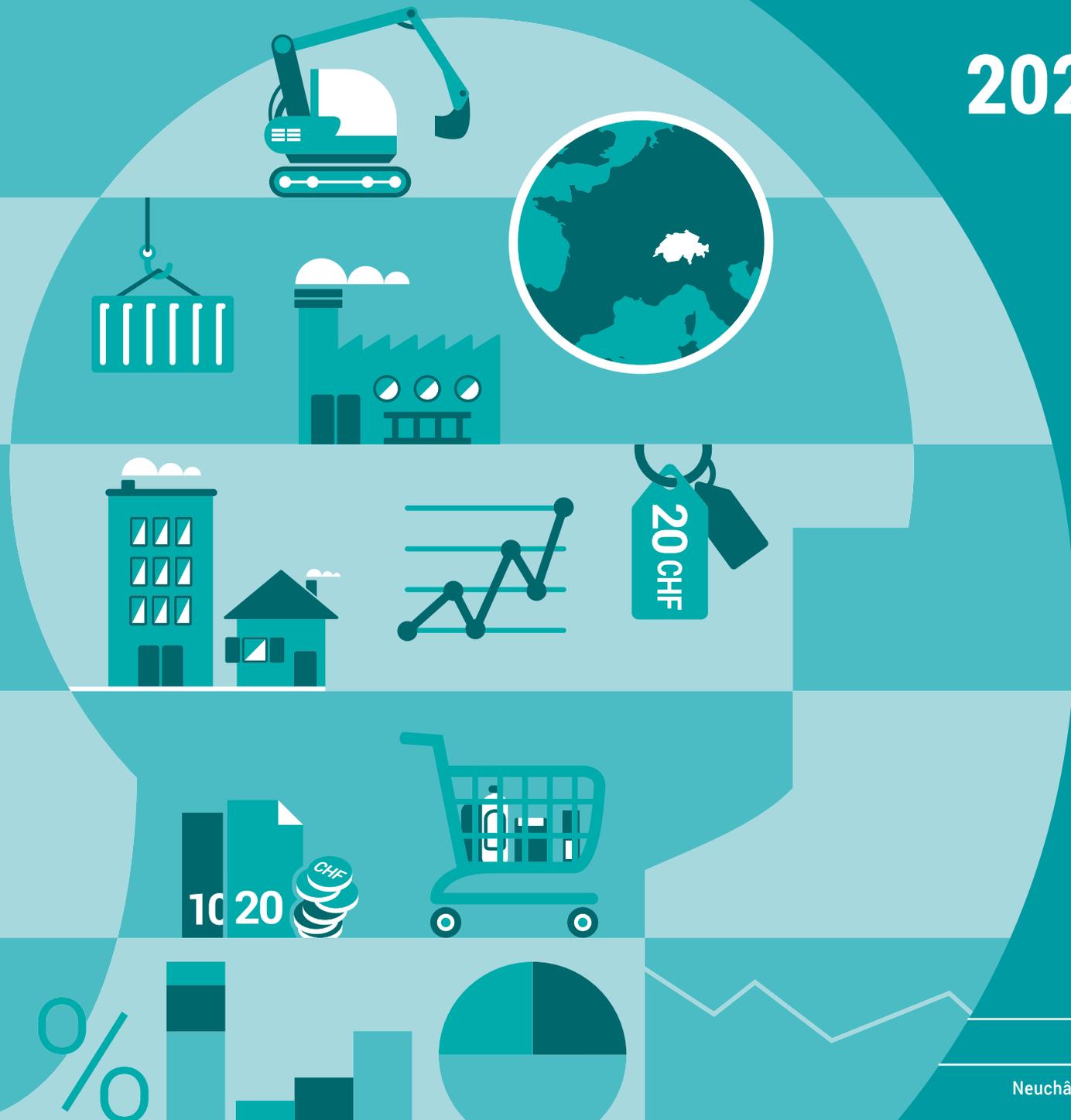


2022



05

Prix

Neuchâtel 2022

# Indice des loyers: rapport méthodologique

Nouveau modèle hédonique des loyers

## Domaine «Prix»

### Publications actuelles sur des thèmes apparentés

Presque tous les documents publiés par l'OFS sont disponibles gratuitement sous forme électronique sur le portail Statistique suisse ([www.statistique.ch](http://www.statistique.ch)). Pour obtenir des publications imprimées, veuillez passer commande par téléphone (058 463 60 60) ou par e-mail ([order@bfs.admin.ch](mailto:order@bfs.admin.ch)).

#### **Indice suisse des prix de l'immobilier résidentiel,**

Procédure d'ajustement de la qualité, Neuchâtel 2020, numéro OFS 2072-2002

#### **Indice suisse des prix de l'immobilier résidentiel**

**(4<sup>e</sup> trimestre 2019 = 100)**, Bases méthodologiques, Neuchâtel 2020, 44 pages, numéro OFS 2072-2001

#### **Indices des prix à la production de services (IPPS),**

Bases méthodologiques, Neuchâtel 2020, 112 pages, numéro OFS 2024-2000

#### **Indice des prix à la consommation harmonisé (IPCH),**

Aperçu des méthodes et pondération 2018, Neuchâtel 2018, 28 pages, numéro OFS 931-1800-05

#### **La statistique suisse des prix de la construction.**

**Octobre 2015 = 100**, Bases méthodologiques, Neuchâtel 2016, 60 pages, numéro OFS 623-1501

#### **Indice des prix à la production et à l'importation,**

**décembre 2015 = 100**, Bases, Neuchâtel 2016, 76 pages, numéro OFS 667-1501

#### **Indice des prix à la consommation (décembre 2015 = 100),**

Bases méthodologiques, Neuchâtel 2016, 68 pages, numéro OFS 854-1500

### Domaine «Prix» sur Internet

[www.statistique.ch](http://www.statistique.ch) → Trouver des statistiques → 05 – Prix

# Indice des loyers: rapport méthodologique

Nouveau modèle hédonique des loyers

**Rédaction** Laetitia Fourcade, OFS  
**Éditeur** Office fédéral de la statistique (OFS)

Neuchâtel 2022

**Éditeur:** Office fédéral de la statistique (OFS)

**Renseignements:** LIK@bfs.admin.ch, tél. 058 463 69 00

**Rédaction:** Laetitia Fourcade, OFS

**Série:** Statistique de la Suisse

**Domaine:** 05 Prix

**Langue du texte original:** français

**Mise en page:** section DIAM, Prepress/Print

**Graphiques:** section PRIX, OFS

**Cartes:** section DIAM, ThemaKart

**En ligne:** [www.statistique.ch](http://www.statistique.ch)

**Imprimés:** [www.statistique.ch](http://www.statistique.ch)  
Office fédéral de la statistique, CH-2010 Neuchâtel,  
[order@bfs.admin.ch](mailto:order@bfs.admin.ch), tél. 058 463 60 60  
Impression réalisée en Suisse

**Copyright:** OFS, Neuchâtel 2022  
La reproduction est autorisée, sauf à des fins commerciales, si la source est mentionnée.

**Numéro OFS:** 2119-2200

**ISBN:** 978-3-303-05773-5

# Table des matières

<b>Introduction</b>	5	Variables relatives au contrat de bail	25
		<i>Ancienneté du bail</i>	25
		<i>Statut de location</i>	25
<b>1 Ajustement de qualité dans l'indice des loyers</b>	6	<i>Type de propriétaire</i>	28
		<i>Année de relevé</i>	28
<b>2 Données</b>	7	Variables de macrolocalisation	28
		<i>Canton</i>	30
		<i>Type de commune</i>	30
<b>Choix de la base de données</b>	7	<i>Temps de trajet en transport individuel</i>	32
		<i>Taux de résidences secondaires dans la commune</i>	33
<b>Variables</b>	7	<i>Charge fiscale</i>	34
Variables structurelles	8	Variables de microlocalisation	35
Variables relatives au contrat de bail	8	<i>Bruit du trafic routier</i>	35
Variables géolocalisées	8	<i>Bruit ferroviaire</i>	36
<i>Macrolocalisation</i>	8	<i>Bruit du trafic aérien</i>	36
<i>Microlocalisation</i>	9	<i>Qualité de desserte par les transports publics</i>	39
		<i>Proximité d'un lac</i>	39
<b>Sélection des observations</b>	9	<i>Ligne à haute tension</i>	41
		<i>Potentiel de vue sur les montagnes</i>	41
		<i>Potentiel de vue sur les lacs</i>	44
<b>3 Méthodologie</b>	11	<i>Déclivité du terrain</i>	45
		<b>Résidus</b>	46
<b>Premières estimations</b>	11	<b>Performance du modèle</b>	48
<b>Modélisation</b>	11		
Optimisation des variables	11	<b>Conclusion</b>	49
Variables d'interaction	11		
Observations influentes	12		
Période d'estimation	12	<b>Annexe</b>	51
<b>Expertise</b>	12		
		<b>Bibliographie</b>	59
<b>4 Modèle</b>	13		
<b>Forme du modèle</b>	13		
<b>Détail des variables</b>	13		
<i>Loyer</i>	17		
Variables structurelles	17		
<i>Age du logement</i>	17		
<i>Nombre de pièces</i>	20		
<i>Surface</i>	20		
<i>Étage et type de bâtiment</i>	22		
<i>Nombre de garages</i>	24		
<i>Attique</i>	24		
<i>Duplex</i>	25		



# Introduction

L'indice des loyers du logement représente la part la plus importante du panier-type de l'indice des prix à la consommation (IPC). Depuis 2011, un ajustement est effectué dans l'indice des loyers du logement pour gérer les différences de caractéristiques entre les logements entrants et sortants de l'échantillon. Cet ajustement de qualité repose sur un modèle hédonique qui exprime le loyer en fonction des différentes caractéristiques du logement. Le modèle en vigueur de 2011 à 2020 se base sur les données de l'enquête de structure des loyers de 2003. Dans le cadre de la révision 2020 de l'IPC, une nouvelle modélisation a été effectuée avec des données plus récentes, celles de l'indice des loyers de 2014 à 2018, complétées par des variables géolocalisées. Après un bref rappel du processus d'ajustement de qualité dans l'indice des loyers, cet article décrit les données, la méthodologie et la forme finale du nouveau modèle hédonique des loyers.

# 1 Ajustement de qualité dans l'indice des loyers

L'indice des loyers mesure l'évolution des loyers des logements loués à des fins d'habitation en Suisse. Chaque trimestre, 12% de l'échantillon, soit environ 1500 logements, sont remplacés pour suivre l'état du marché des logements de location. Pour calculer l'évolution des loyers, les biens entrants dans l'échantillon devraient avoir exactement les mêmes caractéristiques quant à leur structure et leur localisation que les biens sortants. Etant donné l'unicité et la sélection aléatoire de chaque logement, cela n'est pas possible et c'est pour tenir compte de ces différences de qualité qu'un ajustement est nécessaire (Matthey, Becker Vermeulen, & Corti, 2014). L'ajustement de qualité de l'indice des loyers repose sur une stratification par tranche d'âge et nombre de pièces ainsi que sur l'utilisation du *hedonic repricing* (Eurostat, 2017).

La stratification permet de remplacer les logements sortants par des logements entrants équivalents du point de vue du nombre de pièces et de la classe d'âge. La méthode du *hedonic repricing* consiste à calculer un facteur d'ajustement de la qualité qui neutralise les différences de caractéristiques non prises en compte par la stratification. Ce facteur d'ajustement est basé sur l'estimation au trimestre  $t$  des logements entrants et sortants de l'échantillon à l'aide d'un modèle hédonique. Il est égal au quotient de la moyenne pondérée des loyers estimés des logements entrants par celle des logements sortants au sein de chaque cellule. Ainsi, pour une cellule  $i$  au trimestre  $t$ ,

$$\text{facteur d'ajustement}_{i,t} = \frac{(\prod_j \hat{y}_j)^{\sum_j p_j}}{(\prod_k \hat{y}_k)^{\sum_k p_k}}$$

avec  $\hat{y}_j$  le loyer estimé du logement  $j$  entrant au trimestre  $t$ ,  
 $p_j$  le poids de sondage du logement  $j$  entrant au trimestre  $t$ ,  
 $\hat{y}_k$  le loyer estimé du logement  $k$  sortant au trimestre  $t$ ,  
 $p_k$  le poids de sondage du logement  $k$  sortant au trimestre  $t$ .

Ce facteur d'ajustement est multiplié à l'indice de la cellule calculé sur la base des loyers effectivement relevés des logements entrants et sortants de l'échantillon. L'indice ajusté ainsi obtenu et l'indice calculé sur la base des logements restants d'une période à l'autre dans l'échantillon sont agrégés dans chaque cellule par une moyenne pondérée.

Le modèle hédonique utilisé de 2011 à 2020 se base sur 91 243 observations issues de l'enquête de structure des loyers 2003 (Office fédéral de la statistique, 2007). Il inclut un riche ensemble de variables, notamment des variables relatives à la structure des logements (âge, surface, nombre de pièces, etc.), l'ancienneté du bail en cours et 10 variables géolocalisées (Lüscher, Salvi, Bröhl, & Horehájová, 2010). L'ancienneté du jeu de données nécessite néanmoins d'actualiser le modèle. La question de la fréquence d'actualisation du modèle se pose pour l'avenir, et une mise à jour tous les 5 ans dans le cadre de la révision de l'IPC est éventuellement envisagée.

## 2 Données

### Choix de la base de données

Les données du relevé structurel (RS) de 2015, d'une part, et les données de l'indice des loyers (IDL) de 2010 à 2018, d'autre part, ont été analysées afin de déterminer la source de données la plus adéquate à utiliser pour la modélisation. Outre les loyers nets, les deux jeux de données indiquent notamment la localisation précise des logements au moyen de leur numéro d'identification fédéral de bâtiment (EGID), ce qui permet de les enrichir avec des données de la statistique et du relevé des bâtiments et logements (StatBL et RegBL) ainsi que d'autres données géolocalisées fournies par l'Administration fédérale. Le RS donne une image du parc de logements à un moment donné, tandis que l'IDL est un relevé de panel rotatif effectué chaque trimestre et pour lequel un même logement peut être relevé jusqu'à 8 trimestres d'affilée. Cette structure nécessite un traitement particulier (voir Sélection des observations à la page 9).

Chaque base de données comporte des avantages spécifiques pour le calcul d'un modèle hédonique. Le RS compte un nombre important d'observations (environ 122 000), et une seule année de relevé suffit ainsi pour calculer un modèle. Il faut par contre regrouper plusieurs années d'enquête de l'IDL afin d'arriver à un nombre d'observations satisfaisant, ce qui peut induire des différences non souhaitées entre les observations. Par contre, l'IDL offre des variables importantes dont ne dispose pas le RS, notamment l'ancienneté du bail en cours, le type de propriétaire ou une catégorisation fine du statut de location.

Afin de choisir la base de données, la corrélation de chaque variable avec le loyer a été examinée, et plusieurs milliers de modèles impliquant différentes transformations, catégorisations et combinaisons de variables ont été comparés sur la base de leur pouvoir explicatif et de la qualité de leurs résidus.<sup>1</sup> Comme l'IDL dispose de variables dont ne dispose pas le RS, l'exercice a été répété avec des modèles n'incluant que les variables structurelles communes aux deux jeux de données.<sup>2</sup>

Les meilleurs modèles obtenus avec le RS expliquent moins bien la variance observée dans les loyers que les meilleurs modèles de l'IDL (Office fédéral de la statistique, 2019). Pour les modèles incluant toutes les variables, les données du RS présentent un pouvoir explicatif 20% inférieur à celles de l'IDL. Pour

les modèles n'incluant que les variables structurelles communes aux deux jeux de données et les cantons, une différence de plus de 15% existe déjà. Suite à ces analyses, la base de données de l'IDL a été choisie pour la modélisation hédonique des loyers.

### Variables

La variable que le modèle hédonique des loyers cherche à expliquer est le loyer mensuel net de charges. Celui-ci est relevé dans l'enquête de l'IDL. Pour environ 10% des logements, le loyer relevé est forfaitaire, c'est-à-dire que les charges y sont incluses mais que leur montant n'est pas connu. Un loyer net est alors imputé pour le calcul de l'indice. Notre modèle utilise les loyers nets relevés ainsi que les loyers nets imputés. En outre, 1% des logements relevés pour l'IDL présentent des loyers extrêmes. Ces loyers sont exclus du calcul de l'indice mais ont été conservés pour la modélisation.

Différentes variables ont été testées afin d'expliquer le loyer net des logements. Ces variables ainsi que leur source sont présentées dans le Tableau T1 page 8. Elles se répartissent en trois catégories: les variables structurelles, qui décrivent les caractéristiques physiques du logement, les variables relatives au contrat de bail et les variables géolocalisées, qui expliquent la situation géographique du logement.

<sup>1</sup> Le R<sup>2</sup> ajusté (R<sup>2</sup> adj.), le critère d'information d'Akaike (AIC), le test de normalité Anderson-Darling et le test d'hétéroscédasticité Fligner-Killeen ont été utilisés. Pour les définitions du R<sup>2</sup> adj. et de l'AIC, voir Annexe 1 à la page 52.

<sup>2</sup> Les variables explicatives communes aux deux jeux de données sont la période de construction, le nombre de pièces, la surface, l'étage, le type d'habitation et le nombre de garages.

## Source des variables explicatives testées

T 1

	Variables explicatives testées	Source
<b>Variables structurelles</b>	Année de construction; nombre de pièces; surface; étage; type de bâtiment; places de parc; attique; duplex; loft; nombre de salles de bain; nombre de toilettes séparées; type d'espace extérieur; ascenseur; certificat Minergie®; rénovation	Indice des loyers
<b>Variables relatives au contrat de bail</b>	Année de conclusion du bail; statut de location; type de propriétaire; année de relevé	Indice des loyers
<b>Variables géolocalisées</b>	Charge fiscale	Administration fédérale des contributions
	Temps de trajet aux centres et aux agglomérations; qualité de desserte par les transports publics; proportion de résidences secondaires	Office fédéral du développement territorial
	Pente; exposition; distance aux lacs, aux cours d'eau, aux lignes à haute tension	Office fédéral de topographie
	Canton; type de commune; potentiel de vue sur les montagnes et sur les lacs	Office fédéral de la statistique
	Bruit des routes le jour et la nuit; bruit des chemins de fer le jour et la nuit	Office fédéral de l'environnement
	Bruit des avions le jour et la nuit	Office fédéral de l'aviation civile

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Variables structurelles

Les variables structurelles sont relevées directement dans l'enquête de l'IDL auprès des bailleurs. En cas de valeur(s) manquante(s), l'année de construction du bâtiment, le nombre de pièces, la surface habitable et l'étage où se situe le logement sont complétés par les données du RegBL. Le nombre de pièces relevé ne comprend pas les cuisines, les demi-pièces ou les pièces d'habitation supplémentaires situées en dehors du logement. Le type de bâtiment distingue les maisons individuelles des bâtiments à plusieurs logements. Les places de parc se répartissent en deux catégories, d'une part les garages individuels ou collectifs, d'autre part les places de parc extérieures, y compris les places couvertes. Pour la modélisation, seules les places de parc dont le loyer est inclus dans le loyer net du logement sont considérées.

L'enquête de l'IDL demande également aux bailleurs si l'appartement loué est en duplex (sur deux étages), en attique (avec une toiture-terrasse) ou s'il s'agit d'un loft (par exemple dans une ancienne fabrique). Le nombre de salles de bain et de toilettes séparées est demandé, ainsi que la présence d'un espace extérieur classifié en quatre catégories: un balcon de moins de 4 m<sup>2</sup>, un balcon de plus de 4 m<sup>2</sup>, un accès à un jardin, ou une terrasse. L'IDL demande également de préciser la présence d'un ascenseur ou d'une certification Minergie®, ainsi que l'année au cours de laquelle une éventuelle rénovation totale du logement a eu lieu.

## Variables relatives au contrat de bail

Les variables relatives au contrat de bail sont relevées dans l'enquête de l'IDL auprès des bailleurs. L'année de conclusion du bail renseigne sur l'année où a débuté le bail en cours. Le statut de location du logement distingue quatre types de contrats de location: un bail concernant un logement de coopérateur ou subventionné; un bail impliquant une réduction de loyer due à une relation de parenté ou d'amitié entre locataire et bailleur; un bail avec une réduction de loyer en raison d'un travail de conciergerie; un bail n'appartenant pas aux catégories susmentionnées.

Le type de propriétaires du logement se partage en six catégories: les particuliers; les caisses de pension, assurances ou fonds de placements; les coopératives; les pouvoirs publics; les sociétés immobilières ou de construction; les propriétaires n'appartenant pas aux types cités précédemment. L'année de relevé, enfin, indique l'année au cours de laquelle le relevé de l'IDL a eu lieu.

## Variables géolocalisées

Les variables géolocalisées étudiées pour l'élaboration du modèle hédonique proviennent de différents fournisseurs (voir tableau T 1). Le lien entre le logement relevé dans l'IDL et sa localisation précise sur le territoire se fait au moyen de l'EGID du bâtiment.<sup>3</sup> Les variables géolocalisées employées dans la modélisation des loyers sont également utilisées dans le modèle hédonique de l'indice suisse des prix de l'immobilier résidentiel (Office fédéral de la statistique, 2020). Ainsi, l'indice des loyers et l'indice des prix de l'immobilier bénéficient d'une synergie dans le traitement de ces variables pour leur production respective. Il existe deux types de géolocalisation: la macrolocalisation décrit les caractéristiques de la commune où est situé le logement, tandis que la microlocalisation reflète les caractéristiques du lieu où est situé le bâtiment au sein de la commune.

## Macrolocalisation

La typologie des communes produite par l'Office fédéral de la statistique permet de distinguer les communes urbaines, périurbaines et rurales selon neuf modalités: commune urbaine d'une grande agglomération, d'une agglomération moyenne, d'une petite ou hors agglomération; commune périurbaine de forte densité, de moyenne densité, de faible densité; commune d'un centre rural, commune rurale en situation centrale et enfin commune rurale périphérique. La catégorisation se base sur des critères de densité, de taille et d'accessibilité (Office fédéral de la statistique, 2017). En outre, le temps de trajet pour chaque commune de Suisse jusqu'à la ville-centre la plus rapidement accessible ou jusqu'au centre régional le plus rapidement accessible est calculé par l'Office fédéral du développement territorial. Sont considérées

<sup>3</sup> Avant le changement du cadre de sondage de l'IDL en novembre 2016, l'EGID est obtenu en appariant l'adresse du logement au RegBL. Par la suite, l'EGID est directement tiré du cadre de sondage.

comme villes-centres Bâle, Berne, Genève, Lausanne, Lugano et Zurich, et comme centres régionaux environ 50 agglomérations ou communes-centres hors agglomérations. Les temps de trajet en minutes sont disponibles pour les transports publics et pour le transport individuel motorisé (Office fédéral du développement territorial, 2021). L'Office du développement territorial fournit également le pourcentage de résidences secondaires présentes dans chaque commune de Suisse (Office fédéral du développement territorial, 2017).

Enfin, une variable testée dans la modélisation comme variable de macrolocalisation est la charge fiscale. Cette variable, bien que ne constituant pas une qualité du logement en tant que tel, sert de variable de substitution (variable proxy) pour la qualité de la localisation. L'Administration fédérale des contributions publie annuellement la charge fiscale de chaque commune pour différents types de ménages et pour différents revenus. Cette charge correspond aux impôts cantonaux, communaux et paroissiaux et s'exprime en pour-cent du revenu brut du travail (Administration fédérale des contributions, 2021). Plusieurs combinaisons de type de ménages et de revenus bruts du travail ont été testées pour la modélisation.<sup>4</sup>

### Microlocalisation

Une valeur en décibels pour le bruit des routes, des chemins de fer (Office fédéral de l'environnement, 2021) et de l'aviation (Office fédéral de l'aviation civile, 2021) le jour et la nuit (22h à 6h) est attribuée à chaque bâtiment de notre échantillon grâce à ses coordonnées géographiques. D'autre part, la qualité de desserte par les transports publics, calculée par l'Office du développement territorial, s'exprime par une note allant de A à D déterminée en fonction de la distance aux arrêts, du type de transport public desservant l'arrêt et de la fréquence de desserte de l'arrêt (Office fédéral du développement territorial, 2010). Au-delà d'une distance de 1 km aux arrêts, aucune note d'accessibilité n'est attribuée. L'emplacement des lacs, des cours d'eau et des lignes à haute tension est fourni par l'Office fédéral de la topographie et permet d'attribuer à chaque bâtiment de notre échantillon une distance à ces éléments. Seuls les lacs de plus de 1 km<sup>2</sup> et les cours d'eau d'au minimum 5 m de large et 500 m de long ont été considérés pour l'analyse.

Une vue potentielle sur les montagnes et sur les lacs, exprimée respectivement en nombre de sommets et en hectares de surface de lac potentiellement visibles, est calculée par l'Office fédéral de la statistique à partir des modèles d'altitude swissAL-TI3D de swisstopo et EU-DEM de l'Agence européenne pour l'environnement (Agence européenne pour l'environnement, 2021). On considère pour chaque bâtiment les 300 sommets les plus dominants<sup>5</sup> dans un rayon de 125 km en Suisse et de 30 km à l'étranger, et la superficie occupée par les lacs dans un rayon de

20 km autour du bâtiment. Il s'agit d'une vue potentielle dans la mesure où les bâtiments et la végétation, qui pourraient obstruer la vue, ne sont pas pris en compte.<sup>6</sup> Enfin, la pente du terrain et l'exposition exprimées en degrés ont été testées dans le modèle hédonique.

### Sélection des observations

Le relevé de l'IDL a lieu tous les trimestres. 10 000 logements en moyenne sont relevés chaque trimestre. 8500 de ces logements sont des logements déjà présents le trimestre précédent dans l'échantillon et sont à nouveau sondés dans une enquête de suivi, et 1500 sont des logements entrants pour la première fois dans l'échantillon (le même nombre de logements sort également de l'échantillon chaque trimestre). Un même logement peut être relevé jusqu'à 8 trimestres d'affilée. Chaque trimestre, dans les enquêtes de suivi, les bailleurs ont la possibilité de rectifier les informations relatives au bail ou à la structure du logement. Afin de modéliser les données de l'IDL, nous avons tout d'abord corrigé les changements de valeur non-plausibles puis supprimé les observations redondantes de la base de données. Ces opérations sont exemplifiées dans le Tableau T2 page 10.

Les coordonnées géographiques, le canton<sup>7</sup>, l'année de construction, l'étage, le type attique, duplex ou maison ne peuvent raisonnablement pas changer au cours de l'enquête pour un même logement. Si c'est malgré tout le cas, nous n'avons tenu compte que de la dernière valeur relevée. Il est par contre possible que le loyer, le nombre de garages ou de places de parc inclus dans le loyer, l'année de début du bail, le type de propriétaire ou le statut de location évoluent valablement au cours de l'enquête. Dans de très rares cas, le nombre de pièces et la surface du logement peuvent eux aussi valablement changer au cours de l'enquête.<sup>8</sup> Enfin, le nombre de salles de bain, le nombre de toilettes séparées, le type d'espace extérieur, la présence d'un ascenseur, d'un certificat Minergie® ou l'existence d'une rénovation ne sont relevés qu'une fois lors de la première enquête, leurs valeurs ne peuvent donc pas être rectifiées.

La suppression des observations redondantes de la base de données permet d'avoir un maximum d'hétérogénéité entre les observations et ainsi d'augmenter la précision des estimateurs (Wooldridge, 2012). La base de données ainsi formée recense toutes les observations uniques présentes dans les données de l'IDL collectées entre décembre 2010 et février 2018 et compte 72 757 observations.

<sup>4</sup> Les types de ménages «célibataire», «personne mariée sans enfant», «personne mariée avec deux enfants» et «époux exerçant tous deux une activité lucrative avec deux enfants» et des revenus bruts du travail de 50 000, 100 000, 150 000 et 200 000 CHF ont été testés.

<sup>5</sup> La dominance d'un sommet est établie en fonction de sa distance au sommet le plus proche.

<sup>6</sup> Les obstacles naturels tels que les collines et les montagnes sont par contre considérés. L'estimation se fait à partir d'une hauteur de 2 m au-dessus du sol.

<sup>7</sup> Notons qu'un changement de numéro de commune peut avoir lieu à la suite d'une fusion de commune ou d'un changement de canton, mais ce cas de figure n'est pas apparu dans notre base de données.

<sup>8</sup> Si le changement de nombre de pièce ou de surface est corroboré par le RegBL, ou si le loyer relevé évolue simultanément dans le sens attendu, alors seulement le changement de surface ou de nombre de pièces est considéré comme ayant réellement eu lieu. Ces cas ne concernent que 0,2% des logements de l'échantillon.

## Correction et sélection des observations pour un logement fictif de l'IDL relevé durant 3 trimestres

T2

	Trimestre	Loyer	Étage relevé	Étage corrigé pour la modélisation	Observation sélectionnée pour la modélisation
Un même logement relevé 3 fois	1/3	1 500 CHF	3	2	✓
	2/3	1 750 CHF	2		x
	3/3	1 750 CHF	2		✓

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

# 3 Méthodologie

## Premières estimations

Après une analyse descriptive des données, différentes catégorisations et transformations (p.ex. carré ou logarithme) des variables ont été effectuées. Des milliers de modèles combinant les différentes variables disponibles ont ensuite été générés. Ces modèles ont été classés selon plusieurs critères de performance, notamment au moyen de trois indicateurs : le  $R^2$  ajusté ( $R^2$  adj.), qui décrit la part de la variance présente dans les loyers expliquée par le modèle, ajusté pour pénaliser l'ajout de variables explicatives dans le modèle, le critère d'information d'Akaike (AIC), qui se base sur la fonction de vraisemblance du modèle et pénalise également chaque variable explicative additionnelle, et enfin le critère d'information bayésien (BIC), qui est une variation sur l'AIC avec une pénalité plus forte pour les variables additionnelles. Les définitions algébriques des mesures utilisées sont disponibles dans l'Annexe 1 à la page 52.

## Modélisation

La validation croisée a ensuite été employée pour évaluer les dix meilleurs modèles candidats : les valeurs des coefficients ont été estimées sur 90% des observations (training set) et la capacité prédictive du modèle évaluée sur les 10% restants (validation set), le processus étant ensuite répété jusqu'à ce que toutes les observations du jeu de données se soient retrouvées dans le validation set. En plus des indicateurs mentionnés dans la partie Premières estimations, la capacité prédictive a été estimée par l'erreur absolue moyenne (MAE) entre les loyers estimés par le modèle et les loyers du validation set, et par l'erreur quadratique moyenne (RMSE), qui donne plus de poids aux erreurs extrêmes que la MAE. Les définitions algébriques de ces mesures sont disponibles dans l'Annexe 1 à la page 52.

