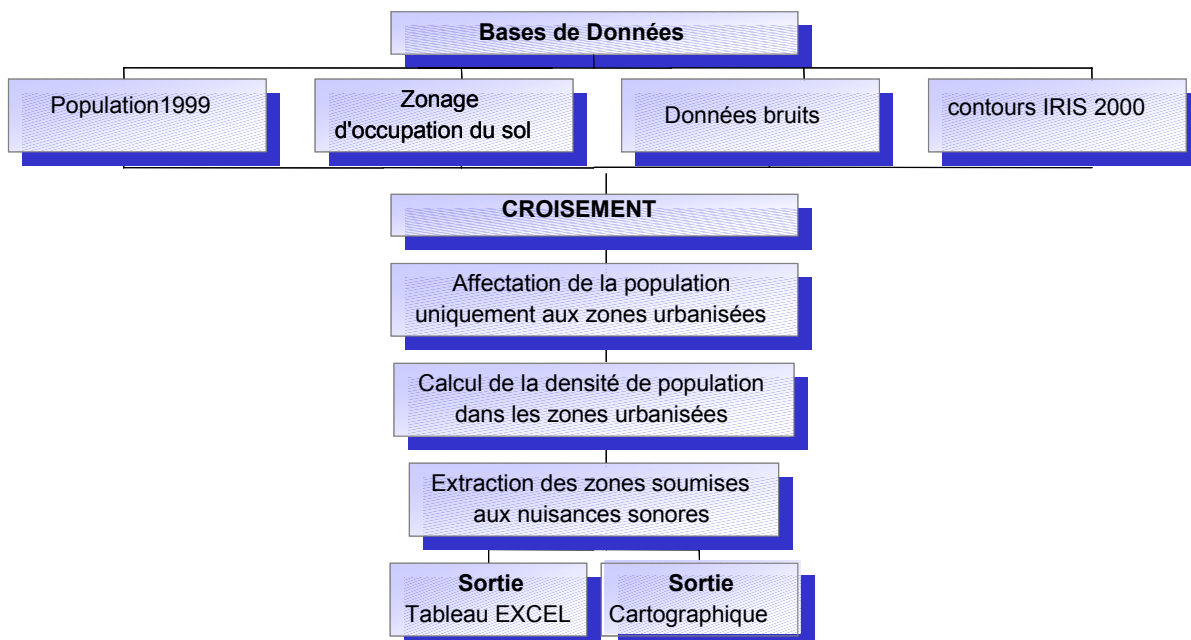


Schéma de la méthode

## Les données

### Données de population

- ◆ base îlots
- ◆ base IRIS
- ◆ données à la commune

Ces bases de données sont produites par l'INSEE à partir du dernier recensement de la population.

Le découpage à l'îlot est le plus précis mais il n'est disponible que pour les communes de plus de 10000 habitants.

Les trois bases sont donc utilisées pour couvrir tout le département de la Haute-Garonne en fonction de leur disponibilité.

### Données d'occupation du sol

- ◆ images satellitaires IRS (résolution 5 m au sol, couverture départementale). Ce ne sont pas les images multi-bandes qui sont utilisées mais des images traitées pour se rapprocher d'une représentation en couleurs réelles. La méthode reste valable avec des photographies aériennes orthorectifiées
- ◆ atlas numérisé des zones d'activités
- ◆ couverture aérienne à différentes dates orthorectifiée par l'équipe
- ◆ SITADEL (pour les permis de construire, géoréférencés par l'équipe sur certaines zones particulières)
- ◆ Plans d'Occupation du Sol numérisés et géoréférencés

