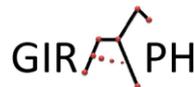


# Diagnostic Territorial Santé Yverdon-les-Bains

Evaluation de la distribution géographique des infrastructures de santé de premier recours en relation avec les principales caractéristiques socio-démographiques et environnementales

Annie Guillaume  
Dr. Stéphane Joost  
Pr. Idris Guessous

Unité d'Epidémiologie Populationnelle (UEP), HUG  
Geographic Information Research and Analysis for Public Health (GIRAPH)  
Laboratoire de Systèmes d'Information Géographique (LASIG), EPFL



## Préalable

Ce rapport a été rédigé dans le but d'accompagner la commune d'Yverdon-les-Bains dans une approche d'évaluation de santé populationnelle de précision sur son territoire, notamment dans le cadre du nouveau plan directeur communal.

## Synthèse

- Cette étude établit un diagnostic territorial partiel (localisation relative des services de soins de premier recours, des classes de population et des caractéristiques de l'environnement urbain (degré de végétation, bruit routier, risque de bulle de chaleur estivale) à l'échelle locale (hectare) ;
- À deux exceptions près (sur 60 établissements), les services de soins de premier recours sont localisés exclusivement dans le bourg historique ou à proximité immédiate. L'opportunité que représente le développement des nouveaux quartiers figurant dans le plan directeur communal doit être saisie pour que ces derniers soient pourvus de pharmacies, de médecins généralistes, mais aussi d'infirmières, potentiellement exploités dans le contexte de dynamisation des réseaux de santé communautaire prôné par la Direction Générale de la Santé du canton de Vaud ;
- Progressivement d'ici à 2040 les effectifs des 65-79 ans et de 80 ans et plus vont augmenter respectivement de 53% et de 58% en moyenne. Dans une large couronne autour du bourg historique (à plus de 10 minutes à pied pour une personne âgée), l'augmentation de l'effectif des plus de 80 ans est estimée à plus de 200% ;
- 2'200 personnes - soit 7% de la population en 2016 - sont exposées à un bruit routier nocturne qui égale ou excède la valeur minimale légale stipulée dans l'ordonnance fédérale sur le bruit ;
- Des informations sur la santé de la population n'étaient pas disponibles pour cette étude. Ce type d'information est clé pour compléter un diagnostic territorial de santé et identifier des zones à risque. Ces informations pourraient provenir 1) de données de consommation de soins fournies par l'hôpital régional ; ou 2) d'une cohorte médicale numérique : au moyen d'une plateforme numérique participative, la ville contacte ses citoyens pour l'inciter à partager des informations ciblées sur son état de santé. Un tel outil pourrait constituer un moyen pérenne de monitoring de l'état de santé de la population ;
- Les mesures prévues dans le plan de mobilité douce – en cours d'élaboration – contiennent beaucoup d'éléments qui rejoignent les recommandations favorisant la pratique de l'activité physique par la population ;
- La liste de ces recommandations est assez riche et fournit de nombreuses pistes. Cependant **un hiatus ou une rupture subsiste entre le niveau des recommandations d'aménagement et le niveau d'implémentation et de planification des travaux impliqués**. Il est difficile pour les aménagistes d'utiliser directement les recommandations.
- Le processus initié doit donc être complété par des études qualitatives afin de mieux comprendre les besoins de la population et de recueillir l'avis des professionnels de la santé actifs sur le terrain (enquêtes sur le terrain sur un certain nombre de quartiers ou de secteurs à problème pré-identifiés).
- Dans la foulée du présent diagnostic territorial, nous recommandons à la municipalité d'Yverdon-les-Bains de :
  1. Financer une étude locale qualitative de type participatif destinée à évaluer dans un ou deux quartiers types le niveau de qualité de vie ou dans quelle mesure la zone est propice à la pratique de l'activité physique. Des aménagements urbains pourraient concrètement être apportés dans un second temps pour adapter la situation en fonction des remarques et des analyses (par exemple dans les secteurs Verdand-Fleurettes ou Vilette) ;
  2. Participer au projet de plateforme numérique participative Métasanté 2 (Lausanne) et lancer ainsi une cohorte médicale digitale pour la ville (implique une collaboration avec la ville de Lausanne, Unisanté, le CHUV, l'Université de Lausanne, GIRAPH et l'EPFL).

## **Confidentialité**

Le présent rapport est confidentiel et il ne doit pas circuler ou être diffusé en-dehors du Comité de pilotage du diagnostic territorial santé de la commune d'Yverdon-les-Bains sans l'autorisation du président du COPIL. Les cartes produites sont conformes aux règles de protection des données en vigueur en Suisse. En l'occurrence les données de la statistique de la population et des ménages ne caractérisent jamais moins de 4 ménages par hectare.

## **Financement**

Ce rapport a été financé par le Service des Sports de la ville d'Yverdon-les-Bains, Hôtel de Ville, Place Pestalozzi 2, Case postale 355, 1401 Yverdon-les-Bains.

# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<b>2. BUTS ET OBJECTIFS</b>	<b>7</b>
2.1 ADÉQUATION ENTRE LA DISTRIBUTION SPATIALE DES CLASSES DE POPULATION ET LA DISTRIBUTION DES SERVICES DE SANTÉ DE 1ER RECOURS	7
2.2 ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN	7
2.3 PLANIFICATION URBAINE FAVORISANT L'ACTIVITÉ PHYSIQUE ET LA SANTÉ POPULATIONNELLE	7
<b>3. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE</b>	<b>8</b>
<b>4. DÉMOGRAPHIE</b>	<b>9</b>
<b>5. INVENTAIRE ET LOCALISATION DES SERVICES DE SANTÉ DE PREMIER RECOURS</b>	<b>11</b>
5.1 ACCESSIBILITÉ DES SERVICES DE SANTÉ DE PREMIER RECOURS	12
5.2 ACCESSIBILITÉ AUX SERVICES DE PREMIERS RECOURS : ÉLÉMENTS DE COMPARAISON	14
<b>6. CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN</b>	<b>16</b>
<b>7. CARACTÉRISATION GLOBALE DES HECTARES HABITÉS</b>	<b>18</b>
7.1 LES COMPOSANTES PRINCIPALES (OU PROFILS SYNTHÉTIQUES DE LA POPULATION)	18
7.2 LA TYPOLOGIE DES QUARTIERS	19
<b>8. VERS UNE PLANIFICATION URBAINE FAVORISANT LA SANTÉ POPULATIONNELLE</b>	<b>21</b>
8.1 BUT ET OBJECTIFS DES MESURES PROPOSÉES	22
8.2 THÈME 1 - DES QUARTIERS EN SYNERGIE AVEC LA VILLE	22
8.3 THÈME 2 - DES PASSERELLES VERS LA SANTÉ	23
8.4 THÈME 3 - DES ESPACES OUVERTS POUR LA MIXITÉ	24
8.5 THÈME 4 - DES JEUX DE PROXIMITÉ POUR DES ENFANTS ACTIFS	24
8.6 THÈME 5 - DES INSTALLATIONS SPORTIVES OUVERTES SUR LA VILLE	25
8.7 THÈME 6 - MISE EN VITRINE DU MOUVEMENT	25
8.8 THÈME 7 - DES ESCALIERS POUR ÊTRE ACTIF AU QUOTIDIEN	26
<b>9. DISCUSSION</b>	<b>27</b>
<b>10. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>32</b>
<b>11. RÉFÉRENCES</b>	<b>34</b>
<b>12. ANNEXES</b>	<b>37</b>
12.1 LISTE DES PERSONNES CONSULTÉES DANS LE CADRE DE LA COLLECTE DES DONNÉES	37
12.2 LISTE DES VARIABLES UTILISÉES	37
12.3 FIGURES (CARTES THÉMATIQUES)	39
<i>Figure 1 : Pourcentage de la population résidante totale par hectare à fin 2016</i>	39
<i>Figure 2 : Pourcentage de la population résidante totale par hectare en 2040</i>	40
<i>Figure 3 : Évolution du pourcentage de la population résidante totale par hectare entre 2016 et 2040</i>	41
<i>Figure 4 : Évolution du pourcentage de la classe des 65 ans et plus entre 2016 et 2040</i>	42
<i>Figure 5 : Évolution du pourcentage de la classe des 65-79 ans entre 2016 et 2040</i>	43
<i>Figure 6 : Évolution du pourcentage de la classe des 80 ans et plus entre 2016 et 2040</i>	44
<i>Figure 7 : Fréquence des services de soins de premier recours dans un rayon de 300m</i>	45
<i>Figure 8 : Isolignes représentant le nombre de services de premiers recours accessibles en 10 minutes à pied</i>	46
<i>Figure 9 : NDVI (indice de végétation par différence normalisée)</i>	47
<i>Figure 10 : Températures moyenne du sol</i>	48
<i>Figure 11 : Bruit routier nocturne</i>	49
<i>Figure 12 : Représentation spatiale de la première composante principale</i>	50
<i>Figure 13 : Représentation spatiale de la deuxième composante principale</i>	51
<i>Figure 14 : Représentation spatiale de la troisième composante principale</i>	52
<i>Figure 15 : Typologie en 6 classes des hectares habités de la commune d'Yverdon-les-Bains</i>	53

## 1. Introduction

Le diagnostic territorial effectué à Yverdon-les-Bains s'inscrit à la suite de deux études similaires menées dans le canton de Genève, à Vernier et à Plan-les-Ouates. Ce type d'analyse montre comment il est possible d'intégrer des informations géographiquement précisément localisées (à l'échelle de l'hectare habité ) sur la qualité et la fréquence des services de médecine ou de soins de premier recours, la démographie (avec en ligne de mire le vieillissement de la population), les caractéristiques des environnements urbains construits et naturels, la précarité socio-économique, ceci dans une perspective de santé publique. C'est cet aspect local qui constitue l'originalité des études dont un rôle important est de mettre en évidence la nécessité de recourir à des outils de précision dans le domaine du diagnostic populationnel en santé publique, tout en respectant les dispositions sur la protection des données.

La ville d'Yverdon-les-Bains a décidé d'implémenter une approche dite de santé publique de précision basée notamment sur l'utilisation de l'information géographique dans le but d'effectuer un certain nombre de constats en vue de prendre les mesures nécessaires pour favoriser la qualité de vie et améliorer la santé de sa population. Cette décision implique la prise en compte de facteurs liés à la santé physique et mentale de la population dans le plan directeur communal de la commune. Cela passe par l'analyse de l'adéquation quantitative et qualitative entre la localisation des équipements de médecine de premier recours ou des types d'environnement urbain favorisant la santé et la répartition spatiale de la population yverdonnoise selon ses caractéristiques socio-économiques et socio-démographiques, y compris l'évolution de ces dernières dans le temps ; en effet, les effectifs de la population des seniors (65 ans et plus) vont fortement augmenter d'ici 2040 et des mesures particulières doivent être prises pour surveiller cette catégorie de la population et anticiper les mesures qui lui permettront de rester en bonne santé le plus longtemps possible.

Les informations sanitaires caractérisant la population devraient dans l'idéal être prises en compte mais elles ne sont pas disponibles pour cette étude. Par conséquent, ce diagnostic territorial ne constitue pas une étude exhaustive des questions liées à la santé et à différents aspects liés à la vulnérabilité des populations d'Yverdon-les-Bains. Il répond avant tout à des interrogations de base liées à la pertinence de la localisation des équipements et services de santé de premier recours, en rapport avec les groupes d'habitants les plus susceptibles d'y recourir, et en prenant en compte également les zones vers lesquelles les zones habitées vont s'étendre dans le futur (prise en compte du plan directeur communal).

Mais l'étude vise également à alimenter le plan directeur communal avec des réflexions et des informations utiles visant à favoriser une bonne santé physique et mentale de la population dans les quartiers planifiés : favoriser l'activité physique en prévoyant les équipements nécessaires

(cheminements favorisant la marche et la course à pied, places de jeux, équipements sportifs ouverts au public, etc.), connecter les différents quartiers entre eux, anticiper les effets du réchauffement climatique en minimisant les surfaces bétonnées et goudronnées tout en prévoyant des espaces verts en suffisance, etc. Ces réflexions et recommandations concernent toutefois également l'environnement urbain actuel. Il est louable de prévoir de nouveaux quartiers favorisant la qualité de vie, mais il est tout aussi important de remettre en question la façon dont le territoire urbain a été développé jusqu'ici. Des mesures doivent être prises également pour remédier aux effets néfastes du réseau routier urbain actuel comme le bruit trop important en particulier la nuit, la pollution atmosphérique et simplement l'emprise des surfaces goudronnées sur le territoire.

Il est important de relever que la démarche entreprise ici par la commune d'Yverdon-les-Bains s'inscrit parfaitement dans les objectifs formulés par la Direction Générale de la Santé du canton de Vaud (SSP VD 2018) pour la législature 2018-2022. D'une part elle vise à favoriser l'appropriation au niveau local de la promotion de la santé et de la prévention, ceci via « l'émergence de quartiers solidaires ou intergénérationnels, en développant des pistes cyclables ou en repensant l'aménagement du territoire. » Et d'autre part, cette démarche illustre bien comment il est possible d'exploiter des données géographiques multidimensionnelles dans la mise en œuvre d'une politique de santé publique.

La forme de ce rapport est la plus synthétique possible. Après la description des objectifs et la présentation de la méthodologie générale, les chapitres abordés contiennent d'une part une description des données utilisées, puis de courtes explications sur les méthodes et traitements appliqués, et enfin les cartes thématiques qui permettent de visualiser la distribution spatiale des variables d'intérêt. Le chapitre 7 propose une caractérisation globale des quartiers en analysant simultanément toutes les variables collectées et propose une typologie de ces derniers. Il permet de discuter de la répartition géographique des différentes populations yverdonnoises sur le territoire. Le chapitre 8, intitulé «Vers une planification urbaine favorisant la santé populationnelle», présente sept thèmes qui pourraient être intégrés dans les plans de développement des nouveaux quartiers ou permettre de repenser les quartiers déjà développés afin de promouvoir l'activité physique et la santé des résidents. Finalement la conclusion met en évidence les informations les plus importantes que ce diagnostic a permis de mettre en évidence, mais aussi les aspects qu'il n'a pas couverts.

## 2. Buts et Objectifs

Comme évoqué dans l'introduction, les buts de ce diagnostic territorial sont 1) d'observer l'adéquation entre la distribution spatiale des différentes classes de population et la distribution spatiale des services de santé de premier recours, 2) d'évaluer la qualité de l'environnement urbain en analysant le niveau sonore et le degré de végétation sur le territoire de la commune, et enfin 3) d'alimenter le plan directeur communal avec des réflexions et des informations utiles visant à favoriser une bonne santé physique et mentale de la population dans les quartiers existants et dans ceux dont la construction est planifiée. Les objectifs spécifiques correspondants sont listés ci-dessous.

### 2.1 Adéquation entre la distribution spatiale des différentes classes de population et la distribution spatiale des services de santé de premier recours

- Etablir la structure démographique de la population yverdonnoise et cartographier la distribution spatiale des principales classes d'âge ;
- Inventorier et localiser les services de santé existants sur le territoire de la commune, afin d'identifier les services et fonctions manquants ou des lieux insuffisamment desservis ;
- Fournir des indications quantitatives sur l'accessibilité aux services de soins de premier recours existants par la population, selon des classes d'âge spécifiques, pour la période actuelle et pour 2040 ;
- Identifier les lieux de précarité sur le territoire de la commune à un niveau plus précis que le sous-secteur statistique ;

### 2.2 Évaluation de la qualité de l'environnement urbain

- Quantifier le niveau de bruit routier nocturne à l'hectare ;
- Quantifier le degré de végétation (le niveau de verdure) à l'hectare ;
- Quantifier les niveaux relatifs de température du sol en été, à l'hectare ;
- Évaluer l'exposition des habitants au bruit nocturne routier ;

### 2.3 Planification urbaine favorisant l'activité physique et la santé populationnelle

- Présenter les démarches et aménagement proposés dans des quartiers urbains d'autres localités dans le but d'améliorer la qualité de vie des populations et de favoriser la pratique de l'activité physique ;
- Proposer des aménagements favorisant la pratique de l'activité physique dans les quartiers planifiés par la ville (plan directeur communal, plans de quartier) ;

### 3. Méthodologie générale

Des entretiens, des séances et de nombreux échanges par email ont permis d'identifier les thèmes prioritaires à traiter et de définir les grands chapitres du diagnostic. Les séances suivantes ont permis d'élaborer les thématiques à aborder dans le cadre du diagnostic territorial (voir liste des participants en annexe) :

1. Le 28 mai 2018, séance préparatoire à Nyon avec Mme Dysli-Jeanneret (ville d'Yverdon-les-Bains), MM. Guessous (HUG, GIRAPH) et Gojanovic (Hôpital de la Tour);
2. Le 20 septembre 2018, séance préparatoire aux HUG à Genève avec Mme Dysli-Jeanneret, MM. Guessous et Joost (EPFL, HUG, GIRAPH) ;
3. Le 29 octobre, entretien de coordination avec Mme Dysli-Jeanneret et M. Joost ;
4. Le 31 octobre 2018, séance de présentation du contenu prévu de l'étude de diagnostic territorial avec Mme Dysli-Jeanneret, M. Joost et la municipalité d'Yverdon-les-Bains (séance hebdomadaire de la Municipalité) ;
5. Le 8 novembre 2018, conférence APIS puis séance de constitution du comité de pilotage avec Mmes Hirsch (HEIG-VD), Dysli-Jeanneret, Riedo et Guillaume (ville d'Yverdon-les-Bains), MM. Carrard (Syndic d'Yverdon-les-Bains), Ventura (HEIG-VD), Mutter (Université de Lausanne), Gojanovic, Perrenoud et Monod (ville d'Yverdon-les-Bains), Guessous et Joost ;
6. Le 21 novembre 2018 avec Mmes Stankovic, Malignac (ville d'Yverdon-les-Bains), Dysli-Jeanneret et Guillaume, MM. Monod, Perrenoud, Joost ;
7. Le 17 janvier 2019 avec Mmes Dysli-Jeanneret, Riedo, Dias, Stankovic, Pin (DGS, Etat de Vaud) et Guillaume, MM. Carrard, Ventura, Gojanovic, Monod, Cardis (EHNV), et Joost.
8. Le 29 avril 2019 avec Mmes Dysli-Jeanneret, Riedo, Dias, Stankovic, Larequi (DGS, Etat de Vaud), MM. Joerin (HEIG-VD), Delacrétaz (HEIG-VD), Ventura, Gojanovic, Joost et Kühne (DGS, CPSLA, Etat de Vaud).

Les séances 1 à 3 ont permis d'identifier les données géoréférencées nécessaires qui ont ensuite été collectées. Des services de l'Etat (Direction Générale de la Santé du canton de Vaud) et de la commune d'Yverdon-les-Bains (service des sports, service de l'urbanisme, service des finances) ont été consultés et sollicités dans ce but (voir liste des services et personne consultées en annexe 1).

En ce qui concerne les données géographiques, il était important de travailler avec des informations localisées de manière précise. Nous avons donc choisi d'utiliser l'hectare habité comme unité géographique de référence. Ces hectares sont caractérisés par de nombreuses variables – notamment démographiques – fournies par l'Office Fédéral de la Statistique (OFS). D'autres données géoréférencées à l'adresse (registre des entreprises de l'OFS) ont été soit cartographiées directement (localisation des services de soins de premier recours par exemple pour les calculs d'accessibilité notamment), soit agrégées au niveau de l'hectare habité pour respecter les dispositions sur la protection des données d'une part, et de façon à pouvoir travailler sur un découpage géographique homogène.

La conférence APIS (Activité physique, Innovation – Santé ; <http://www.conference-apis.ch/>) du 8 novembre 2018 a donné l'occasion de présenter la démarche de diagnostic territorial au public. Au terme de cette conférence, un groupe de travail a été constitué dans le but d'accompagner les travaux menés par le GIRAPH Lab, de discuter des constats effectués et de fournir des suggestions.