Après cette étape, les modèles les plus prometteurs ont été retravaillés manuellement, notamment quant au choix des variables à inclure dans le modèle et à leur forme. Les parties Optimisation des variables et Variables d'interaction décrivent cette étape du processus de modélisation. La cross-validation et les indicateurs de performance ont encore été employés tout au long de la phase de mise au point manuelle du modèle. Des essais supplémentaires ont également été effectués concernant le traitement des observations influentes et la période d'estimation du modèle.

## Optimisation des variables

Les variables structurelles nombre de toilettes séparées, ascenseur et certificat Minergie®, relevées uniquement lors de la première enquête auprès des bailleurs, comptent trop de valeurs manquantes et n'ont pas été retenues.<sup>1</sup> Les variables loft, nombre de places de parc extérieures couvertes ou non, nombre de salle de bains, type d'espaces extérieurs, rénovation, distance aux cours d'eau et exposition ont également été éliminées car leur présence n'augmentent pas le  $R^2$  adj. des modèles ni ne fait diminuer les MAE et RMSE de la cross-validation.

La charge fiscale, non considérée directement comme une caractéristique de qualité, est utilisée comme variable de substitution de la qualité de la localisation du logement. Etant donné la nature de cette variable, la nécessité de son inclusion dans le modèle a fait l'objet d'un soin particulier. Comme cette variable permet de faire gagner au modèle 1% de son pouvoir explicatif, il a été décidé de la conserver.

Le but du modèle n'est pas l'analyse des prix implicites de chaque caractéristique mais sa capacité prédictive générale. La signification économique des coefficients et leur significativité statistique a néanmoins été soigneusement évaluée, et l'élimination de certaines variables ainsi que d'autres transformations et catégorisations ont été testées jusqu'à obtenir les meilleurs résultats tant au niveau des prix implicites de chaque variable que de la performance générale du modèle.

## Variables d'interaction

L'interaction entre deux variables explicatives permet de moduler l'effet d'une variable sur le loyer selon la valeur que prend une autre variable. Par exemple, l'introduction d'une interaction entre la surface et le type de commune permet de modéliser un prix implicite de la surface différent selon que le logement se situe dans une commune rurale ou dans une agglomération. Dans le cadre de la modélisation, différentes interactions entre les variables ont été testées. Les interactions du type de commune avec la surface, l'âge, le taux de résidences secondaires et la pente, ainsi que les interactions de la surface et de l'âge avec le type d'habitation attique et duplex se sont montrées significatives. En outre, les tests d'hypothèse joints avec un F-test confirment que le modèle bénéficie de l'inclusion des interactions. Elles

<sup>1</sup> Le nombre de toilettes séparées compte 41% de valeurs manquantes, la présence d'un ascenseur 35% et une certification Minergie® 61%.

ont en revanche peu d'influence sur les coefficients des variables et sur l'ajustement global du modèle. Aussi, le nombre d'observations disponibles est suffisamment élevé pour pouvoir inclure ces 40 coefficients supplémentaires dans le modèle, et permettre ainsi une modélisation plus précise de variables particulièrement importantes, comme la surface ou le type de commune.

### Observations influentes

La distance de Cook (Cook, 1977) a été employée afin de déterminer quelles observations ont particulièrement d'influence sur l'estimation du modèle. Cette statistique, dont la formule est donnée dans l'Annexe 1 à la page 52, évalue l'impact sur les résidus (la part du loyer inexplicé par les variables du modèle) de l'omission d'une observation dans l'estimation des paramètres du modèle. L'opération est répétée avec chaque observation du jeu de données. Une observation a été jugée particulièrement influente si elle dépasse le seuil de  $4/(n-k)$ , avec  $n$  le nombre de logements dans le jeu de données et  $k$  le nombre de paramètres du modèle estimé. L'impact de la conservation des observations particulièrement influentes dans le modèle a été évaluée en termes de structure des résidus et de performance générale du modèle (voir partie Performance du modèle à la page 48). L'analyse a été répétée avec différents modèles, en modulant notamment les variables incluses dans le modèle, les variables d'interaction ou la période d'estimation.

A titre d'exemple, le modèle final, présenté en détail dans la partie Modèle à la page 13, qui est estimé sur la période 2014–2018 et inclut des variables d'interaction, a été évalué avant et après l'exclusion d'environ 2500 observations particulièrement influentes présentant une distance de Cook supérieure au seuil nommé ci-dessus. Il a été vérifié après analyse que ces observations influentes ne présentent pas de structure particulière. L'exclusion de ces observations fait peu varier la valeur des coefficients du modèle et permet d'améliorer certaines caractéristiques de l'analyse graphique des résidus (voir Annexe 2 à la page 53 vs. partie Résidus à la page 46). Les conclusions des tests sur les résidus présentés dans la partie Résidus ne sont en revanche pas altérées. Enfin, l'exclusion des observations blessant la distance de Cook fait augmenter le  $R^2$  adj. du modèle de 7%.

### Période d'estimation

Les observations de la base de données vont de 2010 à 2018. Des essais de modélisation ont été effectués avec l'ensemble de la base mais également sur des données regroupant des périodes de 2 ans, 3 ans et 5 ans. La conclusion générale de ces essais est que les performances des modèles estimés sur les 5 dernières années ou sur l'ensemble du jeu de données sont quasiment identiques. La significativité de quelques rares coefficients est affectée. Mais la structure des résidus et les résultats des tests sur les résidus (voir partie Performance du modèle à la page 48) ne varient quasiment pas. Les périodes d'estimation de 2 ans et 3 ans ne permettent en revanche pas d'atteindre un nombre d'observations suffisant dans certaines modalités de variables et n'ont pas été retenues. Comme les modèles estimés sur les 5 dernières années du jeu de données ou sur sa totalité sont équivalents, une modélisation sur 5 ans avec des données plus récentes a été privilégiée.

### Expertise

A l'issue de ces étapes de modélisation, les résultats du modèle hédonique ont été expertisés. Le Professeur Mick Silver, Professeur émérite d'économie statistique à l'Université de Cardiff et Senior Economist au Fonds monétaire international, a mené cette expertise en 2020 sur la base d'une documentation détaillée du processus et des résultats de la modélisation et de nombreux échanges avec les collaborateurs de la Section Prix. Les conclusions du rapport d'analyse sont disponibles sur le site de l'OFS (Silver, 2020).

## 4 Modèle

### Forme du modèle

Rosen est le premier à théoriser le concept de régression de prix hédonique en 1974 dans son article «Hedonic Prices and Implicit Markets» (Rosen, 1974). Cette régression permet d'attribuer un prix implicite à différentes caractéristiques d'un bien. Le modèle hédonique des loyers est une équation qui exprime le loyer par la somme des variables utiles à son explication, multipliées par des coefficients leur conférant leur part d'importance dans l'explication, plus l'ordonnée à l'origine et un terme d'erreur, aussi appelé résidu, qui représente la partie du loyer inexpliquée par les autres termes, soit :

$$y_i = \beta_1 x_{i,1} + \dots + \beta_k x_{i,k} + \beta_0 + \varepsilon_i$$

avec  $y_i$  le loyer du logement  $i$ ,  
 $x_{i,1}$  à  $x_{i,k}$  les variables explicatives 1  
à  $k$  du logement  $i$ ,  
 $\beta_1$  à  $\beta_k$  les coefficients des variables,  
 $\beta_0$  l'ordonnée à l'origine du modèle,  
 $\varepsilon_i$  le terme d'erreur du logement  $i$ .

Le modèle se base sur 41 559 observations et utilise le logarithme naturel du loyer. Le Tableau T3 à la page 14 présente le coefficient de chaque variable du modèle (Estimate) et l'estimation de son écart type, appelée erreur standard (Std. Error), qui permet de calculer un intervalle de confiance pour le coefficient. La valeur de chaque coefficient est illustrée dans la partie Détail des variables. Le Tableau T3 à la page 14 présente également la t-statistique (t value) du coefficient, qui résulte du t-test de Student, ainsi que la p-valeur de ce t-test ( $\Pr(>|t|)$ ), qui donne la probabilité d'obtenir l'estimation indiquée si le véritable coefficient du modèle était nul. Les astérisques à la suite de la p-valeur en facilitent la lecture et les valeurs qui y sont associées sont données à la fin du tableau. On voit que la plupart des coefficients sont significatifs. Les rares exceptions proviennent de quelques modalités de variables catégorielles dont la présence dans le modèle est importante. Le sens du nom des variables du modèle est donné dans l'Annexe 3 à la page 55.

Les trois dernières lignes du Tableau T3 à la page 14 donnent des indications sur l'ajustement général du modèle. L'erreur standard des résidus (Residual standard error) donne l'estimation de l'écart type de la part du loyer inexpliquée par les variables du modèle. Les degrés de liberté (degrees of freedom) servant au calcul de l'erreur standard correspondent au nombre d'observations moins le nombre de paramètres du modèle. Le  $R^2$  (Multiple R-squared) et le  $R^2$  adj. (Adjusted R-squared) donnent la part de la variance des loyers observés expliquée par le modèle, avant et après l'ajustement pénalisant l'ajout de variables explicatives dans le modèle. On voit dans notre cas que 79% de la variance des loyers est expliquée par le modèle. Enfin, la F-statistique et la p-valeur associée évalue l'hypothèse nulle que tous les coefficients sont nuls par rapport à l'alternative qu'au moins un ne l'est pas.

### Détail des variables

Les variables du modèle sont détaillée ci-dessous. La représentation graphique des effets marginaux de chaque variable est calculée en gardant les autres variables du modèle fixes, pour les variables continues à leur valeur moyenne et pour les variables discrètes à leur niveau de référence (c'est-à-dire le niveau intégré à l'ordonnée à l'origine du modèle). Les cartes des données de macrolocalisation et de microlocalisation représentent les données les plus actuelles au début de l'année 2021.

## Coefficients du modèle

T3

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	6,799247582	0,023565868	288,52	<0,0000000000000002	***
BuildingAge	-0,003183670	0,000057370	-55,49	<0,0000000000000002	***
BuildingAge^2	0,000008088	0,000000171	47,24	<0,0000000000000002	***
NumberOfRooms2	0,142908423	0,005938702	24,06	<0,0000000000000002	***
NumberOfRooms3	0,188118395	0,006577732	28,60	<0,0000000000000002	***
NumberOfRooms4	0,205183354	0,007378405	27,81	<0,0000000000000002	***
NumberOfRooms5	0,233290752	0,008420438	27,71	<0,0000000000000002	***
NumberOfRooms6	0,276181015	0,010852567	25,45	<0,0000000000000002	***
NumberOfRooms7 or more	0,296428521	0,017895770	16,56	<0,0000000000000002	***
LivingArea	0,012972673	0,000167577	77,41	<0,0000000000000002	***
LivingArea^2	-0,000023669	0,000000704	-33,62	<0,0000000000000002	***
Floor2nd floor	0,007588436	0,002315541	3,28	0,00105	**
Floor3rd floor	0,016383633	0,002812359	5,83	0,00000000573332513	***
Floor4th floor	0,020058578	0,003820907	5,25	0,00000015310551690	***
Floor5th floor or above	0,019145940	0,003784991	5,06	0,00000042462473002	***
FloorHouse	0,026070614	0,005100393	5,11	0,00000032104381965	***
NumberOfParkingSpaces1	0,042666665	0,004335416	9,84	<0,0000000000000002	***
NumberOfParkingSpaces2 or more	0,063894379	0,008445804	7,57	0,00000000000003952	***
PenthouseYes	0,266049025	0,018768779	14,18	<0,0000000000000002	***
DuplexYes	0,127961507	0,016043047	7,98	0,00000000000000155	***
AgeOfLeaseAgreement	-0,009718195	0,000093536	-103,90	<0,0000000000000002	***
RentalStatusConcierge	-0,115220112	0,013102803	-8,79	<0,0000000000000002	***
RentalStatusRelative or friend	-0,248340659	0,005842583	-42,51	<0,0000000000000002	***
RentalStatusSubsidized or cooperative housing	-0,148866880	0,004287452	-34,72	<0,0000000000000002	***
TypeOfOwnerGovernment	-0,156692396	0,004940572	-31,72	<0,0000000000000002	***
TypeOfOwnerCooperative	-0,100197536	0,005119673	-19,57	<0,0000000000000002	***
TypeOfOwnerReal estate or building company	-0,013306330	0,003264319	-4,08	0,00004584406829510	***
TypeOfOwnerPension, insurance or investment fund	-0,037388486	0,002370870	-15,77	<0,0000000000000002	***
TypeOfOwnerUnknown	-0,039555133	0,003545931	-11,16	<0,0000000000000002	***
Year2017	-0,001431759	0,002705446	-0,53	0,59666	
Year2016	-0,011507505	0,002849856	-4,04	0,00005402306759245	***
Year2015	-0,021588173	0,002754738	-7,84	0,00000000000000473	***
Year2014	-0,032362074	0,002824667	-11,46	<0,0000000000000002	***
CantonAI	0,079423969	0,039723226	2,00	0,04557	*
CantonAR	0,028210752	0,014766892	1,91	0,05609	.
CantonBasel	0,092374772	0,009476308	9,75	<0,0000000000000002	***
CantonBE	0,090660180	0,007402965	12,25	<0,0000000000000002	***
CantonBern	0,048303591	0,012371153	3,90	0,00009455650222521	***
CantonBL	0,133770778	0,007531278	17,76	<0,0000000000000002	***
CantonBS	0,148097620	0,017548790	8,44	<0,0000000000000002	***
CantonFR	0,042882644	0,006937646	6,18	0,0000000064227299	***
CantonGE	0,129138004	0,007082047	18,23	<0,0000000000000002	***
CantonGenève	0,086176898	0,009444550	9,12	<0,0000000000000002	***

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

Coefficients du modèle (Suite)

T3

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
CantonGL	-0,058035265	0,019987632	-2,90	0,00369	**
CantonGR	0,199632670	0,010248784	19,48	<0,0000000000000002	***
CantonJU	0,019866005	0,016004047	1,24	0,21450	
CantonLausanne	0,112104783	0,011236569	9,98	<0,0000000000000002	***
CantonLU	0,061132553	0,005493236	11,13	<0,0000000000000002	***
CantonNE	0,090031395	0,011869033	7,59	0,00000000000003384	***
CantonNW	0,025480521	0,015451579	1,65	0,09914	.
CantonOW	0,039510911	0,018245864	2,17	0,03036	*
CantonSG	0,088759998	0,006500159	13,66	<0,0000000000000002	***
CantonSH	0,011466915	0,012512481	0,92	0,35944	
CantonSO	0,065579515	0,008950670	7,33	0,00000000000024005	***
CantonSZ	-0,063720475	0,009319003	-6,84	0,00000000000815923	***
CantonTG	-0,028298230	0,007016612	-4,03	0,00005516000329833	***
CantonTI	-0,201580603	0,007881577	-25,58	<0,0000000000000002	***
CantonUR	-0,008146176	0,019991830	-0,41	0,68366	
CantonVD	0,172147289	0,007401660	23,26	<0,0000000000000002	***
CantonVS	-0,021231547	0,009236812	-2,30	0,02153	*
CantonZG	-0,141823313	0,013992872	-10,14	<0,0000000000000002	***
CantonZH	0,028661363	0,005035874	5,69	0,00000001268228505	***
CantonZürich	0,040524481	0,006681327	6,07	0,00000000132817264	***
MunicipalityType2	0,171261460	0,012178084	14,06	<0,0000000000000002	***
MunicipalityType3	0,214355707	0,014630845	14,65	<0,0000000000000002	***
MunicipalityType4	0,204903505	0,019357435	10,59	<0,0000000000000002	***
MunicipalityType5	0,204788982	0,016330361	12,54	<0,0000000000000002	***
MunicipalityType6	0,176176784	0,023595989	7,47	0,00000000000008404	***
MunicipalityType7	0,274937580	0,022019693	12,49	<0,0000000000000002	***
MunicipalityType8	0,261746761	0,019112999	13,69	<0,0000000000000002	***
MunicipalityType9	0,196410725	0,040548619	4,84	0,00000127817421907	***
TravelTimeToCenters	-0,004350578	0,000152982	-28,44	<0,0000000000000002	***
RateOfSecondHomes	0,009539316	0,000782142	12,20	<0,0000000000000002	***
TaxBurden	-0,053030103	0,001784296	-29,72	<0,0000000000000002	***
NighttimeRoadNoise	-0,000550025	0,000106841	-5,15	0,00000026437790994	***
DaytimeTrainNoise	-0,000128167	0,000062009	-2,07	0,03875	*
DaytimeAircraftNoiseFrom 50 to 55 dB	-0,020623865	0,007275742	-2,83	0,00459	**
DaytimeAircraftNoiseOver 55 dB	-0,027652283	0,005073746	-5,45	0,00000005063587858	***
PublicTransportQualityA	0,060109009	0,004927815	12,20	<0,0000000000000002	***
PublicTransportQualityB	0,039779766	0,004604339	8,64	<0,0000000000000002	***
PublicTransportQualityC	0,026264996	0,004373630	6,01	0,0000000192555625	***
PublicTransportQualityD	0,019371030	0,004235033	4,57	0,00000479890884528	***
DistanceToLakes100 m or less	0,086221610	0,010008298	8,62	<0,0000000000000002	***
DistanceToLakesFrom 100 to 150 m	0,066210417	0,009505289	6,97	0,00000000000331781	***
DistanceToLakesFrom 150 to 200 m	0,040581043	0,008495146	4,78	0,00000178566028120	***
DistanceToHighVoltagePowerLines200 m or less	-0,020784916	0,005737504	-3,62	0,00029	***

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

Coefficients du modèle (Fin)

T3

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
PotentialMountainView	0,000758991	0,000098326	7,72	0,00000000000001198	***
PotentialLakeViewFrom 1 to 5000 ha	0,028539880	0,002111109	13,52	<0,0000000000000002	***
PotentialLakeViewOver 5000 ha	0,062284661	0,004648386	13,40	<0,0000000000000002	***
Slope	0,005092455	0,000445523	11,43	<0,0000000000000002	***
LivingArea:MunicipalityType2	-0,001133458	0,000077939	-14,54	<0,0000000000000002	***
LivingArea:MunicipalityType3	-0,001954809	0,000108335	-18,04	<0,0000000000000002	***
LivingArea:MunicipalityType4	-0,001675451	0,000139846	-11,98	<0,0000000000000002	***
LivingArea:MunicipalityType5	-0,001728509	0,000116204	-14,87	<0,0000000000000002	***
LivingArea:MunicipalityType6	-0,001089368	0,000175324	-6,21	0,00000000052327602	***
LivingArea:MunicipalityType7	-0,002324242	0,000181770	-12,79	<0,0000000000000002	***
LivingArea:MunicipalityType8	-0,002136262	0,000135198	-15,80	<0,0000000000000002	***
LivingArea:MunicipalityType9	-0,002720261	0,000337402	-8,06	0,00000000000000077	***
LivingArea:PenthouseYes	-0,000991735	0,000157154	-6,31	0,00000000028073069	***
LivingArea:DuplexYes	-0,001007887	0,000123011	-8,19	0,00000000000000026	***
BuildingAge:MunicipalityType2	-0,000488723	0,000062943	-7,76	0,00000000000000838	***
BuildingAge:MunicipalityType3	-0,001021737	0,000085906	-11,89	<0,0000000000000002	***
BuildingAge:MunicipalityType4	-0,000636243	0,000113328	-5,61	0,00000001987380844	***
BuildingAge:MunicipalityType5	-0,000637927	0,000087393	-7,30	0,000000000000029390	***
BuildingAge:MunicipalityType6	-0,000116314	0,000110538	-1,05	0,29269	
BuildingAge:MunicipalityType7	-0,001148569	0,000122464	-9,38	<0,0000000000000002	***
BuildingAge:MunicipalityType8	-0,000716872	0,000097559	-7,35	0,000000000000020477	***
BuildingAge:MunicipalityType9	-0,001026301	0,000187572	-5,47	0,00000004488416265	***
BuildingAge:PenthouseYes	-0,000550108	0,000205679	-2,67	0,00748	**
BuildingAge:DuplexYes	0,000276961	0,000069298	4,00	0,00006434915329198	***
MunicipalityType2:Slope	-0,002758833	0,000584009	-4,72	0,00000232056261797	***
MunicipalityType3:Slope	-0,006479238	0,001060564	-6,11	0,00000000100997981	***
MunicipalityType4:Slope	-0,004388927	0,001176149	-3,73	0,00019	***
MunicipalityType5:Slope	-0,003873924	0,001016146	-3,81	0,00014	***
MunicipalityType6:Slope	-0,012508815	0,001603274	-7,80	0,00000000000000623	***
MunicipalityType7:Slope	-0,008911424	0,001365690	-6,53	0,00000000006868423	***
MunicipalityType8:Slope	-0,006776600	0,001189313	-5,70	0,00000001221032865	***
MunicipalityType9:Slope	-0,008663940	0,001962215	-4,42	0,00001010838565821	***
MunicipalityType2:RateOfSecondHomes	-0,005618719	0,000893193	-6,29	0,00000000031939904	***
MunicipalityType3:RateOfSecondHomes	-0,003557454	0,000886616	-4,01	0,00006021165630504	***
MunicipalityType4:RateOfSecondHomes	-0,004021456	0,001369704	-2,94	0,00333	**
MunicipalityType5:RateOfSecondHomes	-0,006023657	0,001037661	-5,81	0,00000000648219135	***
MunicipalityType6:RateOfSecondHomes	-0,006906398	0,001128579	-6,12	0,00000000094676964	***
MunicipalityType7:RateOfSecondHomes	-0,006509622	0,000890959	-7,31	0,00000000000027952	***
MunicipalityType8:RateOfSecondHomes	-0,010573717	0,001043746	-10,13	<0,0000000000000002	***
MunicipalityType9:RateOfSecondHomes	-0,006146662	0,000937162	-6,56	0,00000000005487888	***

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0,001 '\*\*' 0,01 '\*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1  
 Residual standard error: 0,182 on 41433 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0,79, Adjusted R-squared: 0,789  
 F-statistic: 1,24e+03 on 125 and 41433 DF, p-value: <0,0000000000000002

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

*Loyer*

Le loyer net moyen se monte à 1438 CHF dans notre échantillon. Le loyer net moyen est le plus élevé dans les communes périurbaines de forte densité (type 4) avec 1531 CHF, suivi par les communes urbaines d'une grande agglomération (type 1) avec 1520 CHF. Le loyer net moyen le plus bas se retrouve quant à lui dans les communes rurales périphériques (type 9), avec 1114 CHF.

**Variables structurelles**

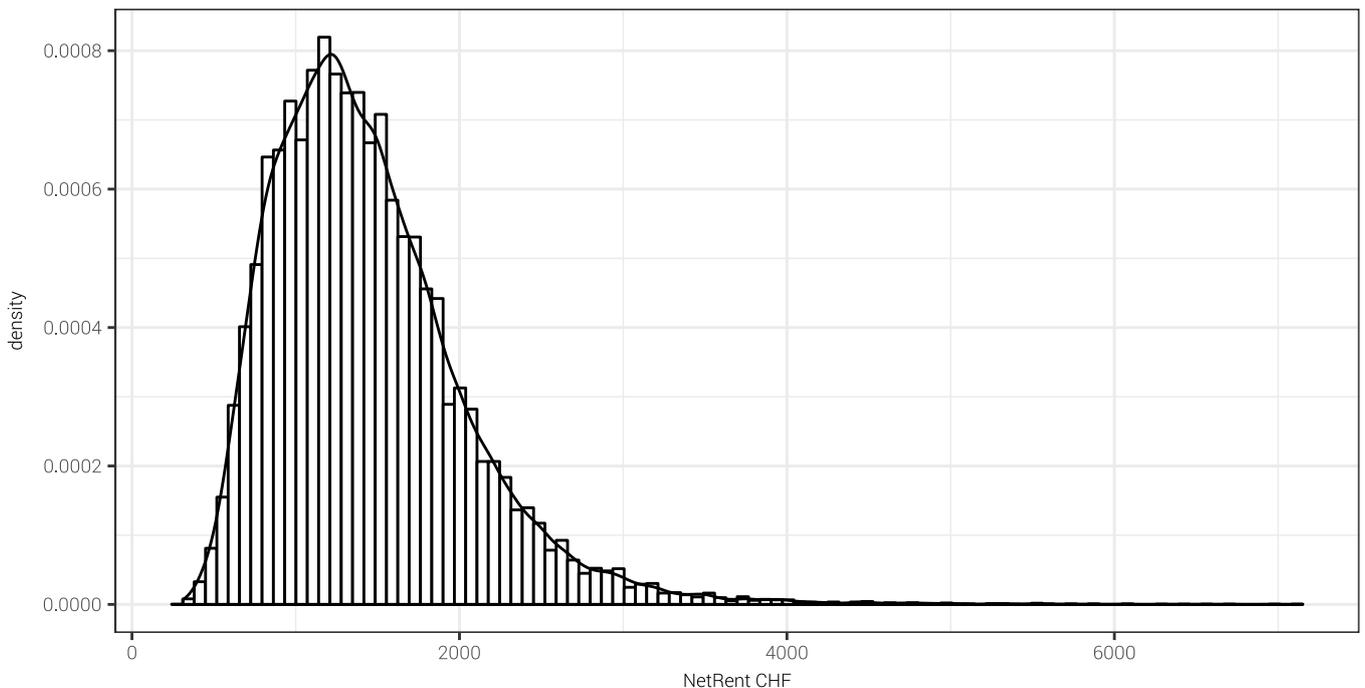
Les variables structurelles décrivent les caractéristiques physiques du logement. Dans notre modèle sont inclus l'âge du logement, le nombre de pièces du logement, sa surface, l'étage auquel il est situé, s'il s'agit d'une maison, d'un duplex, d'un appartement en attique et s'il dispose d'un garage inclus dans le loyer net. L'interaction entre l'âge, le type de commune et la situation en attique ou duplex, ainsi que l'interaction entre la surface, le type de commune et la situation en attique ou duplex figurent également dans le modèle. Les caractéristiques structurelles du logement sont le facteur d'explication des loyers observés le plus important. Prises dans leur ensemble, elles décrivent en effet 57% de la variation observée dans les loyers.

*Age du logement*

La moitié des logements de notre échantillon a moins de 40 ans. Les logements des communes urbaines ou rurales ont un âge moyen de 43 ans, contre 36 ans dans les communes périurbaines. 7% de notre échantillon a plus de 100 ans. Dans notre modèle, la relation de l'âge au loyer est quadratique: le loyer diminue pour chaque année supplémentaire jusqu'à un âge de 200 ans environ, puis cette tendance s'inverse. L'âge n'a pas la même incidence sur le loyer selon que le logement se trouve au centre-ville ou dans une zone rurale. Un logement situé dans une commune urbaine de grande agglomération (type 1) verrait ainsi son loyer diminuer de 8% en moyenne selon qu'il soit neuf ou âgé de trente ans, toutes choses égales par ailleurs. Dans une commune d'un centre rural (type 7), cette diminution passerait à 12%. Une interaction entre l'âge et la situation en duplex ou en attique d'un logement existe également. Dans notre modèle, l'âge du logement a un impact en général supérieur sur le loyer si le logement est en attique ou s'il s'agit d'un duplex.