### Les outils

- ◆ logiciel ER MAPPER
- ◆ logiciel MAPINFO

CETE Normandie-Centre - CERTU  
Méthode d'estimation de population

## ► La mise en oeuvre

### Constitution de la tâche urbaine à vocation résidentielle .

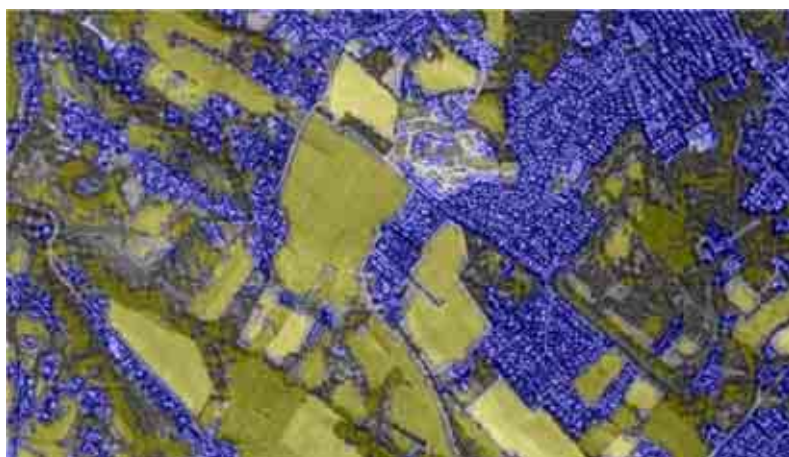
Sous ER MAPPER, un filtre de texture est appliqué qui permet de repérer les variations de textures importantes sur l'image IRS.

Ce filtre fait l'objet de réglages adaptés à l'image, à la zone d'étude et à l'échelle considérée. Il est déterminé de proche en proche par l'utilisateur.

L'application du filtre permet d'isoler le bâti mais isole aussi des éléments non bâtis comme des haies ou des parkings occupés.

Ces éléments sont exclus de la tâche urbaine à vocation résidentielle par un traitement complémentaire.

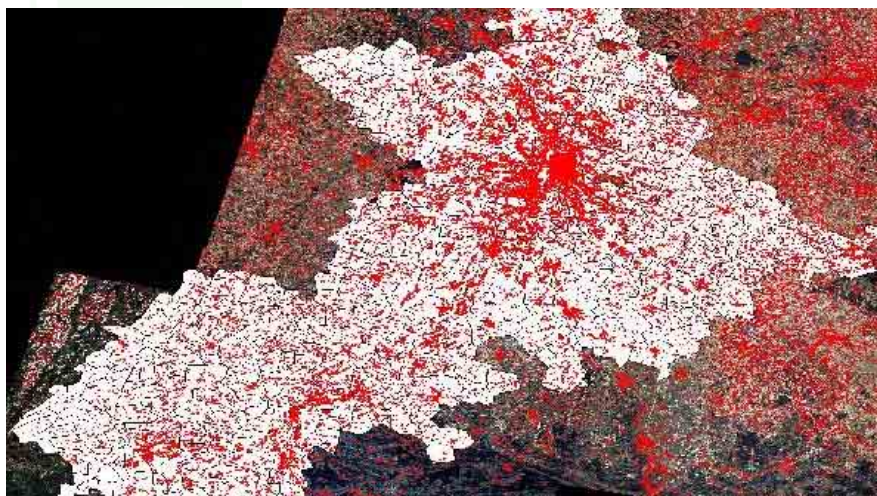
Le travail sur la texture permet également d'éliminer les grandes surfaces de toit qui correspondent généralement à un bâti commercial ou industriel (usines, supermarchés,...).



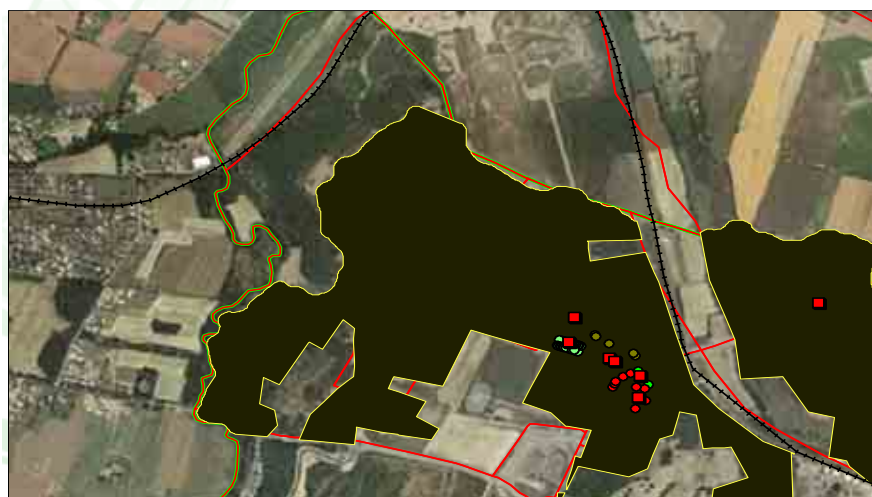
Exemple de la tâche urbaine obtenue

Les zones d'activités peuvent être exclues comme cela a priori, ou a posteriori, en utilisant un fichier géoréférencé des zones d'activité (Atlas local des zones d'activités ou POS/PLU numérisés).