## 4. Démographie

Les données statistiques utilisées sont issues du recensement fédéral de la population 2016 fournies par l'OFS. Elles ont été géoréférencées par le centre de compétence pour la géoinformation et le traitement numérique des images digitales de l'OFS (GEOSTAT) et mises à disposition sous la forme d'une base de données hectométrique : la population de chaque hectare habité (surface de 10'000 m<sup>2</sup>) est ainsi décrite précisément<sup>1</sup>. Nous avons ainsi obtenu 507 hectares habités pour la commune d'Yverdon-les-Bains.

Pour obtenir des projections de données démographiques à l'horizon 2040, nous avons utilisé les modèles produits par les cantons de Vaud et de Genève (OCSTAT, 2016), ainsi que celui élaboré par la société MicroGIS SA pour le Service de la Jeunesse et de la Cohésion sociale de la Ville d'Yverdon-les-Bains (MicroGIS, 2017). Les projections démographiques pour la commune d'Yverdon-les-Bains comprennent un scénario spécifique pour la ville, avec un solde migratoire annuel qui atteint +215 personnes, et une fécondité moyenne de 1.73 enfants par mère et par année. Ces coefficients correspondent à une augmentation de 26.0% pour la classe d'âge des 0-19 ans, de 6.7% pour la classe des 20-39 ans, de 24.7% pour la classe des 40-64 ans, de 53.4% pour la classe des 65-79 ans, et de 58.0% pour la classe des 80 ans et plus.

Après avoir agrégé les classes d'âge OFS (résolution temporelle de 5 ans) pour les faire correspondre aux 5 classes de référence mentionnées (0-19 ; 20-39 ; 40-64 ; 65-79 ; 80+), nous avons appliqué les coefficients aux effectifs des hectares 2016 pour obtenir une projection de la population en 2040. Ces estimations font passer la population Yverdonnoise **de 30'324 fin 2016** (figure 1 p.39) à **39'829 en 2040** (figure 2 p.40). Une limite à cette méthode d'estimation est que l'augmentation de la population est projetée dans les mêmes unités géographiques (densification urbaine stricte), ce qui fait qu'elle ne tient pas compte de l'extension urbaine planifiée et présentée dans le plan directeur communal. Pour compenser cette faiblesse et s'en tenir à une méthode simple, nous avons fait figurer sur les cartes thématiques illustrant les données 2040 les projets de construction de nouveaux logements mentionnés dans le plan d'agglomération d'Yverdon-les-Bains (voir figures 2 à 7, pp.40 à 45). Les figures 1 et 2 illustrent la distribution spatiale du pourcentage de la population totale par hectare, fin 2016 et en 2040 respectivement. La figure 3 (p.41) montre l'évolution de la population entre ces deux années, puis les figures 4, 5, et 6 (pp.42 à 44) permettent de visualiser l'évolution de l'effectif des classes d'âge de 65 ans et plus.

La population totale est principalement concentrée dans les quartiers du Centre-Ville, Général-Guisan, Isles, Moulins, Pierre-de-Savoie, et Villette (figure 1 p.39). En raison des limites des méthodes exposées plus haut, ce sont les mêmes zones qui ressortent avec des populations plus denses

---

<sup>1</sup> <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/services/geostat/geodonnees-statistique-federale.html>

en 2040 (figure 2 p.40). Les cartes d'évolution (figures 3-6, pp.41-44) montrent que la population totale va principalement augmenter autour du centre historique. Ce constat est important pour la population des personnes âgées de 65 ans et plus dont l'effectif va augmenter de 40% au moins dans le centre-ville et de plus de 100% dans les zones périphériques attenantes. Finalement, on peut s'attendre une augmentation de plus de 100% également de la population âgée de 80 ans et plus de manière homogène sur tout le territoire de la commune (voir figure 6 p.44).

## 5. Inventaire et localisation des services de santé de premier recours

Pour dresser l'inventaire des services de santé, nous avons utilisé le Registre des Entreprises et des Etablissements (REE) géré par l'OFS. Ces données ont permis d'identifier 473 entités dans le domaine de la santé<sup>2</sup> sur le territoire de la commune d'Yverdon-les-Bains à fin 2017 (voir leur répartition par catégories dans la Table 1 selon la classification générale des activités économiques - NOGA). Pour le diagnostic et les calculs d'accessibilité, nous nous sommes concentrés sur les 60 services concernant les soins de premier recours (en italique dans la table 1) : les hôpitaux pour soins généraux, les médecins généralistes, et les commerces de détail de produits pharmaceutiques en magasin spécialisé (pharmacies).

Service de santé	Nombre (#)	#services pour 1'000 hab.	#habitants par service
Action sociale sans hébergement pour personnes âgées et	4	0.13	7'581.0
Activités des infirmières, soins à domicile	11	0.36	2'756.7
Activités des sages-femmes	2	0.07	15'162.0
Autre action sociale avec hébergement	1	0.03	30'324.0
Autre action sociale	44	1.45	689.2
Autres activités paramédicales	90	2.97	336.9
Autres activités pour la santé humaine	7	0.23	4'332.0
<b>Commerce de détail de produits pharmaceutiques en</b>	<b>12</b>	<b>0.40</b>	<b>2'527.0</b>
Crèches et garderies d'enfants	17	0.56	1'783.8
Établissements pour les traitements psychosociaux	2	0.07	15'162.0
Foyers pour enfants et adolescents	2	0.07	15'162.0
Hébergement médicalisé (nursing)	13	0.43	2'332.6
Hôpitaux spécialisés	2	0.07	15'162.0
<b>Hôpitaux pour soins généraux</b>	<b>3</b>	<b>0.10</b>	<b>10'108.0</b>
Laboratoires médicaux	4	0.13	7'581.0
Institutions pour personnes handicapées	5	0.16	6'064.8
Institutions pour toxicomanes	3	0.10	10'108.0
Maisons d'éducation	5	0.16	6'064.8
Maisons pour personnes âgées	1	0.03	30'324.0
<b>Médecins généralistes</b>	<b>32</b>	<b>1.05</b>	<b>947.6</b>
Médecins spécialistes	88	2.90	344.6
Œuvres de bienfaisance, organisations caritatives	13	0.43	2'332.6
Pratique dentaire	22	0.73	1'378.4
Physiothérapie	58	1.91	522.8
Psychothérapie et psychologie	19	0.63	1'596.0
<b>Total général</b>	<b>473</b>		

Table 1 : Services de santé recensés fin 2017 dans le Répertoire des Entreprises et des Etablissements (REE) de l'OFS sur le territoire de la commune d'Yverdon-les-Bains. L'estimation du nombre de médecins généralistes est basée sur un recensement local des ressources en médecine de famille effectuée par le Dr Olivier Pasche (eHnv), médecin coordonnateur [Forom NV](#). L'effectif indiqué reflète les inscriptions au groupement local de la Société Vaudoise de Médecine (SVM).

<sup>2</sup> Ces activités correspondent aux codes NOGA suivants : 477300, 861001, 861002, 862100, 862200, 862300, 869001, 869002, 869003, 869004, 869005, 869006, 869007, 871000, 872001, 872002, 873001, 873002, 879001, 879002, 879003, 881000, 889100, 889901, 889902

## 5.1 Accessibilité des services de santé de premier recours

Pour quantifier leur accessibilité par la population, nous avons déterminé autour de chaque service deux aires qui correspondent à un déplacement à pied de 5 minutes à 3.6 km/h pour l'une et de 10 minutes à 3.6 km/h pour l'autre. Cette valeur correspond à la vitesse de déplacement moyenne d'une personne âgée (Studenski et al. 2011). Les déplacements ont été calculés le long des voies piétonnes en utilisant les informations de la base de données Open Street Map (OSM)<sup>3</sup>.

Le nombre de personnes et le pourcentage des différentes classes d'âge résidant à l'intérieur de chacune des deux zones d'accessibilité (5 et 10 minutes) a ensuite été calculé (voir Table 2). Les éléments de référence qui ont mené à l'élaboration de cette approche ont été puisés dans différentes études (Apparicio et al. 2008; Guagliardo 2004; Jordan et al. 2004; Langford et al. 2008; Luo et al. 2003; Masoodi et al. 2015). On constate que pour les années 2016 et 2040 environ 15% de la population totale réside à 5 minutes à pied d'une pharmacie, et ~40% à 10 minutes à pied. Ces fractions sont à peu près les mêmes au sein des classes plus âgées (65 ans et plus). En ce qui concerne l'accès aux médecins généralistes, environ 26% de la population totale se trouve à 5 minutes à pied, et 55% à 10 minutes.

Pour rendre compte visuellement de la densité de services de santé de premier recours sur le territoire, nous avons produit une carte de chaleur ou heatmap. Cette carte (figure 7 p.45) est une représentation graphique qui fait correspondre la fréquence (nombre de services) à l'intensité de la couleur dans un rayon de 300m autour de chaque pixel de la carte. Plus la teinte est rouge, plus le nombre de services est élevé. Sur la figure 7 on peut constater que les services de soins de premier recours sont concentrés dans le centre historique et à proximité immédiate, à l'exception des sites hospitaliers, ainsi que d'une pharmacie et d'un médecin généraliste dans le quartier de Bains.

Finalement, afin de rendre compte de la localisation des services par rapport à celle de la population, nous avons produit des cartes qui montrent des isolignes représentant la fréquence des services superposées aux hectares habités avec les classes d'âge de la population de 65 ans et plus, choisie ici dans la mesure où cette classe de population est plus vulnérable de manière générale et que son effectif va considérablement augmenter dans les années à venir (figure 8 p.46). On peut remarquer sur cette carte qu'environ la moitié des personnes âgées de 65 ans et plus se trouvent à l'extérieur d'une zone représentant l'accessibilité à 10 minutes à pied d'un service de santé de premier recours (600m).

Si l'on considère l'utilisation des transports en commun pour accéder aux services de santé dans le centre-ville, on constate qu'environ 85% de la population vit à moins de 5 minutes à pied d'un arrêt de bus, tandis que 14% vit à 5-10 minutes et 1% vit à plus de 10 minutes à pied d'un arrêt de bus (voir Table 3 pour une ventilation des pourcentages par classe d'âge et par sexe). Cela indique qu'il existe

---

<sup>3</sup> <https://www.openstreetmap.org>

un meilleur accès aux services de santé que celui mentionné ci-dessus, bien que cela dépende encore de la fréquence des transports en commun, et de l'efficacité de la desserte des services de soins de premier recours par les transports publics.

Services de santé	%pop.tot 2016	%pop.tot 2016	%pop.tot 2040	%pop.tot 2040	%65-79 2016	%65-79 2016	%65-79 2040	%65-79 2040
	5min	10min	5min	10min	5min	10min	5min	10min
Hôpitaux pour soins généraux	4.81	14.55	4.82	14.65	3.66	13.18	3.71	13.49
Médecins généralistes	26.18	55.48	26.37	55.95	28.04	58.00	28.34	58.67
Pharmacies	15.17	41.88	15.18	42.29	14.16	41.39	14.47	42.14

Services de santé	%65+ 2016	%65+ 2016	%65+ 2040	%65+ 2040	%80+ 2016	%80+ 2016	%80+ 2040	%80+ 2040
	5min	10min	5min	10min	5min	10min	5min	10min
Hôpitaux pour soins généraux	3.90	12.75	3.92	12.94	4.40	11.85	4.75	13.37
Médecins généralistes	28.04	58.02	28.24	58.48	28.04	58.06	29.44	60.82
Pharmacies	14.53	42.36	14.72	42.83	15.31	44.40	16.25	47.39

Table 2 : Les chiffres indiqués dans ce tableau représentent le pourcentage de la tranche d'âge indiquée pouvant accéder au service de santé, en 5 minutes (300m) ou 10 minutes (600m) à pied (vitesse de 3.6 km/h), le long des routes (trottoirs) ou sur les chemins pédestres. En plus de la population totale pour 2016 et 2040, les effectifs ont été calculés pour les 65-79 ans, les 65 ans et plus, et les 80 ans et plus pour 2016 et 2040.

Classe d'âge	Hommes			Femmes			Totale		
	5min	10min	>10min	5min	10min	>10min	5min	10min	>10min
0-19	84.17	14.67	1.16	85.37	13.60	1.02	84.76	14.14	1.10
20-39	85.79	12.94	1.27	85.80	13.48	0.73	85.79	13.20	1.01
40-64	83.81	14.75	1.44	83.18	15.38	1.45	83.49	15.07	1.44
65-70	83.82	14.80	1.38	84.71	14.12	1.17	84.33	14.41	1.26
65+	84.81	13.87	1.32	85.85	13.07	1.08	85.43	13.39	1.17
80+	87.33	11.50	1.17	87.96	11.13	0.90	87.74	11.26	1.00

Table 3 : Les chiffres indiqués dans ce tableau représentent le pourcentage de la tranche d'âge indiquée pouvant accéder aux arrêts de transports publics, en 5 minutes (300m), 10 minutes (600m) et plus de 10 minutes (>600m) à pied (vitesse de 3.6 km/h), le long des routes (trottoirs) ou sur les chemins pédestres en 2016.

## 5.2 Accessibilité aux services de premiers recours : éléments de comparaison

Peu d'informations précises sont disponibles dans la littérature concernant le bassin de population nécessaire à l'ouverture d'un service de santé de premier recours, nous avons donc procédé à des comparaisons avec des données disponibles dans d'autres pays et des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Concernant l'ouverture d'une nouvelle pharmacie, en France, il faut compter un bassin de population de minimum 2'500 habitants, le bassin de population étant défini par la commune (Morvillers, 2011). En Suisse, on compte 0.21 pharmacies pour 1'000 habitants, soit 4'760 habitants par pharmacie, hors contraintes géographiques (voir Table 4).

Concernant les médecins généralistes, l'OMS recommande une densité de 1.0 médecin généraliste pour 1'000 habitants. Avec en moyenne 4.2 médecins généralistes pour 1'000 habitants, la Suisse fait partie des 10 pays présentant le plus grand nombre de médecins généralistes par habitant (OMS, 2016). Enfin, pour les médecins spécialistes, il est difficile de trouver des recommandations, probablement du fait de la diversité des spécialités existantes.

Nous avons groupé les services de santé existants par catégorie et établi une estimation du nombre d'entreprises pour 1'000 habitants dans la commune d'Yverdon-les-Bains (voir Table 4). On note que la commune d'Yverdon-les-Bains, avec une pharmacie pour 2'527 habitants, compte aujourd'hui environ le double de pharmacies que la moyenne nationale (0.40/1'000 vs. 0.21/1'000 ; Table 3). A titre de comparaison, la commune de Vernier (GE), pour laquelle nous avons établi un diagnostic territorial en 2017, comptait une pharmacie pour 6'460 habitants (0.15/1'000), et la commune de Plan-les-Ouates (GE), pour laquelle nous avons établi un diagnostic territorial en 2018, comptait une pharmacie pour 4'160 habitants (0.24/1'000). Ensuite, avec 947 habitants par médecin généraliste (1.48/1'000), Yverdon-les-Bains se situe au niveau des recommandations de l'OMS (1/1000), mais se situe bien au-dessous de la moyenne nationale qui compte 238 habitants par médecin généraliste (4.2/1'000; Table 4), révélant une pénurie locale. A titre de comparaison, la commune de Vernier (GE) compte un médecin généraliste pour 1'515 habitants (0.66/1'000), et la commune de Plan-les-Ouates (GE) compte un médecin généraliste pour 1'613 habitants (0.62/1'000).

	Pharmacies pour 1'000 habitants	Habitants par pharmacie	Médecins généralistes pour 1'000 habitants	Habitants par médecin généraliste
<b>Yverdon-les-Bains (2016)</b>	<b>0.40</b>	<b>2'527</b>	<b>1.05</b>	<b>947</b>
<b>Yverdon-les-Bains (2040)</b>	<b>0.30</b>	<b>3'319</b>	<b>0.8</b>	<b>1244</b>
Vernier (GE)	0.15	6'460	0.66	1'515
Plan-les-Ouates (GE)	0.24	4'160	0.62	1'613
Suisse	0.21	4'760	4.2	238
OMS - recommandations	0.54	1'845	1	1'000

Table 4 : Résumé des chiffres concernant le nombre de pharmacies ou de médecins généralistes pour 1'000 habitants, et le nombre d'habitants par pharmacie ou par médecin généraliste dans les communes d'Yverdon-les-Bains, de Vernier (GE), et de Plan-les-Ouates (GE), ainsi que la moyenne suisse et les exigences minimales indiquées par l'OMS en 2016. Il faut noter que les indications de l'OMS prennent en compte la taille des pharmacies (nombre d'employés). Les chiffres pour Yverdon-les-Bains en 2040 sont calculés pour le même nombre de pharmacies qu'en 2016.

En tenant compte de l'augmentation prévue de la population d'ici à 2040, le nombre d'habitants par pharmacie augmenterait de 2'527 à 3'319 si aucun nouvel établissement n'apparaît, et de manière similaire le nombre d'habitants par médecin généraliste passerait de 947 à 1244. Selon les recommandations de l'OMS (1/1'000), en l'état les services de santé de premiers recours seront encore suffisants pour la commune en 2040. Cependant, il est important de noter que comme la majorité des pharmacies et des médecins généralistes sont aujourd'hui tous situés au centre de la commune (fig. 7 et 8, pp.45-46), il sera nécessaire de réfléchir soigneusement à l'emplacement des nouvelles pharmacies et de nouveaux médecins généralistes. Les nouveaux quartiers prévus par le plan directeur communal constituent les sites préférentiels, de manière à mieux répartir géographiquement les services en question.

## 6. Caractéristiques environnementales de l'environnement urbain

Pour compléter le diagnostic, nous avons sélectionné trois variables environnementales importantes pour caractériser le milieu urbain, ceci de manière à décrire les principaux risques environnementaux auxquels est exposée la population Yverdonnoise. Il s'agit du degré de couverture de végétation ou degré de verdure en été (traduite par l'indice NDVI pour Indice de Végétation par Différence Normalisée), d'une estimation de la température du sol en été (LST pour Land Surface Temperature), et du bruit nocturne causé par le trafic routier. Il s'agit d'une description partielle des caractéristiques environnementales du tissu urbain, mais ces informations sont suffisantes pour repérer les principales zones exposées et les comparer avec la localisation des populations les plus vulnérables. Le risque environnemental le plus important pour une population urbaine est la pollution atmosphérique mais nous ne disposons pas de source de données suffisamment précise pour l'inclure dans notre analyse. L'indice de végétation NDVI est utilisé pour évaluer l'intensité de la couverture végétale (Barsi et al. 2014). Les valeurs ont été calculées en utilisant des données enregistrées par le satellite LandSat 8 le 26 juin 2018. Ces données consistent en des images représentant des longueurs d'ondes différentes avec une valeur pour chaque pixel sur une grille d'une résolution spatiale de 30m. On calcule le NDVI en combinant certaines de ces longueurs d'onde :

$$NDVI = \frac{(Proche\ InfraRouge - Rouge)}{(Proche\ InfraRouge + Rouge)}$$

Les valeurs du NDVI sont comprises entre -1 et +1, où les valeurs négatives indiquent de l'eau et les valeurs les plus positives indiquent la végétation la plus dense. Les valeurs proches de zéro correspondent généralement à des zones dénudées (de roches, de bitume ou de sable). Les valeurs moyennes obtenues ont été agrégées dans les hectares habités sur tout le territoire de la commune d'Yverdon-les-Bains (voir figure 9, p.47). Plus les hectares sont verts plus ils correspondent aux zones où la végétation est fréquente et dense ; au contraire, plus les hectares sont gris plus ils correspondent à des zones sans végétation. On observe que les endroits avec le moins de végétation sont situés au centre-ville ainsi qu'au nord-ouest, et les endroits avec le plus de végétation sont situés à l'est de la commune, dans les zones moins urbanisées. Ce type de distribution spatiale du degré de végétation est attendu pour une ville comme Yverdon-les-Bains, mais ces informations constituent une référence utile dans le cadre d'un possible effort futur de la ville visant à insérer plus de végétation dans les quartiers les plus bétonnés. La végétation absorbe le bruit, atténue l'effet de bulle de chaleur en été (effets physique), mais elle a également des effets bénéfiques sur la santé mentale des habitants (Maas et al. 2006).