**Distribution des loyers**

G 1

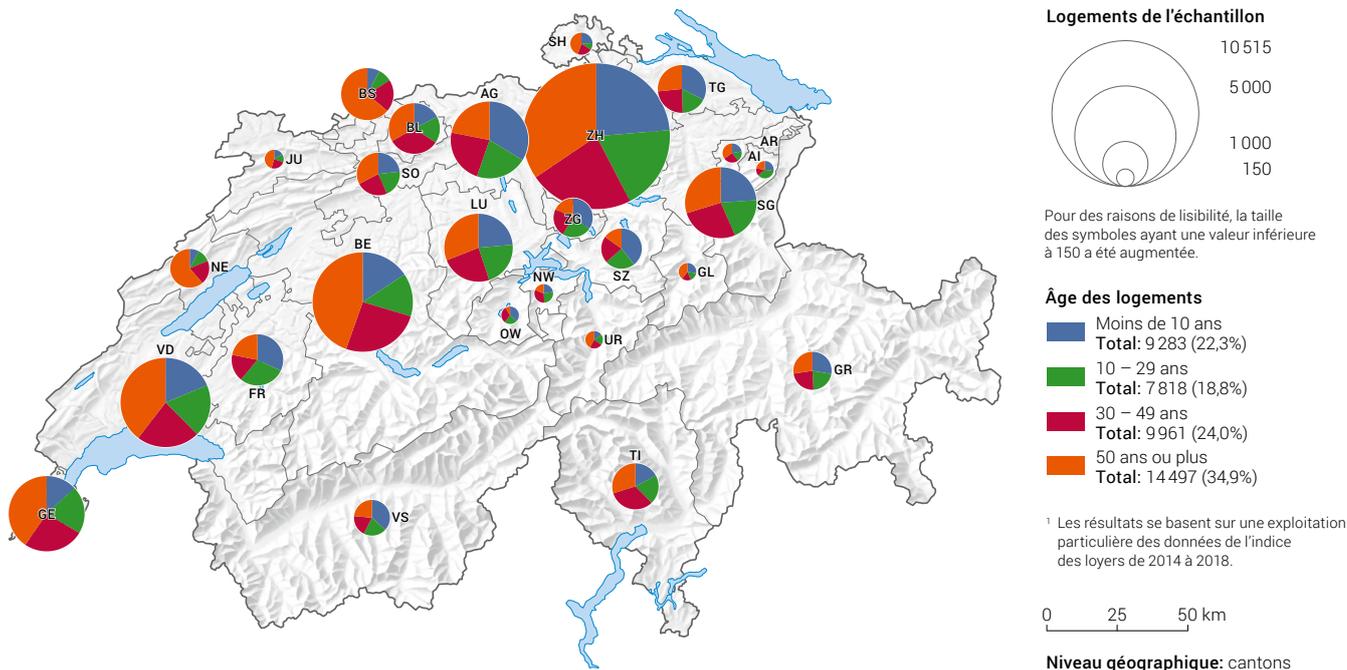


Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Âge des logements de l'échantillon, en 2014 – 2018<sup>1</sup>

G 2

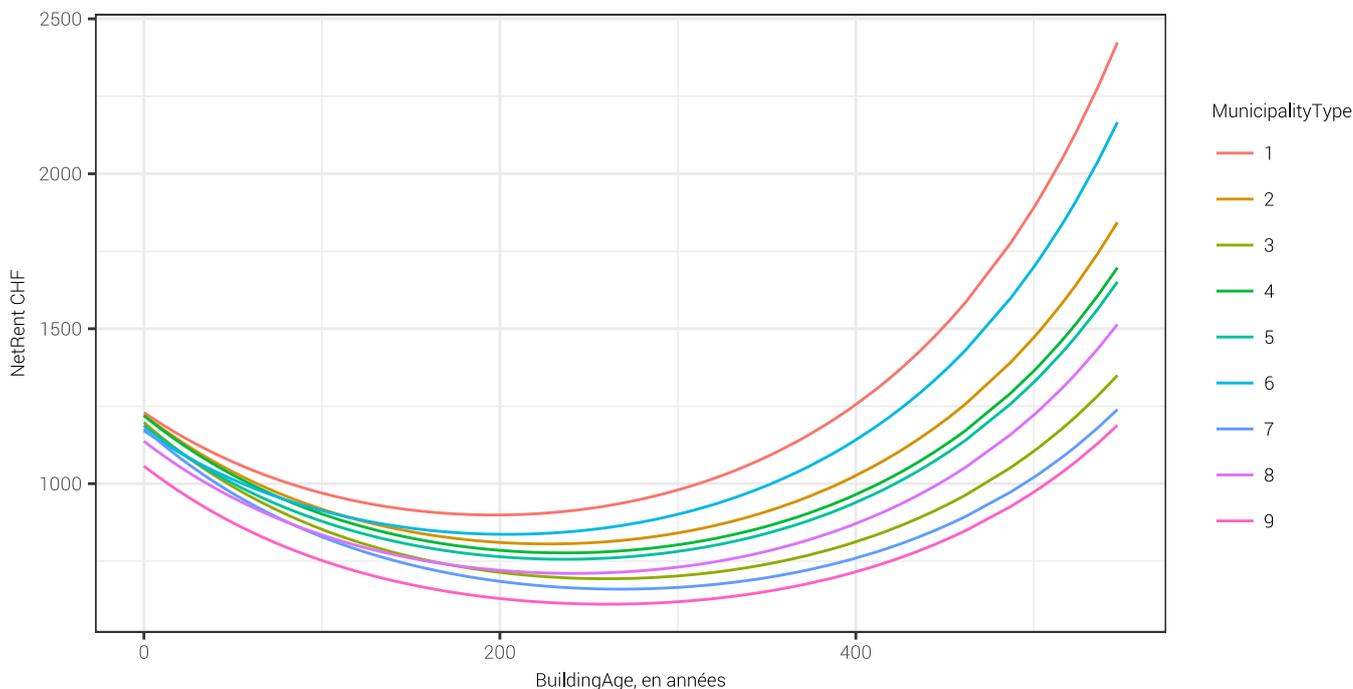


Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Effet marginal de l'âge sur le loyer selon le type de commune

G 3

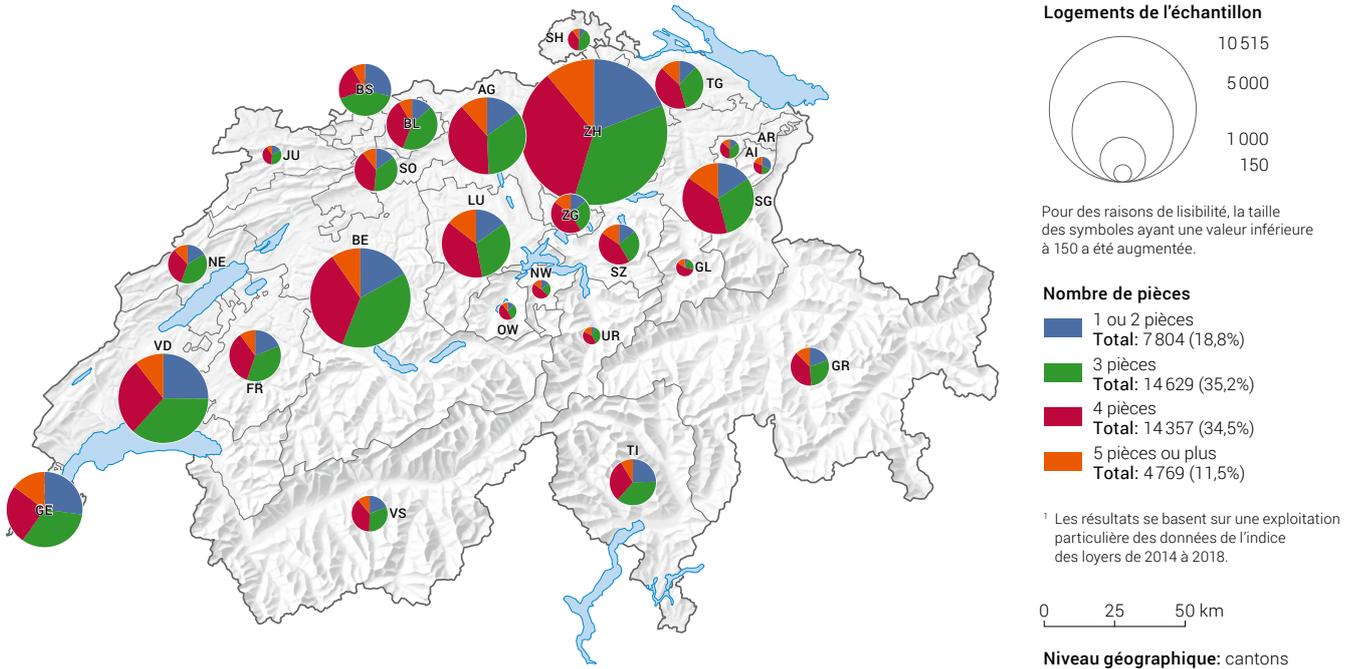


Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Nombre de pièces des logements de l'échantillon, en 2014 – 2018<sup>1</sup>

G 4



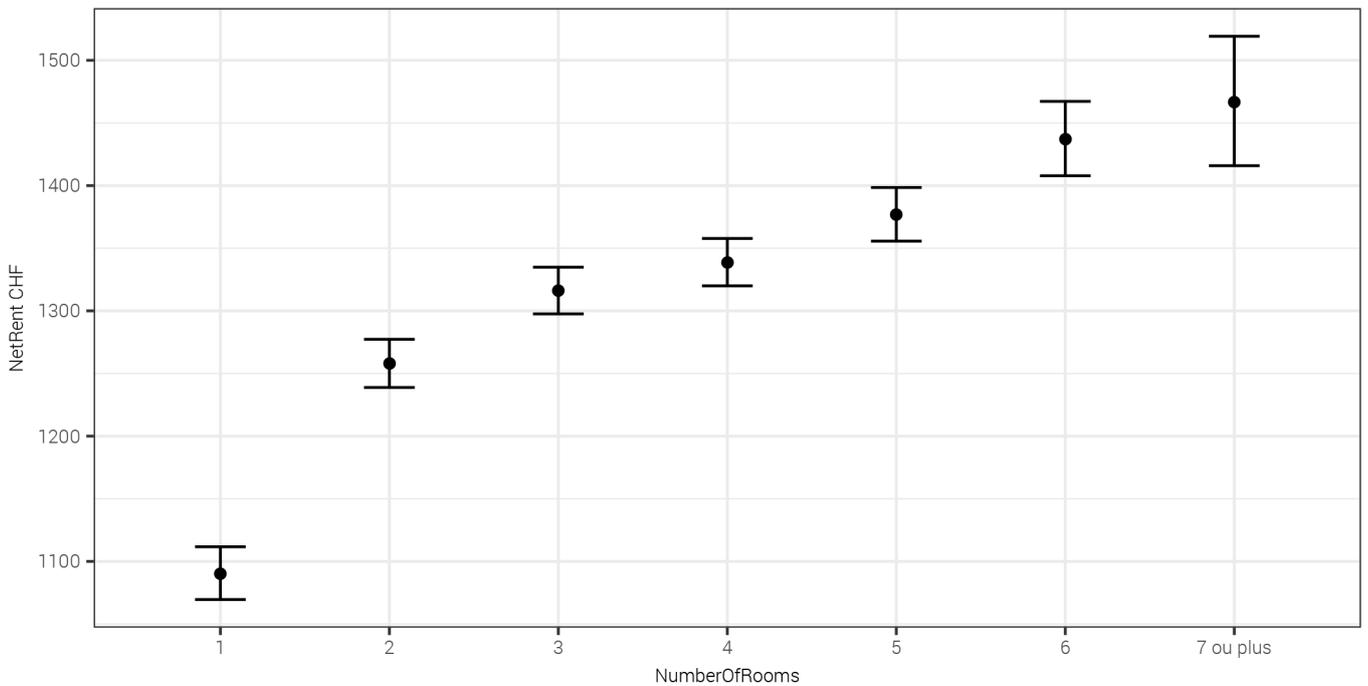
Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Effet marginal du nombre de pièces sur le loyer

G 5

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Nombre de pièces

70% des logements de notre échantillon comportent trois ou quatre pièces. Le tiers des logements des communes urbaines disposent de quatre pièces, contre 40% dans les communes rurales, et 4% des logements une pièce, contre 1% dans les communes rurales. Pour chaque pièce supplémentaire, le loyer d'un logement augmente en moyenne de 63 CHF. La différence la plus marquée se situe entre une et deux pièces, avec une augmentation du loyer moyen de 168 CHF, toutes choses égales par ailleurs.

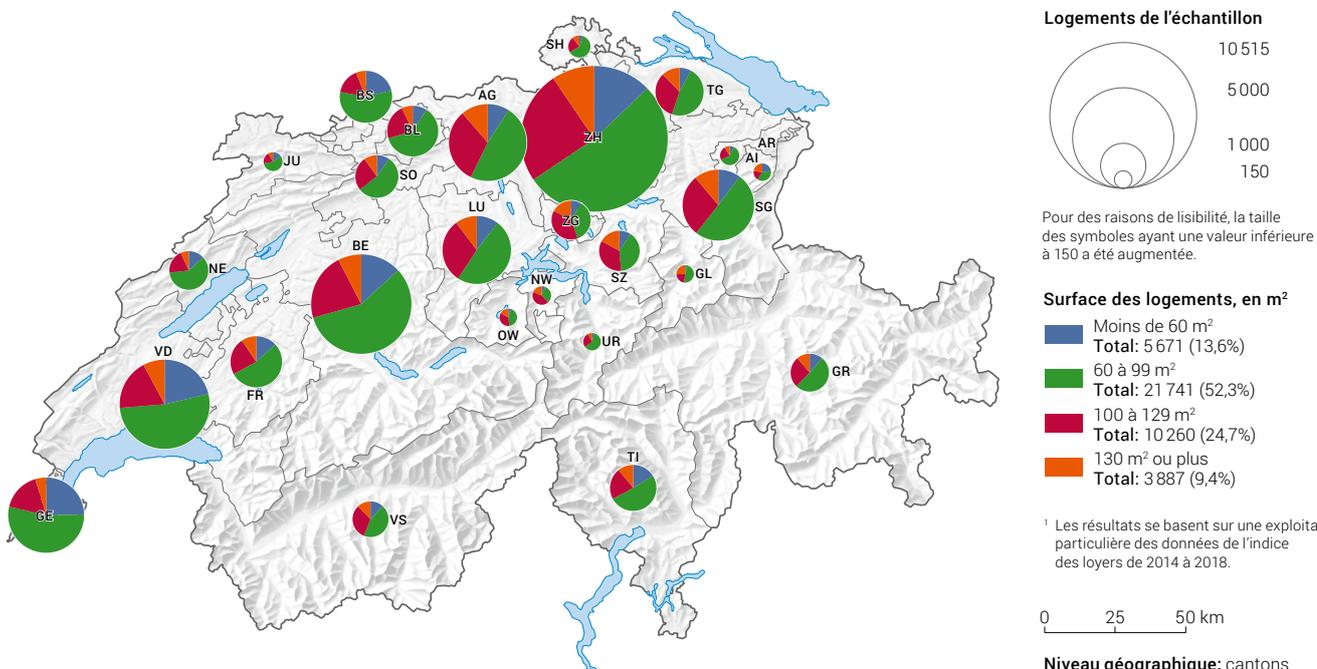
### Surface

La surface des logements de notre échantillon va de 10 m<sup>2</sup> à 355 m<sup>2</sup>, avec une valeur moyenne de 90 m<sup>2</sup>. La surface moyenne est de 87 m<sup>2</sup> dans les communes urbaines, et augmente d'environ 10 m<sup>2</sup> dans communes périphériques ou rurales. L'âge moyen varie également selon la surface: en dessous de 90 m<sup>2</sup>, l'âge moyen sera de 49 ans, contre 33 ans au-dessus. Dans notre modèle, la relation de la surface au loyer est quadratique: le loyer augmente pour chaque mètre carré supplémentaire jusqu'à une surface de 270 m<sup>2</sup> environ. Un mètre carré supplémentaire dans

une commune urbaine ou rurale n'a pas le même impact sur le loyer. Ces différences d'effet de la surface sur le loyer sont prises en compte dans notre modèle sous la forme de coefficients d'interaction entre la surface et le type de commune. Un même logement situé dans une commune urbaine de grande agglomération (type 1) verrait ainsi son loyer augmenter de 17% en moyenne si sa surface passerait de 100 m<sup>2</sup> à 120 m<sup>2</sup>, toutes choses égales par ailleurs. Dans une commune rurale périphérique (type 9), ce taux serait de 11%. Une interaction entre la surface et la situation en duplex ou en attique d'un logement existe également. Ainsi, dans notre modèle, la surface du logement pour des logements de moins de 150 m<sup>2</sup> a un impact supérieur sur le loyer s'il s'agit d'un logement en attique ou en duplex.

## Surface des logements de l'échantillon, en 2014 – 2018<sup>1</sup>

G 6

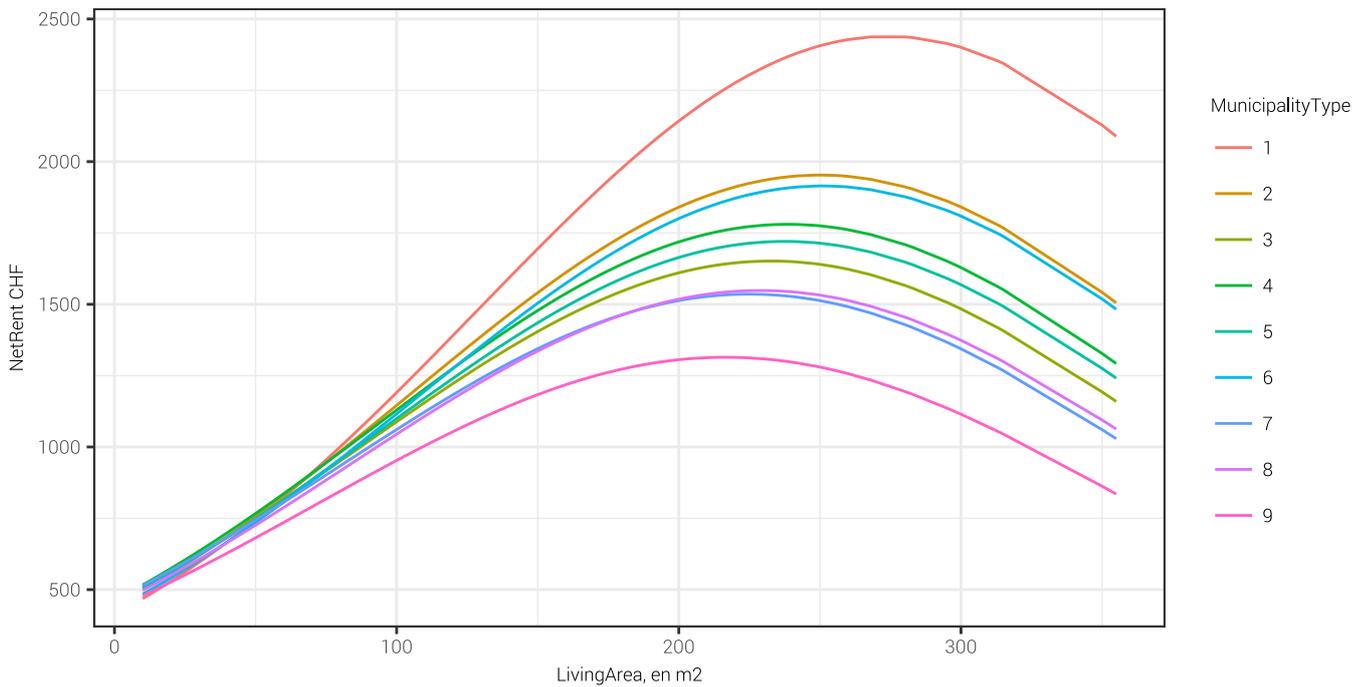


Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

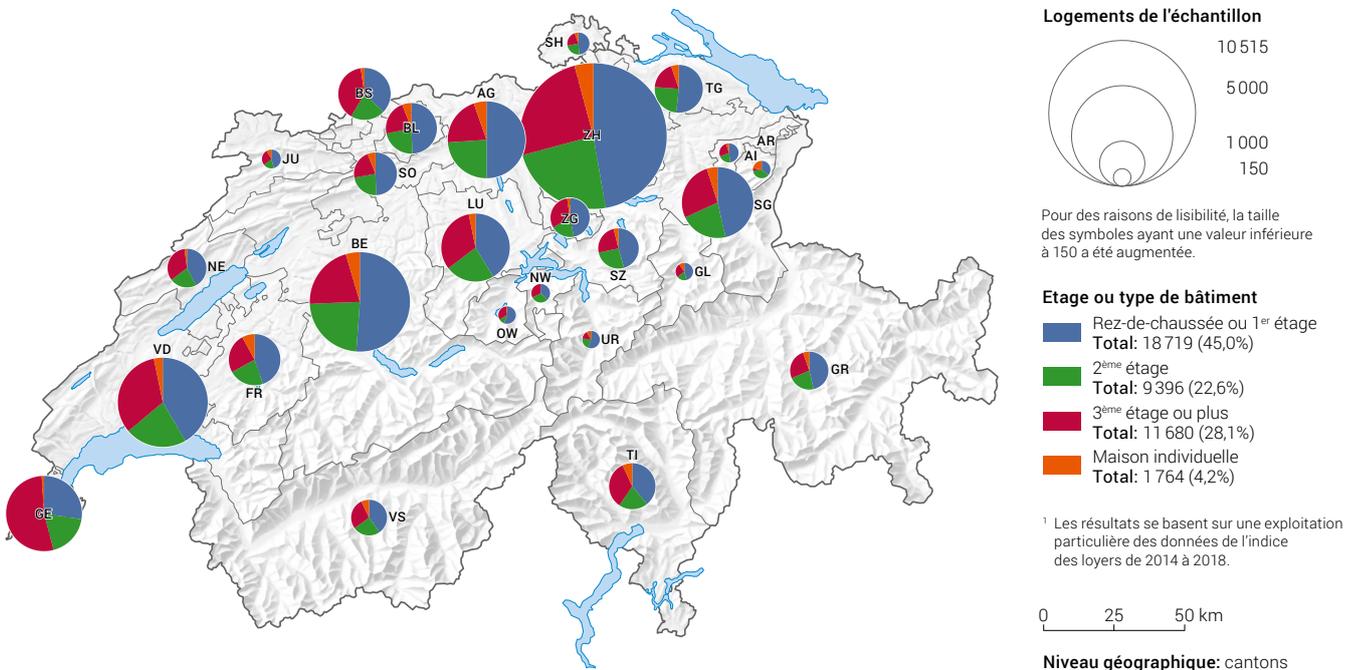
### Effet marginal de la surface sur le loyer selon le type de commune

G 7



### Étage ou type de bâtiment des logements de l'échantillon, en 2014 – 2018<sup>1</sup>

G 8



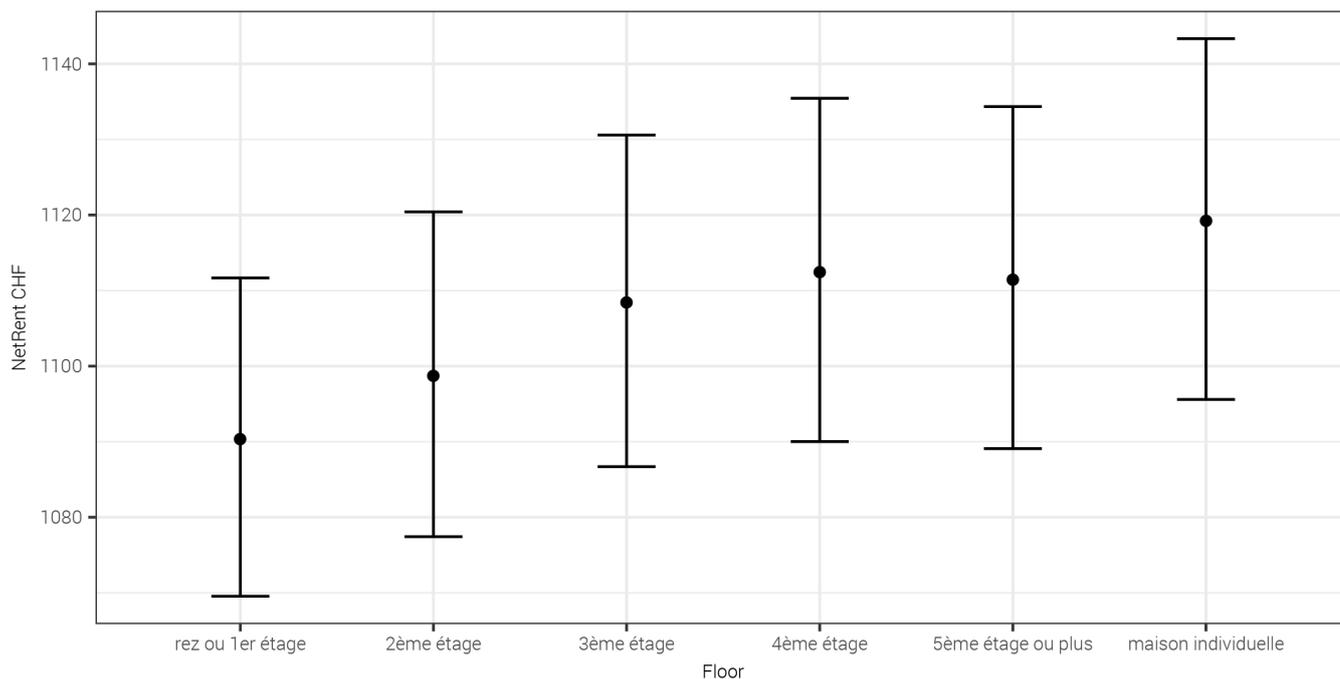
Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Effet marginal de l'étage et du type de bâtiment sur le loyer

G 9

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

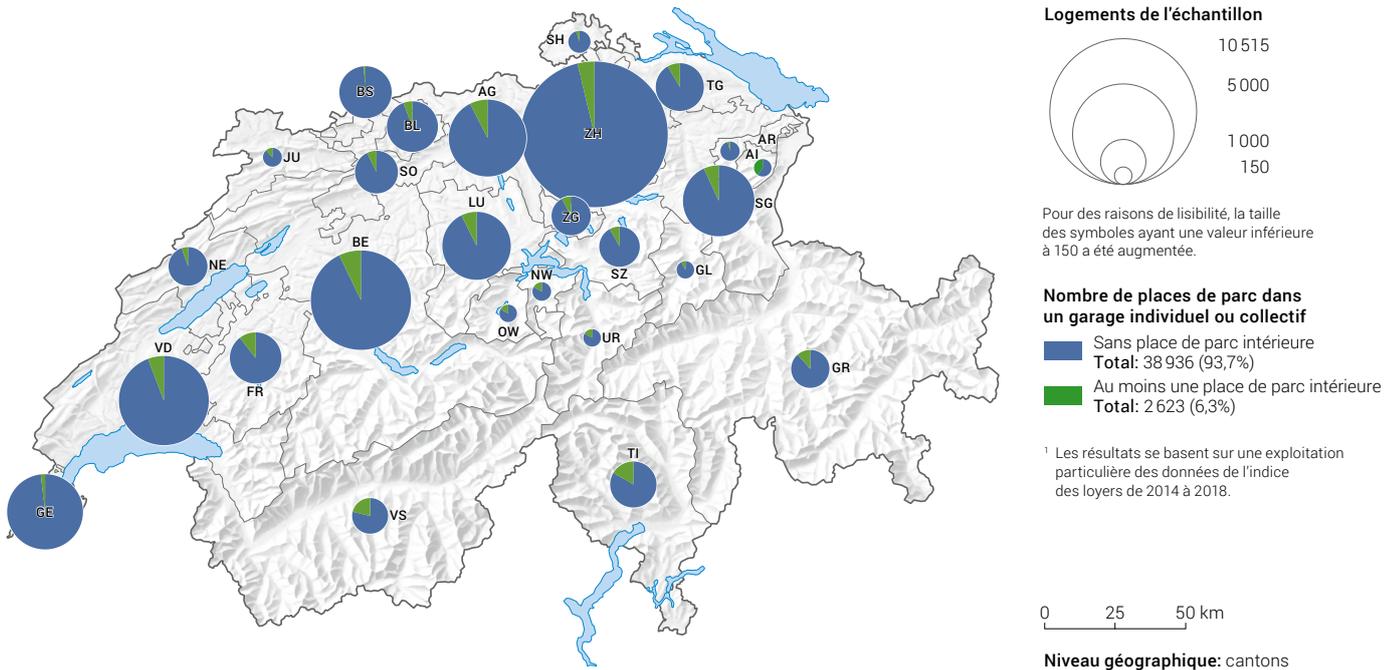
© OFS 2022

#### Étage et type de bâtiment

L'étage et le type de bâtiment sont regroupés dans le modèle au sein d'une même variable catégorielle. 45% des logements de notre échantillon sont situés au premier étage, et les communes rurales comptent en moyenne 9% de maisons individuelles. L'effet le plus marqué se situe au passage du deuxième au troisième étage, avec une augmentation du loyer moyen de 10 CHF, toutes choses égales par ailleurs. La différence de loyer entre un logement situé au rez-de-chaussée et une maison s'élève à 3%, toutes choses égales par ailleurs.

## Places de parc intérieures des logements de l'échantillon, en 2014 – 2018<sup>1</sup>

G 10



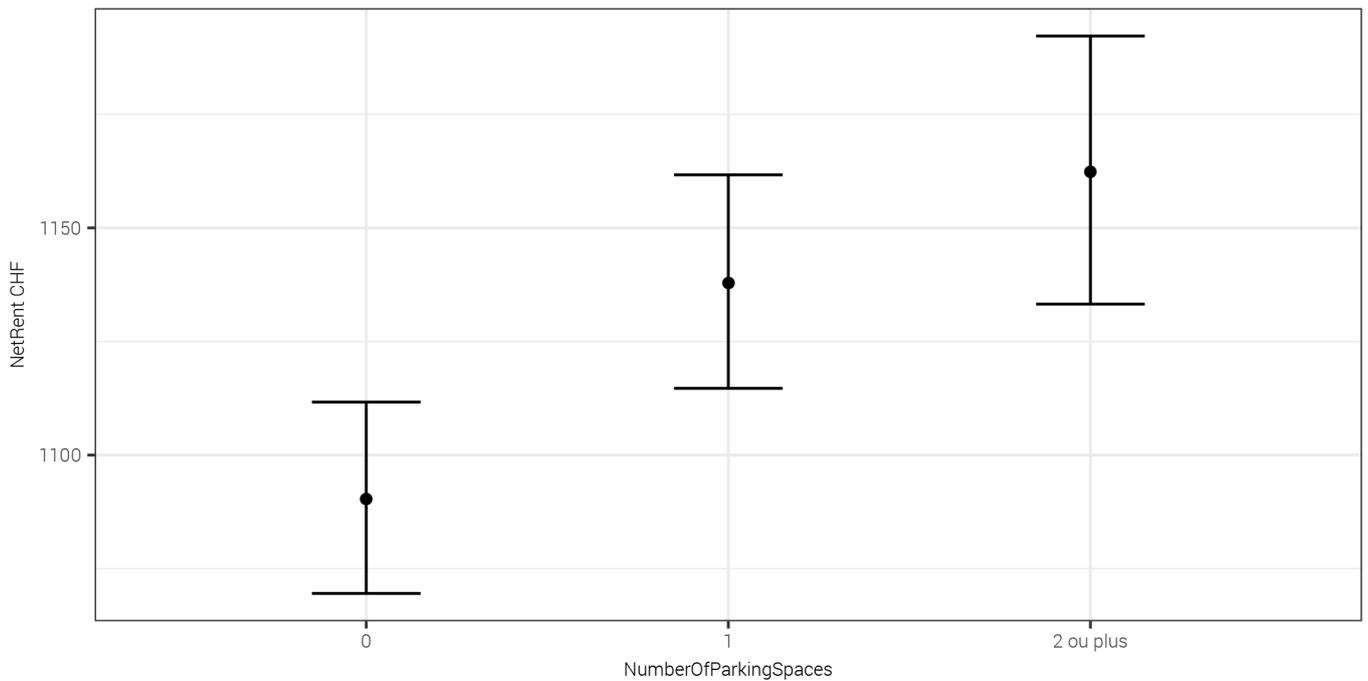
Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Effet marginal du nombre de garages sur le loyer

G 11

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Nombre de garages

Le loyer utilisé dans la modélisation hédonique s'entend net de charges, mais une place de parc intérieure est parfois incluse dans ce loyer. 6% des logements de notre base de données ont au moins une place de parc dans un garage intérieur individuel ou collectif inclus dans le loyer net du logement. Cette proportion est de 15% dans les communes rurales et de 5% dans les communes urbaines. Dans notre modèle, la présence d'un garage dont le loyer serait inclus dans le loyer net du logement fait augmenter le loyer de 4%, toutes choses égales par ailleurs.