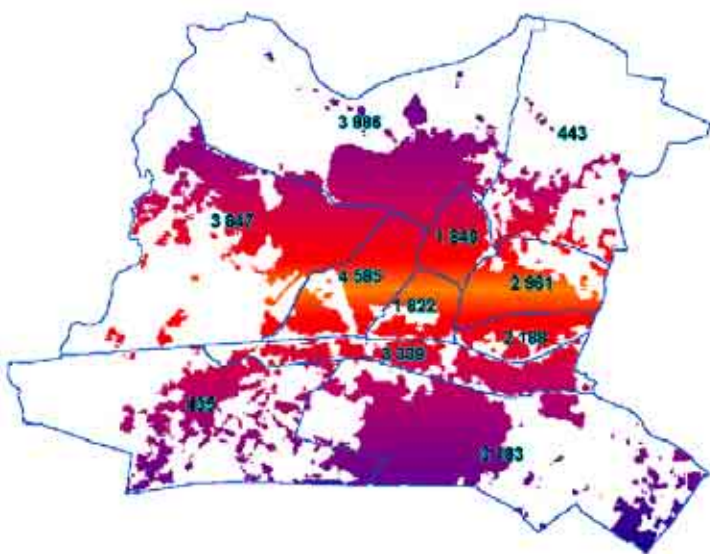
En utilisant une classification automatique, on obtient une couche raster du bâti.



Tache urbaine obtenue à partir de l'image satellite représentée à l'échelle du département



Représentation de la tache bâtie (hachuré jaune) sur les îlots INSEE (contour rouge)



Estimation de la population touchée par le bruit

L'étape suivante consiste à vectoriser la couche bâtie ainsi obtenue, sous ER MAPPER.

La généralisation (ou lissage des contours) s'effectue sous MAPINFO. Le fichier généré sous ER MAPPER étant très important (nombreux points générés lors de la vectorisation), la généralisation nécessite souvent un morcellement du fichier de base.

Au final, la tache urbaine à vocation résidentielle est produite sous la forme d'un fichier .TAB de MAPINFO

### Croisement avec les données de population

Une fois la tâche urbaine créée, la méthode consiste à effectuer un croisement sous MAPINFO entre celle-ci et les données de population : la population de l'entité INSEE (îlot, IRIS ou commune) est affectée à la surface de l'entité comprise dans la tâche urbaine.

La localisation de la population est ainsi affinée au sein des entités INSEE.

### Estimation de la population

Pour estimer une population dans une zone donnée, par exemple une zone de risque ou une zone exposée à un certain niveau de pollution, il suffit alors de croiser la donnée de population localisée plus précisément au sein des entités INSEE (IRIS dans l'illustration ci-dessous) avec la zone considérée (des zones de bruit dans l'illustration ci-dessous)

### Les partenaires associés à la démarche

Pour la mise au point de la tâche urbaine à vocation résidentielle et la détermination des filtres d'analyse, la DDE 31 a travaillé en partenariat avec SCOT (Services et Conception de systèmes en Observation de la Terre) qui est une filiale de recherche du CNES.

## ► Autre(s) application(s)

La détermination d'une tâche urbaine à vocation résidentielle peut servir d'autres applications

### La représentation cartographique

La localisation affinée du bâti résidentiel au sein des entités INSEE peut améliorer la représentation cartographique de certaines données relatives à la population et au logement : elle permet de recentrer les centroïdes des entités INSEE sur le bâti résidentiel. (Exemple : Atlas du logement social)

### Le suivi de l'urbanisation

La détermination des tâches urbaine à vocation résidentielle à différents horizons offre des possibilités de suivi de l'urbanisation, de la consommation de l'espace, ou de contrôle du droit à construction des communes.