Les données complémentaires (infrarouge thermique - TIRS) nécessaires à l'évaluation de la température du sol ont été également fournies par le satellite LandSat 8 (le 26 juin 2018). Les estimations moyennes de température du sol ont été également agrégées dans les hectares habités

(figure 10, p.48). Plus les hectares sont rouges plus ils correspondent à des zones où les températures sont élevées. On constate effectivement que les endroits où le sol est le plus chaud en été (plus de 28.5°C) correspondent aux endroits où l'on trouve moins de végétation (NDVI, figure 9), c'est-à-dire au centre-ville et au nord/nord-ouest de la ville. Les hectares avec les températures les plus basses (au-dessous de 25.5°C) se situent à l'est, dans la zone où la végétation est plus fréquente et dense.

Enfin, les données sur le bruit routier nocturne ont été produites par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). SonBase (OFEV 2014) est une base de données qui recense dans l'ensemble de la Suisse les géodonnées relatives aux sources de bruit les plus importantes. Elle fournit une couche d'information continue sur le territoire helvétique avec une valeur en dB(A) pour chaque pixel sur une grille d'une résolution de 10m. Cette valeur fournit un niveau sonore continu équivalent à l'énergie sonore totale pendant une période de temps donnée (Leq).

Les valeurs de la grille ont été agrégées dans les hectares habités et on a utilisé la moyenne (figure 11, p.49). La Table 5 montre le pourcentage de la population par classe d'âge et par genre qui habite dans des hectares où l'on est exposé à 50dB ou plus en moyenne la nuit. Cette valeur est le maximum autorisé par la confédération dans une zone d'habitation la nuit (Ordonnance sur la protection contre le bruit, OPB), ce qui revient tout de même à dormir à côté d'une machine à laver. Les hectares en question sont clairement situés le long des grands axes routiers et de l'autoroute au sud-ouest. Dans une étude menée en juin 2018, nous avons montré à Lausanne l'impact du bruit routier sur la santé de la population, et en particulier les troubles du sommeil qu'ils engendrent (Joost et al. 2018). La mauvaise qualité de sommeil engendre stress, inattention, mais aussi des perturbations du métabolisme qui accroissent le risque d'hypertension, ou de maladies cardio-vasculaires par exemple. Il est donc important de prendre des mesures pour réduire le bruit causé par le trafic routier la nuit à ces endroits (limitation de vitesse à 30km/h à partir de 22 heures, pose d'asphalte phono-absorbant). En effet, la Table 5 montre qu'environ 7% de la population (2122 personnes en 2016) vit dans ces zones bruyantes dans lesquelles la santé est clairement affectée par ce facteur.

Classe d'âge	Hommes	Femmes	Moyenne pop. tot
0-19	6.27	6.99	6.62
20-39	6.66	7.49	7.06
40-64	6.81	6.94	6.88
65-79	7.14	7.01	7.07
65+	7.10	7.53	7.36
80+	7.00	8.51	7.98
<b>Total</b>	<b>6.68</b>	<b>7.23</b>	<b>6.96</b>

Table 5 : Les chiffres indiqués dans ce tableau représentent le pourcentage de la tranche d'âge et du genre des habitants situés dans les hectares exposés à une moyenne de 50dB ou plus pendant la nuit.

## 7. Caractérisation globale des hectares habités

Cette partie du rapport présente une synthèse des informations de différents types (démographie, socio-économie, environnement) collectées au niveau des hectares habités (voir liste des variables prises en compte à la page 37, point 12.2). Son but est de mettre en évidence les caractéristiques principales des quartiers ainsi que celles des populations qui les habitent. Nous avons effectué une analyse en composantes principales, soit une analyse qui permet d'extraire des **profils synthétiques** de la combinaison de toutes les variables prises en compte dans l'étude et de leurs relations mutuelles. Ces profils synthétiques sont le résultat d'une interprétation de la combinaison des variables qui les constituent. Il faut donc les considérer avec prudence (il s'agit d'une simplification de la réalité) et prendre en compte la part d'information globale expliquée par chacune composante.

### 7.1 Les composantes principales (ou profils synthétiques de la population)

La première composante est principalement caractérisée par une haute densité de population jeune (0-19 ans) et active (20-65 ans) vivant dans des endroits peu végétalisés exposés au risque de bulle de chaleur en été (figure 12, p.50). Ce profil est négativement associé à des loyers plus élevés, à des zones végétalisées mais éloignées des services de médecine de premier recours où réside une population suisse constituée en majorité de familles. Il s'agit donc d'une composante qui met en évidence une population jeune et active qui habite proche du centre-ville. C'est la composante qui exprime la principale structure socio-économique, avec une opposition entre les deux profils de populations décrits plus haut (15% de la variabilité total d'information est expliquée par cette composante).

La deuxième composante illustre le contraste entre des zones bruyantes et sans végétation où résident des personnes non qualifiées d'une part, et des lieux où la population plus âgée exerce des professions libérales ou dans le secteur des services, et où les loyers sont plus élevés (figure 13, p.51).

La troisième composante est positivement associée avec une population sans religion, comptant moins de personnes par ménage, avec une formation supérieure et des revenus plus élevés (figure 14, p.52). Sont opposées à ce profil des zones où l'on trouve une population plus chrétienne (attention : variable « Autres chrétiens », donc ni protestants ni catholiques), où on compte plus de personnes par ménage (familles), avec une formation primaire et des emplois non qualifiés.

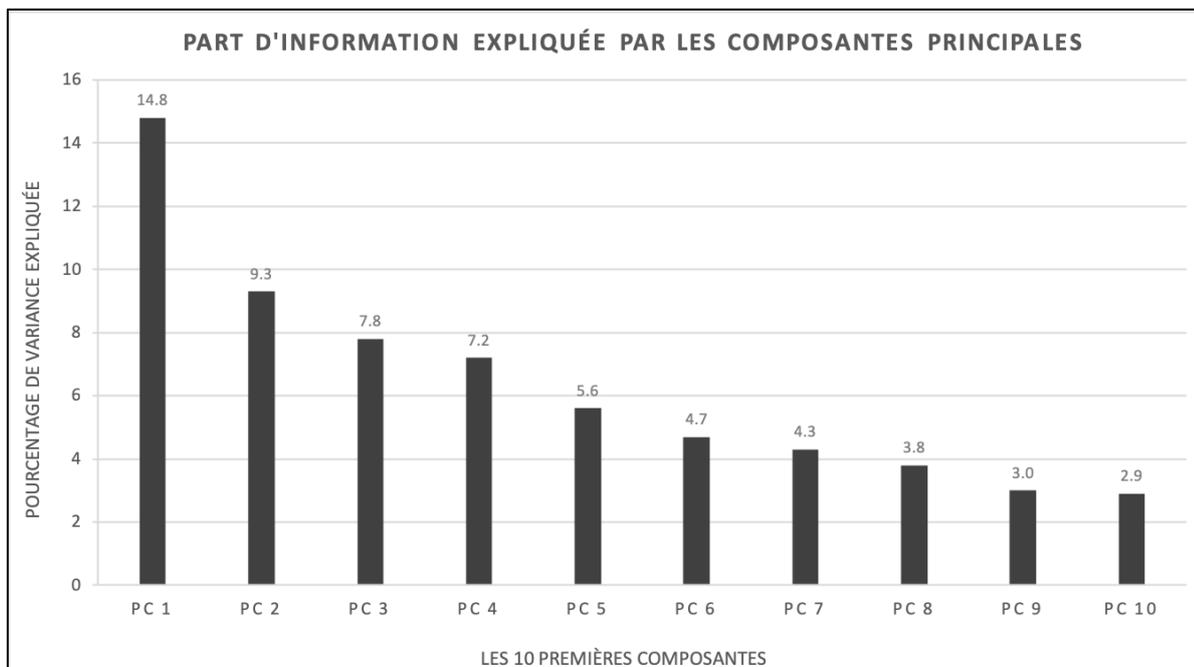


Figure 12. Pourcentage de variance expliquée par les 10 premières composantes, soit une variabilité cumulée de 63.4% sur les 100% représentés par les 69 variables prises en compte dans l'analyse.

## 7.2 La typologie des quartiers

Pour simplifier la lecture des structures mises en évidence par l'analyse en composantes principales, nous avons utilisé une méthode capable de hiérarchiser les variables utilisées dans l'analyse. Cela a permis de produire une typologie du territoire habité et de proposer une interprétation des groupes identifiés en combinaison avec les résultats de l'analyse en composantes principales.

Sur la figure 15 (p.53), la classe 1 (rouge) concerne 257 hectares habités. Elle est caractérisée par une densité moyenne de population, par un nombre moyen de personnes par ménage, et par une exposition à des températures du sol moyennes en été. Ensuite 75 hectares figurent dans la classe 2 (bleu clair) qui regroupe notamment des familles dans de plus grandes maisons éloignées de la ville et des services de santé de premier recours, où l'on observe de plus hauts revenus, où la densité de la population est plus basse qu'ailleurs et où la densité de végétation est la plus élevée, accompagnée de températures du sol plus basses. Dans la classe 3 (orange), les 27 zones concernées sont des endroits beaucoup plus éloignés du centre-ville où il y a plus de végétation mais aussi plus de bruit nocturne, et un plus haut pourcentage de familles avec une moyenne de 5 personnes par ménage, de personnes vivant au foyer ainsi que des travailleurs non-qualifiés ou en formation. La classe 4 (vert clair) contient 68 secteurs de haute densité de population, situés plus proches des services, où les loyers sont moins chers, où les ménages comptent moins de personnes ; dans ces zones la population est constituée d'un mélange de nationalités, elle est plus jeune et active (moins de 65 ans) ; le niveau de formation y est supérieur. On trouve encore 48 hectares dans la classe 5 (brun) où la densité de population est la plus élevée, où on trouve plus de personnes au foyer, plus de chrétiens (non

protestants, non catholiques), où les services de santé sont le plus souvent accessibles ; ces zones sont exposées au bruit routier et au phénomène de bulle de chaleur en été. Finalement, la classe 6 (violet) contient les 32 zones comptant le plus de célibataires et de retraités avec des formations supérieures et des revenus élevés ; ces zones sont éloignées des services mais la végétation y est dense et le bruit routier faible.

## 8. Vers une planification urbaine favorisant la santé populationnelle

Comme il a été montré que les choix opérés dans le domaine de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme ont une influence directe sur l'activité physique et la santé de la population (NHS, 2015), il est important d'intégrer dans le nouveau plan directeur communal des types d'aménagement qui favorisent l'activité physique des résidents et qui confèrent une meilleure qualité de vie (par exemple dans le nouveau quartier Gare-Lac ou l'aménagement de la Place d'Armes). En effet, une planification urbaine saine vise à promouvoir des lieux de vie sains et agréables en mettant à disposition les logements, les emplois et les services dont les gens ont besoin, ceci tout en réduisant les risques environnementaux (pollution sonore, pollution atmosphérique, températures hautes, etc.) et en augmentant les surfaces végétalisées. Cette approche – le « Healthy Urban Planning » – reconnaît explicitement l'influence de la planification urbaine sur les questions de santé et l'utilise comme moyen de concevoir et promouvoir de bons aménagements et en profitant pour proposer des normes plus strictes en matière de construction. La checklist du NHS permet d'éviter que des bâtiments et des espaces mal conçus continuent d'influencer négativement la santé physique et mentale de la population.

La « Healthy Urban Planning Checklist » du NHS a été développée pour être intégrée dans les politiques de transport, de logement, d'environnement et de santé. Elle est centrée sur quatre thèmes principaux. Le premier thème est appelé « **Logement sain** », et il traite de la conception de logements, de l'accessibilité des logements, de modes de vie sains, de combinaisons de logements abordables, ceci afin de limiter au maximum les problèmes de surpeuplement, de conditions de vie environnementales (lumière, température, bruit, etc.) et de maladie mentale. Le deuxième thème est intitulé « **Transport actif** ». Ici le « design urbain » doit être conçu de manière à favoriser les choix de mobilité douce grâce à une *connectivité améliorée* et à la sécurité routière. Les objectifs traités par ce thème visent à limiter les problèmes de santé physique et mentale, les blessures causées par les accidents de la route, ainsi que les maladies dues à la pollution sonore et atmosphérique. Le troisième thème concerne un « **Environnement sain** », qui concerne les environnements naturels et urbains. Les objectifs visés dans ce thème cherchent à améliorer la qualité de l'air, des sols et de l'eau, ce qui va favoriser l'activité physique, ce qui va accroître les possibilités de production d'aliments locaux et également améliorer la santé mentale. Le quatrième thème est celui des « **Quartiers dynamiques** », et il vise à améliorer l'accès aux services de santé, à l'éducation, aux infrastructures sociales, à l'emploi local et aux espaces publics. Ce thème est davantage axé sur l'amélioration de la santé mentale et donc sur la santé physique également.

Pour répondre à la demande des autorités d'Yverdon-les-Bains dont un objectif important est de profiter du nouveau plan directeur communal de manière à concevoir de futurs quartiers qui favorisent

l'activité physique et de manière générale une qualité de vie supérieure, nous proposons ici un condensé de recommandations sur le choix d'aménagements urbains susceptibles de favoriser la pratique de l'activité physique par une population urbaine. Ces recommandations sont tirées d'une part de la « Healthy Urban Planning Checklist » mentionnée ci-dessus, et d'autre part des travaux produits par le groupe Métrasanté dirigé par la Policlinique Médicale Universitaire de Lausanne (PMU) et financé par la Ville de Lausanne dans le but d'intégrer la promotion de la santé au sein du programme urbanistique Métamorphose (Cornuz et al. 2014).

## 8.1 But et objectifs des mesures proposées

Le but des lignes qui suivent est de fournir des recommandations pour la promotion de l'activité physique en agissant sur l'environnement construit. Ces recommandations s'adressent aux personnes et organes publics ou privés engagés dans les projets concernés. Les objectifs poursuivis par ces recommandations sont de :

1. Proposer des aménagements urbains susceptibles d'encourager la pratique de l'activité physique ;
2. Augmenter la proportion de personnes physiquement actives ;
3. Intégrer la promotion de la santé au sein du développement des nouveaux quartiers à Yverdon-les-Bains ;
4. Créer une ville plus active, tant à l'échelle locale qu'à l'échelle de l'agglomération toute entière ;
5. Permettre un accès à l'activité physique de proximité à toute personne, quels que soient son revenu et ses disponibilités, dans une perspective d'équité sociale.

Toutes les recommandations formulées dans ce document reposent sur des observations faites dans le cadre d'études scientifiques qui ont été passées en revue par les auteurs de l'étude Métrasanté (Cornuz et al. 2014) et par la London Healthy Urban Development Unit (NHS 2015). Les auteurs de l'étude Métrasanté ont doté chaque recommandation d'une indication du niveau de preuve scientifique en l'état actuel des connaissances:

- +++** *Niveau de preuve élevé : recommandation supportée par un ensemble de données, dont au moins 2 études longitudinales ou 5 études transversales. La solidité des données permet de montrer qu'il y a une relation directe entre l'intervention environnementale suggérée et le comportement mesuré.*
- ++** *Niveau de preuve intermédiaire : recommandation supportée par un certain nombre de données émergentes. Les études existantes suggèrent que l'intervention environnementale proposée peut augmenter les niveaux d'activité physique.*
- +** *Avis d'experts : recommandation sans base de preuves formelles, mais qui s'appuient sur la pratique professionnelle. L'absence de preuve ne signifie pas l'absence d'un effet potentiel sur l'activité physique. De plus, certaines stratégies peu coûteuses mais potentiellement efficaces ne doivent pas être prétéritées par l'absence actuelle de preuve.*

## 8.2 Thème 1 - Des quartiers en synergie avec la ville

Des nouveaux quartiers vont être créés sur des parcelles autour de la ville et quelques-uns en bordure d'autoroute. Il convient de réaménager le maillage urbain pour rattacher les nouveaux sites au reste de la ville. Selon la recherche, une grande connectivité urbaine, traduite par un maillage fin, est associée à une augmentation des pratiques piétonnes. Dans certaines villes les zones urbaines dotées

d'un maillage fin et d'un réseau de trottoirs complet ont en moyenne un volume de piétons trois fois plus grand que dans des zones composées de grands blocs et insuffisamment équipées en trottoirs.

### **Objectif**

Favoriser les accès à pied et à vélo dans un rayon de 3-5 km avec un réseau interconnecté de rues et trottoirs.

### **Recommandations**

1. Concevoir les rues de manière à les connecter en maintenant un maillage fin, plus favorable à la pratique des modes actifs. +++
2. Renforcer la desserte du site en transports publics et l'intermodalité avec les modes actifs. ++
3. Favoriser les liaisons qui donnent accès aux espaces verts. ++
4. Maximiser le potentiel de connexions avec le contexte urbain autour des nouveaux quartiers en identifiant les principaux attracteurs et en anticipant les connexions futures. ++
5. Créer des espaces publics attractifs, pour des séjours liés aux loisirs mais aussi aux activités quotidiennes, facilement accessibles pour les piétons et les cyclistes. +

## 8.3 Thème 2 - Des passerelles vers la santé

La connectivité est une notion importante pour la promotion de l'activité physique par l'environnement construit. Deux éléments peuvent fortement diminuer la connectivité : les coupures linéaires (voies ferrées, autoroutes), ainsi que les coupures surfaciques (grands ensembles, cimetières, universités). La connectivité se mesure aussi d'un point de vue temporel. Des lieux ouverts permettant le passage de jour peuvent être fermés la nuit, faisant ainsi disparaître des raccourcis appréciés des riverains. Il faut éviter que de nouveaux quartiers se retrouvent enclavés et confinés, et dans ce but il est nécessaire de permettre d'accéder facilement à tous les sites. Typiquement une autoroute ou des voies de chemin de fer constituent des coupures majeures qu'il s'agit de contourner en créant des « agrafes urbaines » de qualité.

### **Objectifs**

Renforcer l'accessibilité multimodale, créer une continuité entre l'environnement urbain et les parcs de part et d'autre de la parcelle, de manière à offrir un accès intuitif et naturel pour la population, et en particulier sa frange sédentaire.

### **Recommandations**

1. Favoriser la marchabilité et la mixité des usages en concevant des passerelles pouvant être empruntées aussi bien à pied qu'à vélo, par les promeneurs ou joggeurs, ainsi que les cyclistes novices ou expérimentés. ++
2. Promouvoir des franchissements de routes de préférence à niveau, voire aériens, à largeur confortable. Les passages souterrains sont à utiliser en dernier recours. Prêter attention à leur esthétique, ainsi qu'au sentiment de confort et de sécurité. +
3. Relier ces passerelles avec le reste du réseau, en assurant leur visibilité de jour comme de nuit. +

## 8.4 Thème 3 - Des espaces ouverts pour la mixité

De par leur situation proche des zones vertes (e.g. gare-lac) et des canaux, certains nouveaux quartiers ont un grand potentiel pour la promotion d'une activité physique en plein air. De nombreuses études ont montré que la proximité avec les parcs et autres activités de loisirs est associée avec une plus grande pratique de l'activité physique et un meilleur statut pondéral. En particulier, il y a un besoin d'équipements en libre accès pour le plus grand nombre, dans un esprit d'équité face à la santé.

### Objectifs

Encourager l'activité physique pour le plus grand nombre en favorisant la mixité d'usagers et d'usages dans les nouveaux quartiers à Yverdon-les-Bains. Créer une perméabilité avec les espaces verts et bleus aux alentours.