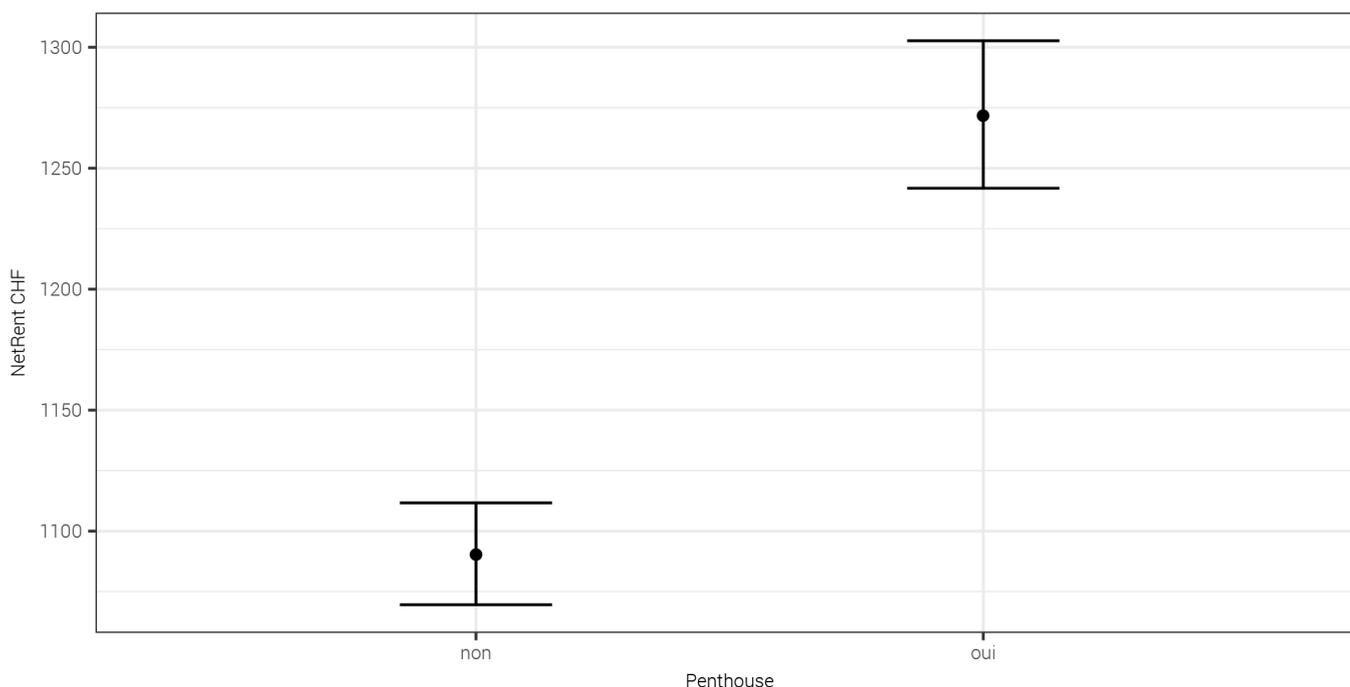
### Attique

Les appartements en attique sont des appartements avec toiture-terrasse et représentent 3% de notre échantillon. 75% de ces logements se situent dans des communes urbaines. Un logement en attique fait augmenter le loyer de 30% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs.

## Effet marginal d'un logement en attique sur le loyer

G 12

Avec intervalle de confiance (95%)



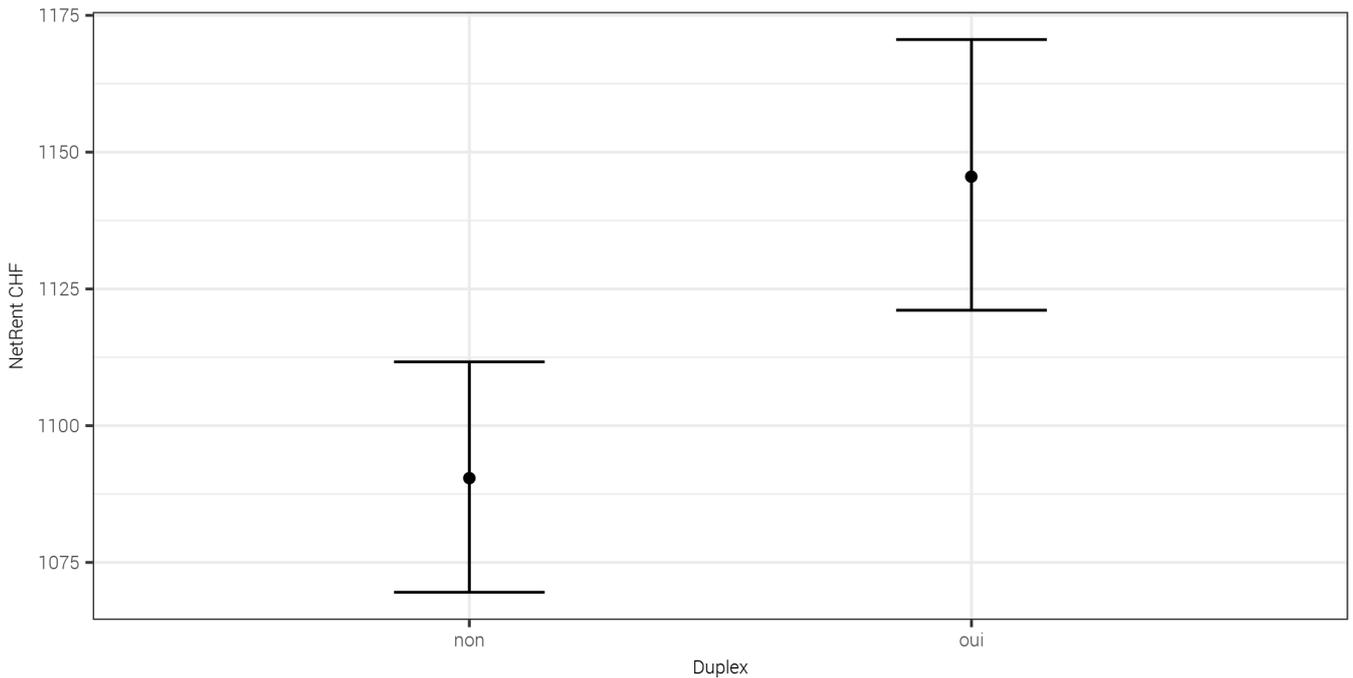
Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Effet marginal d'un logement en duplex sur le loyer

G 13

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Duplex

La dernière caractéristique structurelle incluse dans notre modèle est le type d'appartement en duplex, c'est-à-dire un appartement situé sur deux étages. Les duplex représentent 5% de notre échantillon, et 75% de ces logements se situent dans des communes urbaines. Un logement en duplex fait augmenter le loyer de 14% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs.

### Variables relatives au contrat de bail

Les variables relatives au contrat de bail décrivent certaines caractéristiques du bail en cours. Dans notre modèle sont inclus la date à laquelle le bail a été conclu, le statut de location, le type de propriétaire du logement et l'année où le loyer a été observé. Les variables relatives au contrat de bail sont des éléments importants pour expliquer les loyers observés. Ajoutées aux variables structurelles, elles font passer le pourcentage expliqué de la variance des loyers de 57% à 64%.

Les éléments relatifs au contrat de bail ne participent cependant pas à la qualité intrinsèque du logement. Ces variables ne sont donc pas utilisées dans l'ajustement de la qualité de l'indice des loyers : l'incidence de ces variables sur le loyer est fixée à zéro lors de l'estimation des loyers des logements entrants et sortants de l'échantillon. L'inclusion des variables relatives au contrat de bail dans le modèle est néanmoins nécessaire, afin de ne pas biaiser l'estimation des autres variables présentes dans le modèle.

### Ancienneté du bail

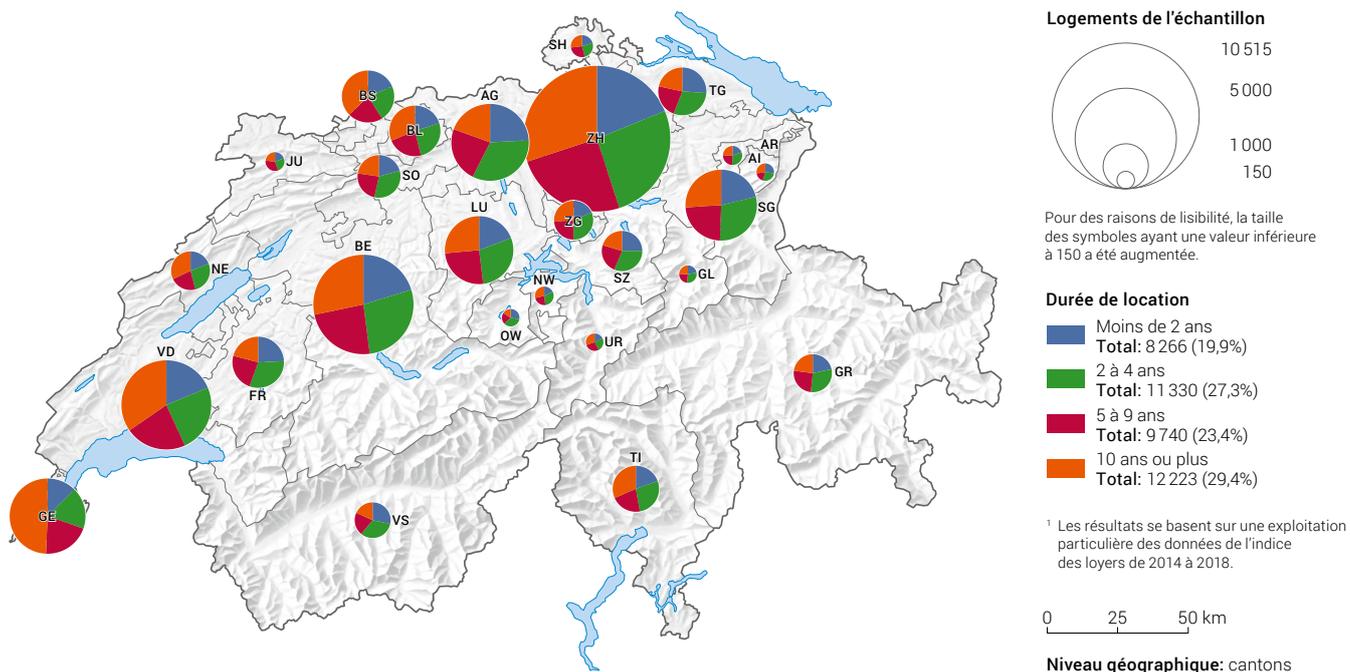
L'ancienneté du bail en cours est un paramètre important pour expliquer le prix du loyer. La moitié des baux de notre échantillon ont été conclus il y a moins de 5 ans. L'âge des baux en cours est le plus élevé dans les communes urbaines avec une moyenne de plus de 9 ans, contre environ 6 dans les communes périphériques ou rurales. Chaque année supplémentaire fait diminuer le loyer de 1% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs.

### Statut de location

85% de nos observations n'indiquent aucune relation particulière entre le locataire et le bailleur. Les logements subventionnés ou les logements de coopérateurs représentent 14% des logements dans les communes urbaines. Ce statut de location fait diminuer le loyer de 14% en moyenne par rapport à un contrat sans relation particulière, toutes choses égales par ailleurs. En outre, 3% des logements de notre échantillon recensent une réduction de loyer due à une relation de parenté ou d'amitié entre locataire et bailleur, ce statut étant trois fois plus représenté dans les communes rurales qu'urbaines. Il fait diminuer le loyer de 22% en moyenne par rapport à un contrat sans relation particulière. Enfin, un travail de conciergerie fait diminuer le loyer de 11% en moyenne par rapport à un contrat sans statut particulier.

### Ancienneté du bail des logements de l'échantillon, en 2014 – 2018<sup>1</sup>

G 14



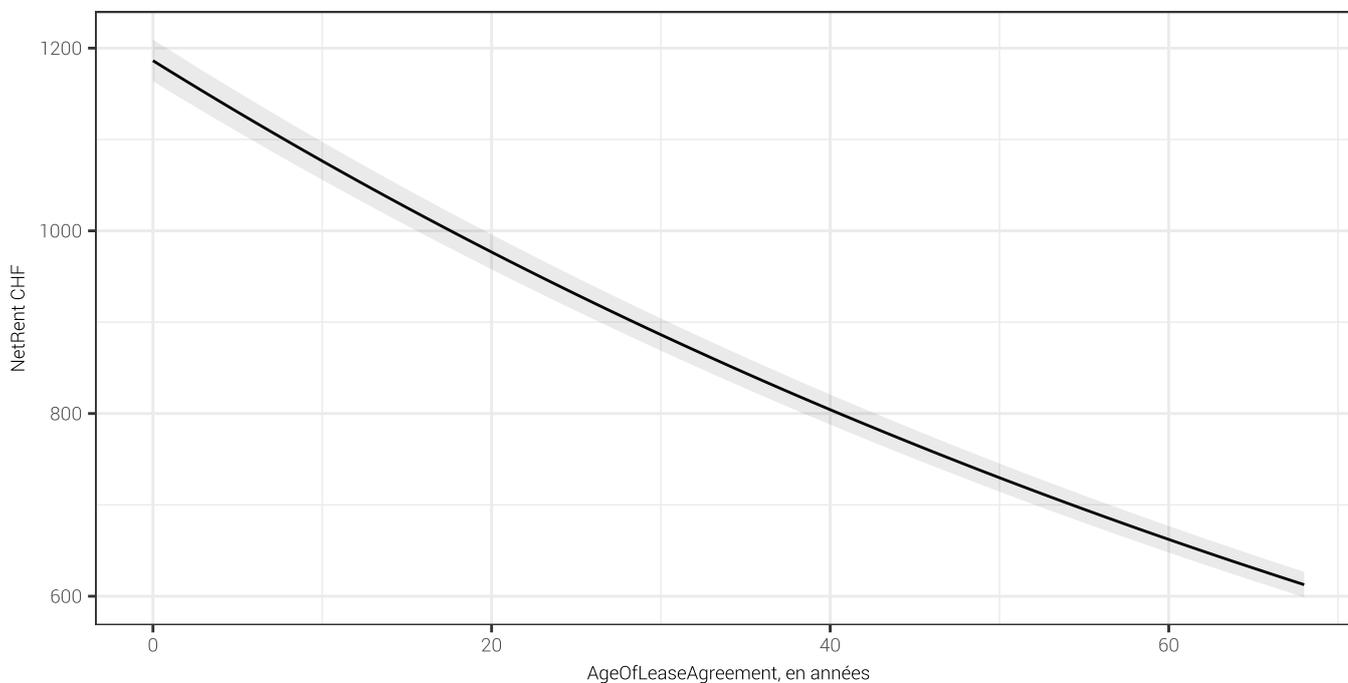
Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Effet marginal de l'ancienneté du bail sur le loyer

G 15

Avec intervalle de confiance (95%)

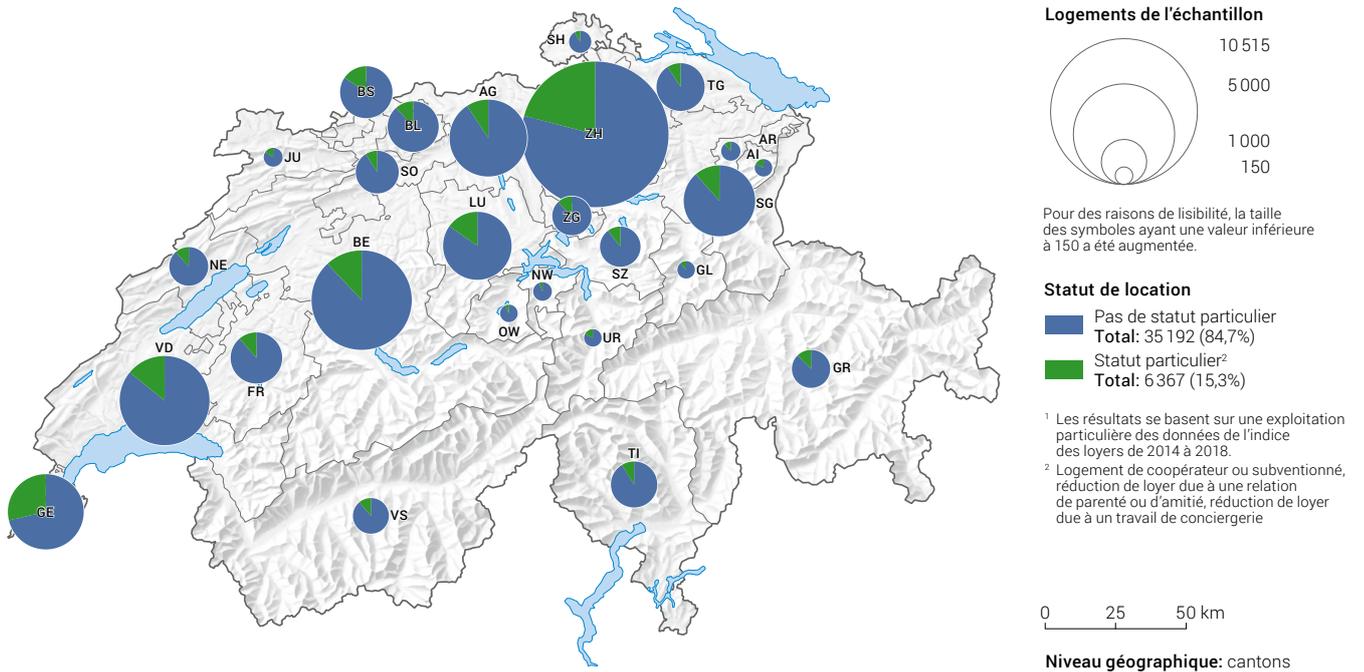


Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Statut de location des logements de l'échantillon, en 2014 – 2018<sup>1</sup>

G 16



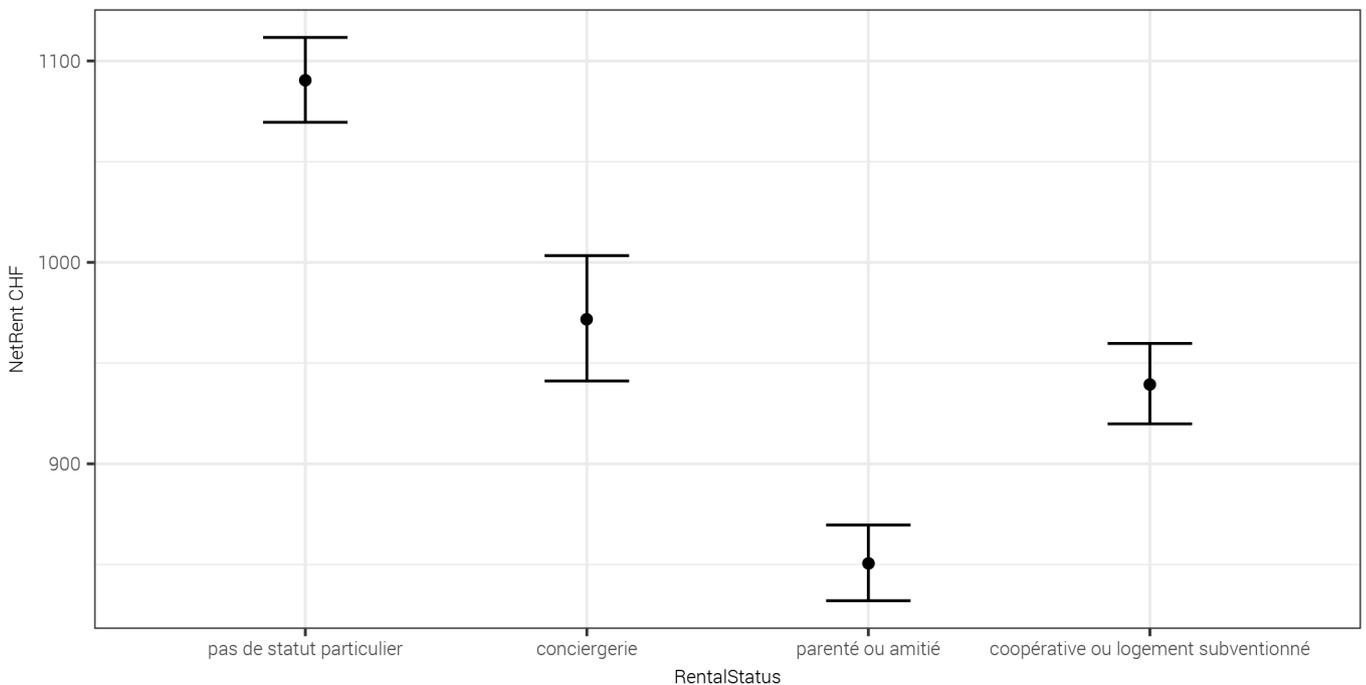
Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Effet marginal du statut de location sur le loyer

G 17

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Type de propriétaire

Notre modèle distingue six types de propriétaires. Dans notre échantillon, les particuliers sont propriétaires dans 41% des cas. Ce type de propriétaires se rencontre plus fréquemment dans les communes périurbaines ou rurales que dans les communes urbaines. Les coopératives ou les logements possédés par les caisses de pension, les assurances, les fonds de placements se trouvent quant à eux proportionnellement plus souvent dans les communes urbaines. Les pouvoirs publics représentent 4% de notre échantillon, et les sociétés immobilières ou de construction 10%. Parmi les types de propriétaires, on observe que les pouvoirs publics ont l'impact à la baisse le plus marqué sur le loyer par rapport à un propriétaire privé, tout autre paramètre restant inchangé. Viennent ensuite les coopératives, les propriétaires autres, les caisses de pension, assurances et fonds de placement, puis les sociétés immobilières ou de construction.

### Année de relevé

Chaque année de relevé contient chacune environ 20% des observations. On observe qu'une année supplémentaire fait augmenter le loyer d'en moyenne 11 CHF, toutes choses égales

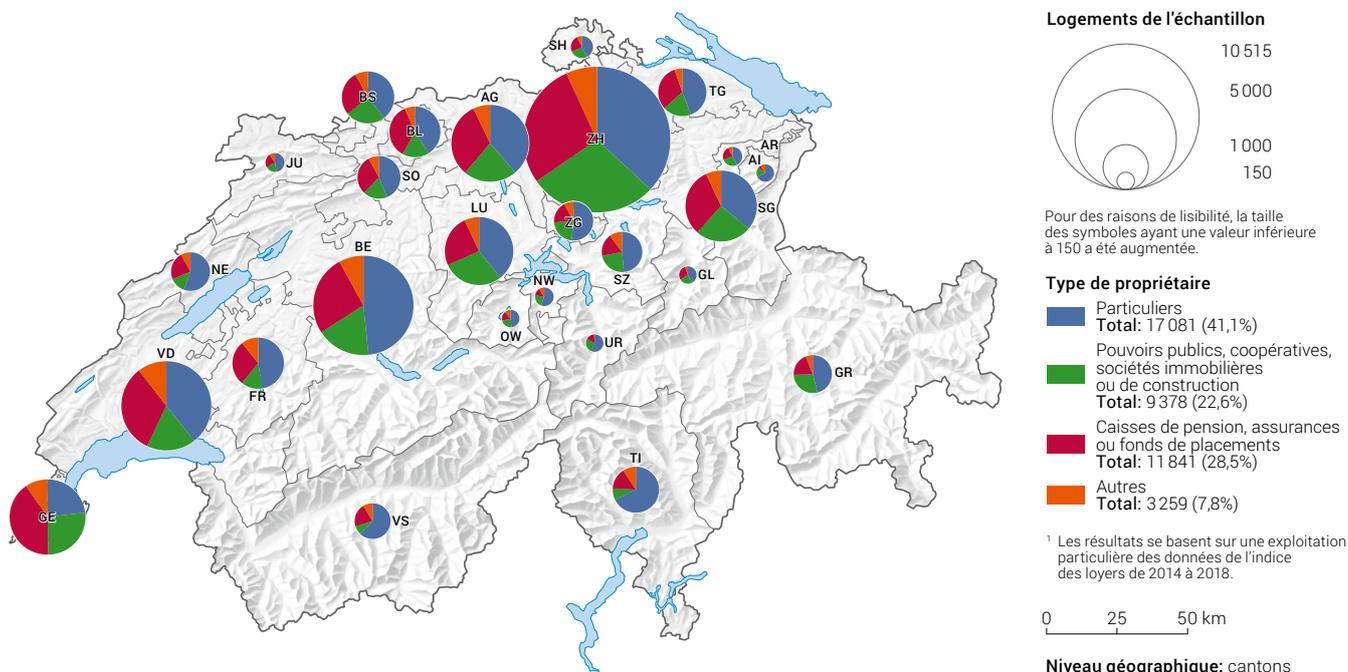
par ailleurs. L'évolution générale observée est cohérente en regard de l'appréciation de l'indice des loyers, dont la valeur est passée de 99,4 points en 2014 à 102,3 points en 2018 (base déc. 2015 = 100). Les coefficients de 2017 et de 2018 étant très proches, l'écart entre ces années de relevé n'est pas jugé significatif, comme indiqué dans le Tableau T3 à la page 14.

### Variables de macrolocalisation

La macrolocalisation décrit les caractéristiques de la commune où est situé le logement. Dans notre modèle sont inclus le canton dans lequel est située la commune, le caractère rural ou urbain de celle-ci selon une typologie à neuf positions, la charge fiscale qui y prévaut, le temps de trajet en transport privé depuis la commune jusqu'au centre national le plus proche ainsi que le pourcentage de résidences secondaires dans la commune. L'interaction entre le taux de résidences secondaires et le type de commune figure également dans le modèle. La macrolocalisation d'un logement est un élément important pour expliquer les loyers observés. Lorsqu'elles sont ajoutées aux variables structurelles et relatives au contrat de bail, elles font passer le pourcentage expliqué de la variance des loyers de 64% à 78%.

## Type de propriétaire des logements de l'échantillon, en 2014 – 2018<sup>1</sup>

G 18



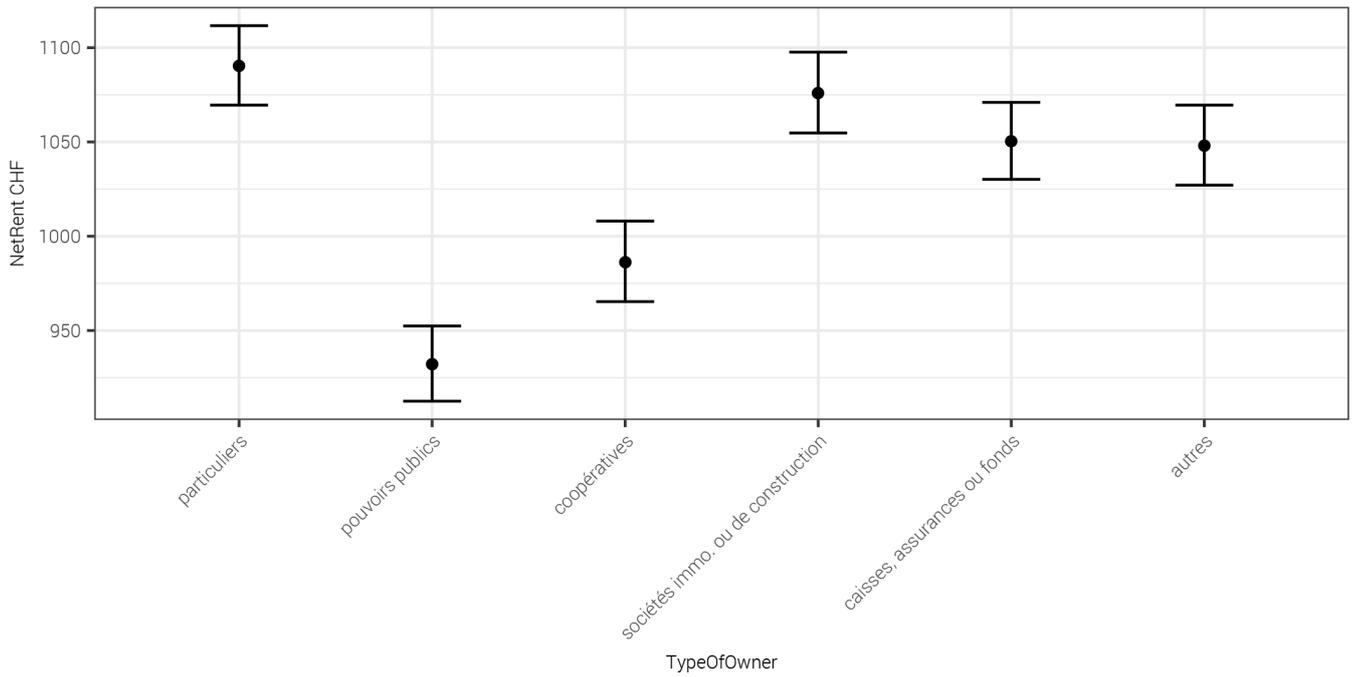
Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Effet marginal du type de propriétaire sur le loyer

G 19

Avec intervalle de confiance (95%)



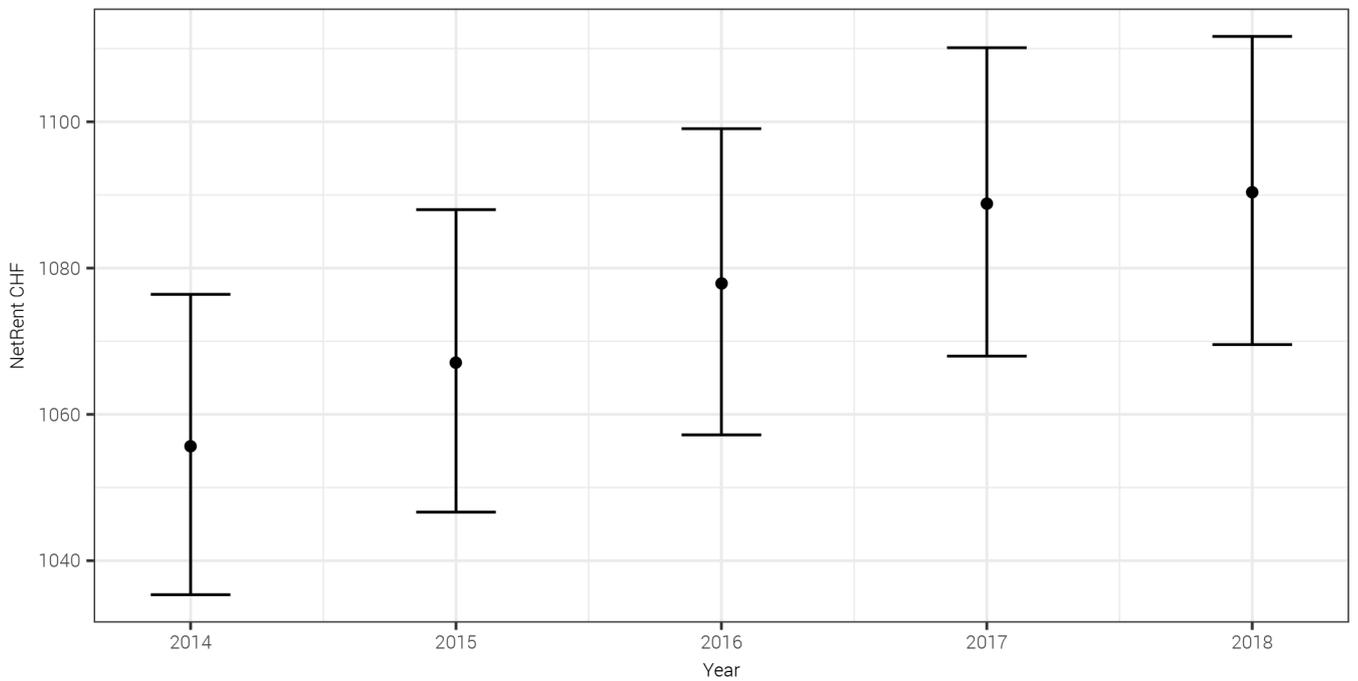
Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Effet marginal de l'année de relevé sur le loyer

G 20

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Canton

Le canton où se situe un logement influence son loyer. Le contexte peut néanmoins s'avérer si différent au sein d'un même canton qu'une distinction entre les cinq plus grandes villes de Suisse et leur canton a été opérée. Ainsi, les villes de Zürich, Genève, Bâle, Lausanne et Berne sont introduites dans le modèle distinctement de leur canton. Deux logements en tous points identiques et tous deux situés dans le canton de Zurich afficheront selon notre modèle des loyers divergents de 1% si l'un est situé dans la ville de Zurich et l'autre en dehors. Deux logements identiques afficheront des loyers divergents cette fois-ci de 22% si l'un est situé dans la ville de Zurich et l'autre au Tessin. Les effets marginaux représentés dans la Figure 21 montrent l'effet du canton sur le loyer en supposant que les autres variables du modèles sont maintenues à leur valeur moyenne ou à leur catégorie de référence. A titre d'exemple, la charge fiscale moyenne peut fortement varier d'un canton à l'autre (voir Charge fiscale à la page 34), et la Figure 21 montre ainsi l'effet du canton supposant, entre autres, une charge fiscale identique pour tous les cantons. Le canton de Zurich hors ville de Zurich compte le plus grand nombre d'observations de notre échantillon (16%), suivi du canton de Berne hors ville de Berne et de la ville de Zurich (chacun 9%).