## MAPBRUIT

La DDE 31 a déterminé les zones de bruit critiques (ZBC) en s'aidant de la tâche urbaine à vocation résidentielle : 905 ZBC ont ainsi été définies le long des axes routiers concernés par le bruit.

## ► Intérêts de la méthode – Difficultés rencontrées

La méthode présente deux principaux avantages :

- ♦ elle assure une prise en compte du bâti dispersé ou isolé en zone rural, ce que ne permettent pas les couches bâties issues de SPOT THEMA ou de la BD CARTO
- ♦ la tâche urbaine à vocation résidentielle peut être actualisée très facilement puisqu'elle repose sur l'exploitation de photographies aériennes ou d'images satellites. A ce propos il est intéressant de souligner que la DDE 31 s'est aussi orientée vers cette méthode considérant que la BD TOPO était trop ancienne sur son département.

Les difficultés qu'elle soulève sont les suivantes :

- ♦ la mise au point de la méthode est longue. La détermination des filtres sous ER-MAPPER se fait de proche en proche ; elle est très dépendante de l'expérience de l'utilisateur. Aujourd'hui, avec la pratique, la détermination du filtre nécessite environ une demi-heure à l'échelle d'une commune
- ♦ La principale faiblesse de la méthode est inhérente aux données de population : il s'agit de l'insuffisance de réactualisation du recensement INSEE. Le pas de temps qui sépare deux recensements est trop important pour garantir la validité des données de population après que quelques années se soient écoulées entre le dernier recensement et la date d'exploitation des données

Pour l'équipe de la DDE 31 une façon de pallier l'absence de réactualisation plus fréquente est d'utiliser d'autres sources d'information comme la base de données SITADEL dans laquelle sont recensés et localisés les permis de construire. Cela permet de compléter les données de population en intégrant les habitants des nouveaux logements (la donnée de population est affectée en supposant que les nouvelles constructions possèdent les mêmes caractéristiques que les autres logements au sein d'une même entité INSEE).

Ce palliatif demeure toutefois insuffisant puisqu'il n'intègre pas certaines dynamiques urbaines comme

l'attraction de tel ou tel quartier ou la vacance des logements dans tel autre : l'augmentation de la tâche urbaine à vocation résidentielle n'est pas forcément un bon indicateur de l'augmentation de la population.

## ► Évaluation de la méthode

La méthode présentée n'a pas fait l'objet d'une évaluation de terrain, c'est-à-dire que la population estimée n'a pas été comparée à la population existante sur un secteur donné.

En revanche, la détermination de la tâche urbaine a été évaluée à partir de comparaisons avec la couche bâtie de SPOT THEMA. Cette comparaison a mis en avant la plus grande précision de la tâche urbaine déterminée par la DDE 31.

La DDE 31 va participer à un groupe de travail animé par le CNES pour tester SPOT 5. Dans ce cadre, la DDE 31 évaluera l'utilisation de SPOT 5 pour la détermination de la tâche urbaine à vocation résidentielle

## ► Présentation de l'équipe

Organisme : DDE 31 - Service Urbanisme Aménagement / SIG

Personnes impliquées

- ♦ Mireille MULLER
- ♦ Pascal ASTRUC
- ♦ Michel SEGONDY

Note rédigée par Vincent Demeules et [Vincent.demeules@equipement.gouv.fr](mailto:Vincent.demeules@equipement.gouv.fr)  
Sophie Martinoni - CETE Normandie-Centre

Relu par Magali Di Salvo - CERTU

[Magali.di-salvo@equipement.gouv.fr](mailto:Magali.di-salvo@equipement.gouv.fr)

Cette fiche a été réalisée dans le cadre du rapport du CETE de Rouen sur les méthodes d'estimation de population dans des zonages thématiques

## DENSITE DE POPULATION ET MORPHOLOGIE DU BATI

### La méthode du CETE Normandie-Centre

L'équipe a travaillé pour le compte du CERTU sur la relation pouvant exister entre densité de population et morphologie du bâti. L'objectif étant d'en déduire une méthode pour décompter des populations. Ce travail n'a pas encore abouti à l'heure actuelle. La rédaction de la fiche date de 2003.