### Recommandations

1. Concevoir les espaces ouverts comme faisant partie intégrante de tout projet à grande échelle, en les situant à proximité des immeubles. +++
2. Prévoir des installations sportives et des chemins pour marcher et courir, sans oublier des fontaines à eau potable, aussi bien à l'intérieur du site qu'à proximité des bureaux et des commerces. +++
3. Encourager de nouvelles activités de loisirs au sein du site, ainsi que des activités en salle. +
4. Adapter les équipements pour différents âges : les enfants, leurs parents et les aînés. +
5. Tenir compte dans le plan lumière de la pratique d'une activité physique nocturne. +
6. Favoriser la mixité d'usages ainsi qu'une ambiance propice au mouvement. +
7. Concevoir les espaces verts et les installations de loisirs en complémentarité avec les préférences culturelles de la population. +

## 8.5 Thème 4 - Des jeux de proximité pour des enfants actifs

Les nouveaux sites des quartiers à Yverdon-les-Bains seront accessibles à toute la population et donc potentiellement aux familles et aux enfants. Il est donc important de prendre en compte les besoins des enfants. Une étude canadienne a montré que les enfants qui ont une place de jeux à moins d'un kilomètre de chez eux avaient environ 5 fois plus de chance de maintenir un poids idéal. Vu que les enfants sont captifs du quartier contrairement aux adultes, ils doivent trouver à proximité immédiate des espaces qui répondent à leurs besoins (activités sociales, physiques, ludiques, etc.).

### Objectifs

Fournir aux enfants un accès à des espaces extérieurs de qualité et à des installations de loisirs de proximité permettant des activités spontanées et variées.

### Recommandations

1. Préserver ou créer des places de jeux dans un environnement le plus naturel possible. ++
2. Inclure un marquage au sol pour indiquer les zones dédiées aux enfants et utiliser un code de couleurs pour différencier les types d'activités proposées. ++
3. Eclairer les trottoirs et les places de jeux de manière à étendre les possibilités d'activité le soir. ++
4. Fournir des installations sportives au sein des écoles et favoriser leur utilisation en dehors des heures de cours, en mettant par exemple des gardiens à disposition. ++

5. Faciliter l'utilisation des places de jeux quelles que soient la saison et les conditions météorologiques, par exemple au moyen de canopées (structure créant un abri et protégeant du soleil). +

## 8.6 Thème 5 - Des installations sportives ouvertes sur la ville

Les nouvelles installations sportives et les rénovations entre la gare et le lac représentent une opportunité pour favoriser le mouvement et ainsi augmenter la proportion de personnes physiquement actives. Il importe toutefois de réunir les conditions permettant une utilisation par le plus grand nombre. Plusieurs études établissent un lien entre la proximité de parcs et d'installations sportives et la pratique de l'activité physique.

### Objectifs

Donner une image positive et accessible de l'activité physique et du mouvement, notamment en ouvrant ces installations à l'ensemble de la population.

### Recommandations

1. Concevoir le stade et les installations de manière à favoriser leur appropriation par la population. +
2. Ouvrir le stade sur la ville et ses habitants. +
3. Faciliter l'appropriation du bâtiment pour les activités de loisirs, en dehors des grands événements (matches, etc...). +
4. Étendre les heures d'ouvertures de manière à encourager l'activité aux heures tardives et pendant les jours fériés +
5. Promouvoir une mixité d'usages et des activités variées. +
6. Concevoir les installations sportives de manière à mettre le « mouvement en vitrine », ce qui peut inciter les passants à s'adonner à l'activité physique. +
7. Donner aux bâtiments un aspect iconique, afin de leur donner une fonction de repère dans la ville. +

## 8.7 Thème 6 - Mise en vitrine du mouvement

Une grande partie de la population passe la majorité de sa journée à travailler assis, même si la recommandation est d'effectuer 10'000 pas par jour pour se maintenir en bonne santé. La manière de concevoir les bâtiments représente donc un grand potentiel pour favoriser l'activité physique dans la vie de tous les jours.

### Objectifs

Concevoir les immeubles de manière à augmenter les possibilités de trajets à pieds et maximiser les occasions d'être actif au quotidien.

### Recommandations

1. Inclure des espaces dédiés à l'activité physique dans les bureaux, les commerces et les logements. De plus, l'exercice est plus motivant s'il est pratiqué dans un lieu qui offre une vue sur la nature ou les activités humaines. +++
2. Mettre à disposition des vestiaires, équipés de casiers, douches et locaux pour vélos, afin d'encourager l'activité physique au quotidien, en venant au travail ou à la pause de midi. +++
3. Offrir des vues intéressantes pour les personnes qui se déplacent le long des couloirs/escaliers. ++
4. Instaurer les zones les plus fréquentées de l'immeuble (cafétéria, salles de réunion, toilettes) de manière stratégique afin d'encourager les petits et grands trajets à pied, ainsi que les rencontres informelles, qui

sont un facteur de productivité, comme l'a montré l'exemple du nouveau siège des Studios Pixar aux États-Unis +

5. Prévoir de nombreuses portes d'entrées et créer un effet de transparence entre l'intérieur et l'extérieur afin de faciliter l'accès des piétons. +

## 8.8 Thème 7 - Des escaliers pour être actif au quotidien

Les escaliers représentent un moyen facilement accessible pour intégrer une activité physique quotidienne chez une grande partie de la population, et donc d'atteindre un niveau d'activité bénéfique pour la santé. Ce type d'activité permet d'améliorer la fonction du système cardio-respiratoire, la force musculaire ainsi que l'endurance.

### **Objectifs**

Augmenter l'utilisation des escaliers à l'intérieur des bâtiments en augmentant la visibilité de leurs emplacements et en offrant une architecture attractive.

### **Recommandations**

1. Signaler la présence d'escaliers au moyen de messages encourageants. Une signalétique adéquate permet d'augmenter l'utilisation d'environ 50%. +++
2. Concevoir les escaliers comme principal moyen de transport vertical à l'intérieur des bâtiments. ++
3. Construire des escaliers suffisamment larges pour permettre des trajets dans les deux directions. ++
4. Prêter attention à la visibilité des escaliers ainsi qu'à leur esthétique, de manière à créer un environnement qui invite au mouvement. ++
5. Placer les escaliers dans les principaux points de passage, à proximité des entrées, et de manière prépondérante par rapport aux ascenseurs et escalators. ++

## 9. Discussion

### **Services de santé de premier recours hypercentralisés**

Cette étude met clairement en évidence le caractère très centralisé de la ville d'Yverdon-les-Bains, où la majorité des services de soins de premier recours (pharmacies et médecins généralistes) sont concentrés dans l'hypercentre (bourg historique). Ceci en dépit d'une répartition relativement uniforme de la population sur l'ensemble du territoire de la commune, à l'exception d'une densité de population plus faible dans les quartiers périphériques isolés à l'est et au sud qui sont coupés par des lignes de train et des tronçons d'autoroute (figure 1, p.39). A l'horizon 2040, en fonction des plans d'extension urbaine présentés dans le cadre des 6 axes stratégiques qui cadrent, structurent et orientent les options d'aménagement (Plan directeur communal, axes stratégiques, version du 29 mai 2017), la population devrait augmenter (+9500 habitants selon les projections démographiques) principalement dans les zones situées à la périphérie du bourg historique. Les nouveaux quartiers planifiés (indiqués en vert sur les cartes) vont évidemment modifier la répartition de la population et générer des besoins en services décentralisés (dont les soins de premiers recours).

### **Accessibilité aux services de soins de premier recours**

Bien qu'Yverdon-les-Bains compte près du double de pharmacies par habitant par rapport à la moyenne de l'ensemble de la Suisse, seuls 14% des personnes âgées de 65 ans et plus vivent à 5 minutes à pied de la pharmacie la plus proche, et 41% à 10 minutes. Seuls 28% des seniors vivent à 5 minutes à pied du généraliste le plus proche, et 58% à 10 minutes. **L'hypercentralisation des services de soins de premier recours dans le bourg historique provoque cette situation, et les projections démographiques montrent que le phénomène va s'accroître si aucune mesure n'est prise.** Il est donc important que la commune se préoccupe de l'emplacement des futures pharmacies, de manière à mieux couvrir une couronne plus large autour du centre. C'est de qui devrait arriver naturellement avec la création des quartiers « périphériques » prévus dans le plan directeur communal, pour autant que leur dotation en services soit soigneusement planifiée.

### **Des seniors en périphérie – développer l'offre en services de soins de premier recours**

D'ici à 2040, l'augmentation de l'effectif des personnes âgées de 65 ans et plus devrait se monter à 45 à 90% sur l'ensemble du territoire, mais cette augmentation pourrait aller jusqu'à 220% dans les zones périphériques mises en évidence sur la figure 4. Pour les personnes de 80 ans et plus, l'augmentation de l'effectif pourrait aller jusqu'à 250% (figure 6, p.44). Même s'il ne s'agit que d'estimations et que la redistribution de la population dans d'autres secteurs de la ville est difficile à anticiper, la population des seniors aura tendance à rester là où elle habite actuellement. Les gens vont rester en meilleure santé plus longtemps, et donc habiter chez eux plus longtemps également,

ceci d'autant plus que la politique cantonale de santé publique encourage clairement le développement d'une prise en charge communautaire des seniors (SSP 2018). Les estimations d'augmentation de l'effectif des seniors d'ici à 2040 proposées dans ce rapport - mais surtout leur localisation - pourraient s'avérer assez proches de la réalité future. Par conséquent, il est important d'anticiper le développement de services de soins de premier recours dans les zones périphériques en profitant des opportunités offertes par les plans de quartiers en cours de développement. Il faut clairement prévoir que ces quartiers (qui sont bien répartis autour du bourg historique) soient équipés de pharmacies, de permanences sanitaires, et que l'installation de médecins généralistes y soient encouragées. Il sera également nécessaire d'échanger avec le canton à ce propos de manière à favoriser le développement des activités communautaires de prise en charge des personnes vulnérables dans ces nouveaux quartiers.

### **Utilité des données sanitaires**

Aucune information de santé caractérisant la population n'était disponible pour cette étude. Ce type d'information est clé pour compléter un diagnostic territorial de santé et identifier des zones à risque susceptibles d'engendrer d'importants coûts de santé. La démarche standard consiste en effet à détecter des zones de prévalence pour une certaine pathologie puis de tenter de trouver une cause probable parmi d'autres (voir l'exemple des troubles du sommeil à Lausanne, Joost et al. 2018). Si la commune d'Yverdon-les-Bains désirait combler cette lacune à l'avenir, ces informations pourraient provenir 1) de données de consommation de soins fournies par l'hôpital régional : dans ce cas l'information ne concerne que la population « malade », et pose également un problème éthique de consentement *a posteriori* ; ou 2) d'une cohorte médicale numérique : au moyen d'une plateforme numérique participative à développer, la ville contacte ses citoyens pour l'inciter à partager des informations ciblées sur son état de santé.

La première option (données de consommation de soins) a été appliquée dans le cadre du diagnostic territorial effectué à Vernier (GE). Le Service de l'Information Décisionnelle (SID) de la Direction des Finances des HUG a fourni une liste anonymisée de 20'544 prestations hospitalières et de 3'708 prestations ambulatoires délivrées à des habitants de cette commune entre 2013 et 2017. Grâce à ces informations, il a été possible de calculer des moyennes mensuelles et annuelles de prestations hospitalières et ambulatoires par hectare, ainsi que les causes de consultation les plus fréquentes. Cela a permis d'identifier les quartiers où la consommation de soins était la plus élevée, et permis ensuite de suggérer les lieux où des ressources en soins de premiers recours complémentaires pourraient être le plus utiles pour la communauté.

La seconde option (cohorte numérique) pose moins de problèmes pour obtenir l'autorisation du comité d'éthique cantonal, et les données récoltées fournissent aussi des informations sur les

personnes en bonne santé. La collecte des informations sanitaires peut être planifiée ce qui permet la mise en place d'un véritable suivi de l'état de santé de la population, en ciblant certaines pathologie (troubles du sommeil) ou des indicateurs de santé globaux (indice de masse corporelle par exemple). Par contre un investissement est nécessaire pour le développement de la plateforme et son exploitation.

Sans ces informations, les démarches entreprises dans le cadre de ce diagnostic ont permis de faire une partie du chemin et d'identifier des zones où se trouvent des foyers de personnes potentiellement à risque, par exemple des personnes à la fois vulnérables sur la plan socio-économique et exposées au bruit routier, ou alors des seniors exposés aux bulles de chaleur. Ceci permet dans tous les cas d'effectuer de la prévention en végétalisant les zones concernées ou en y limitant le trafic routier, mais sans avoir la possibilité d'étayer l'hypothèse avec des données sanitaires. La limitation principale causée par l'absence de ces données de santé est que cela rend impossible tout effort de monitoring dans le temps dans le cas où les autorités communales décideraient de prendre des mesures (par exemple pose d'asphalte phono-absorbant) : un questionnaire de santé régulièrement complété par les populations concernées via une plateforme participative permettrait de contrôler si les mesures prises ont un effet (ce type de mesures est en cours de développement dans le cadre du projet Métasanté 2 avec la ville de Lausanne).

### **Environnement : bulle de chaleur, végétation et bruit routier**

Dans ce diagnostic territorial, comme malheureusement aucune donnée de pollution de l'air suffisamment précise n'était disponible, nous avons choisi de caractériser l'environnement urbain yverdonnois sur la base de la couverture végétale du sol (NDVI), de la température du sol (LST), et du bruit routier nocturne. Nous avons constaté que le centre-ville et les quartiers situés autour de la gare ont une faible couverture végétale ce qui entraîne des températures du sol d'environ 28°C et plus pendant l'été, tandis que les quartiers à l'est et au sud de la commune présentent des niveaux de végétation plus élevés et des températures du sol nettement plus basses (22,5 à 26,5 °C). De nombreuses études ont montré que le fait de vivre dans des zones où les températures sont élevées peut entraîner une gêne générale, des difficultés respiratoires, des crampes de chaleur, de l'épuisement, des coups de chaleur non fatals, pouvant impliquer une mortalité plus élevée qu'en temps normal (Center for Disease Control and Prevention 2006). Un moyen simple de réduire les bulles de chaleur consiste à planter des arbres et de la végétation (Akbari et al, 1997), ce qui a également pour effet de protéger les bâtiments et les chaussées, ainsi qu'à augmenter l'évapotranspiration pour réduire les températures de l'air<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Voir aussi : <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-cooling-strategies>

En ce qui concerne le bruit causé par le trafic routier nocturne, nous avons constaté qu'environ 7% de la population d'Yverdon-les-Bains vit dans des zones subissant chaque nuit un bruit moyen d'au moins 50 dB, ce qui est au-delà du maximum autorisé par l'ordonnance fédérale sur le bruit (OFB). Une étude récente, réalisée sur 3'700 habitants à Lausanne, a mise en évidence un lien entre le bruit nocturne causé par le trafic et la somnolence diurne. Cette dernière a des effets négatifs sur la santé globale et accroît le risque de stress, de dépression, d'obésité et de maladies cardiovasculaires ainsi que les accidents causés par la fatigue (Joost et al 2018). Une solution est de réduire la vitesse des véhicules sur les tronçons routiers concernés. Une étude portant sur les méthodes de réduction du bruit de la circulation a révélé qu'une limitation de la vitesse de 50 à 30 km/h induisait une réduction de bruit de 2 à 4 dB(A) pour les voitures individuelles et de 0 à 2 dB(A) pour les véhicules lourds (Desarnaulds, 2004). C'est dans cette optique que la ville de Lausanne procède actuellement à un essai sur deux tronçons de route où la vitesse a été réduite de 50 à 30 km/h entre 22h00 et 6h00 (des résultats seront présentés courant 2019 ; Service des routes et de la mobilité 2018)<sup>5</sup>.

### **Distribution spatiale des profils-types de population**

L'analyse globale portant sur une sélection de 69 variables démographiques, socio-économiques et environnementales a permis d'identifier 6 profils-types de résidents localisés dans des zones bien distinctes du territoire. La classe dominante (rouge) inclut 257 hectares qui comptent une densité de population moyenne, un nombre moyen de personnes par ménage, et une exposition à des températures du sol moyennes en été. Par contre, les autres classes ont un profil plus marqué : la classe 2 (bleu clair) regroupe des familles vivant dans des zones éloignées du centre-ville et des services de santé de premier recours, avec de hauts revenus, une basse densité de la population et une végétation importante. La classe 3 (orange) périphérique est très éloignée du centre, est située le long d'axes routiers bruyants mais hors du milieu urbain dense. Des ménages nombreux la constituent, et les personnes concernées sont souvent au foyer ou des travailleurs non-qualifiés. Il s'agit donc d'un profil vulnérable socio-économiquement où les résidents qui ne possèdent pas de véhicule sont sans accès aux soins de premier recours. Ce type de zone (Gressy) est typiquement à surveiller et des actions de prévention pourraient y être menées. La classe 4 (vert clair) contient des secteurs densément peuplés, plus proches des services, où les loyers sont moins chers, où la population est constituée d'un mélange de nationalités, elle est plus jeune et active (moins de 65 ans). La classe 5 (brun) met en évidence des zones à surveiller également en raison des problèmes potentiels liés à l'environnement : la densité de population est la plus élevée, on y trouve beaucoup de personnes au foyer, plus de chrétiens non protestants et non catholiques. Les services de santé sont le plus souvent accessibles mais ces zones sont exposées au bruit routier et au phénomène de bulle de chaleur en été.

---

<sup>5</sup> <http://www.lausanne.ch/test30kmhnocturne>

Finalement, la classe 6 (violet) contient des célibataires et retraités avec des formations supérieures et des revenus élevés ; ces zones sont éloignées des services mais les résidents possèdent très probablement un véhicule et l'environnement est de qualité.

Cet exercice montre qu'il est possible, sans données sur la santé, d'identifier une voire deux populations exposées à des risques différents. Ici le renoncement aux soins pour la classe orange, ou des pathologies liées à la combinaison entre un grand nombre de personnes par ménage et les nuisances environnementales (troubles du sommeil, santé mentale).

### **Un développement urbain susceptible de favoriser la qualité de vie et la santé publique**

Au-delà du diagnostic, pour répondre aux attentes de la commune liées à l'insertion dans les nouveaux quartiers d'équipements favorisant l'activité physique et plus globalement la santé de la population, nous avons proposé un certain nombre d'aménagements de l'environnement urbain sur la base de recherches effectuées à Lausanne et à Londres. Réparties en 7 thèmes, les principales propositions incitent à développer des quartiers susceptibles d'encourager la pratique de l'activité physique (espaces verts, terrains de sports ouverts, cheminements protégés du trafic, accès à proximité immédiate des logements, escaliers), à augmenter la proportion de personnes physiquement actives (mise à disposition d'information dans les immeubles, mise en place d'actions d'information et de sensibilisation potentiellement gérables par des communautés locales), à connecter les différents quartiers et centres de services par des réseaux de chemins sans circulation routière et non asphaltés, et à permettre un accès à l'activité physique de proximité à toute personne, quels que soient son revenu et ses disponibilités, dans une perspective d'équité sociale. Il faut noter ici qu'une série des propositions sont déjà mises en œuvre par la commune notamment dans le cadre du « Plan directeur de la mobilité douce », (BFM, 2018).

Cependant il ressort clairement des discussions avec les responsables de l'urbanisme de la ville que – même si le diagnostic est effectué à l'échelle locale – **un hiatus ou une rupture subsiste entre le niveau des recommandations d'aménagement et le niveau d'implémentation et de planification des travaux impliqués**. Pour tenter de faire le lien entre les propositions d'aménagement et les investigations complémentaires devant mener à leur réalisation, il est nécessaire d'**identifier dans un premier temps un ou plusieurs quartier-type** où spécialistes de la santé et aménagistes/urbanistes/géographes pourront consulter la population (interviews), mener les réflexions nécessaires et concrétiser les propositions.