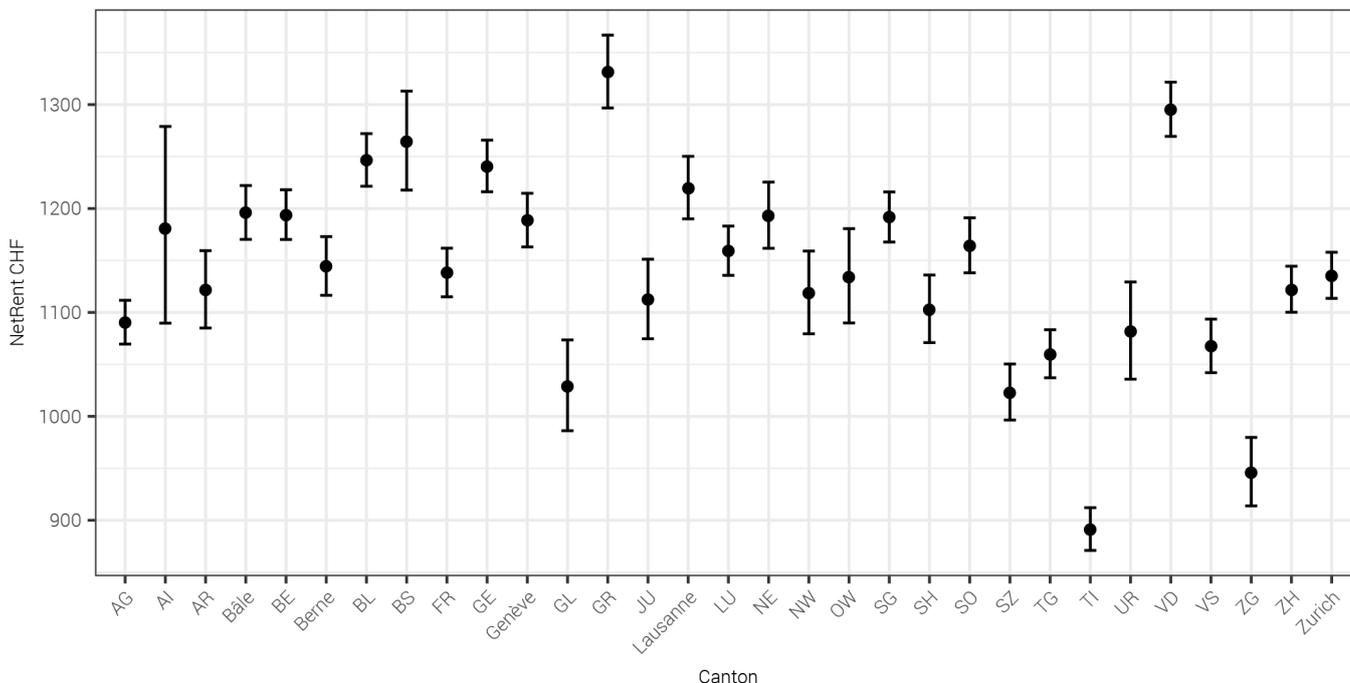
### Type de commune

Le modèle tient compte du caractère urbain, périurbain ou rural d'une commune selon une typologie à neuf modalités. Le modèle prend également en compte l'interaction du type de commune avec l'âge du logement, sa surface, le taux de résidence secondaires de la commune et la pente du terrain. Ces interactions permettent de moduler l'impact du type de commune sur le loyer en fonction des autres variables citées. Pour ces variables, l'implantation dans une commune autre qu'une commune urbaine d'une grande agglomération fait diminuer le loyer comparativement à une implantation dans une commune urbaine de grande agglomération, toutes choses égales par ailleurs. En outre, 78% des logements de notre échantillon se trouvent dans une commune urbaine (type 1 à 3), et 42% dans une commune urbaine d'une grande agglomération.

## Effet marginal du canton sur le loyer

G 21

Avec intervalle de confiance (95%)

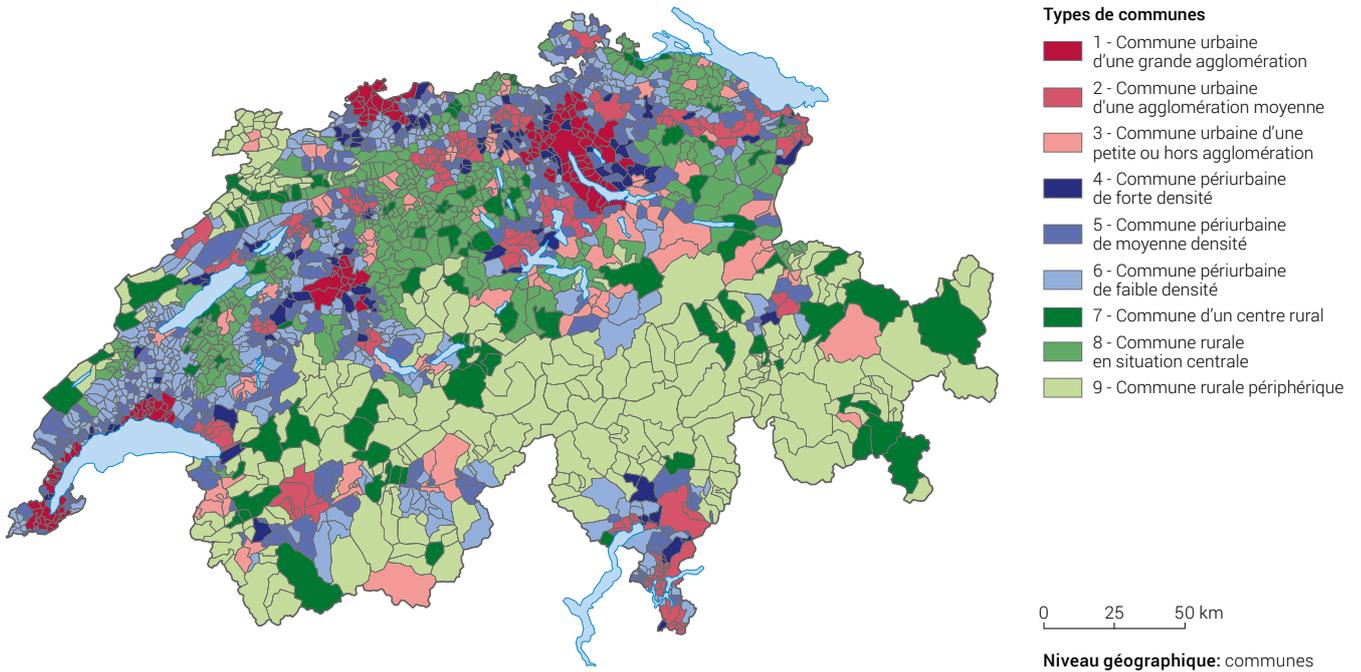


Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

Types de communes, en 2020

G 22



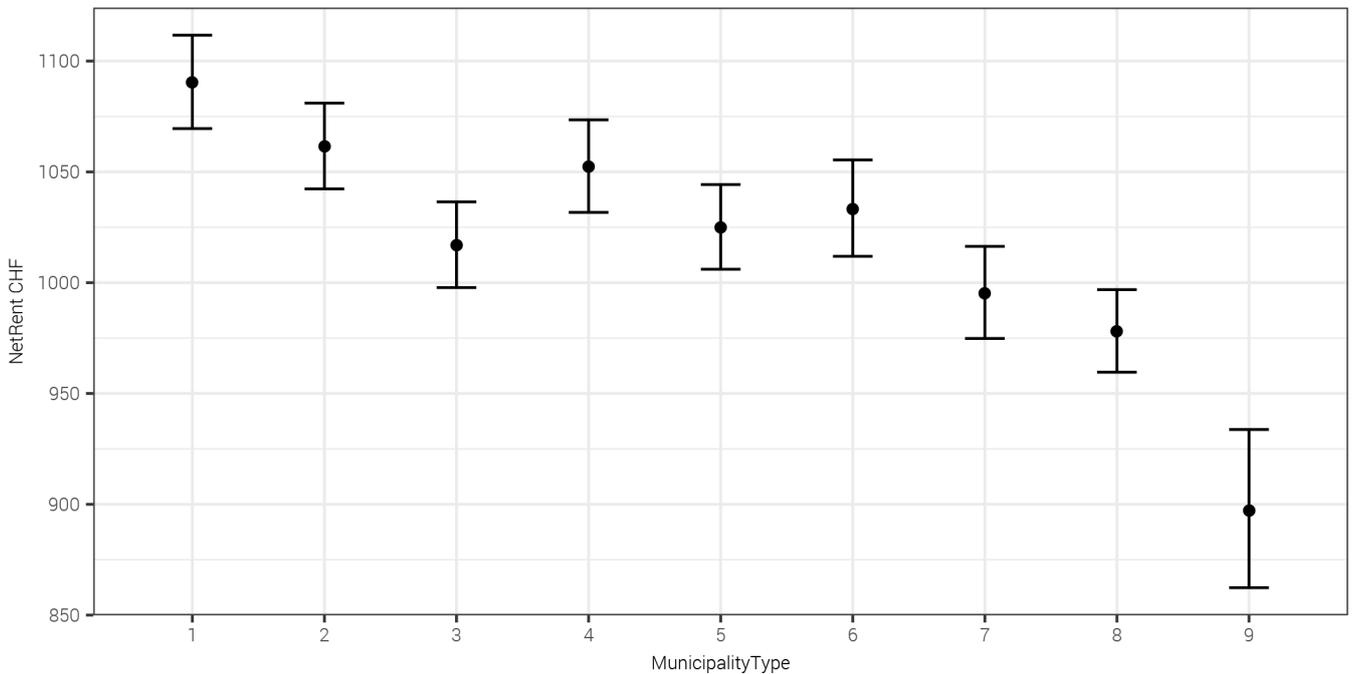
Source: OFS – Niveaux géographiques de la Suisse

© OFS 2022

Effet marginal du type de commune sur le loyer

G 23

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

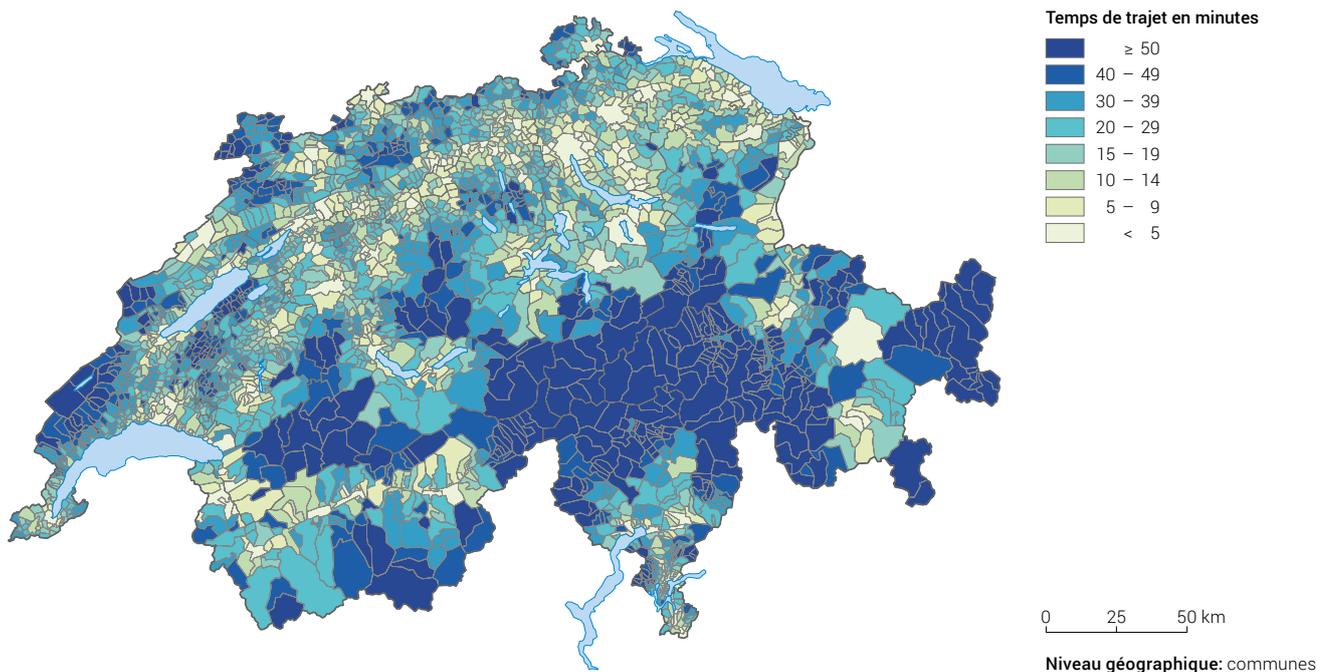
© OFS 2022

### Temps de trajet en transport individuel

Le modèle inclut le temps de trajet en transport individuel motorisé jusqu'à la ville-centre la plus rapidement accessible (Bâle, Berne, Genève, Lausanne, Lugano ou Zurich). Dix minutes de trajet supplémentaires font diminuer le loyer de 4% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs.

### Temps de trajet en transport individuel motorisé vers les villes-centres, en 2017

G 24



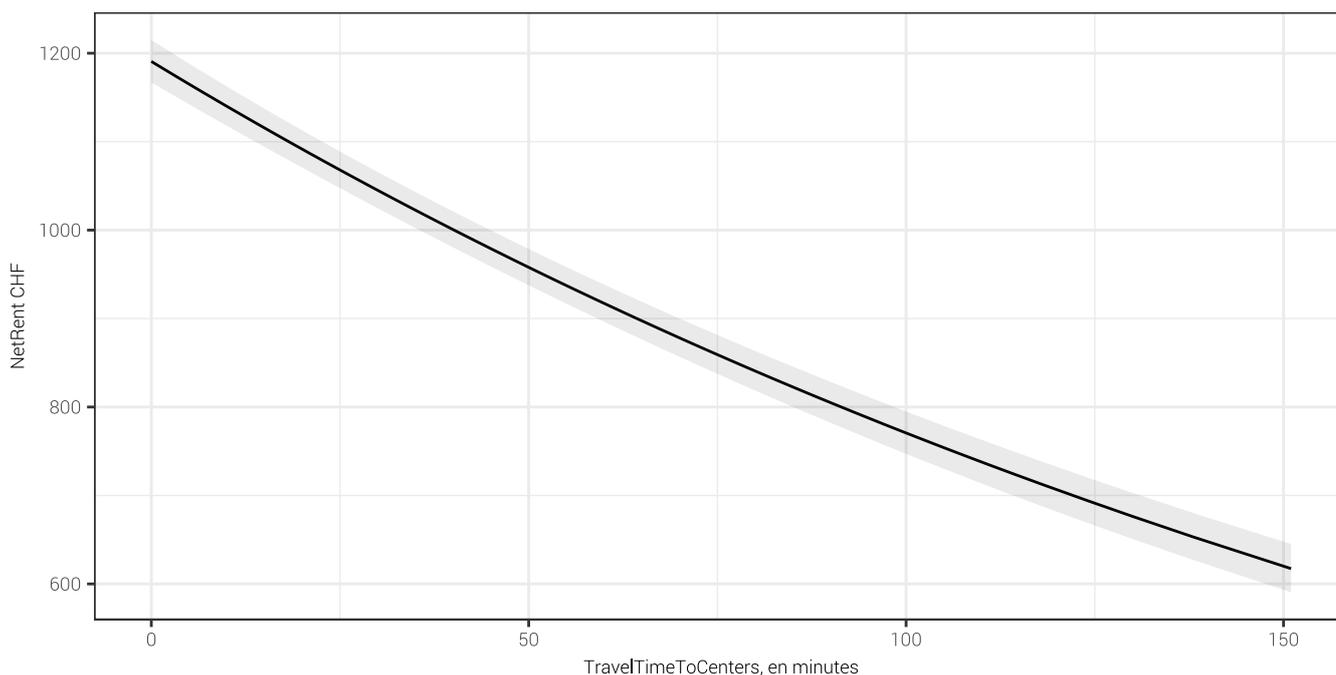
Source: ARE – Modèle national du trafic voyageurs (MNTP) du DETEC

© OFS 2022

### Effet marginal du temps de trajet en transport privé sur le loyer

G 25

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

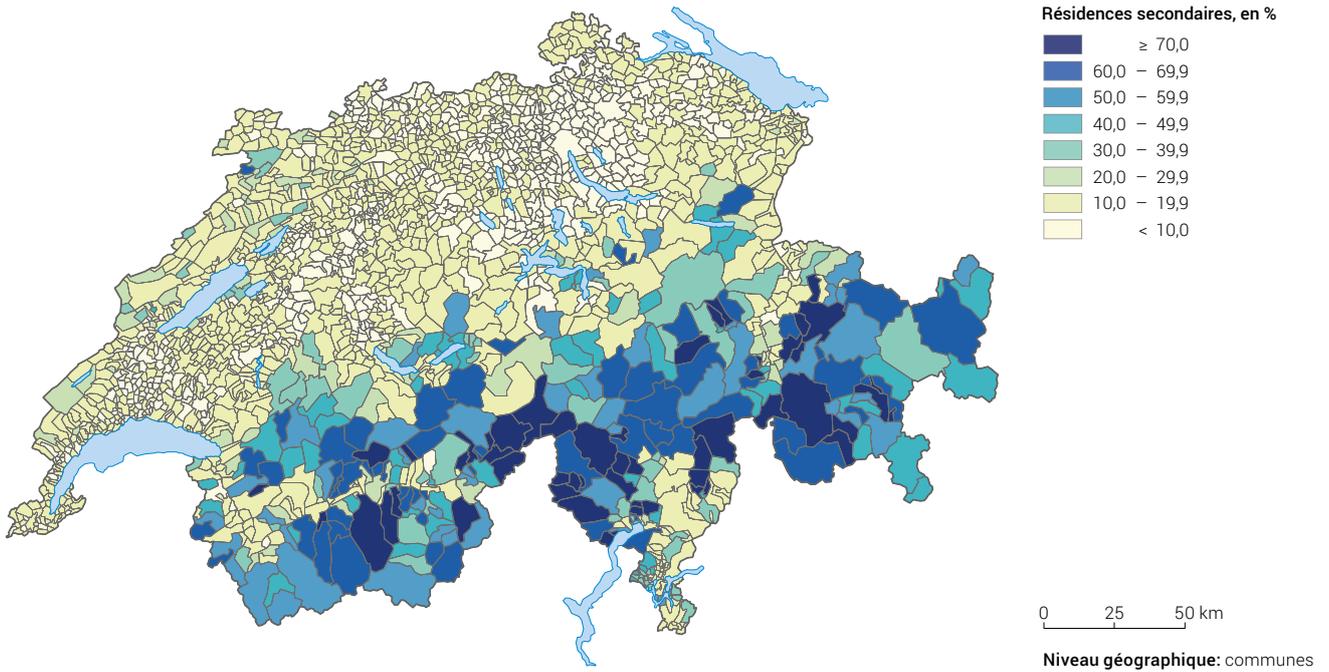
Taux de résidences secondaires dans la commune

10% de résidences secondaires supplémentaire dans la commune fait augmenter le loyer de 10% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs. Le modèle tient compte de l'interaction entre le taux de résidences secondaires et le type de commune, modulant ainsi l'impact du taux de résidences secondaires sur

le loyer en fonction du type de commune. Pour la plupart des types de communes, plus le taux de résidences secondaire augmente dans une commune, plus le loyer augmente, toutes choses égales par ailleurs.

Taux de résidences secondaires, en 2020

G 26

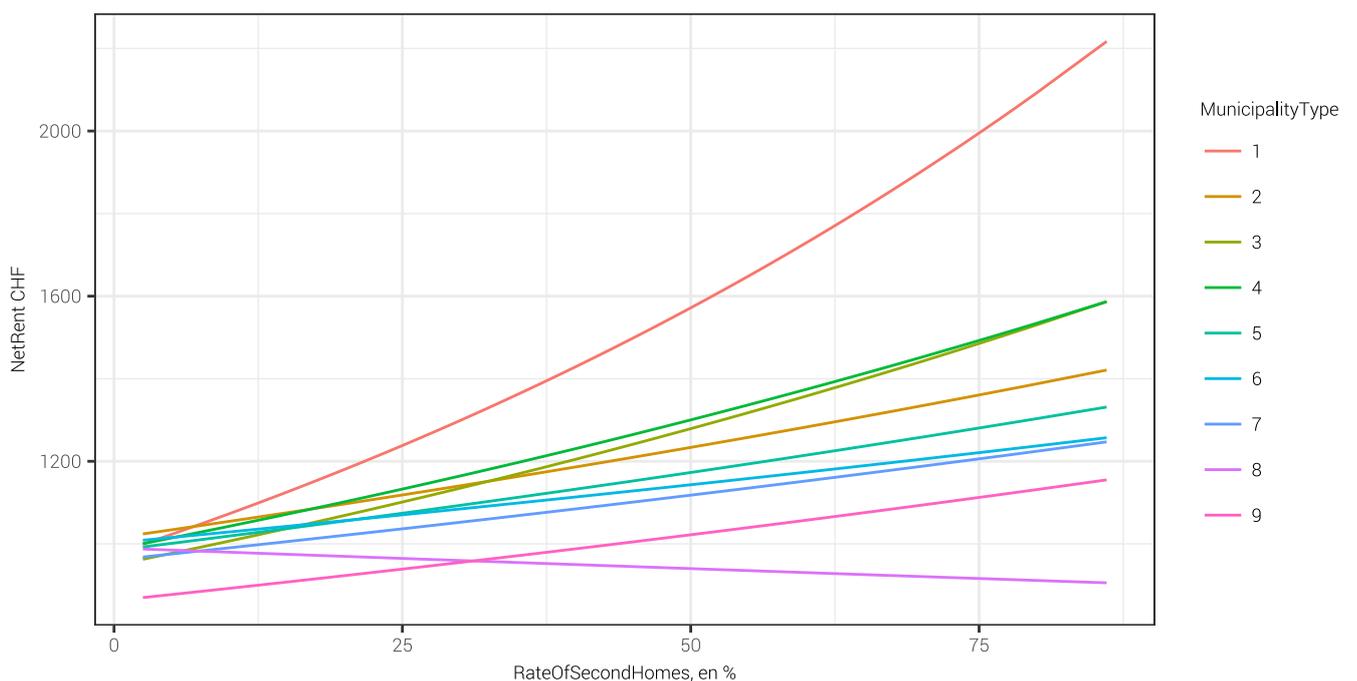


Source: ARE – Inventaire des logements

© OFS 2022

Effet marginal du taux de résidences secondaires sur le loyer selon le type de commune

G 27



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

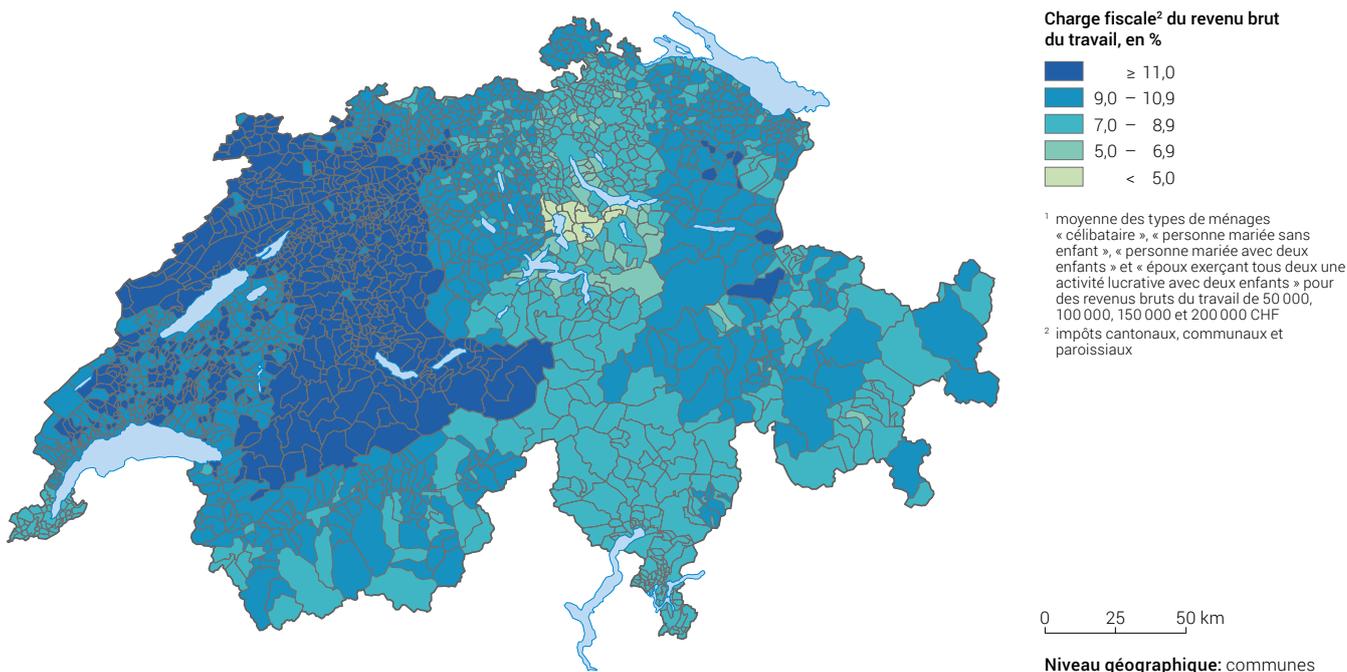
### Charge fiscale

La charge fiscale d'une commune se révèle pertinent dans le modèle pour expliquer les loyers. Pour représenter la charge fiscale, le modèle inclut la moyenne arithmétique entre les charges fiscales des types de ménages «célibataire», «personne mariée sans enfant», «personne mariée avec deux enfant» et «époux

exerçant tous deux une activité lucrative avec deux enfants» pour des revenus bruts du travail de 50 000, 100 000, 150 000 et 200 000 CHF. Un pourcent supplémentaire de cette variable agrégée fait diminuer le loyer de 5% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs.