#### ► Contexte

L'équipe s'est intéressée au problème du décompte de population par le biais des études de pollution atmosphérique dans le cadre de projets routiers. Il s'agissait d'estimer des populations exposées à une pollution d'origine routière.

Dans ce cadre, l'étude commandée par le CERTU consistait à mettre en œuvre et tester une méthode qui permettrait d'évaluer simplement - mais précisément - une population dans une zone urbaine donnée par l'intermédiaire de la morphologie du bâti. Le travail a été mené sous forme d'une étude de cas sur les agglomérations rouennaise et lyonnaise (le CETE de LYON a été associé au travail).

Cette étude a fait l'objet d'un rapport d'études CERTU « Densité de population et morphologie du bâti, des perspectives pour l'estimation des populations ? » (Août 2001).

#### ► Description de la méthode

Le but recherché était de mettre en évidence un rapport simple entre densité de population et morphologie de bâti qui aurait constitué une méthode d'estimation des populations relativement aisée. En principe, si un tel lien était avéré, l'estimation des populations reposerait sur l'application de ratios forfaitaires (à déterminer) correspondant aux principaux types de bâtis rencontrés en milieu urbain. Dans cette hypothèse, il suffirait, pour quantifier le nombre de personnes résidant dans un secteur géographique particulier, de découper celui-ci en zones de bâti homogène, de calculer leur surface et de leur affecter le ratio de densité correspondant.

#### Les données

##### Données de population

Les données de population et de logements prises en compte sont celles fournies par l'INSEE. La base de données utilisée est la BASE-ILOTS issue du dernier recensement (RGP99).

La donnée retenue est la population totale sans double-compte

##### Données d'occupation du sol

- ◆ La couche bâtiments (objets surfaciques) de la BD TOPO
- ◆ Le SCAN25 de l'IGN
- ◆ Une couverture aérienne de l'agglomération

Des reconnaissances sur le terrain ont été nécessaires pour compléter ces données

#### Les outils

Les différents traitements ont été réalisés sous les logiciels Arcview et MapInfo.

#### ► La démarche

##### Découpage de l'aire d'étude en zones de bâti homogène

L'aire d'étude comprend sept communes (dont Rouen). Elle couvre une zone intégrant des tissus urbains très variés : centre-ville récent et ancien, habitat résidentiel récent et ancien, habitat collectif de différentes tailles, zones d'activité économique, espaces de loisirs

Au total, sept types de bâtis - directement inspirés de la typologie CLUSTERS (Classification for Land Use Statistics : Eurostat Remote Sensing programme) mise en place par Eurostat - ont été définis. Ces morphologies sont les suivantes :

- ◆ type 1 : habitat de centre-ville
- ◆ type 2 : petit collectif (moins de 5 étages)
- ◆ type 3 : grand collectif (5 étages ou plus)
- ◆ type 4 : habitat semi collectif
- ◆ type 5 : habitat individuel
- ◆ type 6 : les zones d'activité industrielles et commerciales ou de services
- ◆ type 7 : les établissements scolaires et de santé qui abritent des populations particulièrement sensibles à la pollution atmosphérique

Le découpage de l'aire d'étude suivant ces sept typologies a été réalisé dans un premier temps à partir de clichés aériens au 1/30 000 réalisés par l'IGN. Ce travail a ensuite été affiné par un repérage sur le terrain pour les zones où les photographies aériennes ne permettaient pas de trancher entre deux types de bâti. Ainsi, une visite sur le terrain s'est souvent avérée nécessaire pour différencier le « petit collectif » du « grand collectif », l'évaluation du nombre d'étages d'un immeuble à partir de photographies aériennes n'étant pas aisée à cette échelle.