### **Participation citoyenne pour nourrir le développement urbain sain**

Dans l'optique de la participation citoyenne, une possibilité serait d'envisager d'utiliser ou de développer une application mobile pour les résidents afin de recueillir des données sur la santé et

l'activité physique en relation avec l'utilisation de l'espace urbain. Ce type d'application pourrait permettre à la commune d'identifier des zones pouvant être améliorées. L'utilisation des téléphones mobiles et de la technologie sans fil est généralement appelée «Mobile Health» ou « mHealth », et a été adoptée par de nombreuses autorités dans le monde entier (OMS, 2011)<sup>6</sup>. Cependant, la mise en œuvre d'approches de type mHealth dans le but d'implémenter une planification urbaine saine doit être effectuée avec soin. Selon un sondage Eurobaromètre de 2017 mené auprès des citoyens de l'UE dans 28 États membres, malgré le fait que 74% des répondants utilisent Internet et 52 % souhaitent accéder en ligne à leurs dossiers médicaux, seulement 21% des citoyens étaient disposés à partager leurs données de santé et de bien-être avec les autorités publiques, même si elles étaient anonymes et utilisées à des fins de recherche (DIGIBYTE 2017)<sup>7</sup>. Par conséquent, pour atteindre son plein potentiel, l'utilisation de la mHealth doit être spécifiquement conçue pour répondre aux besoins de la population et adaptée au contexte dans lequel elle sera utilisée, une étape clé étant la communication des intentions des autorités à ses citoyens.

## 10. Conclusion et recommandations

Le présent diagnostic fournit un bon aperçu de la situation de la population par rapport à la disponibilité en services de soins de premier recours, et il a permis de produire des informations utiles sur les effets néfastes de certains paramètres de l'environnement urbain, notamment en quantifiant la population exposée à un niveau sonore nocturne excédant la valeur limite imposée par la Confédération.

Par contre, la partie consacrée à la formulation de recommandations visant à accompagner la ville dans le développement du plan directeur et des plans de quartiers dans le but de rendre ces derniers les plus favorables possible à l'exercice de l'activité physique a posé un problème. L'exercice d'inventaire des mesures prônées dans d'autres localités en Suisse et à l'étranger reste très théorique et il est difficile pour les urbanistes de la ville de se baser sur cet inventaire pour aller de l'avant. Le processus initié devrait être complété qualitativement afin de mieux comprendre les besoins et les souhaits des populations dans leurs quartiers actuels, mais aussi dans le but de recueillir l'avis des professionnels de la santé, du social et de l'éducation.

En outre, l'inclusion des données de consommation des soins hospitaliers et ambulatoires par la population pourrait permettre de préciser le diagnostic et de mettre en évidence des quartiers potentiellement à risque. Malgré tout, cette étude est importante car elle montre qu'il est possible

---

<sup>6</sup> [https://www.who.int/goe/publications/goe\\_mhealth\\_web.pdf](https://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf)

<sup>7</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/attitudes-towards-impact-digitalisation-and-automation-daily-life>

d'établir un diagnostic territorial santé à une échelle plus locale que celle du quartier, et ce niveau de précision géographique est crucial en santé publique. Pour les communes et pour l'Etat, ce type d'approche permet d'entreprendre des actions de prévention ciblées, ou de planifier des interventions liées à l'aménagement urbain. Il permet également d'identifier des problèmes environnementaux néfastes pour la santé mais qui sont réversibles, à condition de prendre les décisions politiques qui s'imposent.

Sur cette base, nous recommandons à la Municipalité d'Yverdon-les-Bains de :

1. Financer une étude locale qualitative de type participatif destinée à évaluer dans un ou deux quartiers types le niveau de qualité de vie ou dans quelle mesure la zone est propice à la pratique de l'activité physique. Des aménagements urbains pourraient concrètement être apportés dans un second temps pour adapter la situation en fonction des remarques et des analyses (par exemple dans les secteurs Verdun-Fleurettes ou Vilette); A effectuer en collaboration avec l'équipe du Prof. Florent Joerin à la HEIG-VD.
2. Participer au projet de plateforme numérique participative Métasanté 2 (Lausanne) et lancer ainsi une cohorte médicale digitale pour la ville (implique une collaboration avec la ville de Lausanne, Unisanté, le CHUV, l'Université de Lausanne, GIRAPH et l'EPFL).

En l'absence du Prof Florent Joerin (HEIG-VD) jusqu'au mois d'octobre 2019, nous proposons que la ville d'Yverdon-les-Bains utilise le budget 2019 « Activité physique et santé durable » pour financer un module sur la plateforme participative numérique Métasanté 2 et y proposer un questionnaire sur l'activité physique tout en commençant à collecter des informations sanitaires de base, jusqu'ici indisponibles dans ce projet (recommandation 2 ci-dessus).

## 11. Références

- Apparicio, P., Abdelmajid, M., Riva, M., Shearmur, R. (2008) Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues. *International Journal of Health Geographics*, 7(1), 7. <http://dx.doi.org/10.1186/1476-072x-7-7>
- Aeberli, I., Murer S. (2013) Fréquence du surpoids et de l'obésité chez les enfants suisses en âge de scolarité : une analyse de tendance de 1999 à 2012. *Promotion Santé Suisse*.
- Akbari, H., D. Kurn, et al. (1997) Peak power and cooling energy savings of shade trees. *Energy and Buildings* 25:139–148
- Baran PK, Rodríguez DA, Khattak AJ. (2008) Space Syntax and Walking in a New Urbanist and Suburban Neighbourhoods. *Journal of Urban Design*. 13(1):5-28.
- Barsi, J.A. Lee, K. Kvaran, G. Markham, B.L., Pedelty, J.A. (2014) The Spectral Response of the Landsat-8 Operational Land Imager. *Remote Sens*. 6, 10232-10251. [doi:10.3390/rs61010232](https://doi.org/10.3390/rs61010232)
- Bavoux J, Beaucire F, Chapelon L, Zembri P. (2005) Géographie des transports. *Armand Colin*.
- Barlet, M., Collin, C. (2010) Localisation des professionnels de santé libéraux, Comptes Nationaux de La Santé 2009. *Drees*.
- Berrigan D, Troiano RP, McNeel T, Disogra C, Ballard-Barbash R. (2006) Active transportation increases adherence to activity recommendations. *American Journal of Preventive Medicine*. 31(3):210-6.
- BFM : Büro für mobilität (2018) Rapport d'étude : Plan directeur de la mobilité douce.
- Boone-Heinonen J, Jacobs DR, Jr., Sidney S, Sternfeld B, Lewis CE, Gordon-Larsen P. (2009) A walk (or cycle) to the park: active transit to neighborhood amenities, the CARDIA study. *American Journal of Preventive Medicine*. 37(4):285-92.
- Burdette HL, Whitaker RC, Daniels SR. (2004) Parental report of outdoor playtime as a measure of physical activity in preschool-aged children. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 158(4):353-7.
- CATI-GE (2014) Analyse des inégalités dans le canton de Genève dans le cadre de la Politique de cohésion sociale en milieu urbain. *Centre d'Analyse Territoriale des Inégalités à Genève Université de Genève, Genève*.
- Center for Disease Control and Prevention (2006) Extreme heat: A prevention guide to promote your personal health and safety.
- Cohen DA, Ashwood JS, Scott MM, Overton A, Evenson KR, Staten LK, et al. (2006) Public parks and physical activity among adolescent girls. *Pediatrics*. 118(5):e1381-9.
- Cornuz, Jacques, Reto Auer, Raphaël Bize, Sonia Lavadinho (2014) Recommandations Métasanté. Seconde édition, *Policlinique Médicale Universitaire (PMU), Lausanne*.
- Desarnaulds V, Monay G, Carvalho A (2004) Noise Reduction by Urban Traffic Management.
- Diez Roux AV, Evenson KR, McGinn AP, Brown DG, Moore L, Brines S, et al. (2007) Availability of recreational resources and physical activity in adults. *American Journal of Public Health*. 97(3):493-9.
- DIGIBYTE (2017) Attitudes towards the impact of digitisation and automation on daily life. *European Commission*.
- Duncan GE, Anton SD, Sydean SJ, Newton RL, Jr., Corsica JA, Durning PE, et al. (2005) Prescribing exercise at varied levels of intensity and frequency: a randomized trial. *Archives of Internal Medicine*. 14;165(20):2362-9.
- Emmons KM, Linnan LA, Shadel WG, Marcus B, Abrams DB. (1999) The Working Healthy Project: a worksite health-promotion trial targeting physical activity, diet, and smoking. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. American College of Occupational and Environmental Medicine. 41(7):545-55.
- Ewing R. (2009) Pedestrian- and Transit-Friendly Design. *Washington, DC : Urban Land Institute*. American Planning Association.
- Farley TA, Meriwether RA, Baker ET, Watkins LT, Johnson CC, Webber LS. (2007) Safe play spaces to promote physical activity in inner-city children: results from a pilot study of an environmental intervention. *American Journal of Public Health*. 97(9):1625-31.
- Giles-Corti B, Broomhall MH, Knuiaman M, Collins C, Douglas K, Ng K, et al. (2005) Increasing walking: how important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *American Journal of Preventive Medicine*. 28(2 Suppl 2):169-76.
- Guagliardo, M. (2004) Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. *International Journal of Health Geographies*, 3(3).
- Guessous, I., Joost, S., Jeannot, E., Theler, J.-M., Mahler, P., Gaspoz, J.-M., & GIRAPH Group. (2014). A comparison of the spatial dependence of body mass index among adults and children in a Swiss general population. *Nutrition & Diabetes*, 4, e111. [doi:10.1038/nutd.2014.8](https://doi.org/10.1038/nutd.2014.8)

- Hess P, Moudon A, Snyder M, Stanilov K. (2001) Site design and pedestrian travel. *Transportation Research Record*. 1674:9-19.
- Joost S, Haba-Rubio J, Himsl R, Vollenweider P, Preisig M, Waeber G, Marques-Vidal P, Heinzer R, Guessous I (2018) Spatial clusters of daytime sleepiness and association with nighttime noise levels in a Swiss general population (GeoHypnoLaus). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*
- Jordan, H., Roderick, P., & Martin, D. (2004). Distance, rurality and the need for care: access to health services in South West England. *International Journal of Health Geographies*, 3(21).
- Kaczynski AT, Henderson KA. (2008) Parks and recreation settings and active living: a review of associations with physical activity function and intensity. *Journal of Physical Activity and Health*. 5(4):619-32.
- Kaczynski AT, Potwarka LR, Saelens BE. (2008) Association of park size, distance, and features with physical activity in neighborhood parks. *American Journal of Public Health*. 98(8):1451-6.
- Kaczynski AT, Henderson KA. (2007) Environmental correlates of physical activity: a review of evidence about parks and recreation. *Leisure Sciences*. 29(4):315-54.
- Katan MB. (2009) Weight-loss diets for the prevention and treatment of obesity. *The New England Journal of Medicine*. 26;360(9):923-5.
- Langford, M., Higgs, G., Radcliffe, J., & White, S. (2008). Urban population distribution models and service accessibility estimation. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(1), 66-80.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2007.06.001>
- Luo, W., & Wang, F. (2003). Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning And Design*, 30(6), 865-884.  
<http://dx.doi.org/10.1068/b29120>
- Marques-Vidal P, Bochud M, Mooser V, Paccaud F, Waeber G, Vollenweider P. (2008) Prevalence of obesity and abdominal obesity in the Lausanne population. *BMC public health*. 8:330.
- Masoodi, M., & Rahimzadeh, M. (2015). Measuring access to urban health services using Geographical Information System (GIS) : a case study of health service management in Bandar Abbas, Iran. *International Journal of Health Policy and Management*, 4(7), 439-445. <http://dx.doi.org/10.15171/ijhpm.2015.23>
- Maas, J., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P., Vries, S. de, Spreeuwenberg, P., 2006. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology & Community Health* 60, 587–592.
- MicroGIS (2017) Projections démographiques à l’horizon 2040, rapport de mandat destiné au Service de la Jeunesse et de la Cohésion sociale, Yverdon-les-Bains.
- Morvillers, L. (2011) Le maillage territorial des officines, *Ecole des Hautes Ecoles en Santé Publique (EHESP)*, Rennes.
- NHS - National Health Service England (2015) Healthy Urban Planning Checklist, *London Healthy Urban development Unit*, second edition, London. [www.healthyurbandevelopment.nhs.uk](http://www.healthyurbandevelopment.nhs.uk)
- OCSTAT (2012) La précarité à Genève dans une optique territoriale, *Office cantonal de la statistique*, Genève
- OCSTAT (2016) Projections démographiques pour le canton de Genève, Population résidante de 2016 à 2040, *Office cantonal de la statistique*, Genève
- OFEV (2014) Exposition au bruit de la circulation routière en Suisse. Deuxième calcul du bruit à l’échelle nationale, état 2012. *Office fédéral de l’environnement*, Berne. Etat de l’environnement n° 1406: 32 p.
- Office fédéral des sports et Office fédéral de la santé publique (2006) Activité physique et santé. Document de base. *Macolin*.
- Office fédéral de la statistique. (2013) *Enquête suisse sur la santé 2012*, Neuchâtel.
- Oliveau, S. (2010) Autocorrélation spatiale : leçons du changement d’échelle. *L’Espace géographique*. 39, 1. DOI: 10.3917/eg.391.0051
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé. (2009) Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Genève.
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé. (2011) mHealth: New horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth. *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*.
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé (2015, 2016) Global Health Observatory data repository.  
<http://apps.who.int/gho/data/node.main.A1444>
- Pech N. Lyon (2009) Des agrafes urbaines pour « recoudre » le territoire. *Supplément à traits urbains* (29).
- PharmaSuisse (2015) Pharmacies Suisse 2015, *Société Suisse des Pharmaciens*, Berne-Liebefeld.
- Potwarka LR, Kaczynski AT, Flack AL. (2008) Places to play: association of park space and facilities with healthy weight status among children. *Journal of Community Health*. 33(5):344-50.

- Ridgers ND, Stratton G, Fairclough SJ, Twisk JW. (2007) Long-term effects of a playground markings and physical structures on children's recess physical activity levels. *Preventive Medicine*. 44(5):393-7.
- Romon M, Lommez A, Tafflet M, Basdevant A, Oppert JM, Bresson JL, et al. (2009) Downward trends in the prevalence of childhood overweight in the setting of 12-year school- and community-based programmes. *Public Health Nutrition*. 12(10):1735-42.
- Service des routes et de la mobilité (2018) Test d'un 30 km/h nocturne. *Ville de Lausanne*
- SRED (2017) Prévisions localisées d'effectifs d'élèves de l'enseignement primaire Période 2017-2020, *Ville de Vernier*, Vernier
- Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, Brach J, Chandler J, Cawthon P, Connor EB, Nevitt M, Visser M, Kritchevsky S, Badinelli S, Harris T, Newman AB, Cauley J, Ferrucci L, Guralnik J. (2011) Gait Speed and Survival in Older Adults. *Journal of the American Medical Association*. 305(1):50–58. doi:10.1001/jama.2010.1923
- Sallis JF, Glanz K. (2009) Physical activity and food environments: solutions to the obesity epidemic. *The Milbank Quarterly*. 87(1):123-54.
- Schmid J. (2006) La relation entre l'environnement construit et l'activité physique sous forme de déplacements à pied. Étude quantitative du comportement de marche dans deux quartiers de la ville de Zurich [mémoire de licence]. *Faculté des géosciences et de l'environnement, Institut de géographie*, Université de Lausanne.
- Service de la santé publique du canton de Vaud (SSP VD) (2018) Rapport sur la politique de santé publique du canton de Vaud 2018-2022, Lausanne, [https://www.vd.ch/fileadmin/user\\_upload/themes/sante/actualite/2018/RPSP\\_2018-2022.pdf](https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/sante/actualite/2018/RPSP_2018-2022.pdf)
- Telle, O. (2015) Géographie d'une maladie émergente en milieu urbain endémique, le cas de la dengue à Delhi, Inde, Cybergeo. *European Journal of Geography*, Espace, Société, Territoire, document 718, DOI : 10.4000/cybergeo.26921
- Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. (2006) Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal - Journal de l'Association Médicale Canadienne*. 14;174(6):801-9.

## 12. Annexes

### 12.1 Liste des personnes consultées

- M. Jean-Daniel Carrard, syndic d'Yverdon-les-Bains
- Mme Catherine Hirsch, directrice d'Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD)
- M. Stefano Ventura, professeur, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD)
- M. Florent Joerin, professeur, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD)
- M. Yves Delacrétaz, Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD)
- M. Olivier Mutter, chef de projet, Université de Lausanne (UNIL)
- M. Boris Gojanovic, Health & Performance Medical Director à l'Hôpital de la Tour à Meyrin
- M. Idris Guessous, médecin chef du service de médecine de premier recours, HUG et GIRAPH Lab
- M. Stéphane Joost, géographe, EPFL et Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG, et GIRAPH Lab)
- Mme Annie Guillaume, assistante scientifique, Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG) et GIRAPH Lab (HUG, EPFL)
- Mme Vesna Stankovic, responsable de la filière Mobilité, ville d'Yverdon-les-Bains
- Mme Charlotte Malignac, responsable de l'urbanisme, ville d'Yverdon-les-Bains
- M. Olivier Monod, responsable du SIT, ville d'Yverdon-les-Bains
- Mme Ophélie Dysli-Jeanerret, cheffe du Service des sports, ville d'Yverdon-les-Bains
- M. Greg Perrenoud, chargé de missions du Service des sports, ville d'Yverdon-les-Bains
- Mme Julie Riedo, urbaniste et architecte paysagiste, ville d'Yverdon-les-Bains
- Mme Sara Dias, urbaniste, ville d'Yverdon-les-Bains
- M. Jean-François Cardis, Directeur général EHN
- Mme Stéphanie Pin, Direction Générale de la Santé, Etat de Vaud
- Mme Tania Larequi, Direction Générale de la Santé, Etat de Vaud
- M. Yves Kühne, secrétaire général du Réseau Santé Nord Broye, président de la Commission de promotion de la santé et de lutte contre les addictions (CPSLA), DGS, Etat de Vaud

### 12.2 Liste des variables utilisées

	<b>Abréviation</b>	<b>Description de la variable</b>
1	br_rtn_ma	Bruit du trafic routier nocturne – valeur maximum
2	br_rtn_mo	Bruit du trafic routier nocturne – valeur moyenne
3	NDVI_ma	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) – valeur maximum
4	NDVI_mo	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) – valeur moyenne
5	Rad_ma	Radiance de surface – valeur maximum
6	Rad_mo	Température de surface – valeur moyenne
7	dist2bus	Distance à l'arrêt de bus le plus proche
8	dst2hop	Distance à l'hôpital la plus proche
9	dst2medgen	Distance au médecin généraliste le plus proche
10	dst2pharm	Distance à la pharmacie la plus proche
11	pct019_16	% de la population des 0-19 ans en 2016
12	pct2039_16	% de la population des 20-39 ans en 2016
13	pct4064_16	% de la population des 40-64 ans en 2016
14	pct6579_16	% de la population des 65-79 ans en 2016
15	pct65p_16	% de la population des 65 ans et plus en 2016
16	pct80p_16	% de la population des 80 ans et plus en 2016
17	poptot16pc	% de la population totale en 2016
18	ftot16_pc	% de femmes en 2016
19	htot16_pc	% d'hommes en 2016
20	RPMSSIN	% de personnes célibataires
21	RPMSSMAR	% de personnes mariées
22	RPMSSWID	% de personnes veuf/veuve
23	RPMSSDIV	% de personnes divorcées
24	RPRPROT	% protestants
25	RPRCATH	% catholiques
26	RPROCHR	% autres chrétiens