### Charge fiscale agrégée<sup>1</sup>, en 2018

G 28



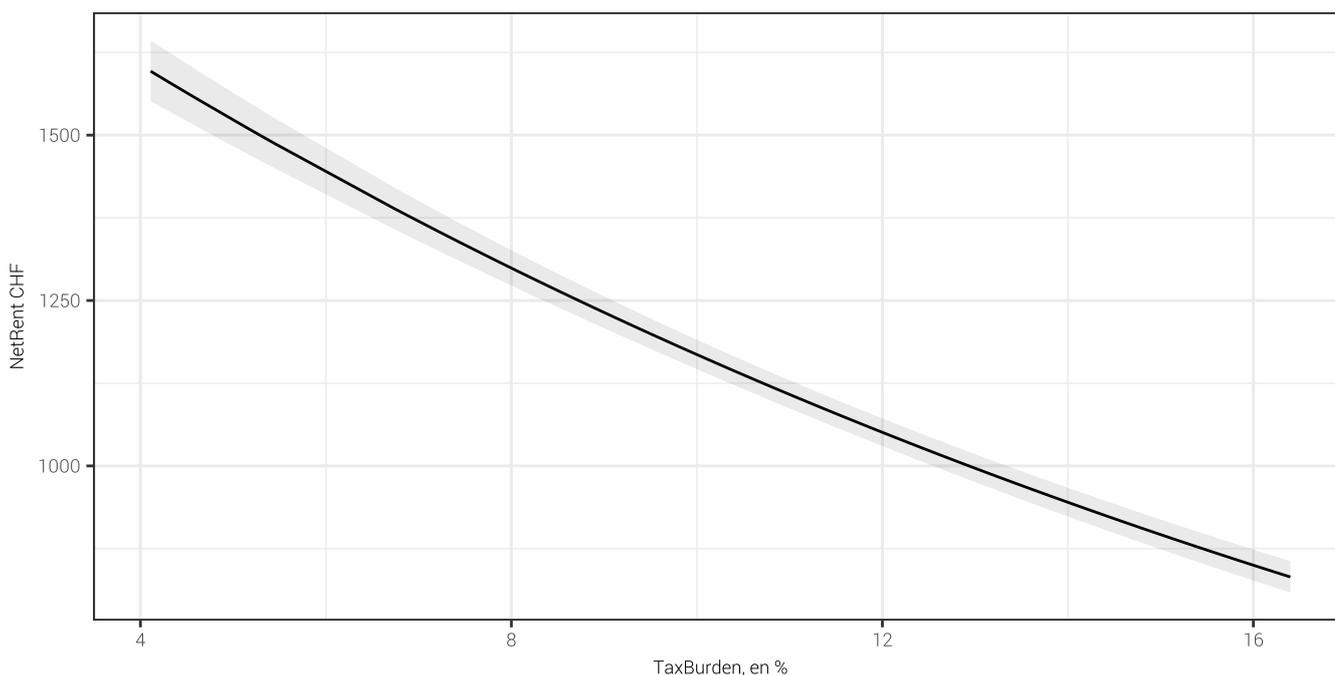
Source: AFC – Statistiques fiscales

© OFS 2022

### Effet marginal de la charge fiscale sur le loyer

G 29

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Variables de microlocalisation

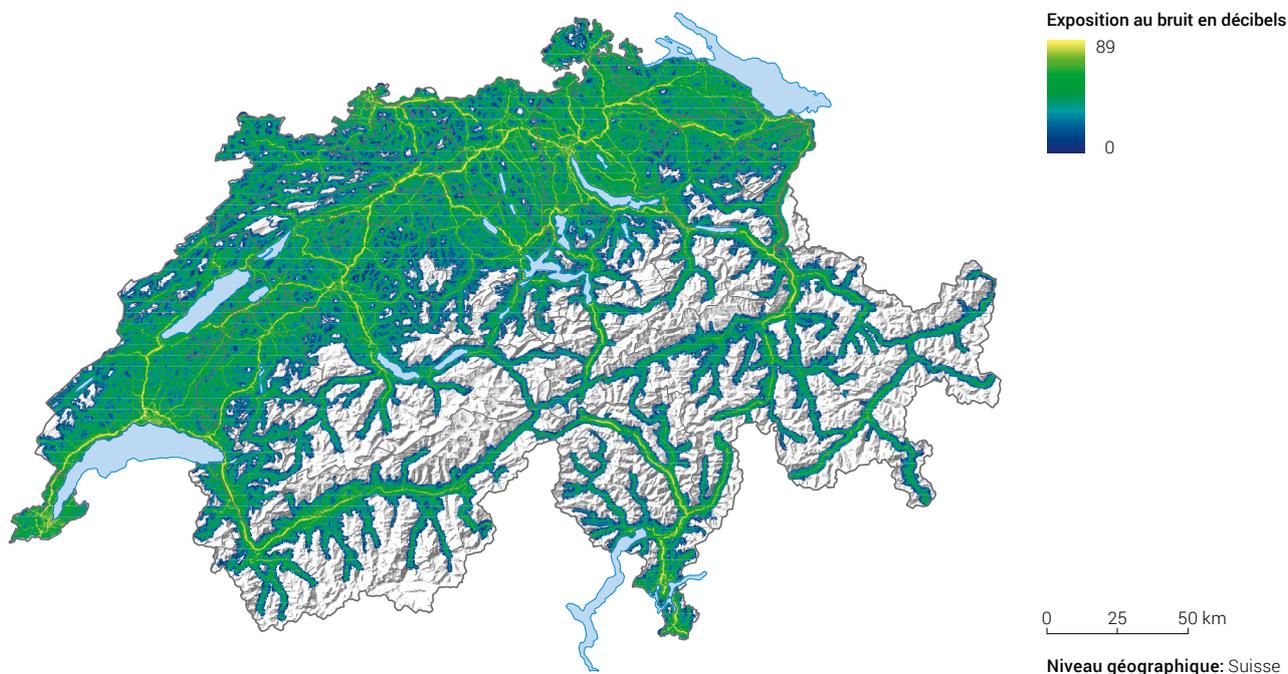
La microlocalisation d'un logement reflète les caractéristiques du lieu où est situé le bâtiment au sein de la commune. Dans notre modèle sont inclus le bruit du trafic routier, du chemin de fer et des avions, l'accessibilité en transports publics, le potentiel de vue sur les lacs et les montagnes, la proximité des lacs ou des lignes à haute tension et la pente du terrain. L'interaction entre la pente du terrain et le type de commune figure également dans le modèle. Lorsque les variables de microlocalisation sont ajoutées aux variables structurelles, relatives au contrat de bail et de macrolocalisation, elles font passer le pourcentage expliqué de la variance des loyers de 78% à 79%.

### Bruit du trafic routier

Le modèle inclut le bruit du trafic routier la nuit. Dans notre échantillon, il est en moyenne de 39 décibels, avec une valeur maximale 69 décibels. Un décibel supplémentaire lié au trafic routier la nuit fait diminuer le loyer de 0,1% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs.

### Bruit du trafic routier la nuit, en 2015

G 30



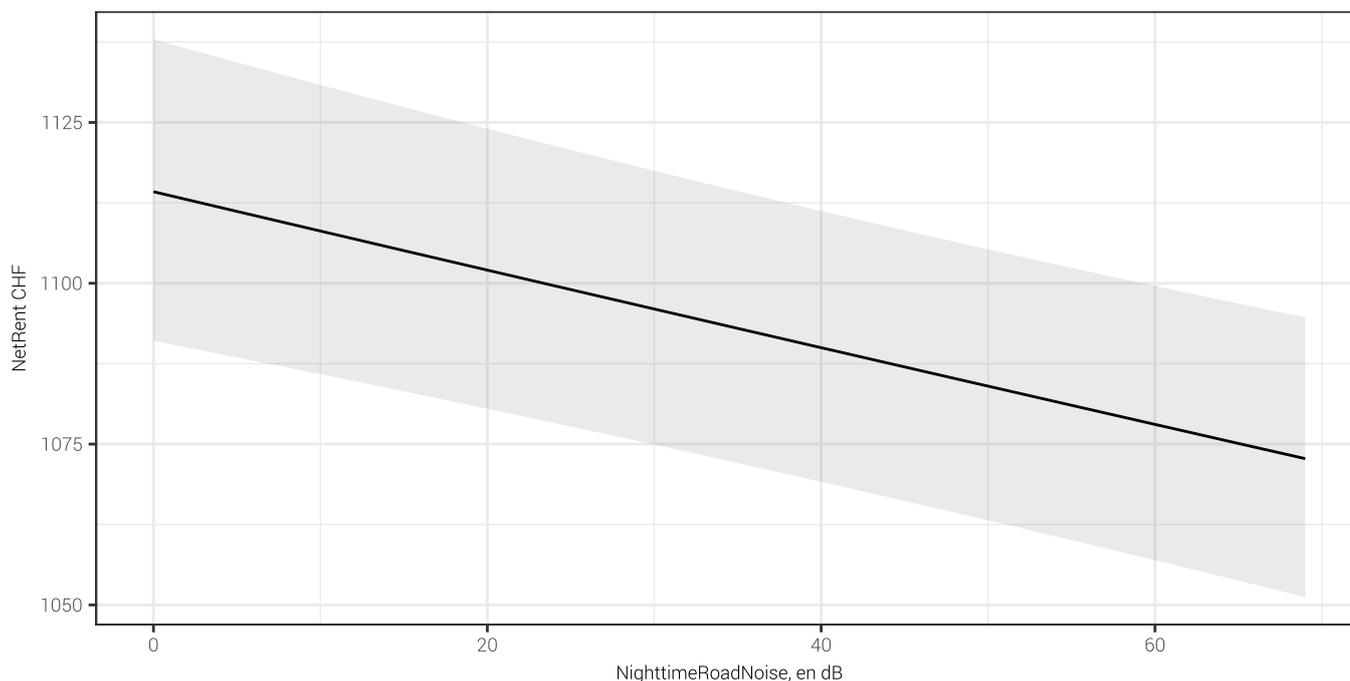
Source: OFEV, sonBASE – Base de données suisse du bruit 2015

© OFS 2022

## Effet marginal du bruit du trafic routier la nuit sur le loyer

G 31

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Bruit ferroviaire

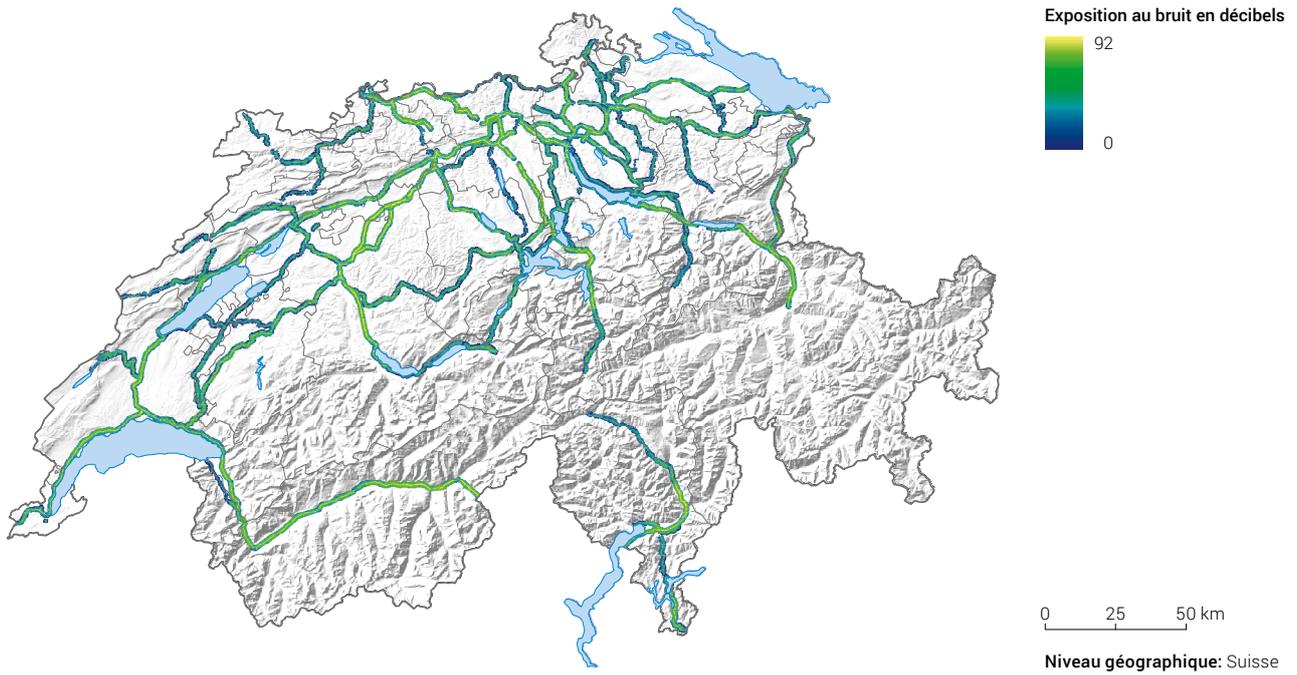
Le modèle inclut le bruit du trafic ferroviaire le jour. 36% de notre échantillon ne subit pas de nuisances relatives au bruit du chemin de fer, et la nuisance moyenne est de 17 décibels. Cinq décibels supplémentaire lié au trafic ferroviaire le jour fait diminuer le loyer de 0,1% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs.

### Bruit du trafic aérien

Le modèle inclut le bruit du trafic aérien le jour. 94% de notre échantillon subit une nuisance relative au trafic aérien de moins de 50 décibels, 2% une nuisance entre 50 et 55 décibels et 4% une nuisance au-delà de 55 décibels. Par rapport à un logement subissant une nuisance de moins de 50 décibels, le loyer diminue de 2% pour une nuisance jusqu'à 55 décibels, et de 3% pour une nuisance au-delà de 55 décibels, toutes choses égales par ailleurs.

### Bruit ferroviaire le jour, en 2015

G 32



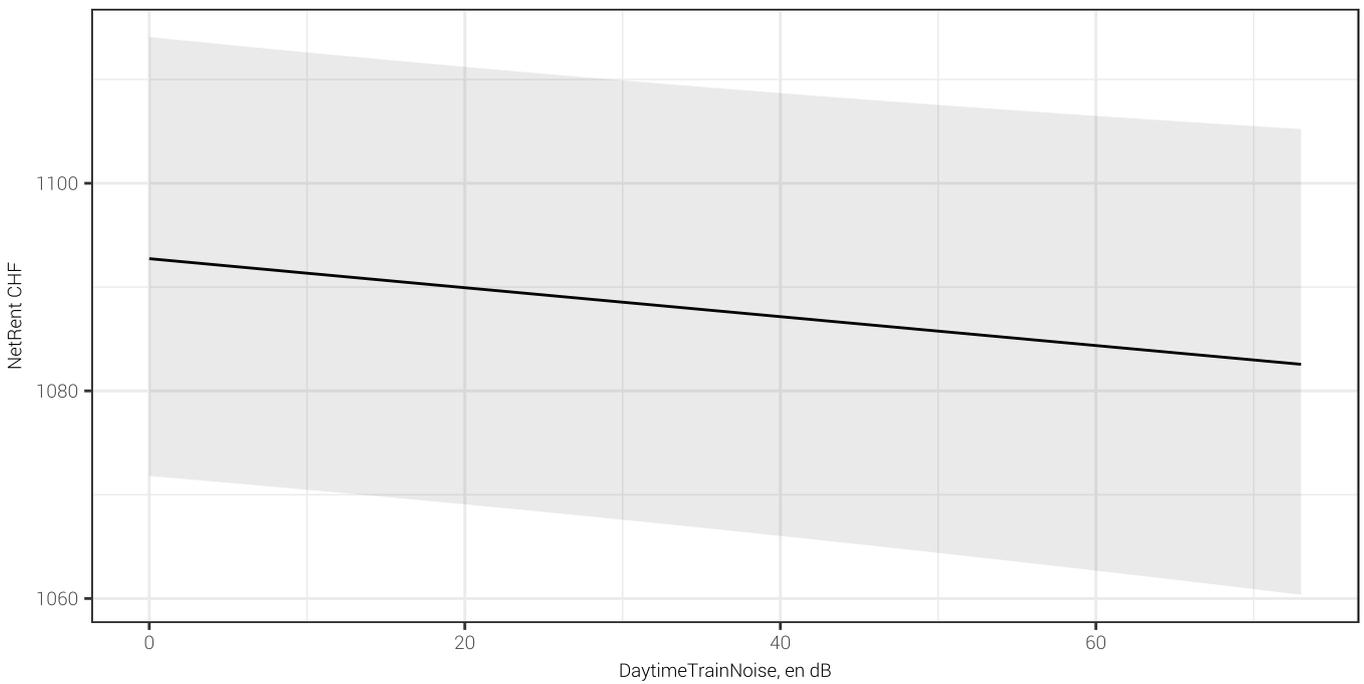
Source: OFEV, sonBASE – Base de données suisse du bruit 2015

© OFS 2022

### Effet marginal du bruit ferroviaire le jour sur le loyer

G 33

Avec intervalle de confiance (95%)

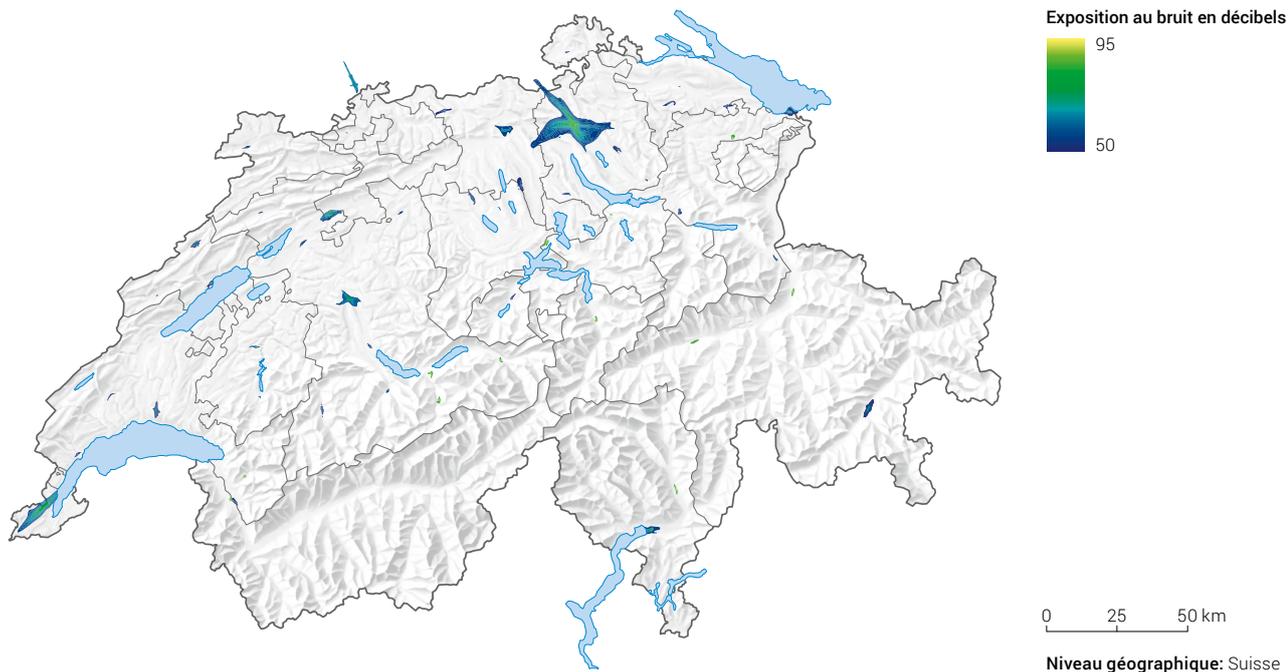


Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

Bruit du trafic aérien le jour, en 2020

G 34



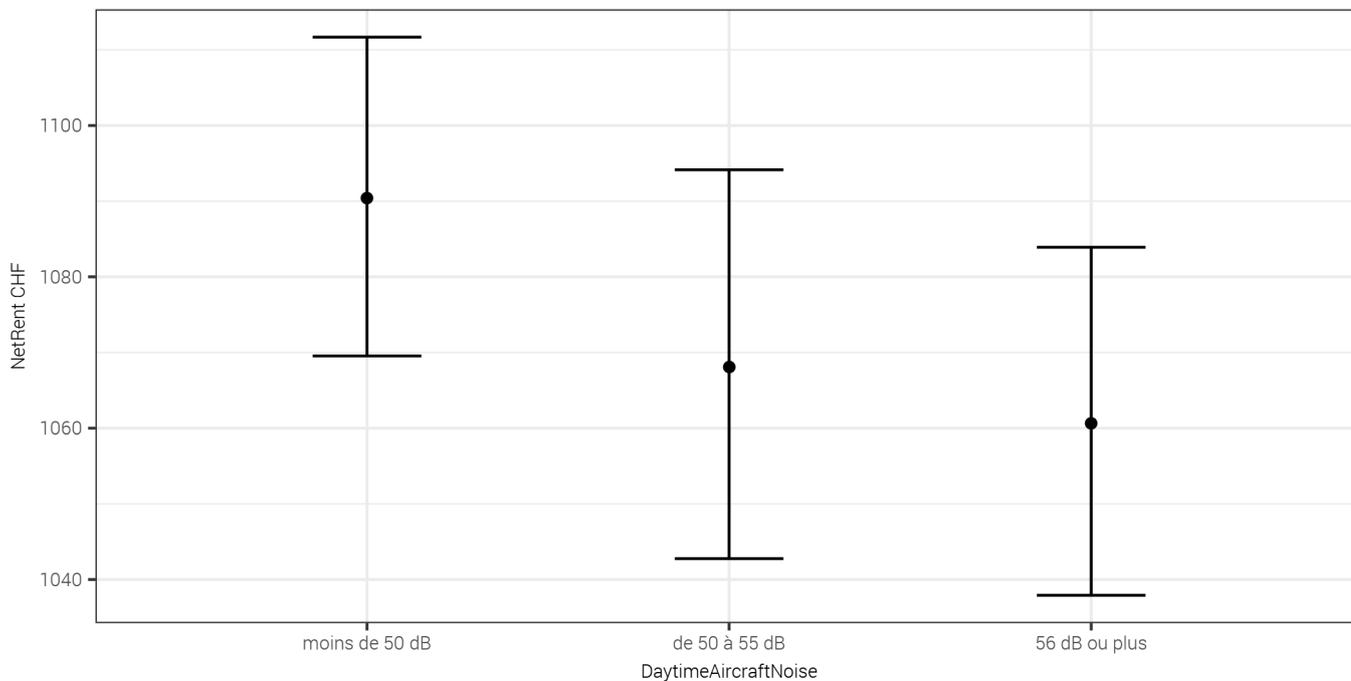
Source: OFAC – Cadastres de bruit pour les aéroports civils

© OFS 2022

Effet marginal du bruit du trafic aérien le jour sur le loyer

G 35

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

*Qualité de desserte par les transports publics*

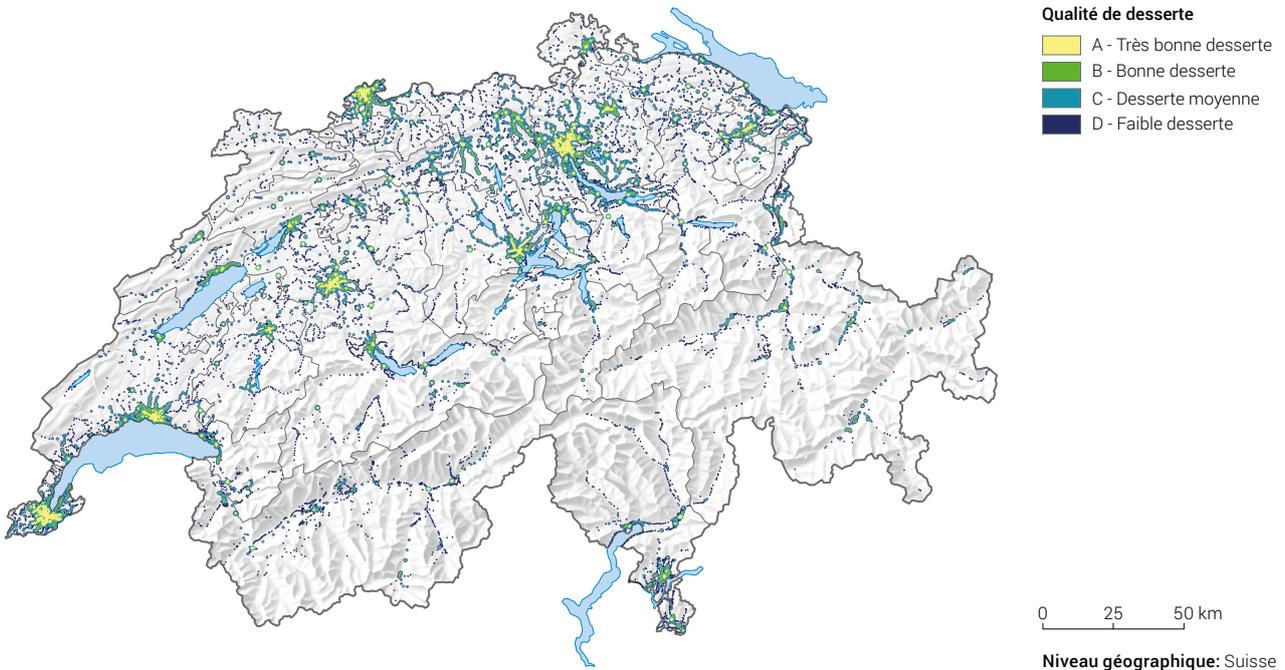
La qualité de desserte par les transports publics s'exprime par une note de A à D déterminée en fonction de la distance aux arrêts, du type de transport public et de la fréquence de desserte. Au-delà d'une distance d'un km aux arrêts, aucune note d'accessibilité n'est attribuée. Dans notre modèle, il s'agit de la catégorie de référence. Les logements situés à plus d'un km d'un arrêt représentent 7% de notre échantillon, les logements ayant une très bonne desserte (classe A) 24%. Le passage d'un logement situé à plus d'un km d'un arrêt à un logement ayant une très bonne desserte, toutes choses égales par ailleurs, fait augmenter le loyer de 6% en moyenne.

*Proximité d'un lac*

Le modèle inclut quatre catégories de distance au lac. 97% des logements de notre échantillon sont situés à plus de 200 m d'un lac, 1% à 100 m ou moins, 1% entre 101 et 150 m et 1% entre 151 et 200 m. La différence de loyer entre un logement situé à plus de 200 m ou à moins de 100 m d'un lac se monte à 9%, toutes choses égales par ailleurs.

**Qualité de desserte par les transports publics, en 2020/2021**

**G 36**



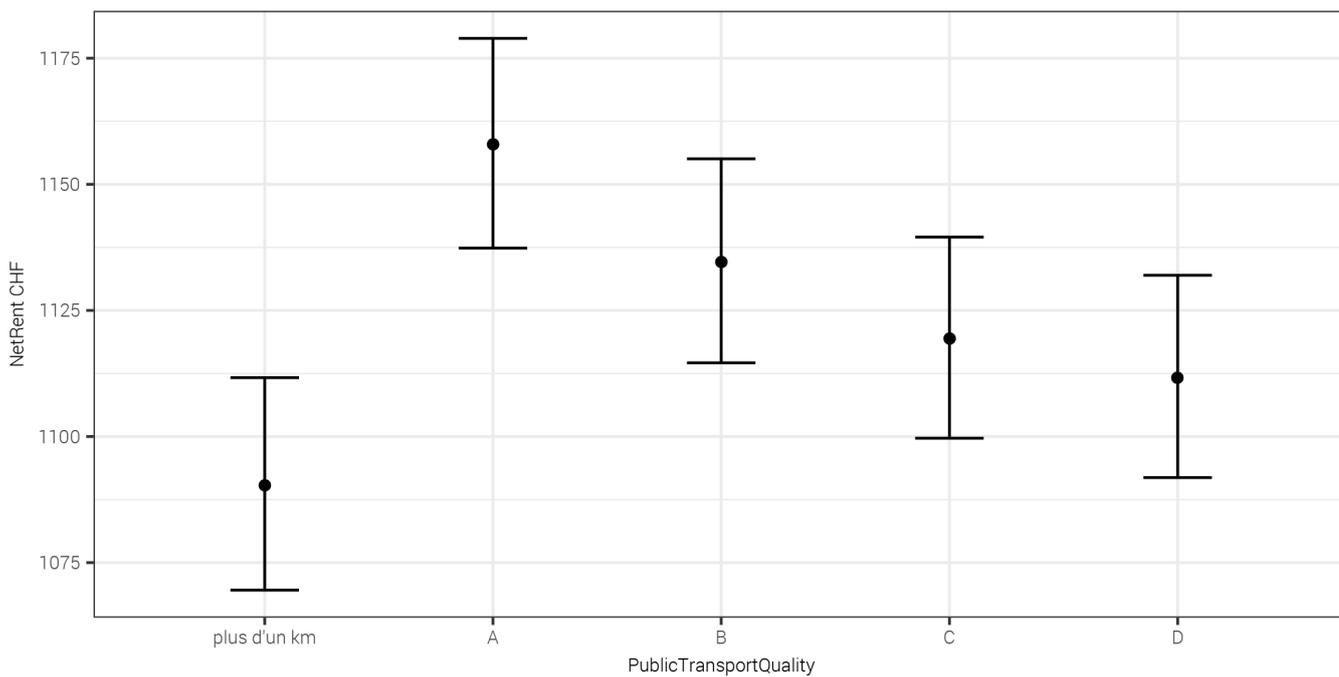
Source: INFOPLAN-ARE, opentransportdata.swiss

© OFS 2022

### Effet marginal de la qualité de desserte par les transports publics sur le loyer

G 37

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Lacs

G 38



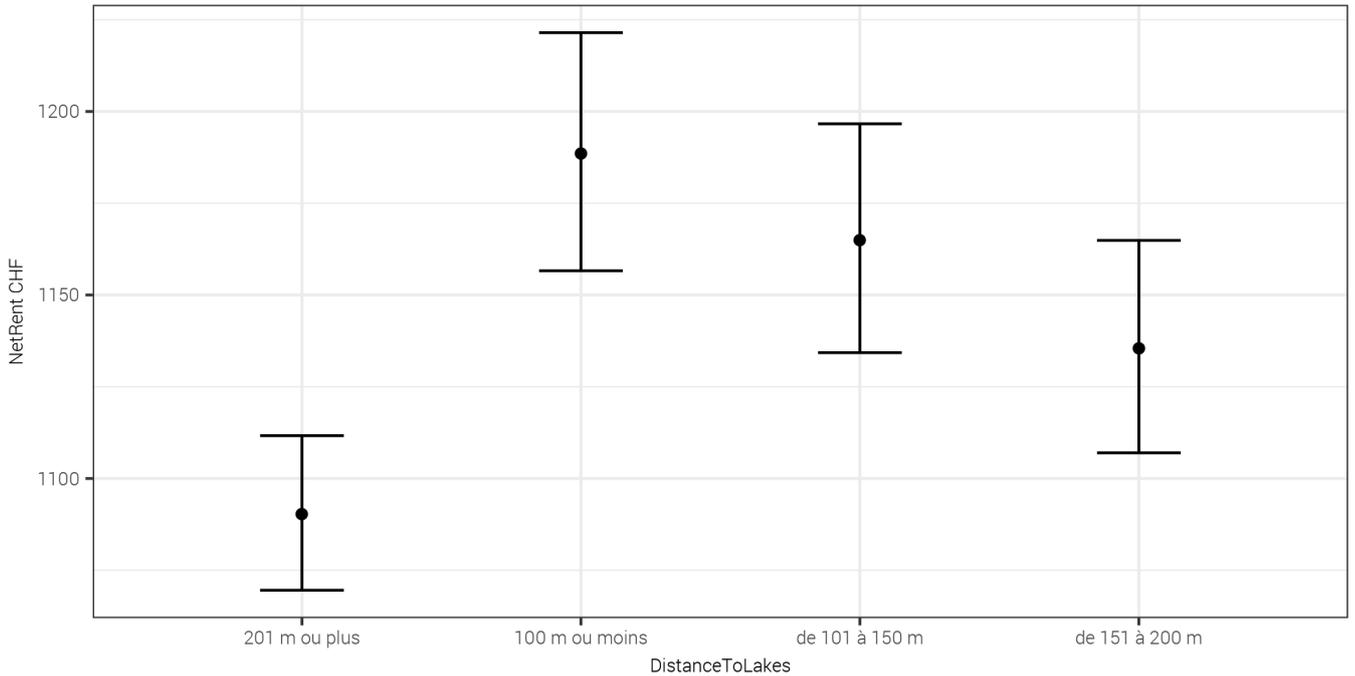
Source: swisstopo

© OFS 2022

### Effet marginal de la proximité d'un lac sur le loyer

G 39

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

#### Ligne à haute tension

Le modèle inclut deux catégories de distance aux lignes à haute tension. 97% des logements de l'échantillon sont situés à plus de 200 m d'une ligne à haute tension. La différence de loyer entre un logement situé à plus de 200 m ou à 200 m ou moins d'une ligne à haute tension se monte à 2%, toutes choses égales par ailleurs.