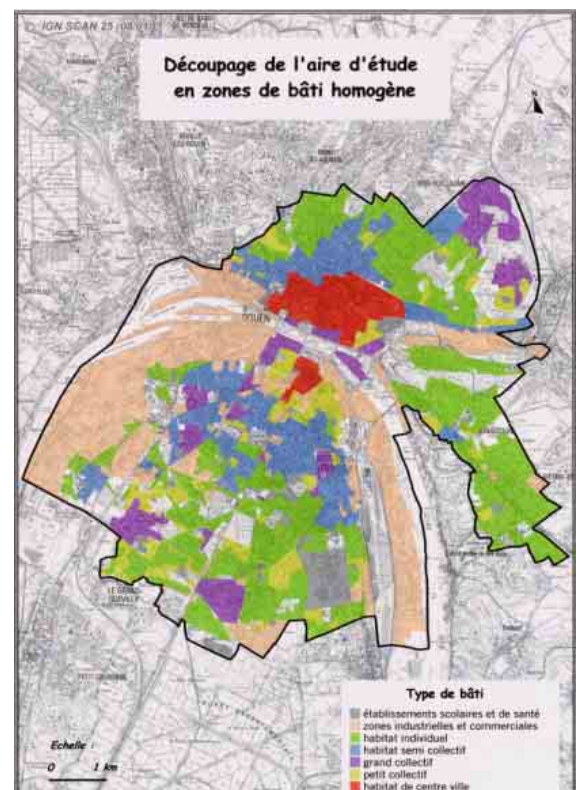
#### Croisement entre densité d'habitants et types de bâti.

Il s'agit, à partir de la base Îlot, de calculer la densité d'habitants présents dans chaque îlot de bâti homogène et ensuite de comparer les résultats obtenus pour les îlots présentant un même type de bâti

Les principales étapes mises en oeuvre pour aboutir à ce résultat peuvent être résumées de la manière suivante :

- ◆ Le calcul de la densité d'habitants a été réalisé à partir des bases *Îlots...15* et *Contours...Îlots* de l'INSEE et de l'IGN. Le premier travail a été de rechercher tous les îlots compris dans l'aire d'étude : plus de 2200 îlots ont ainsi été sélectionnés sur sept communes. Parmi toutes les données attributaires affectées à chaque îlot, seuls les champs correspondant à l'identifiant, la surface, la commune et la population de l'îlot ont été conservés

- ◆ La seconde étape a consisté en un croisement de la base de données ainsi constituée avec le découpage de l'aire d'étude en zones de bâti homogène afin d'affecter à chaque îlot une catégorie de bâti. A ce stade, un second tri a dû être effectué parmi les îlots retenus. Seuls les îlots présentant un bâti homogène à 90% au moins ont été conservés (c'est-à-dire qu'au moins 90% de la surface de l'îlot doit correspondre à un type de bâti identique sur la base du découpage en zones de bâti homogène). Le principe de cette sélection est exposé dessus.
- ◆ La dernière étape consiste à calculer la densité d'habitants de ces îlots et à comparer les résultats obtenus pour chaque type de bâti. Il s'agit en particulier, suite à une analyse statistique simple d'observer la dispersion des densités calculées pour un même type de bâti .



Découpage de l'aire d'étude en sept types de bâti

#### Principe du tri des îlots présentant un bâti homogène à 90% au moins

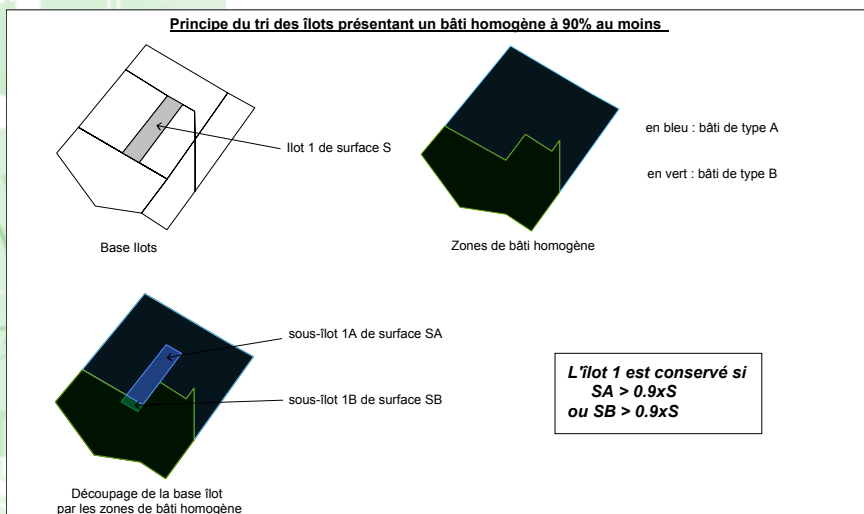


Illustration de la seconde étape

## Les résultats

### Résultat général

Indépendamment de la typologie de bâti, un premier calcul de densité d'habitants par îlot a été mené afin d'observer la répartition globale de cette densité sur l'aire d'étude.