27	RPRJEW	% de juifs
28	RPRMULS	% de musulmans
29	RPRNOREL	% de personnes sans religion
30	RPNCH	% de suisses
31	RHHP1P	% de ménage privé 1 personne
32	RHHP2P	% de ménage privé 2 personnes
33	RHHP3P	% de ménage privé 3 personnes
34	RHHP4P	% de ménage privé 4 personnes
35	RHHP5P	% de ménage privé 5 personnes
36	RHHP6MP	% de ménage privé 6 personnes
37	RPHHPRIV	Nombre moyen de personnes par ménage privé
38	RPFNONE	% de personnes sans formation
39	RPFobl	% de scolarité obligatoire
40	RPFGEN	% de personnes école générale
41	RPFPROF	% de personnes avec formation professionnelle
42	RPRMAT	% de personnes avec maturité fédérale
43	RPFPRSF	% de personnes avec formation professionnelle supérieure
44	RPFPRSS	% de personnes avec école professionnelle supérieure
45	RPFBAC	% personnes niveau Bachelor
46	RPFMAS	% personnes niveau master
47	RPFPHD	% personnes niveau PhD
48	RAD	% population active
49	RADM	% hommes actifs
50	RADF	% femmes actives
51	RAD3PRIM	% actifs dans le secteur primaire
52	RAD3SEC	% actifs secteur secondaire
53	RAD3TERT	% actifs secteur tertiaire
54	RNADFM	% personnes en formation
55	RNADHO	% personnes au foyer
56	RNADRET	% de personnes à la retraite
57	RNADDIS	% de personnes handicapées
58	RNADOTH	% autres personnes non actives
59	RADUNE	% de personnes au chômage
60	RADSDIR	% de directeurs, managers de soc. de plus de 20 employés
61	RADSLIB	% de professions libérales (médecins, architectes, consultants, etc.)
62	RADSSBO	% propriétaire, directeurs de petites sociétés
63	RADSINT	% professions intermédiaires, management de base
64	RADSEMP	% employés qualifiés cols blancs
65	RADSWORK	% travailleurs qualifiés cols bleus
66	RADSNQ	% travailleurs non qualifiés
67	RADSAPPR	% apprentis
68	CIQMD	Revenu médian
69	DMDRENT	Prix de location logement médian

### 12.3 Figures (cartes thématiques)

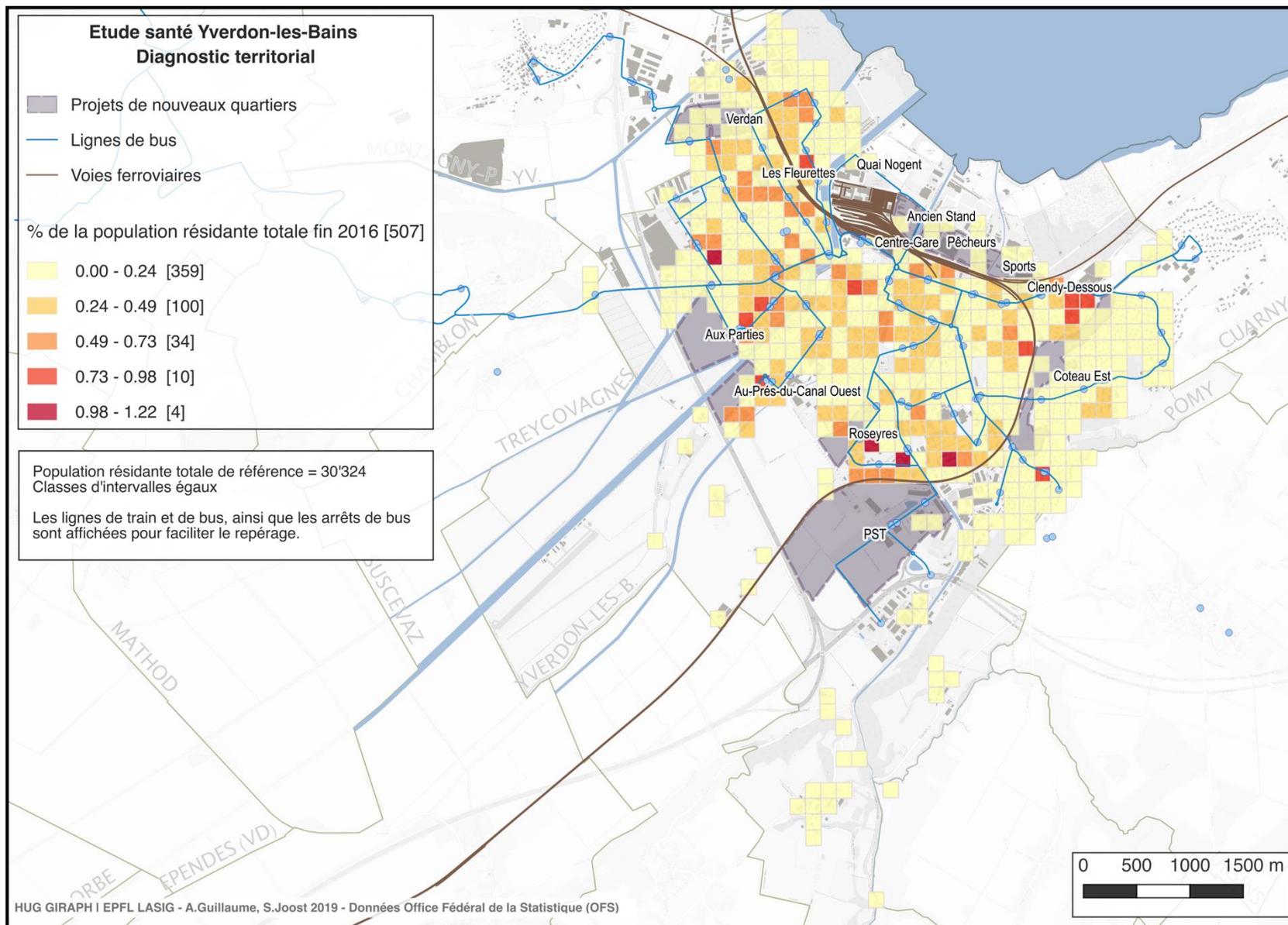


Figure 1 : Pourcentage de la population résidante totale par hectare à fin 2016.

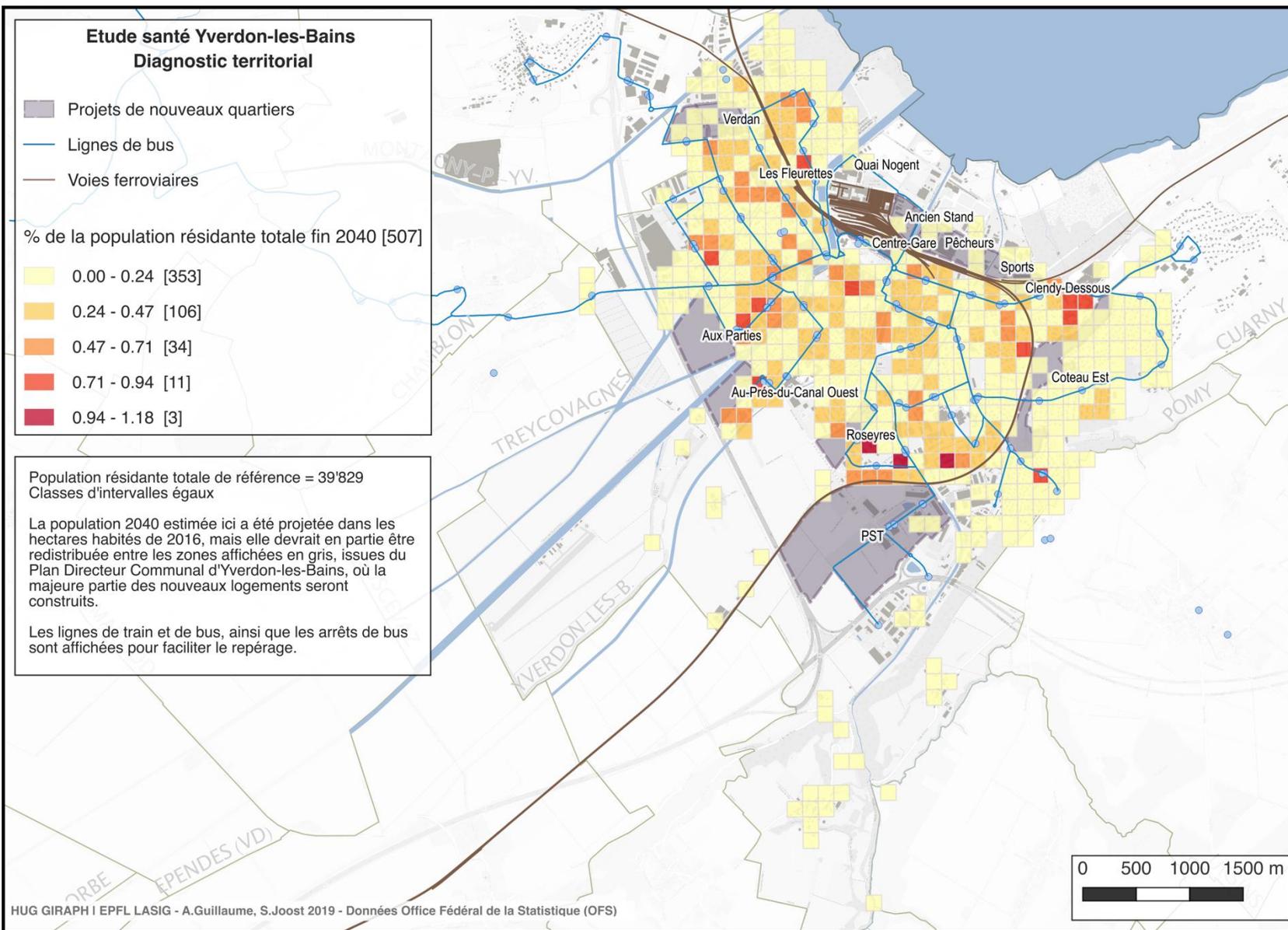


Figure 2 : Pourcentage de la population résidente totale par hectare en 2040.

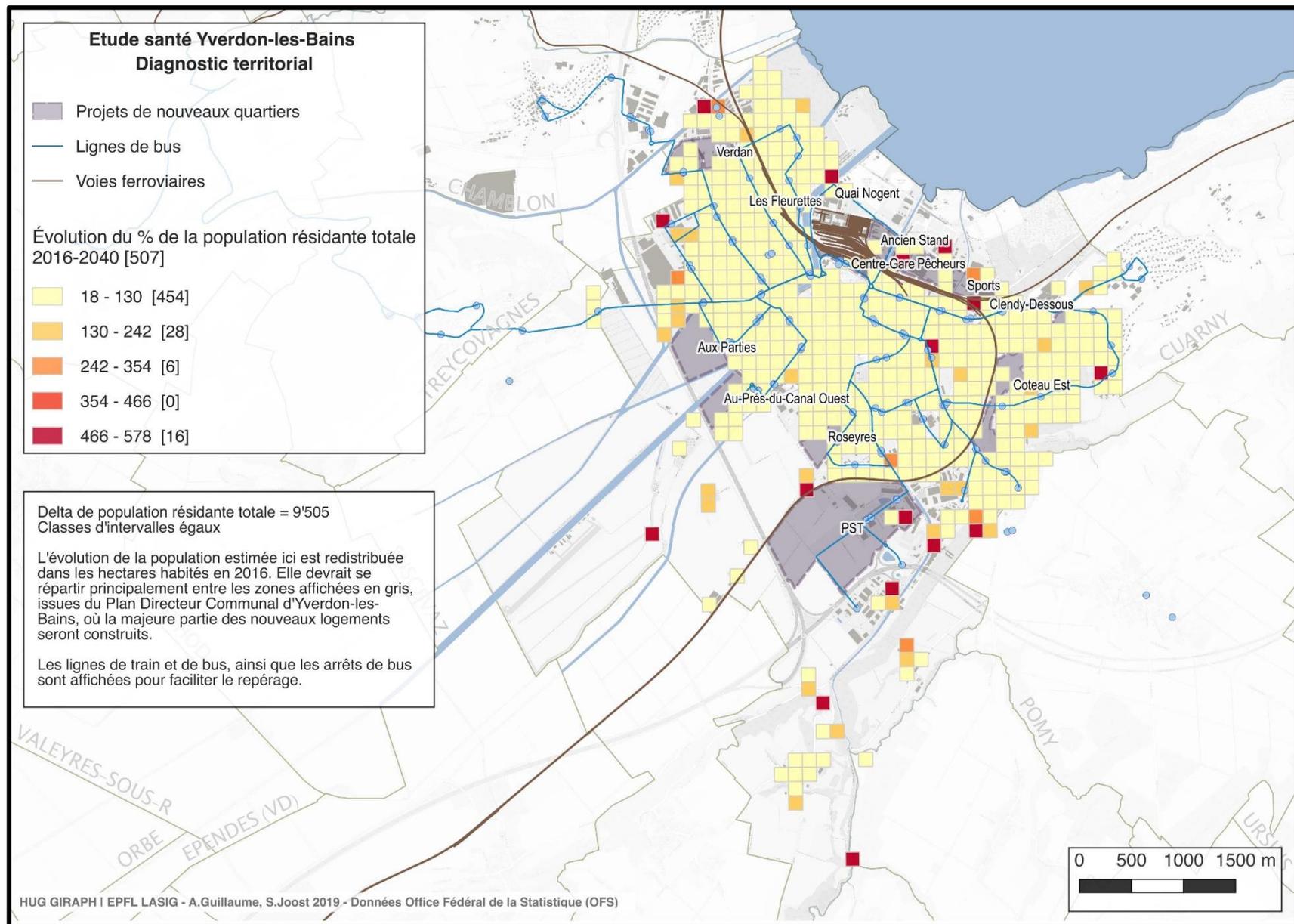


Figure 3 : Évolution du pourcentage de la population résidente totale entre 2016 et 2040.

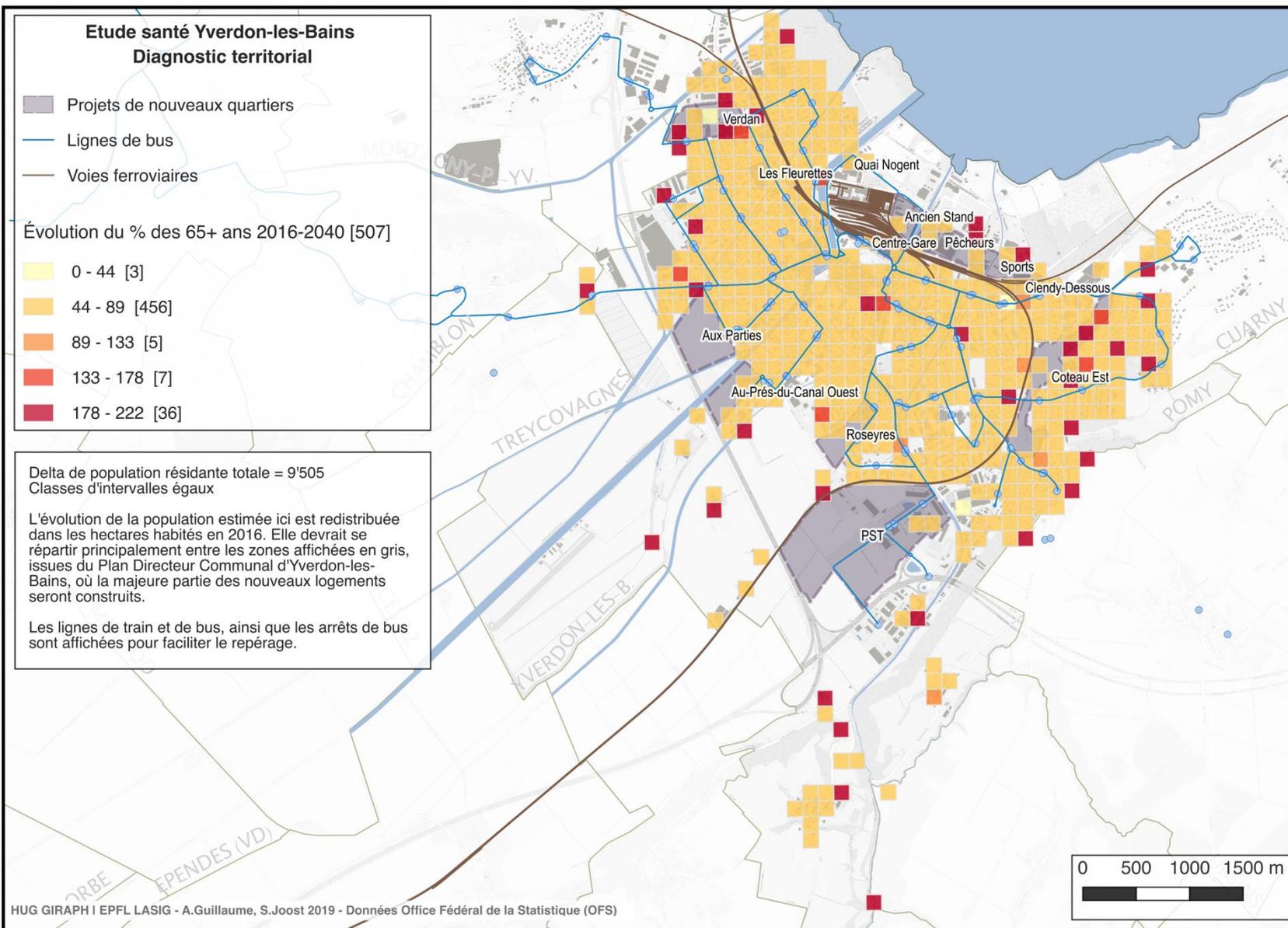


Figure 4 : Évolution du pourcentage de la classe des 65 ans et plus entre 2016 et 2040.

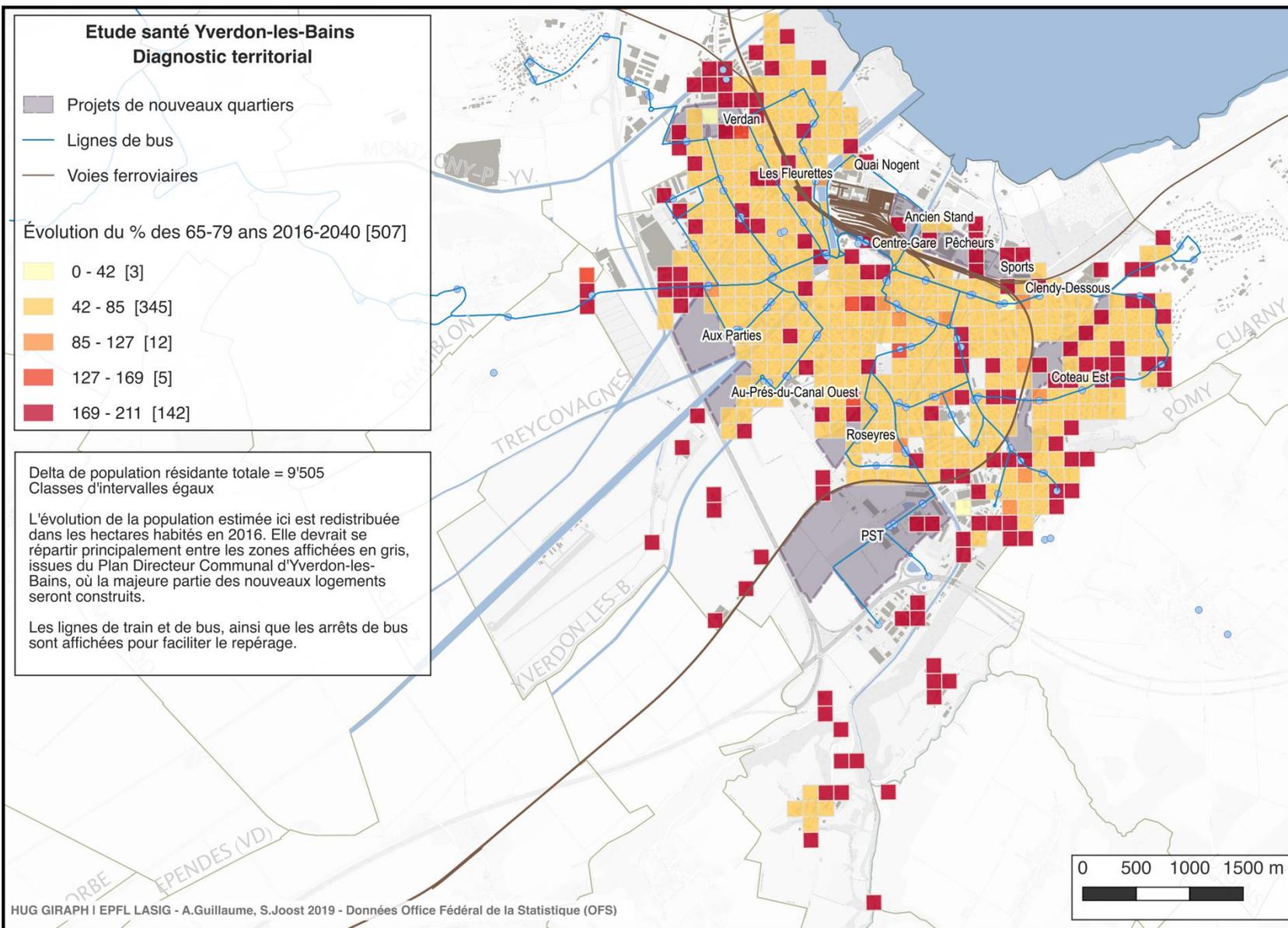


Figure 5 : Évolution du pourcentage de la classe des 65-79 ans entre 2016 et 2040.