#### Potentiel de vue sur les montagnes

Le potentiel de vue sur les montagnes renseigne sur le nombre de sommets potentiellement visibles sans bâtiments ou végétation environnants. Les logements de l'échantillon voient en moyenne potentiellement 10 sommets, et 15% n'en voient aucun. Un sommet supplémentaire fait augmenter le loyer de 0,1% en moyenne, toutes choses égales par ailleurs.

Lignes à haute tension, en 2018

G 40



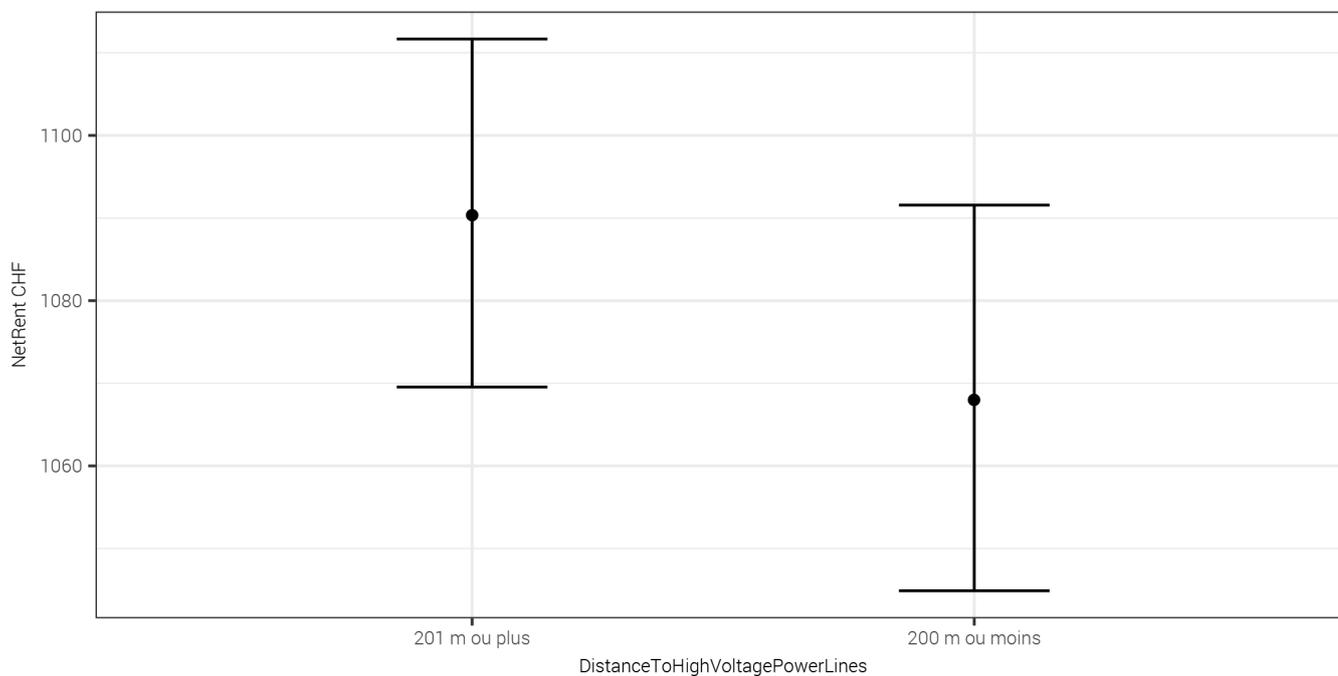
Source: swisstopo

© OFS 2022

Effet marginal de la distance aux lignes à haute tension sur le loyer

G 41

Avec intervalle de confiance (95%)

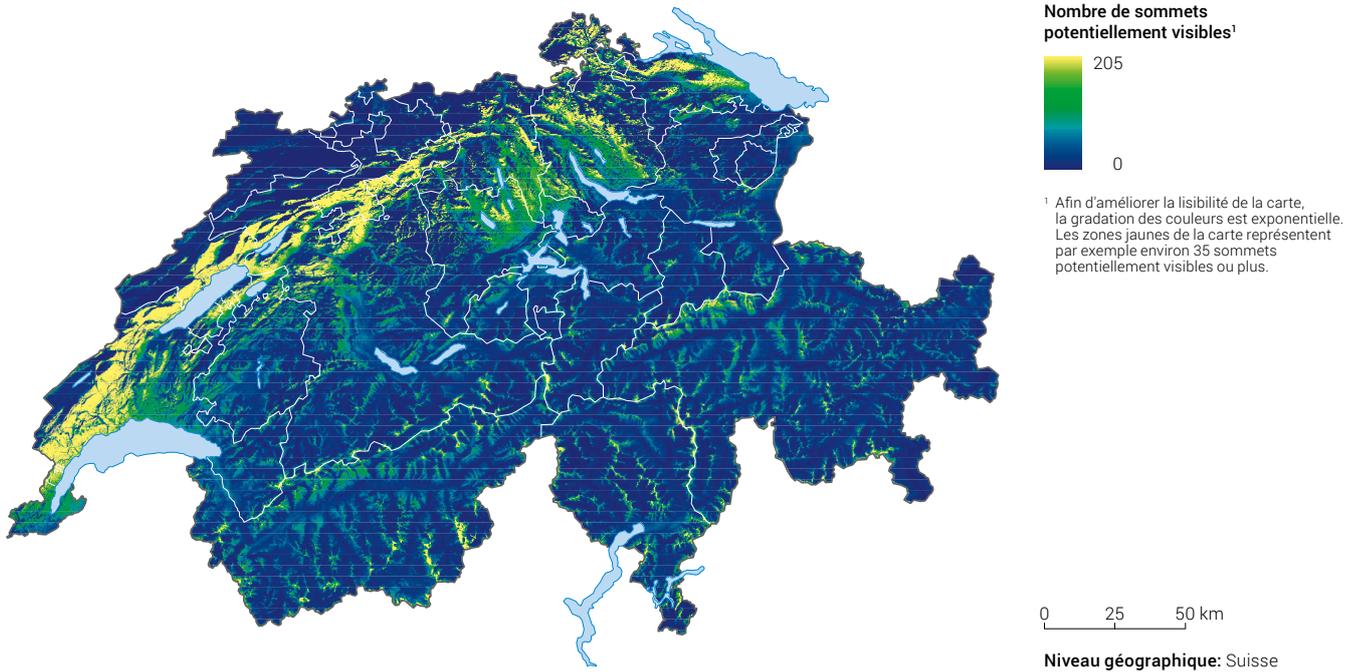


Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Potentiel de vue sur les montagnes, en 2017

G 42



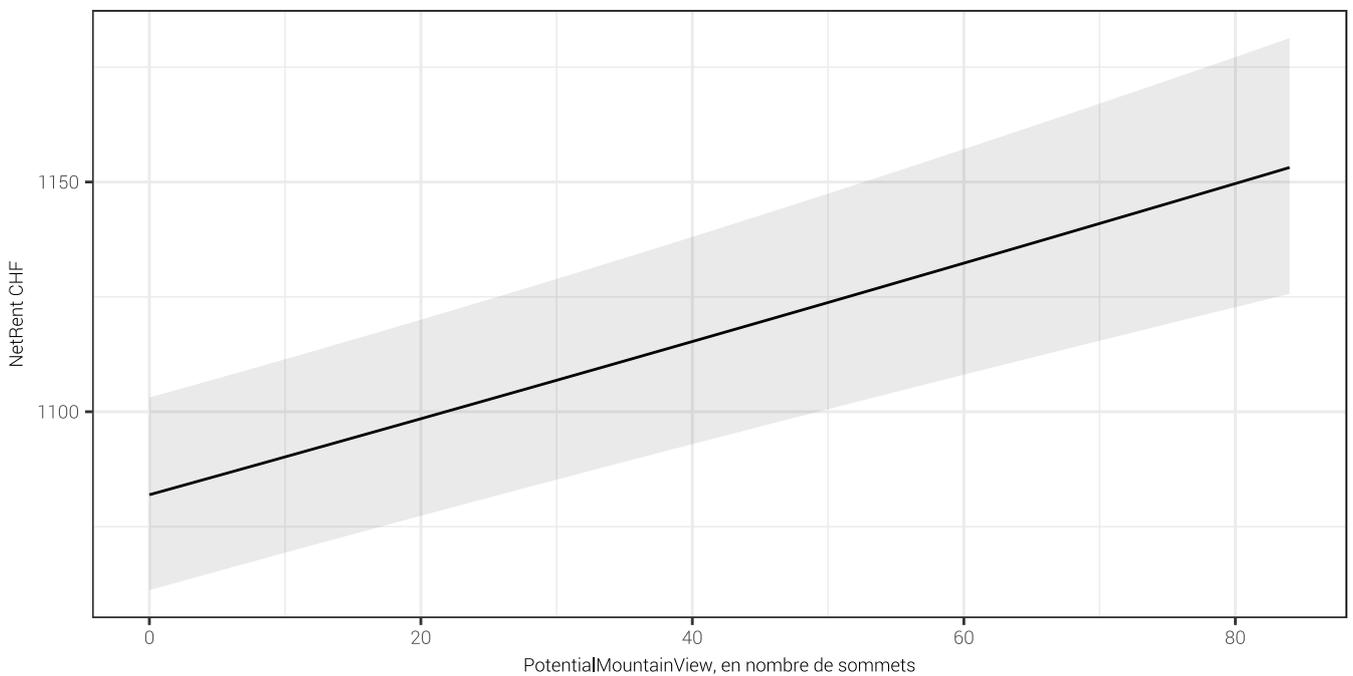
Sources: swisstopo – Modèle d'altitude swissALTI3D; Agence européenne pour l'environnement – Modèle d'altitude EU-DEM

© OFS 2022

## Effet marginal du potentiel de vue sur les montagnes sur le loyer

G 43

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

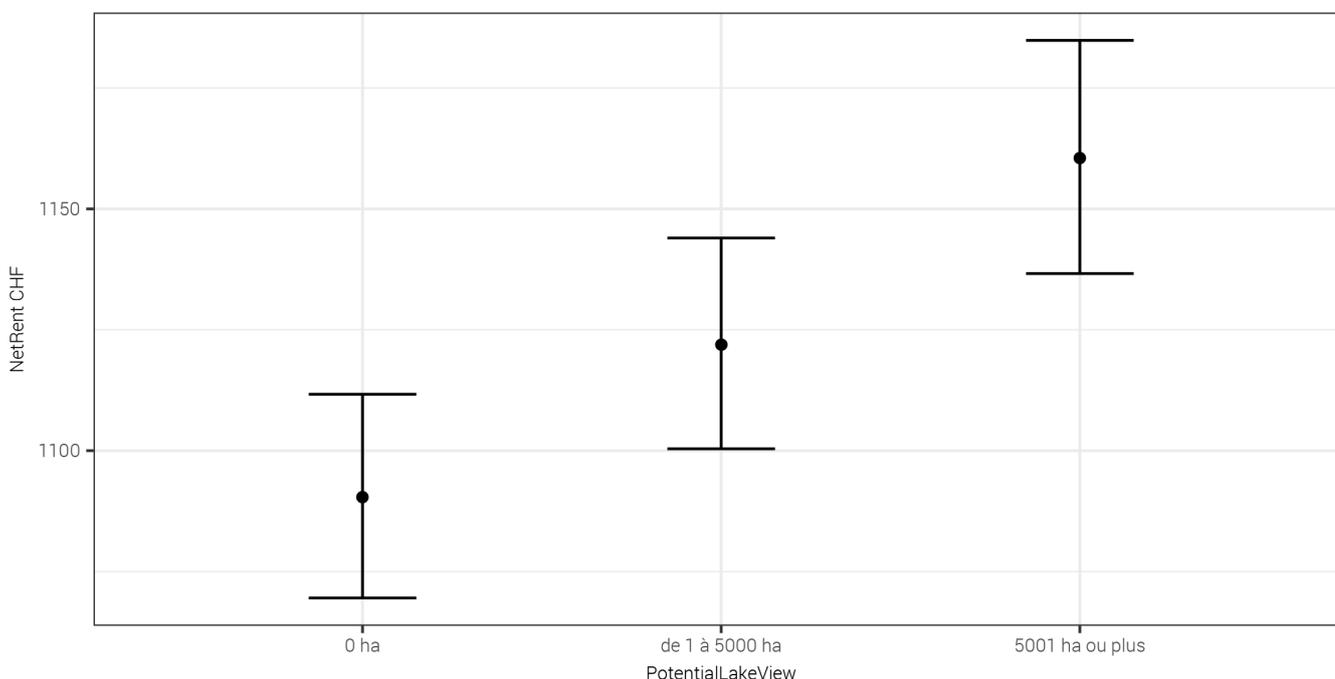
### Potentiel de vue sur les lacs

Le potentiel de vue sur les lacs renseigne sur le nombre d'hectares de surface de lac potentiellement visibles sans bâtiments ou végétation environnants. Le modèle inclut trois classes de vue potentielle sur les lacs: 47% de l'échantillon n'a pas de vue sur un lac, 45% une vue potentiellement comprise entre 1 et 5000 hectares et 9% une vue potentielle de plus de 5000 hectares. Par rapport à un logement ne jouissant pas de la vue sur un lac, le loyer augmente de 3% avec une vue potentielle jusqu'à 5000 hectares, et de 6% avec une vue potentielle de plus de 5000 hectares, toutes choses égales par ailleurs.

### Effet marginal du potentiel de vue sur les lacs sur le loyer

G 44

Avec intervalle de confiance (95%)



Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

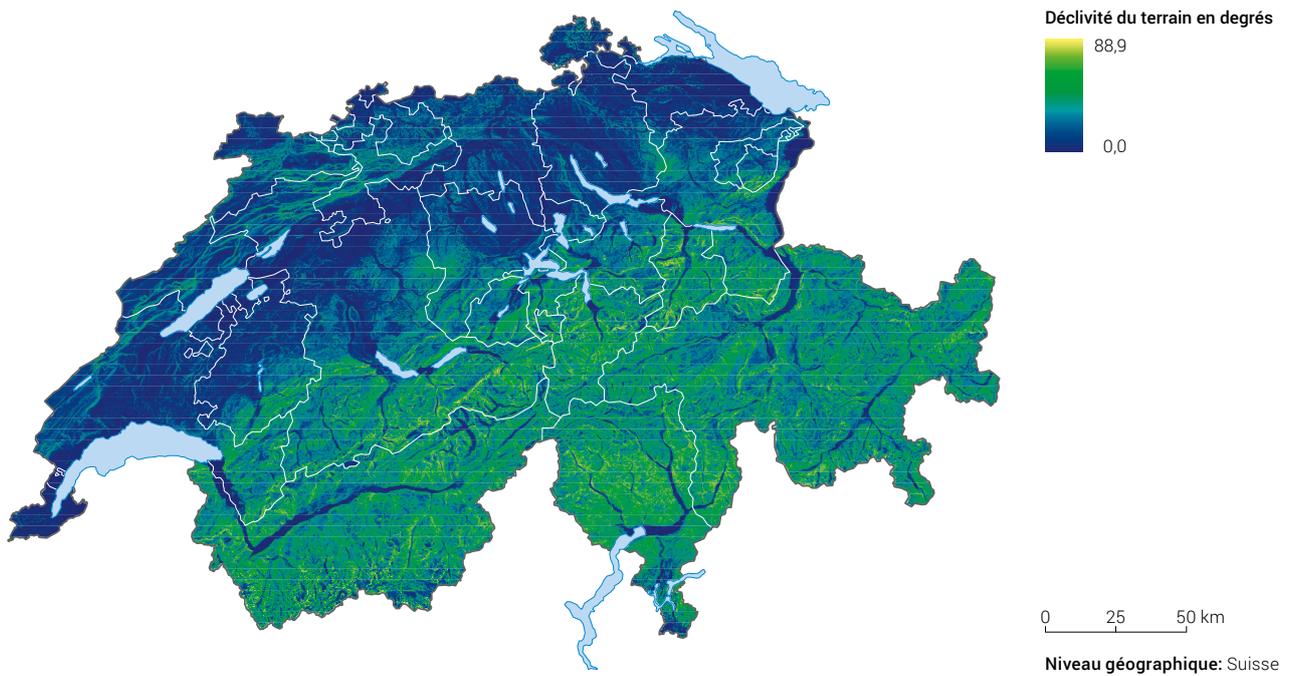
### Déclivité du terrain

Le modèle tient compte de la pente du terrain où est situé le logement selon le type de commune. Cette interaction permet de moduler l'impact de la pente du terrain sur le loyer en fonction du type de commune. 75% des logements de l'échantillon

sont construits sur une pente comprise entre 0 et 5 degrés. Pour chaque degré de pente supplémentaire, le loyer augmente en moyenne de 1%, toutes choses égales par ailleurs.

### Déclivité du terrain, en 2018

G 45

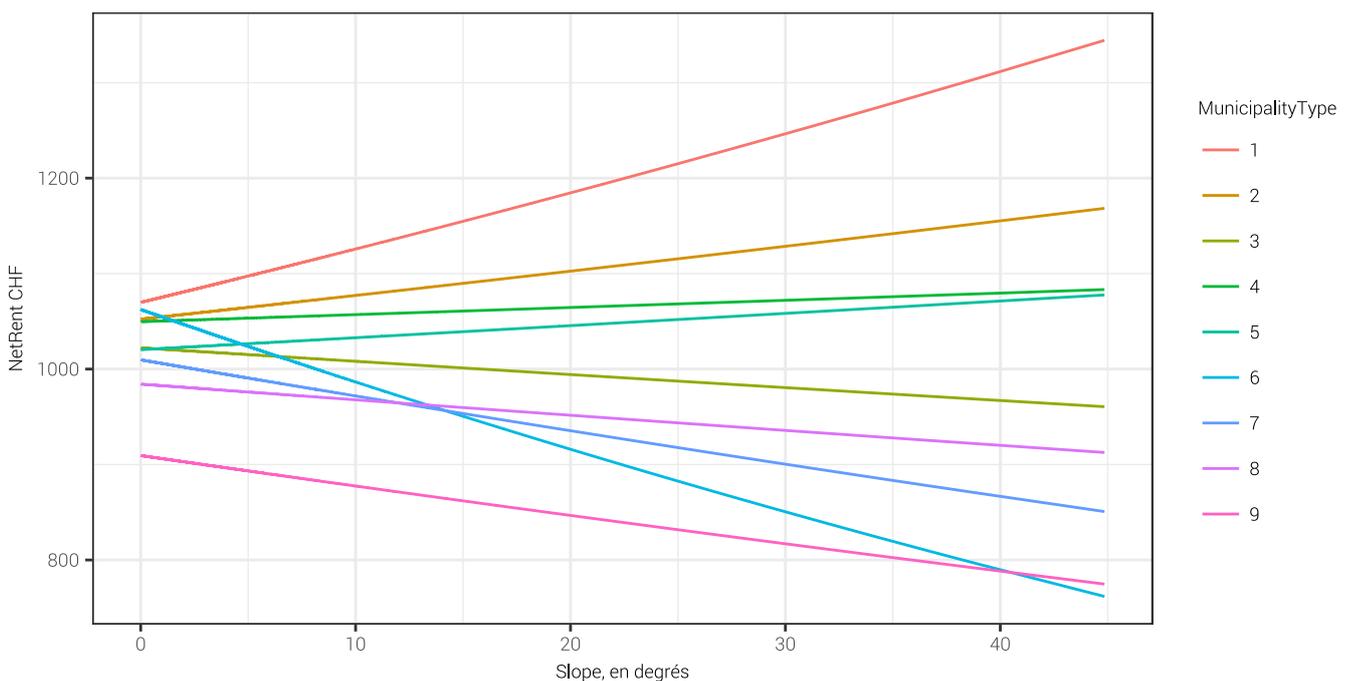


Source: swisstopo – Modèle d'altitude swissALTI3D

© OFS 2022

### Effet marginal de la déclivité du terrain sur le loyer selon le type de commune

G 46



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Résidus

Les résidus correspondent à la part du loyer inexpliquée par les variables du modèle. Certaines caractéristiques des résidus sont nécessaires afin de garantir la bonne marche de la méthode d'estimation des moindres carrés ordinaires (OLS) utilisée pour le calcul de notre modèle. Selon le théorème de Gauss-Markov (Wooldridge, 2012), on obtient la meilleure estimation non-biaisée des coefficients si les résidus ont une espérance nulle, une variance constante (homoscédasticité) et ne sont pas corrélés les uns aux autres. Nous avons vérifié la réalisation de ces conditions au moyen de différentes analyses graphiques et tests.

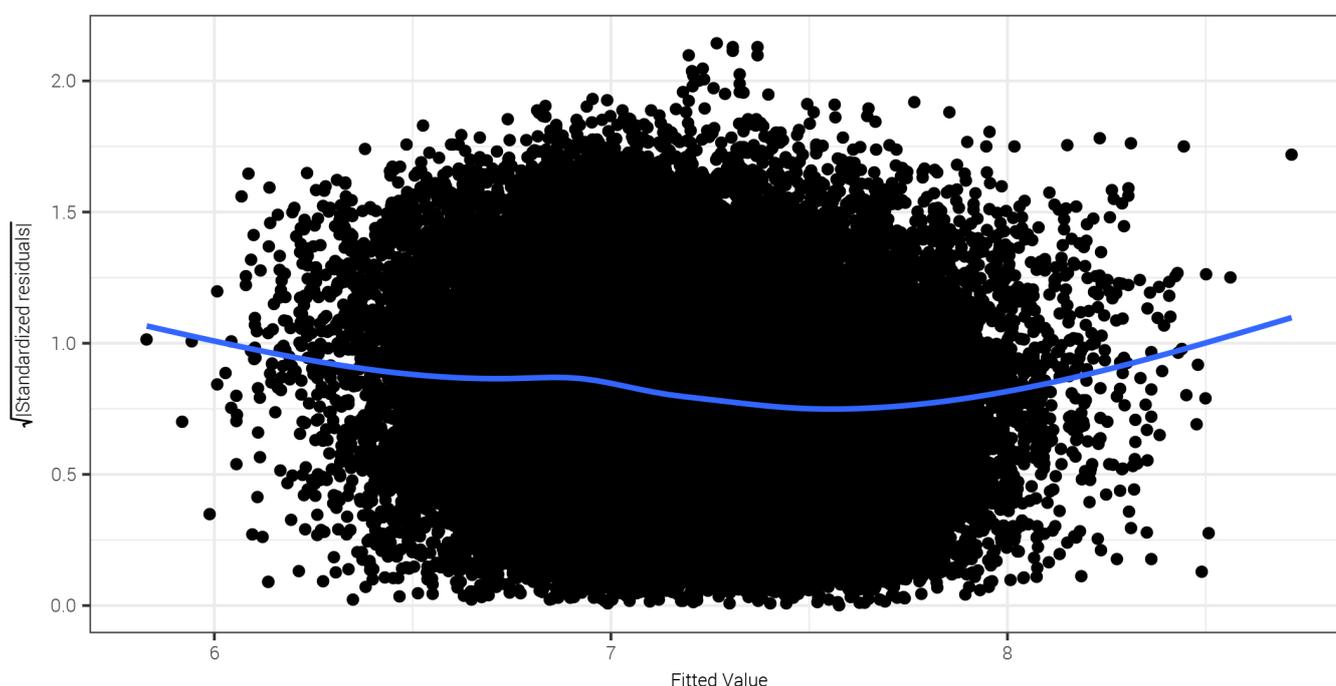
Selon les analyses graphiques, les résidus sont partiellement centrés autour de zéro (Figure 47), ne suivent pas une distribution normale (Figure 48 à la page 47) mais leur variance apparaît relativement stable (Figure 49 à la page 47). Le test de normalité Jarque-Bera indique en effet que les résidus ne suivent pas une distribution normale ( $X^2$ -squared = 390.03,  $p$ -value <  $2.2e-16$ ), mais le test de Breusch-Pagan (BP) montre la présence d'hétéroscédasticité dans les résidus, soit une variance non constante (BP = 3577.6,  $p$ -value <  $2.2e-16$ ). Le Ramsey Regression Equation

Specification Error Test (RESET) indique une mauvaise forme fonctionnelle du modèle (RESET = 40.881,  $p$ -value <  $2.2e-16$ ). Enfin, les facteurs d'inflation de la variance (VIF) ne dénotent aucune multicolinéarité anormale des variables. Ces résultats affinent les conclusions des analyses graphiques. Le non-respect des hypothèses d'hétéroscédasticité et de normalité des résidus invalide entre autres les  $t$ -test des coefficients. Cependant, une estimation robuste des coefficients a permis de constater que l'écart entre les coefficients estimés de manière robuste ou non robuste est faible.

Les résultats des diagnostics des résidus doivent toutefois être mis en perspective, étant donné que le modèle hédonique des loyers n'est pas un outil d'analyse. Le but du modèle est en effet l'estimation globale du prix des loyers, et non l'estimation du prix des différentes caractéristiques des biens loués. Pour néanmoins améliorer les caractéristiques des résidus, un objectif de long terme serait éventuellement l'ajout dans le modèle de nouvelles variables explicatives pertinentes pour l'explication des loyers, ou une division plus fine des cantons et des agglomérations (Silver, 2020).

### Diagnostic des résidus : scale-location plot

G 47

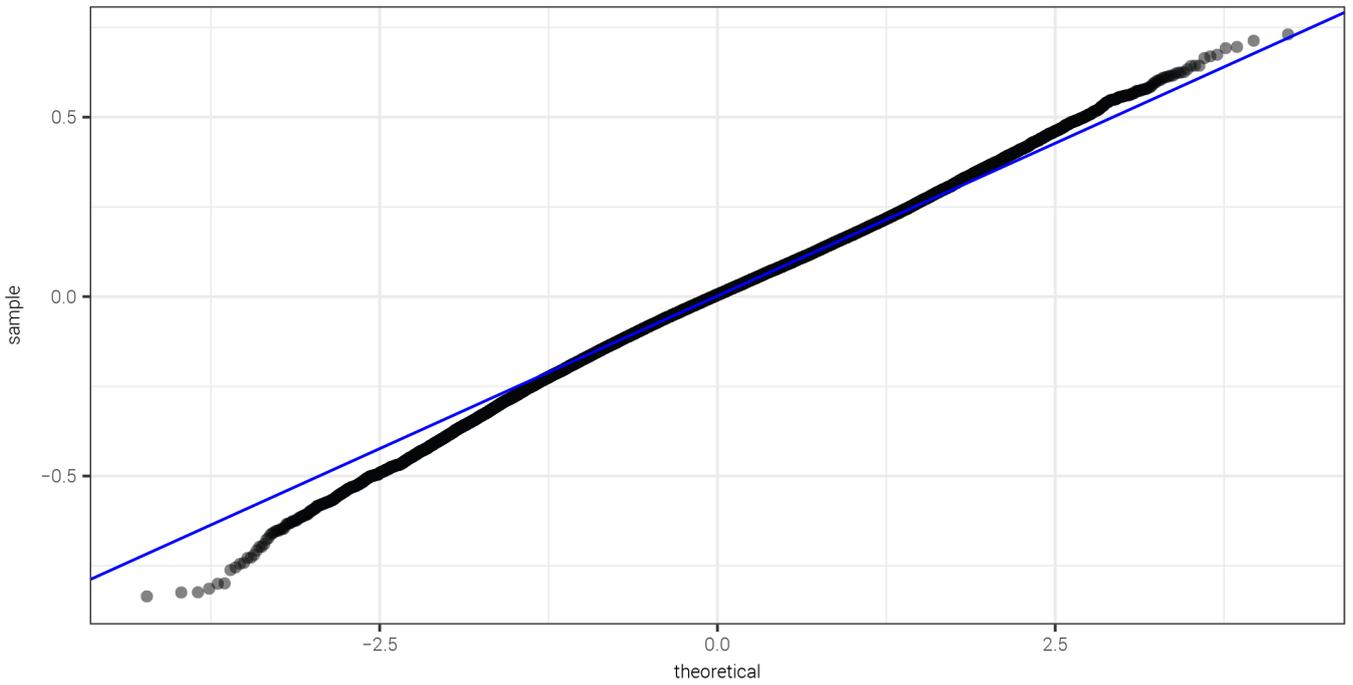


Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Diagnostic des résidus : normal Q-Q plot

G 48

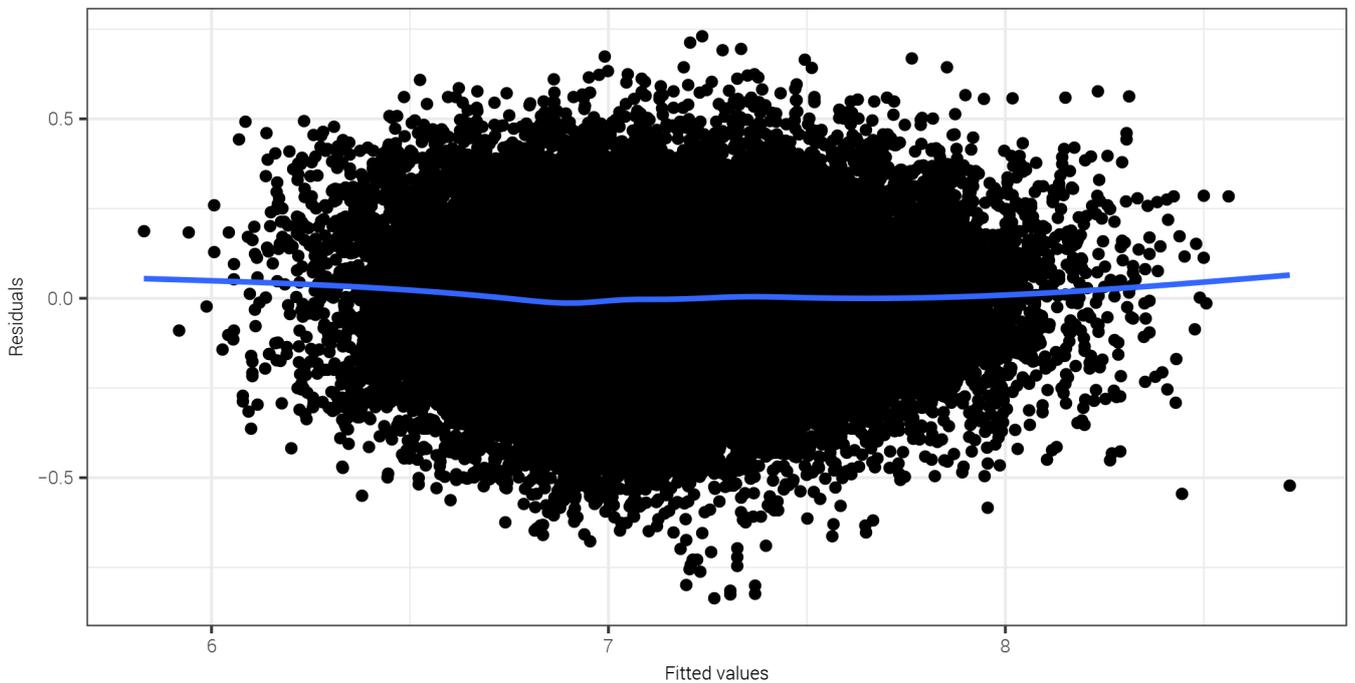


Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Diagnostic des résidus : residuals vs fitted values

G 49



Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Performance du modèle

La performance du modèle peut être évaluée «in-sample» ou «out-of-sample» au moyen de différentes statistiques. La méthode in-sample évalue la précision du modèle sur l'ensemble du jeu de données, tandis que la méthode out-of-sample réestime les coefficients du modèle sur une fraction du jeu et évalue leur précision sur les observations laissées hors de l'estimation. Les résultats de l'analyse in-sample et la moyenne des résultats de l'analyse out-of-sample avec 10 échantillonnages sont présentés dans le Tableau T4. La Figure 50 présente les loyers relevés par rapport aux loyers estimés par le modèle, en unité logarithmique.