### Résultat par type de bâti

L'objectif est d'essayer de caractériser chacun des types de bâti retenus par sa densité d'habitants. Les îlots exploités sont donc ceux dont le bâti est homogène à 90% soit un total de 1558 îlots (260 centre-ville, 104 petit collectif, 119 grand collectif, 407 semi-collectif, 668 habitat individuel).

- ◆ tous types de bâti confondus, on observe une

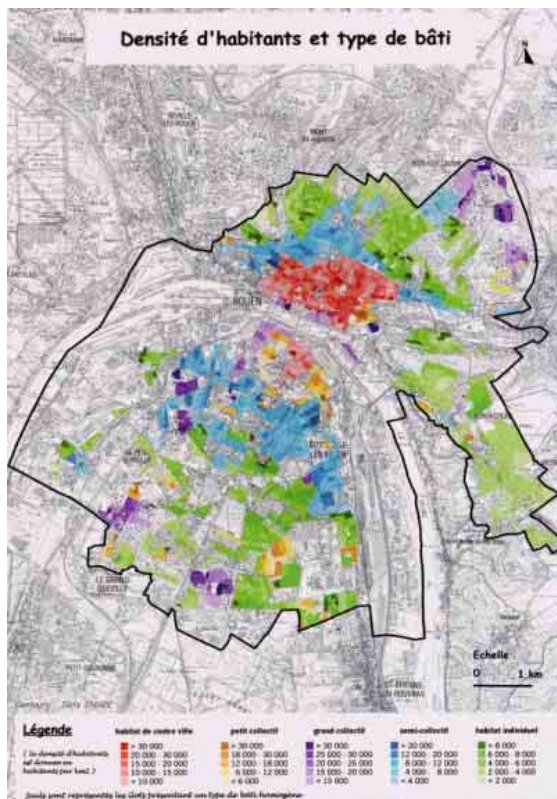
| Type de bâti | Centre ville | Petit collectif | Grand collectif | Semi collectif | Individuel |
|--------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|
| Moyenne      | 15 325       | 12 035          | 21 686          | 8 087          | 4 667      |
| Médiane      | 15 181       | 10 592          | 21 043          | 7 323          | 4 435      |
| Écart type   | 6 474        | 6 910           | 8 968           | 3 707          | 1 740      |
| Maximum      | 29 897       | 28 641          | 48 794          | 19 494         | 9 951      |
| Minimum      | 3 078        | 2 262           | 5 836           | 2 206          | 1 089      |
| Centile 0.9  | 24 412       | 22 644          | 31 797          | 13 263         | 6 904      |

grande dispersion des résultats (l'écart type est très élevé). Celle-ci est cependant plus importante pour l'habitat collectif (en particulier pour les catégories « petit collectif » et « grand collectif »). Il est probable que la différence du nombre d'étages des bâtiments au sein d'une même catégorie soit à

- l'origine de la divergence des valeurs observées
- malgré la forte dispersion des résultats, on constate une différence assez nette entre la densité des cinq types de bâti. En partant de la plus densément peuplée vers la moins densément peuplée, les cinq catégories de bâti se classent comme suit : grand collectif, habitat de centre ville, petit collectif, habitat semi collectif et habitat individuel

La très forte dispersion des valeurs de densité dans une même classe de bâti a montré qu'il n'est pas envisageable d'utiliser la moyenne de densité comme estimateur de la densité à l'îlot ; sauf, peut-être pour l'habitat individuel qui présente une plage de valeur plus restreinte.

Le type de bâti n'est donc pas un paramètre suffisant pour estimer la densité de population à l'échelle de l'îlot.