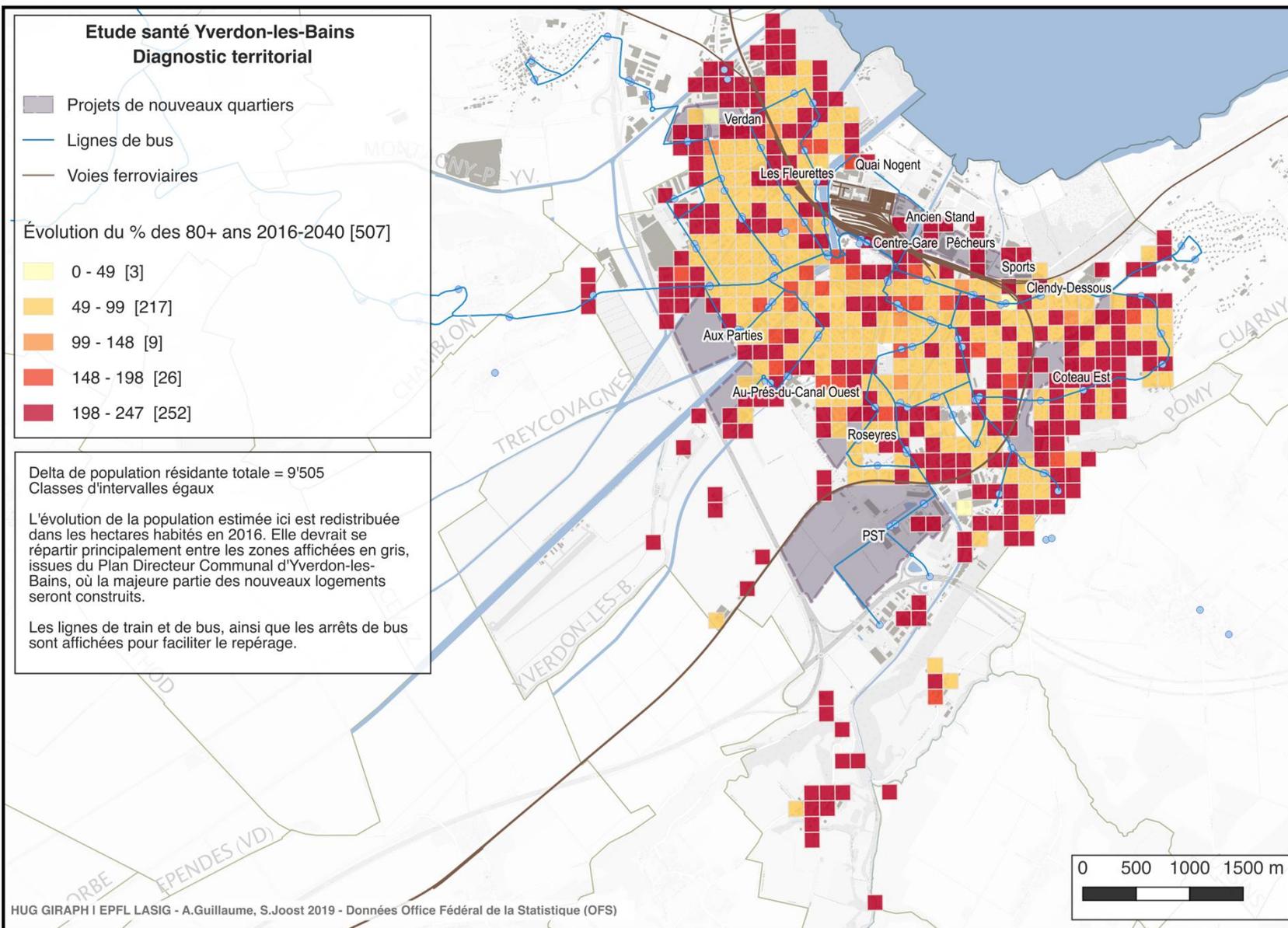


Figure 6 : Évolution du pourcentage de la classe des 80 ans et plus entre 2016 et 2040.

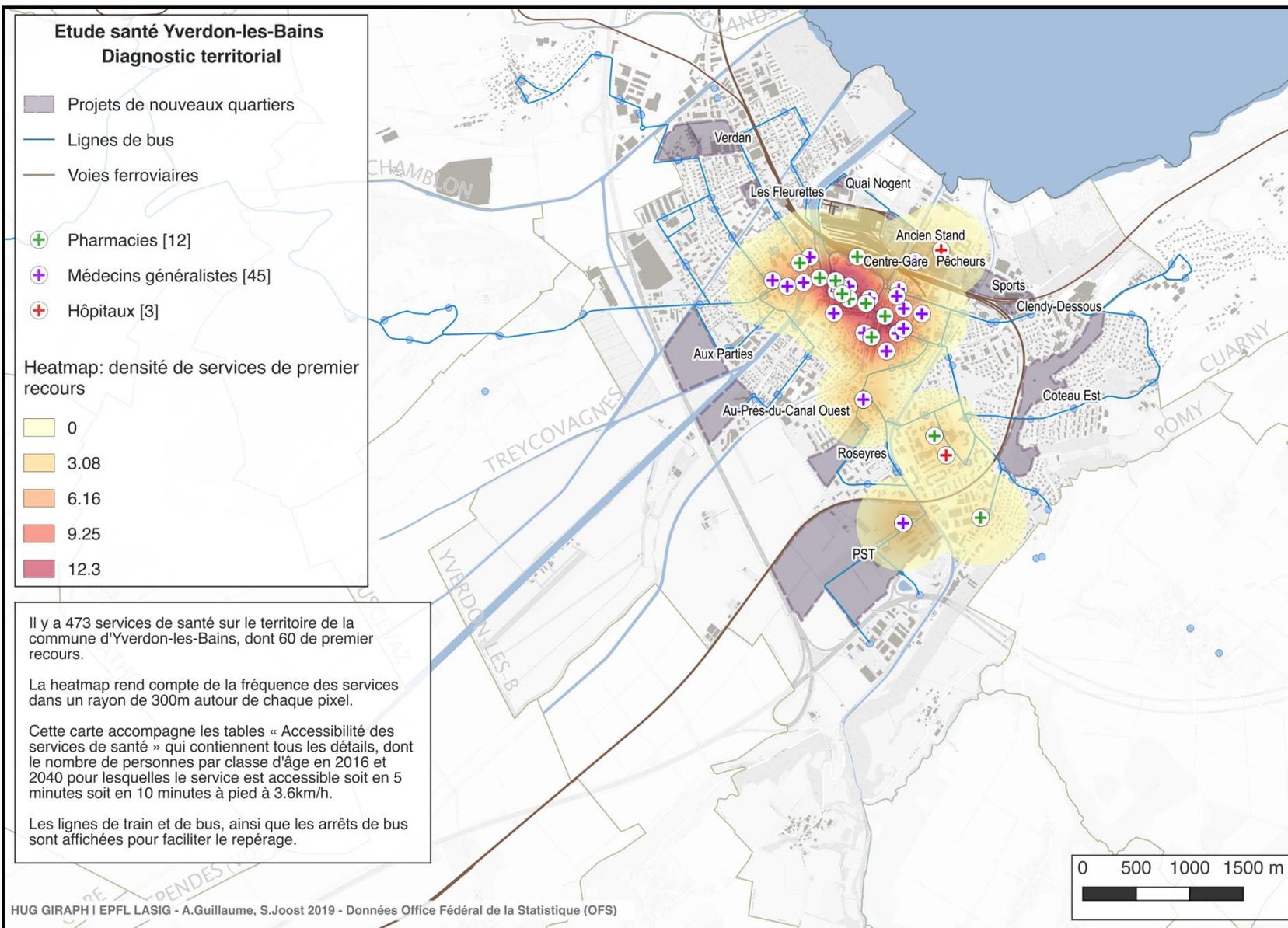


Figure 7 : Fréquence des services de soins de premier recours dans un rayon de 300m.

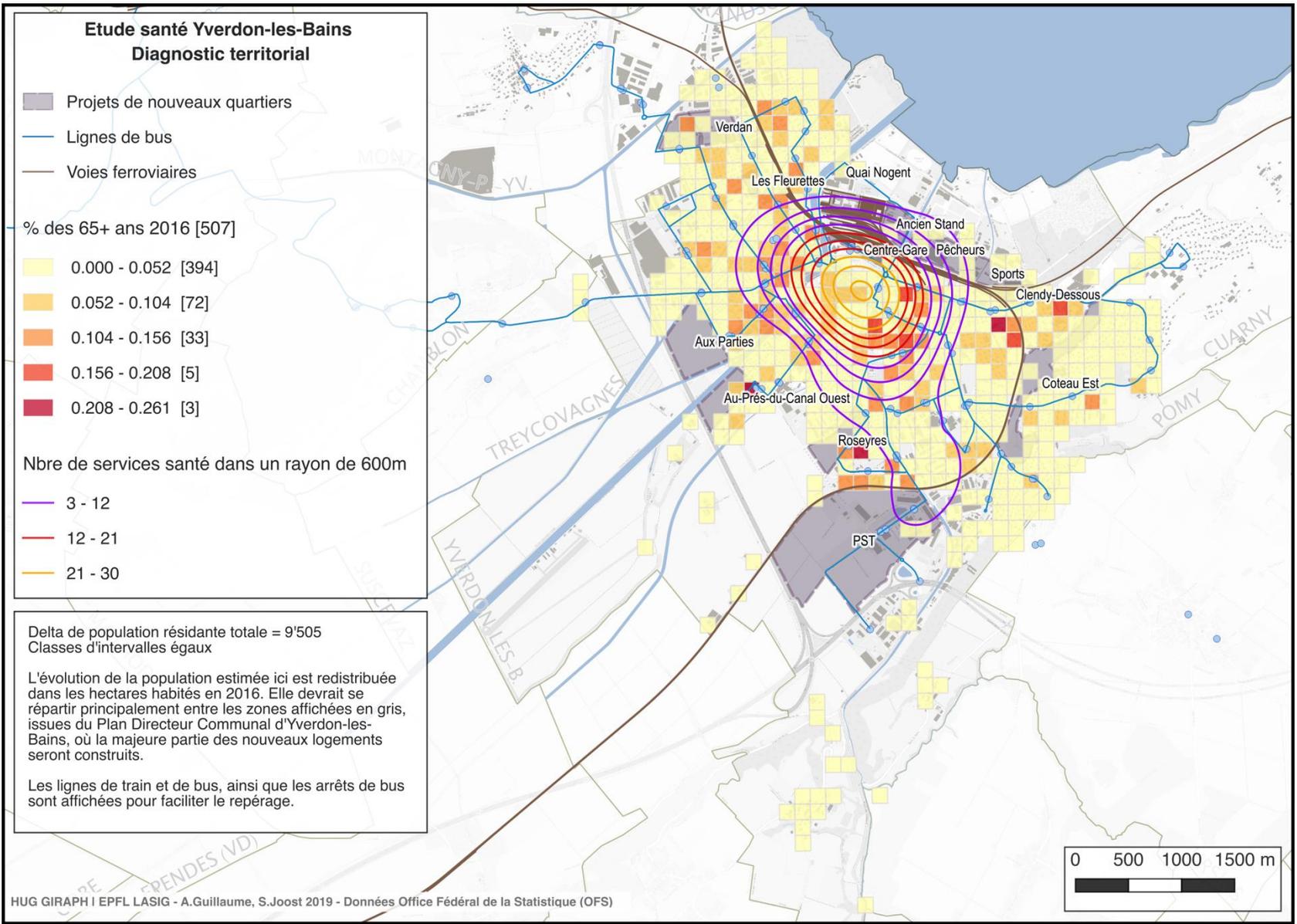


Figure 8 : Isolignes représentant le nombre de services de premiers recours accessibles en 10 minutes à pied.

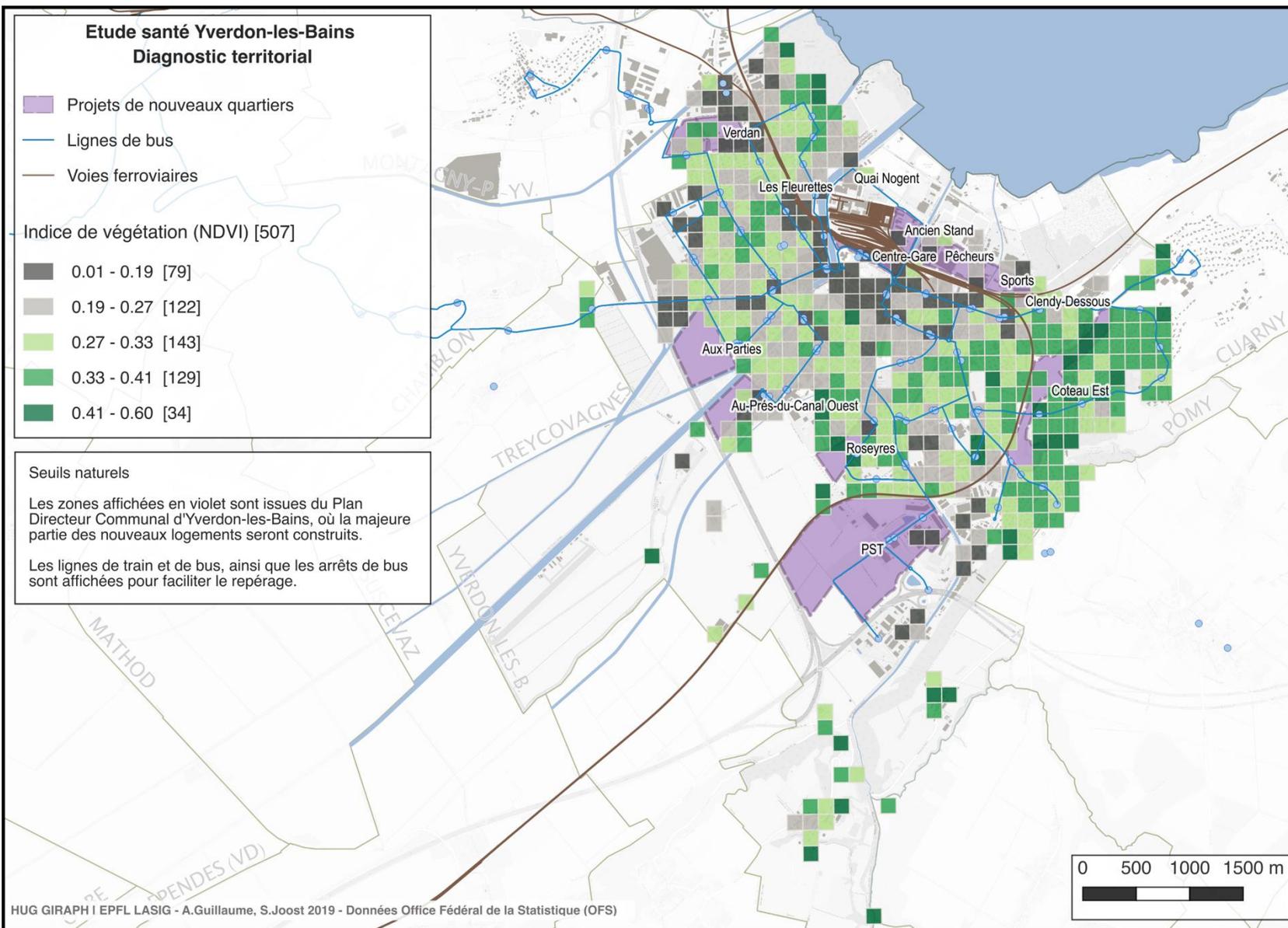


Figure 9 : NDVI (indice de végétation par différence normalisée) (source : LandSat 8, U.S. Geological Survey).

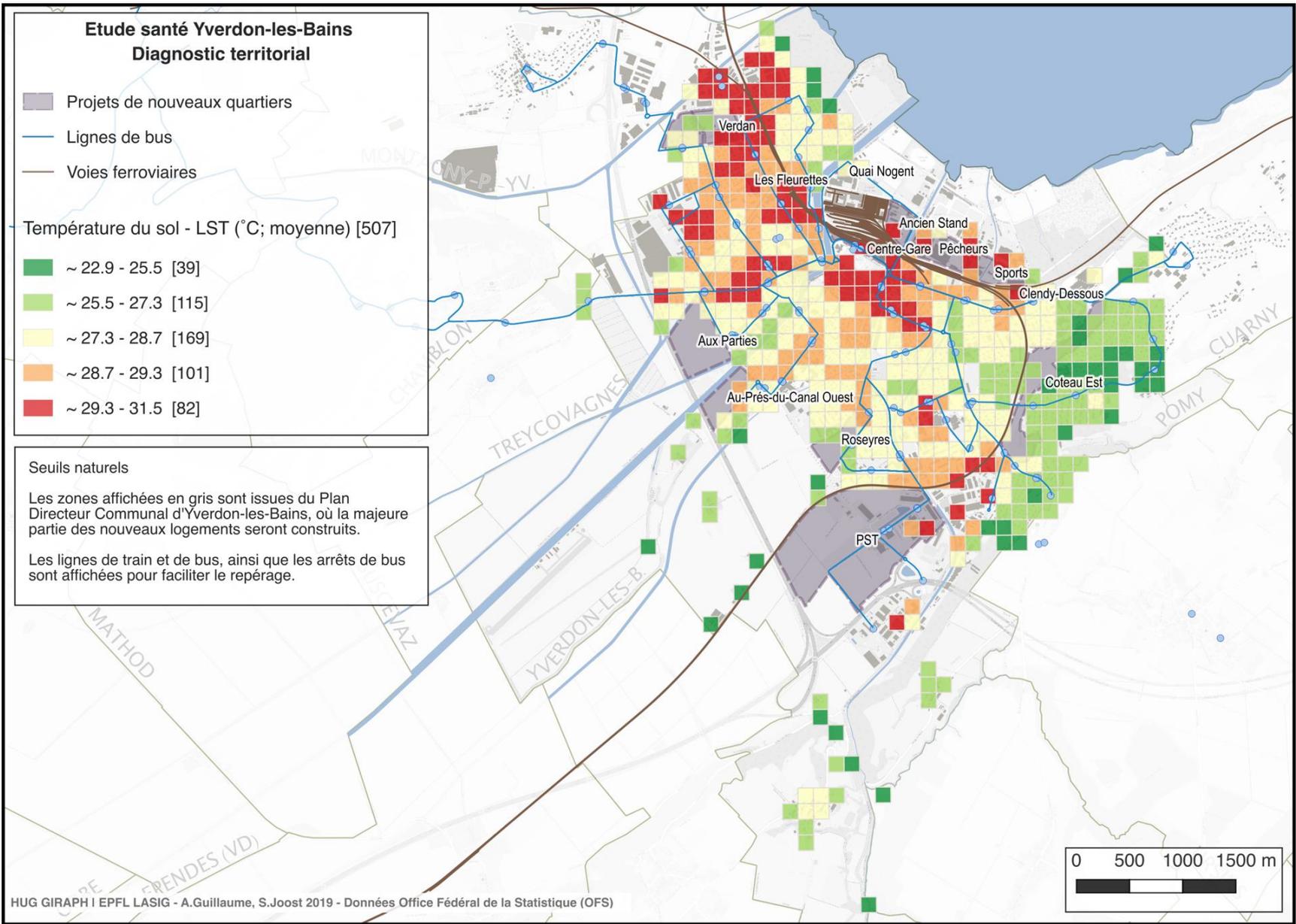


Figure 10 : Températures moyenne du sol (source : LandSat 8, U.S. Geological Survey).

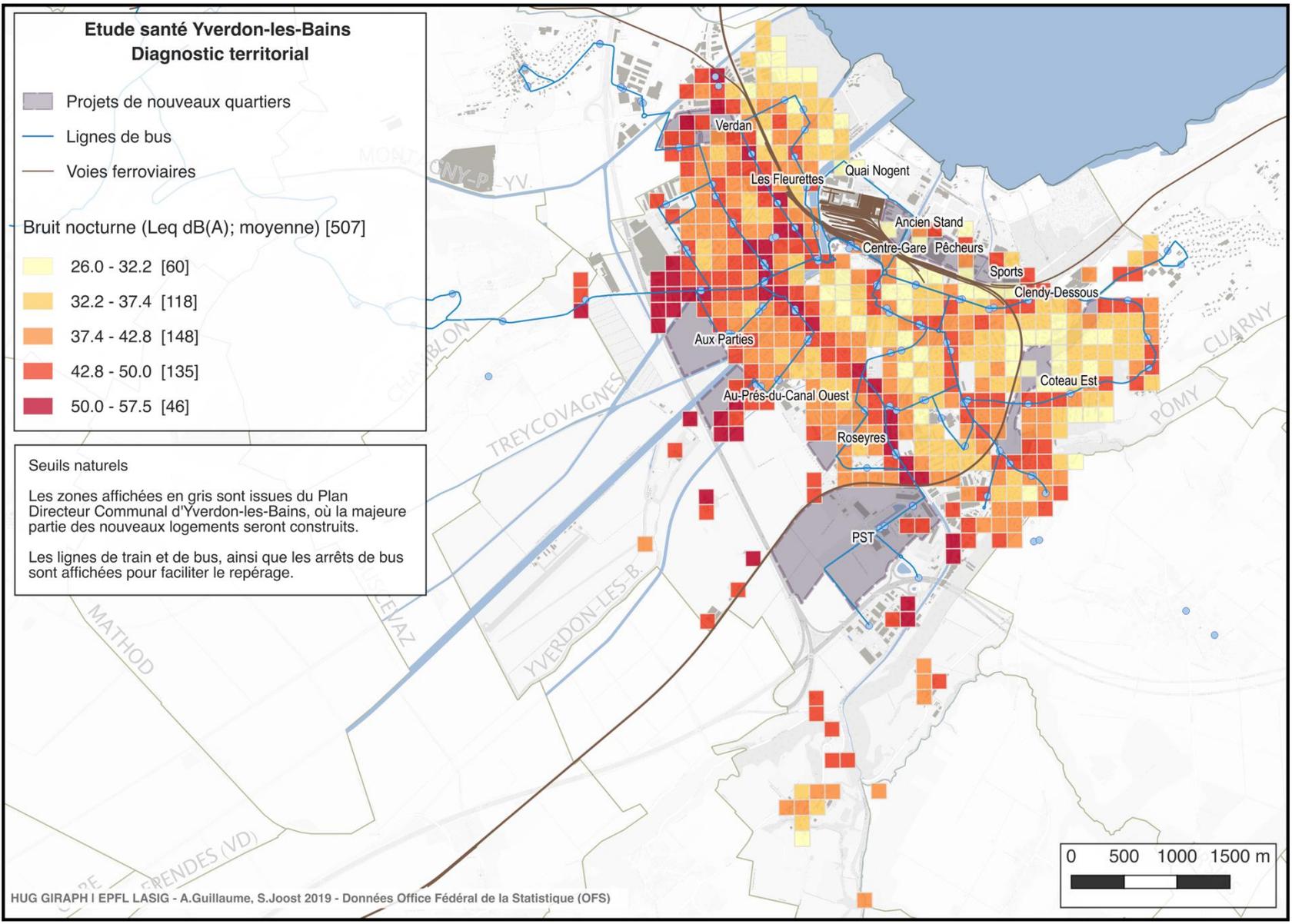


Figure 11 : Bruit routier nocturne.

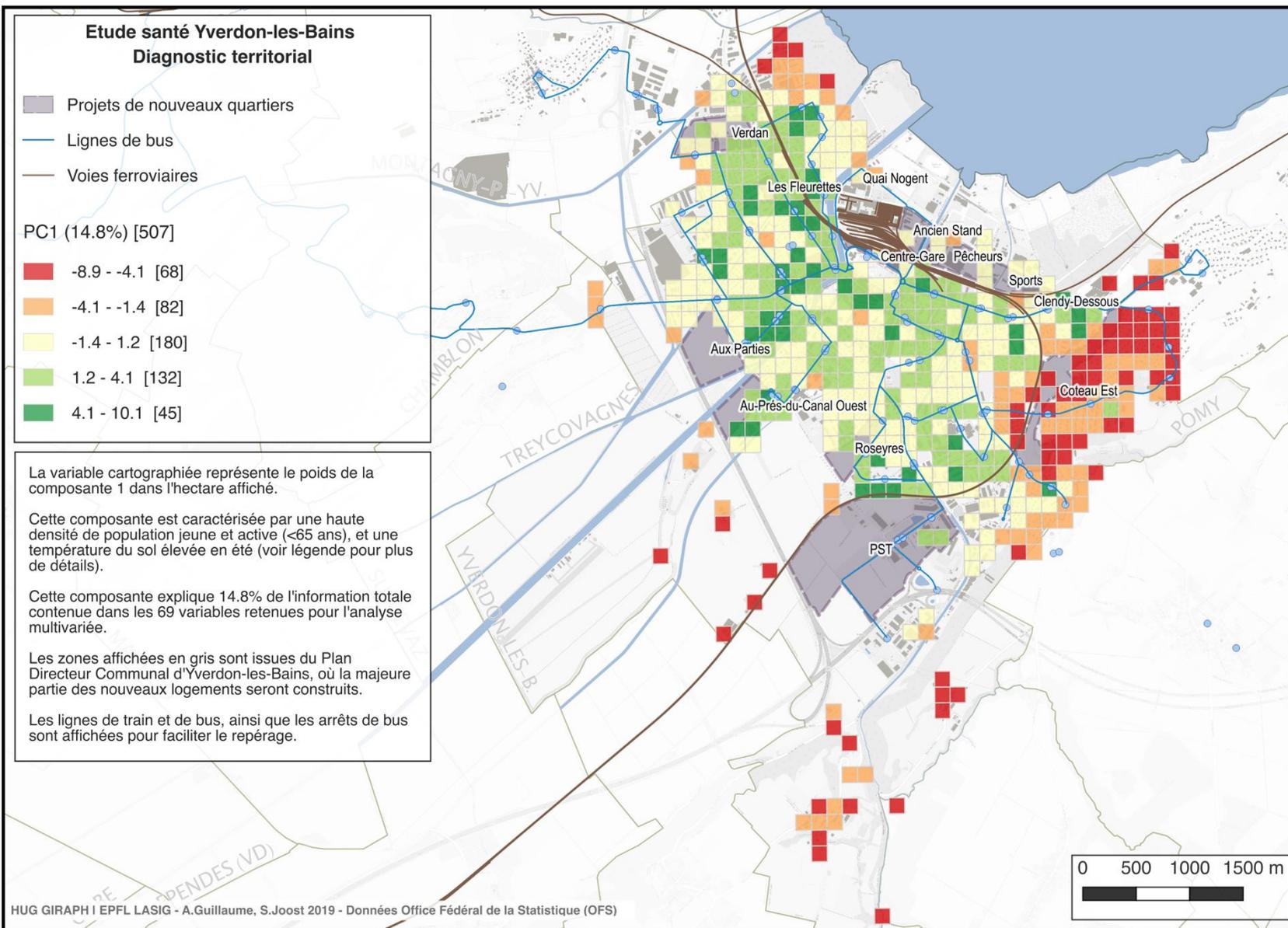


Figure 12 : Représentation spatiale de la première composante principale qui explique 14.8% de l'information contenue par les 69 variables.

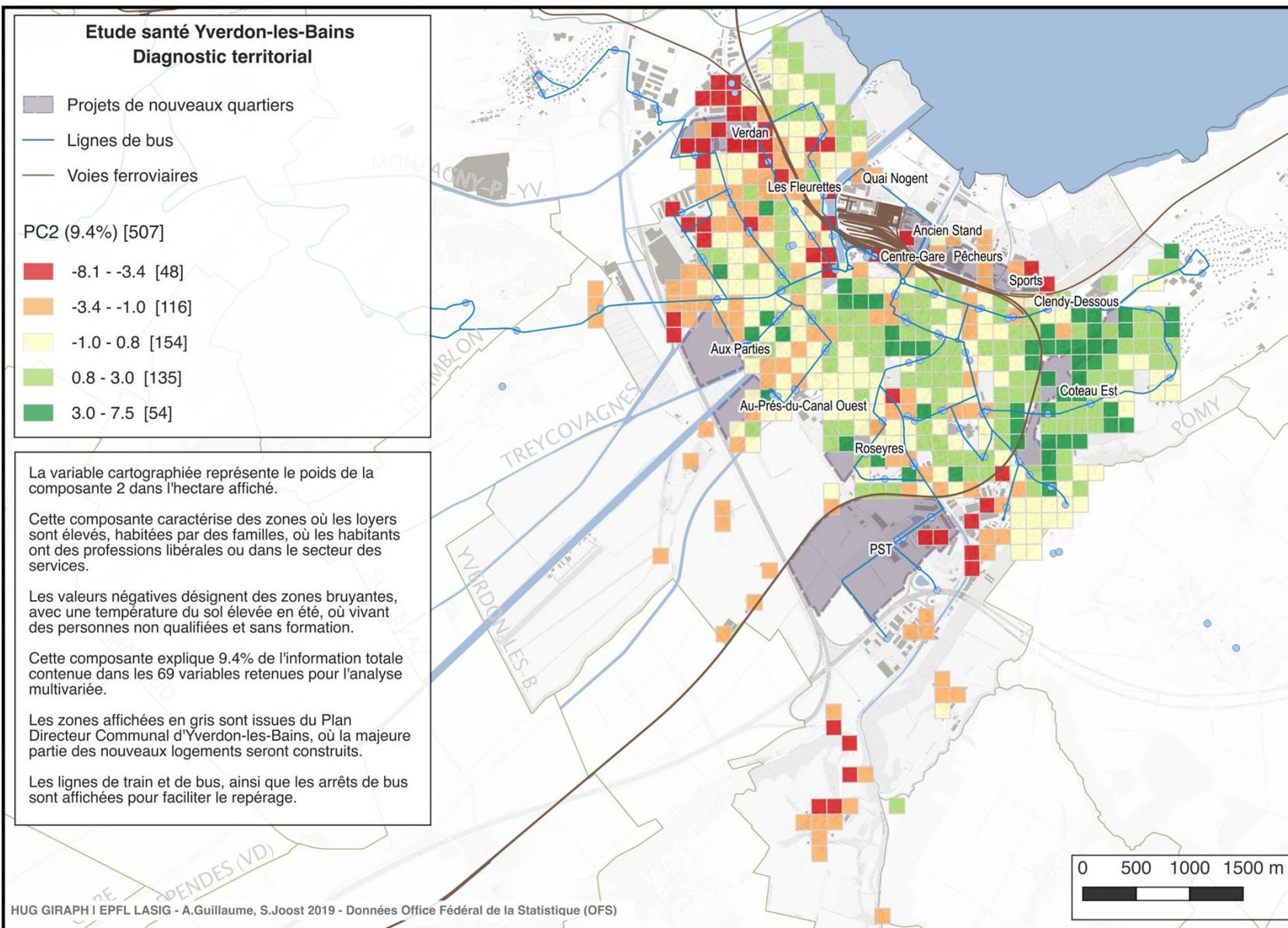


Figure 13 : Représentation spatiale de la deuxième composante principale qui explique 9.4% de l'information contenue par les 69 variables.

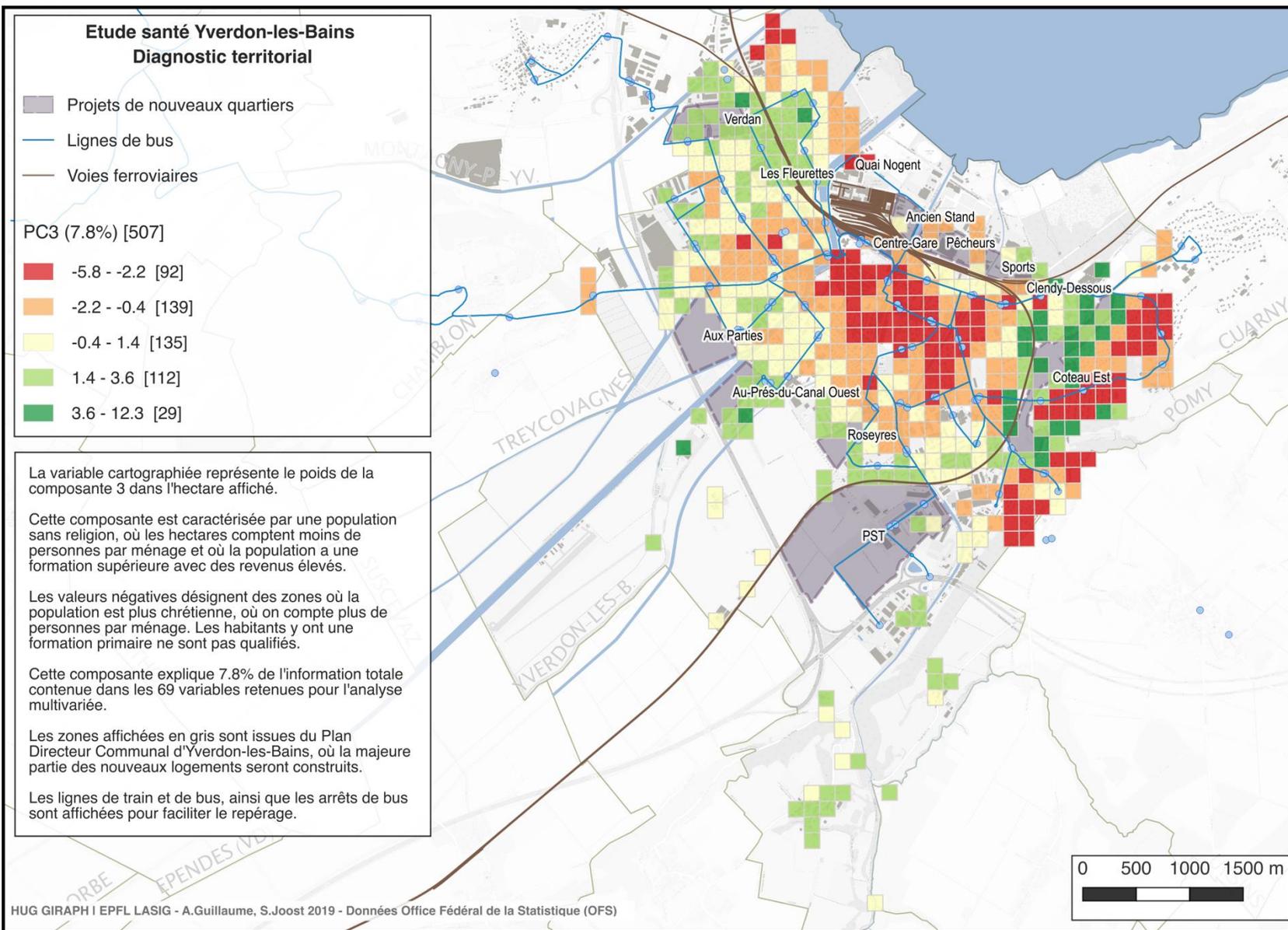


Figure 14 : Représentation spatiale de la troisième composante principale qui explique 7.8% de l'information contenue par les 69 variables.

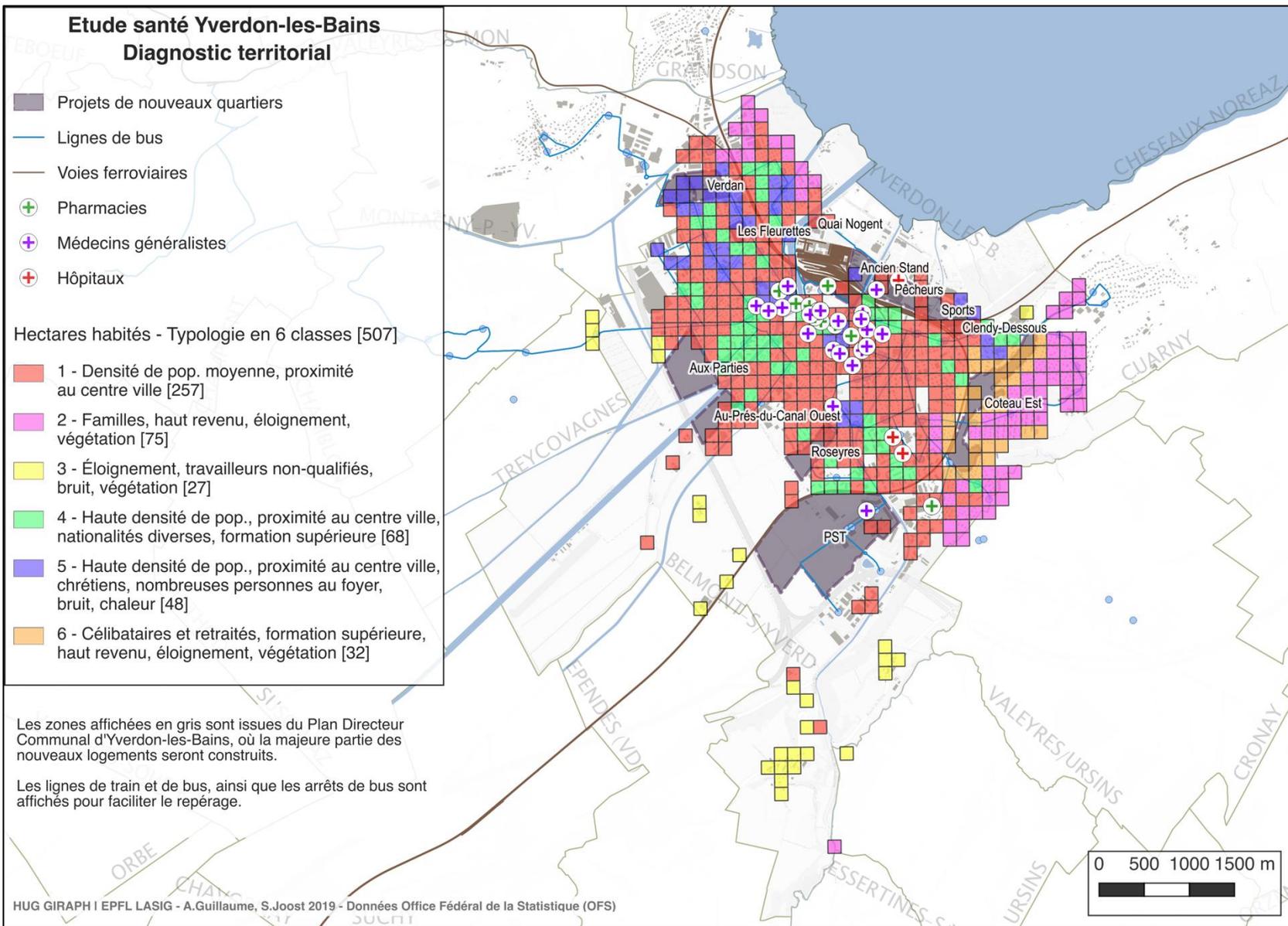


Figure 15 : Typologie en 6 classes des hectares habités de la commune d'Yverdon-les-Bains.