Représentation de la densité d'habitants pour chaque type de bâti

## Densité de population et Coefficient d'Occupation du Sol

La tentative de caractérisation d'un lien direct entre densité de population et morphologie de bâti s'étant traduite par un échec, le CETE Normandie-Centre a choisi d'étudier la relation entre la densité de contenu (population) et densité de contenant (COS). L'idée de cette démarche provient de l'analyse de deux études déjà réalisées sur le sujet et ouvrant des perspectives intéressantes : Les densités urbaines et le développement durable de Vincent Fouchier (1997), Relation entre la démographie et les surfaces de plancher bâties de la DREIF (1997)

Le COS est un descripteur quantifiable de la densité bâtie. Pour cette étude, c'est le COS brut hors sol qui a été utilisé par le CETE Normandie-Centre. Il se définit comme suit

$$COS = \frac{\sum (\text{Nombre d'étages} \times \text{Emprise au sol})}{\text{Surface de l'îlot}}$$

Ce travail a été mené sur la même aire d'étude que la comparaison entre densité d'habitants et le type de bâti.

L'emprise au sol et le nombre d'étages des bâtiments ont été calculés à partir de la BD TOPO de l'IGN. Ces calculs ainsi que le croisement avec la base Îlots...15 ont été réalisés sous SIG (ArcView GIS).

Les différentes étapes qui ont été mises en œuvre pour l'étude de la relation entre le COS et la densité sont les suivantes :

- découpage de l'aire d'étude en zones de bâti homogène
- sélection pour chacun des quatre types de bâti d'un échantillon de vingt à quarante îlots
- calcul de la densité de population pour chacun des îlots sélectionnés
- calcul du COS pour chacun des îlots sélectionnés
- exploitation des résultats (calcul du coefficient de corrélation entre COS et densité de population, discussion suivant les types de bâti)
- conclusion (mise au point éventuelle d'une relation de proportionnalité entre COS et densité de bâti).

Les résultats obtenus sont les suivants

- Le lien existant entre densité de bâti et densité de résidents est fonction de la typologie du bâti
- Les coefficients de corrélation entre densité de résidents et COS brut calculés pour les quatre types de bâti considérés sont compris entre 0.55 et 0.88. Les résultats obtenus sont plus ou moins encourageants selon les types de bâti
- L'habitat collectif est le type de bâti pour lequel la plus forte corrélation entre densité de contenant et densité de contenu est observée.



- ◆ A l'opposé, densité de bâti et densité d'habitants ne semblent, avec une corrélation de 0.55, que faiblement liés pour le tissu urbain de centre ville. Le cas de l'habitat semi-collectif et de l'individuel se situent à une position intermédiaire entre ces deux cas limites
- ◆ la vue de ces premiers résultats, il n'est pas possible d'affirmer que, de façon générale, densité de bâti et densité d'habitants sont significativement corrélées. La tendance est toutefois remarquable et mérite d'être approfondie

Il est probable que les résultats obtenus auraient été meilleurs si la densité humaine (habitants et gens travaillant dans l'îlot) avait été prise en compte plutôt que la densité des habitants seuls

## ► Suites à donner

Dans l'étude du lien entre morphologie de bâti et densité de population, les résultats obtenus à partir du COS sont beaucoup plus encourageants que ceux issus du seul paramétrage par type de bâti.

De nouvelles investigations apparaissent cependant nécessaires à l'équipe pour définir des coefficients de passage COS/densité adaptés à chaque type de bâti. Il s'agirait tout d'abord de réitérer la démarche sur Rouen et d'autres agglomérations métropolitaines en travaillant à partir de la densité humaine (habitants et emplois) plutôt qu'avec la seule densité d'habitants.

Enfin, dans l'hypothèse optimiste où la relation entre COS et densité humaine serait établie avec suffisamment de certitude pour estimer des populations, un travail méthodologique devra être engagé qui consistera à définir les outils les plus efficaces non seulement dans la détermination du COS mais aussi dans l'exploitation de la densité humaine dans le volet sanitaire des études d'impact

## ► Présentation de l'équipe

Organisme : CETE Normandie-Centre – DEIOA – Environnement

Personnes impliquées

- ◆ Sophie MARTINONI
- ◆ Vincent DEMEULES
- ◆ Jean-François BURKHART (CETE de Lyon)

Note rédigée par Vincent Demeules et [Vincent.demeules@equipement.gouv.fr](mailto:Vincent.demeules@equipement.gouv.fr)  
Sophie Martinoni - CETE Normandie-Centre

Relue par Magali Di Salvo - CERTU

[Magali.di-salvo@equipement.gouv.fr](mailto:Magali.di-salvo@equipement.gouv.fr)