### Performance du modèle

T4

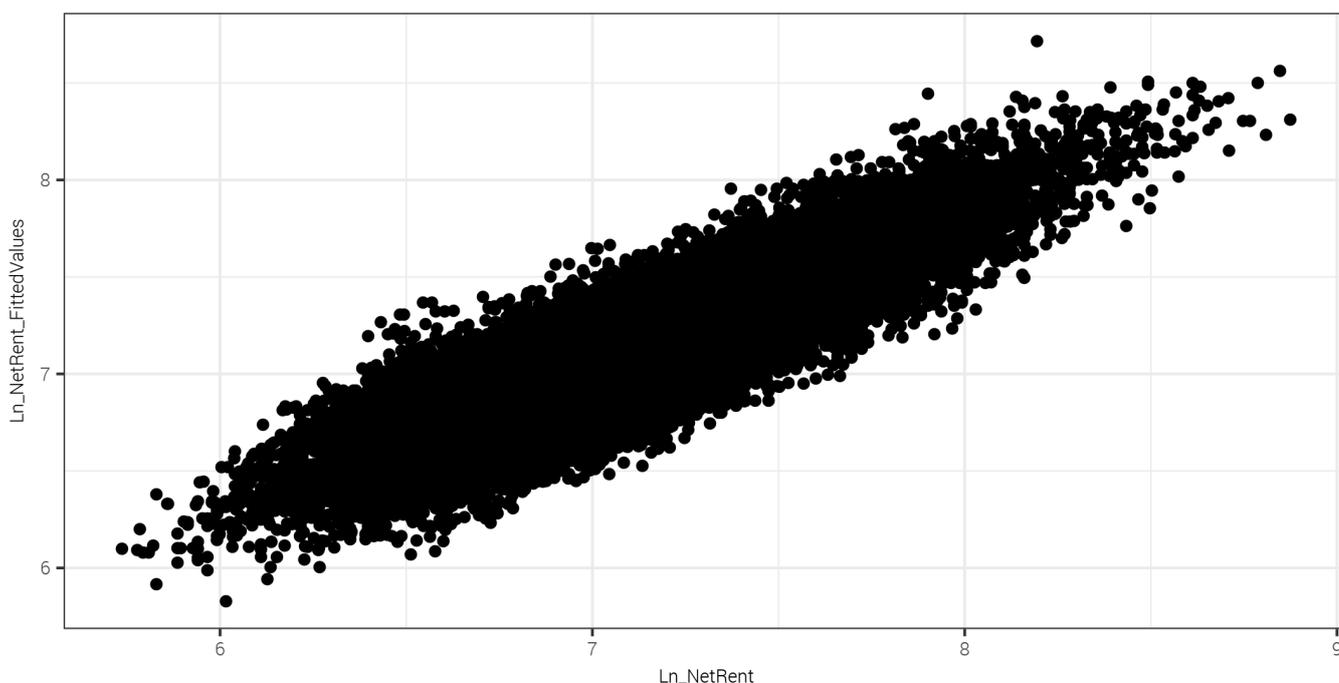
Type d'évaluation	R <sup>2</sup> adj.	MAE	RMSE	MAE en CHF	RMSE en CHF
In-sample	0,7890	0,1417	0,1815	197 CHF	269 CHF
Out-of-sample	0,7884	0,1421	0,1820	197 CHF	270 CHF

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

### Loyers observés et loyers prédits, en unité logarithmique

G 50



Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

# Conclusion

Le nouveau modèle hédonique se base sur plus de 41 500 observations de l'indice des loyers de 2014 à 2018, additionnées de variables géolocalisées fournies par différents offices et administrations de la Confédération. Les données brutes de l'indice des loyers ont été traitées afin d'être exploitables pour la modélisation, enrichies avec des données géolocalisées et choisies pour la modélisation face à une source de données alternative. Le modèle hédonique a été élaboré par sélection raisonnée parmi des milliers de modèles candidats puis par affinement minutieux, de manière à obtenir les meilleurs résultats en termes de capacité prédictive et de respect des hypothèses de base de la régression linéaire. Il a finalement été examiné par un expert international reconnu. Le nouveau modèle hédonique des loyers permet ainsi d'actualiser l'ajustement de qualité de l'indice des loyers nécessaire au contrôle des différences de qualité des logements lors du renouvellement de l'échantillon. Il est basé sur des données plus récentes, des variables additionnelles, des données géographiques désagrégées, et offre un meilleur pouvoir explicatif que le modèle précédent.



# Annexe

## Annexe 1 Définitions algébriques

### R<sup>2</sup> ajusté

$$R^2 \text{ adj.} = 1 - \left[ \frac{\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}\right) (n-1)}{n-k-1} \right]$$

avec  $\hat{y}_i$  le loyer estimé du logement  $i$ ,  
 $\bar{y}$  le loyer moyen de l'échantillon,  
 $y_i$  le loyer du logement  $i$ ,  
 $n$  le nombre de logements dans l'échantillon,  
 $k$  le nombre de paramètres du modèle.

### Critère d'information d'Akaike

$$AIC = 2k - 2\ln(\hat{L})$$

avec  $k$  le nombre de paramètres du modèle,  
 $\hat{L}$  le maximum de la fonction  
de vraisemblance du modèle.

### Critère d'information bayésien

$$BIC = \ln(n) k - 2\ln(\hat{L})$$

avec  $n$  le nombre de logements dans l'échantillon,  
 $k$  le nombre de paramètres du modèle,  
 $\hat{L}$  le maximum de la fonction  
de vraisemblance du modèle.

### Erreur absolue moyenne

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i|$$

avec  $\hat{y}_i$  le loyer estimé du logement  $i$ ,  
 $y_i$  le loyer du logement  $i$ ,  
 $n$  le nombre de logements dans l'échantillon.

### Erreur quadratique moyenne

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

avec  $\hat{y}_i$  le loyer estimé du logement  $i$ ,  
 $y_i$  le loyer du logement  $i$ ,  
 $n$  le nombre de logements dans l'échantillon.

### Distance de Cook

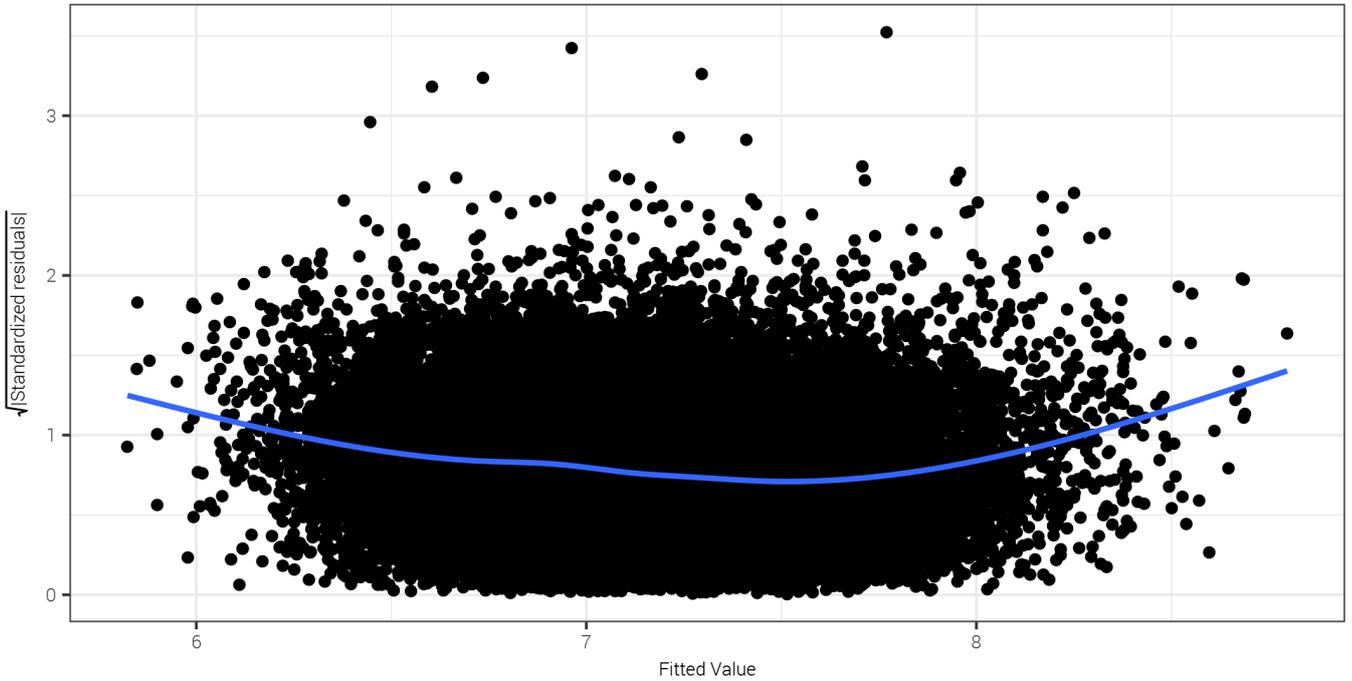
$$D_j = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \hat{y}_{i(j)})^2}{k \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}$$

avec  $\hat{y}_i$  le loyer estimé du logement  $i$ ,  
 $\hat{y}_{i(j)}$  le loyer estimé du logement  $i$   
à partir du modèle ajusté sans l'observation  $j$ ,  
 $k$  le nombre de paramètres du modèle.

## Annexe 2 Résidus avant exclusion des données influentes

Diagnostic des résidus avant exclusion des données influentes : scale-location plot

G 51

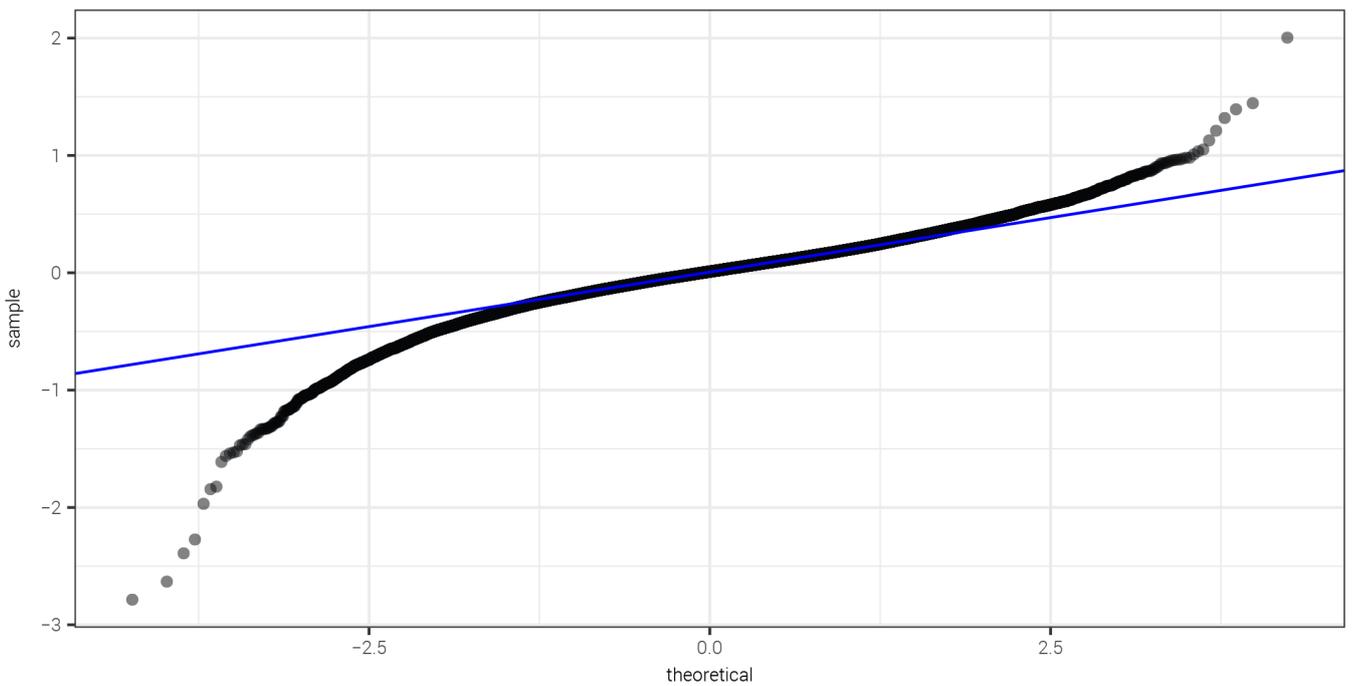


Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

Diagnostic des résidus avant exclusion des données influentes : normal Q-Q plot

G 52

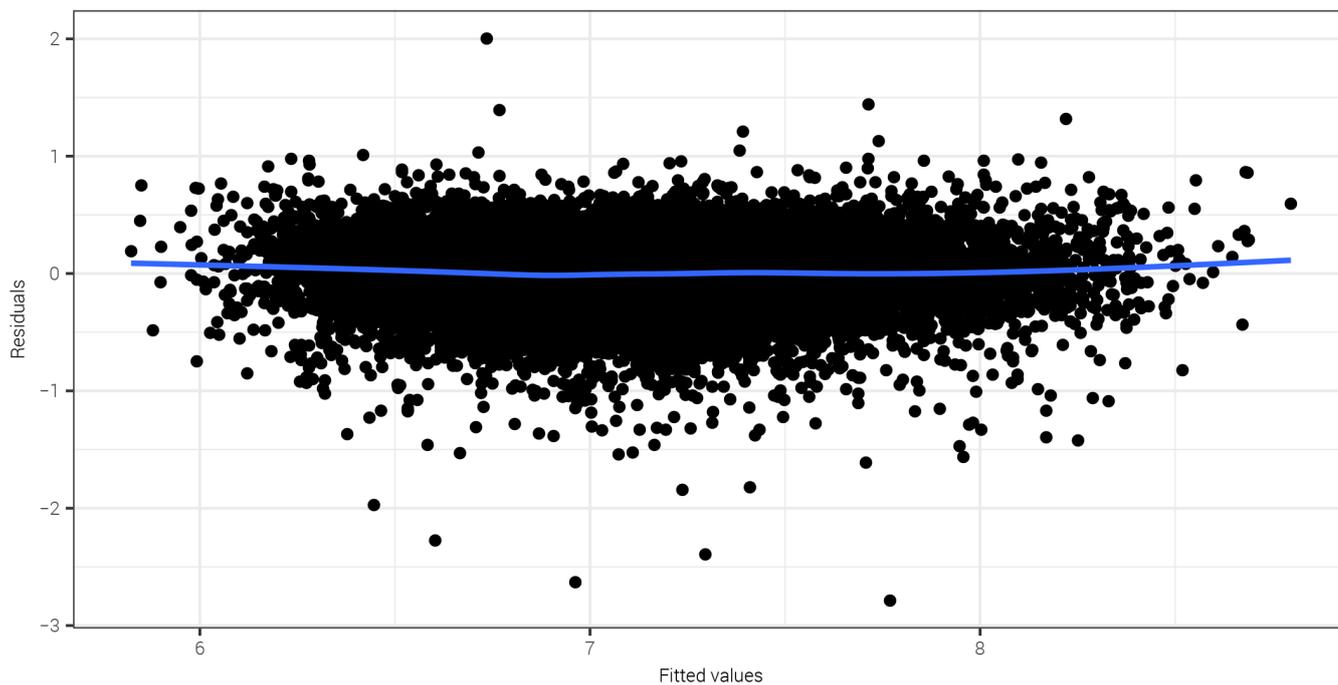


Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Diagnostic des résidus avant exclusion des données influentes : residuals vs fitted values

G 53



Source: OFS - Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Annexe 3 Nomenclature

### Nomenclature des variables du modèle

Nom de la variable	Description
(Intercept)	Ordonnée à l'origine du modèle
BuildingAge	Age du logement en années au moment du relevé depuis sa construction
BuildingAge^2	Age du logement en années au moment du relevé depuis sa construction élevé au carré
NumberOfRooms2	Logement de 2 pièces
NumberOfRooms3	Logement de 3 pièces
NumberOfRooms4	Logement de 4 pièces
NumberOfRooms5	Logement de 5 pièces
NumberOfRooms6	Logement de 6 pièces
NumberOfRooms7 or more	Logement de 7 pièces ou plus
LivingArea	Surface du logement en m <sup>2</sup>
LivingArea^2	Surface du logement en m <sup>2</sup> élevé au carré
Floor2nd floor	Logement situé au 2 <sup>ème</sup> étage
Floor3rd floor	Logement situé au 3 <sup>ème</sup> étage
Floor4th floor	Logement situé au 4 <sup>ème</sup> étage
Floor5th floor or above	Logement situé au 5 <sup>ème</sup> étage ou plus
FloorHouse	Maison individuelle
NumberOfParkingSpaces1	Un garage inclus dans le loyer net du logement
NumberOfParkingSpaces2 or more	Deux garages ou plus inclus dans le loyer net du logement
PenthouseYes	Logement en attique (avec une toiture-terrasse)
DuplexYes	Logement en duplex (sur deux étages)
AgeOfLeaseAgreement	Age du bail en cours en années au moment du relevé
RentalStatusConcierge	Réduction de loyer en raison d'un travail de conciergerie
RentalStatusRelative or friend	Réduction de loyer due à une relation de parenté ou d'amitié entre le locataire et le bailleur
RentalStatusSubsidized or cooperative housing	Logement de coopérateur ou subventionné
TypeOfOwnerGovernment	Logement possédé par un pouvoir public
TypeOfOwnerCooperative	Logement possédé par une coopérative
TypeOfOwnerReal estate or building company	Logement possédé par une société immobilière ou de construction
TypeOfOwnerPension, insurance or investment fund	Logement possédé par une caisse de pension, une assurance, ou un fonds de placement
TypeOfOwnerUnknown	Logement possédé par un type de propriétaire inconnu
Year2017	Année de relevé du loyer 2017
Year2016	Année de relevé du loyer 2016
Year2015	Année de relevé du loyer 2015
Year2014	Année de relevé du loyer 2014
CantonAI	Logement situé dans le canton d'Appenzell Rhodes-Intérieures
CantonAR	Logement situé dans le canton d'Appenzell Rhodes-Extérieures
CantonBasel	Logement situé en ville de Bâle

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Nomenclature des variables du modèle (Suite)

Nom de la variable	Description
CantonBE	Logement situé dans le canton de Berne, hormis ville de Berne
CantonBern	Logement situé en ville de Berne
CantonBL	Logement situé dans le canton de Bâle-Campagne
CantonBS	Logement situé dans le canton de Bâle-Ville, hormis ville de Bâle
CantonFR	Logement situé dans le canton de Fribourg
CantonGE	Logement situé dans le canton de Genève, hormis ville de Genève
CantonGenève	Logement situé en ville de Genève
CantonGL	Logement situé dans le canton de Glaris
CantonGR	Logement situé dans le canton des Grisons
CantonJU	Logement situé dans le canton du Jura
CantonLausanne	Logement situé en ville de Lausanne
CantonLU	Logement situé dans le canton de Lucerne
CantonNE	Logement situé dans le canton de Neuchâtel
CantonNW	Logement situé dans le canton de Nidwald
CantonOW	Logement situé dans le canton d'Obwald
CantonSG	Logement situé dans le canton de Saint-Gall
CantonSH	Logement situé dans le canton de Schaffhouse
CantonSO	Logement situé dans le canton de Soleure
CantonSZ	Logement situé dans le canton de Schwytz
CantonTG	Logement situé dans le canton de Thurgovie
CantonTI	Logement situé dans le canton du Tessin
CantonUR	Logement situé dans le canton d'Uri
CantonVD	Logement situé dans le canton de Vaud, hormis ville de Lausanne
CantonVS	Logement situé dans le canton du Valais
CantonZG	Logement situé dans le canton de Zoug
CantonZH	Logement situé dans le canton de Zurich, hormis ville de Zurich
CantonZürich	Logement situé en ville de Zurich
MunicipalityType2	Logement situé dans une commune urbaine d'une agglomération moyenne
MunicipalityType3	Logement situé dans une commune urbaine d'une petite ou hors agglomération
MunicipalityType4	Logement situé dans une commune périurbaine de forte densité
MunicipalityType5	Logement situé dans une commune périurbaine de moyenne densité
MunicipalityType6	Logement situé dans une commune périurbaine de faible densité
MunicipalityType7	Logement situé dans une commune d'un centre rural
MunicipalityType8	Logement situé dans une commune rurale en situation centrale
MunicipalityType9	Logement situé dans une commune rurale périphérique
TravelTimeToCenters	Temps de trajet en minutes en transport privé vers le centre (Bâle, Berne, Genève, Lausanne, Zurich) le plus rapidement accessible
RateOfSecondHomes	Taux de résidences secondaires dans la commune où se situe le logement
TaxBurden	Moyenne de la charge fiscale en CHF dans la commune où se situe le logement

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Nomenclature des variables du modèle (Suite)

Nom de la variable	Description
NighttimeRoadNoise	Bruit en décibels du trafic routier la nuit
DaytimeTrainNoise	Bruit en décibels du trafic ferroviaire le jour
DaytimeAircraftNoiseFrom 50 to 55 dB	Bruit du trafic aérien le jour compris entre 50 et 55 décibels
DaytimeAircraftNoiseOver 55 dB	Bruit du trafic aérien le jour au-delà de 55 décibels
PublicTransportQualityA	Qualité de desserte par les transports publics de note A
PublicTransportQualityB	Qualité de desserte par les transports publics de note B
PublicTransportQualityC	Qualité de desserte par les transports publics de note C
PublicTransportQualityD	Qualité de desserte par les transports publics de note D
DistanceToLakes100 m or less	Distance au lac de 100 m ou moins
DistanceToLakesFrom 100 to 150 m	Distance au lac de 100 à 150 m
DistanceToLakesFrom 150 to 200 m	Distance au lac de 150 à 200 m
DistanceToHighVoltagePowerLines200 m or less	Distance à une ligne à haute tension de 200 m ou moins
PotentialMountainView	Potentiel de vue sur les montagnes en nombre de sommets
PotentialLakeViewFrom 1 to 5000 ha	Potentiel de vue de 1 à 5000 hectares sur les lacs
PotentialLakeViewOver 5000 ha	Potentiel de vue de plus de 5000 hectares sur les lacs
Slope	Pente du terrain où se situe le logement en degrés
LivingArea:MunicipalityType2	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la localisation du logement dans une commune urbaine d'une agglomération moyenne
LivingArea:MunicipalityType3	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la localisation du logement dans une commune urbaine d'une petite ou hors agglomération
LivingArea:MunicipalityType4	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la localisation du logement dans une commune périurbaine de forte densité
LivingArea:MunicipalityType5	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la localisation du logement dans une commune périurbaine de moyenne densité
LivingArea:MunicipalityType6	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la localisation du logement dans une commune périurbaine de faible densité
LivingArea:MunicipalityType7	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la localisation du logement dans une commune d'un centre rural
LivingArea:MunicipalityType8	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la localisation du logement dans une commune rurale en situation centrale
LivingArea:MunicipalityType9	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la localisation du logement dans une commune rurale périphérique
LivingArea:PenthouseYes	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la structure du logement en attique (avec une toiture-terrasse)
LivingArea:DuplexYes	Interaction entre la surface du logement en m <sup>2</sup> et la structure du logement en duplex (sur deux étages)
BuildingAge:MunicipalityType2	Interaction entre l'âge du logement en années et la localisation du logement dans une commune urbaine d'une agglomération moyenne
BuildingAge:MunicipalityType3	Interaction entre l'âge du logement en années et la localisation du logement dans une commune urbaine d'une petite ou hors agglomération
BuildingAge:MunicipalityType4	Interaction entre l'âge du logement en années et la localisation du logement dans une commune périurbaine de forte densité
BuildingAge:MunicipalityType5	Interaction entre l'âge du logement en années et la localisation du logement dans une commune périurbaine de moyenne densité
BuildingAge:MunicipalityType6	Interaction entre l'âge du logement en années et la localisation du logement dans une commune périurbaine de faible densité

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

## Nomenclature des variables du modèle (Fin)

Nom de la variable	Description
BuildingAge:MunicipalityType7	Interaction entre l'âge du logement en années et la localisation du logement dans une commune d'un centre rural
BuildingAge:MunicipalityType8	Interaction entre l'âge du logement en années et la localisation du logement dans une commune rurale en situation centrale
BuildingAge:MunicipalityType9	Interaction entre l'âge du logement en années et la localisation du logement dans une commune rurale périphérique
BuildingAge:PenthouseYes	Interaction entre l'âge du logement en années et la structure du logement en attique (avec une toiture-terrasse)
BuildingAge:DuplexYes	Interaction entre l'âge du logement en années et la structure du logement en duplex (sur deux étages)
MunicipalityType2:Slope	Interaction entre la localisation du logement dans une commune urbaine d'une agglomération moyenne et la pente du terrain en degrés
MunicipalityType3:Slope	Interaction entre la localisation du logement dans une commune urbaine d'une petite ou hors agglomération et la pente du terrain en degrés
MunicipalityType4:Slope	Interaction entre la localisation du logement dans une commune périurbaine de forte densité et la pente du terrain en degrés
MunicipalityType5:Slope	Interaction entre la localisation du logement dans une commune périurbaine de moyenne densité et la pente du terrain en degrés
MunicipalityType6:Slope	Interaction entre la localisation du logement dans une commune périurbaine de faible densité et la pente du terrain en degrés
MunicipalityType7:Slope	Interaction entre la localisation du logement dans une commune d'un centre rural et la pente du terrain en degrés
MunicipalityType8:Slope	Interaction entre la localisation du logement dans une commune rurale en situation centrale et la pente du terrain en degrés
MunicipalityType9:Slope	Interaction entre la localisation du logement dans une commune rurale périphérique et la pente du terrain en degrés
MunicipalityType2:RateOfSecondHomes	Interaction entre la localisation du logement dans une commune urbaine d'une agglomération moyenne et le taux de résidences secondaires dans la commune
MunicipalityType3:RateOfSecondHomes	Interaction entre la localisation du logement dans une commune urbaine d'une petite ou hors agglomération et le taux de résidences secondaires dans la commune
MunicipalityType4:RateOfSecondHomes	Interaction entre la localisation du logement dans une commune périurbaine de forte densité et le taux de résidences secondaires dans la commune
MunicipalityType5:RateOfSecondHomes	Interaction entre la localisation du logement dans une commune périurbaine de moyenne densité et le taux de résidences secondaires dans la commune
MunicipalityType6:RateOfSecondHomes	Interaction entre la localisation du logement dans une commune périurbaine de faible densité et le taux de résidences secondaires dans la commune
MunicipalityType7:RateOfSecondHomes	Interaction entre la localisation du logement dans une commune d'un centre rural et le taux de résidences secondaires dans la commune
MunicipalityType8:RateOfSecondHomes	Interaction entre la localisation du logement dans une commune rurale en situation centrale et le taux de résidences secondaires dans la commune
MunicipalityType9:RateOfSecondHomes	Interaction entre la localisation du logement dans une commune rurale périphérique et le taux de résidences secondaires dans la commune

Source: OFS – Indice suisse des prix à la consommation (IPC)

© OFS 2022

# Bibliographie

- Administration fédérale des contributions. (2021, 02 16). *Charge fiscale en Suisse*. Administration fédérale des contributions: [www.estv.admin.ch/estv/fr/home/allgemein/steuerstatistiken/fachinformationen/steuerbelastungen/steuerbelastung.html](http://www.estv.admin.ch/estv/fr/home/allgemein/steuerstatistiken/fachinformationen/steuerbelastungen/steuerbelastung.html)
- Agence européenne pour l'environnement. (2021, 02 16). *Copernicus Land Monitoring Service*. European Environment Agency: [www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem](http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem)
- Cook, R. (1977). *Detection of Influential Observation in Linear Regression*. *Technometrics*, 19(1), 15–18.
- Eurostat. (2017). *Technical manual on Owner-Occupied Housing and House Price Indices*. Luxembourg: Eurostat.
- Lüscher, A., Salvi, M., Bröhl, A., & Horehájová, A. (2010). *Qualitätsbereinigung im Mietpreisindex: Schlussbericht*. Financial Engineering Immobilien. Zürich: Zürcher Kantonalbank.
- Matthey, C., Becker Vermeulen, C., & Corti, M. (2014). *Limites et portée de l'ajustement hédonique au sein de l'indice des loyers*. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.
- Office fédéral de la statistique. (2007). *Enquête de structure sur les loyers 2003, résultats détaillés*. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.
- Office fédéral de la statistique. (2017). *Niveaux géographiques de la Suisse: Typologie des communes et typologie urbain-rural 2012*. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.
- Office fédéral de la statistique. (2019). *Conception détaillée, Indice des prix à la consommation, révision 2020*. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.
- Office fédéral de la statistique. (2020). *Schweizerischer Wohnimmobilienpreisindex: Qualitätsbereinigungsverfahren*. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.
- Office fédéral de l'aviation civile. (2021, 02 16). *Cadastre d'exposition au bruit*. Office fédéral de l'aviation civile: [www.bazl.admin.ch/bazl/fr/home/politique/environnement/bruit/Cadastre\\_dexposition\\_au\\_bruit.html](http://www.bazl.admin.ch/bazl/fr/home/politique/environnement/bruit/Cadastre_dexposition_au_bruit.html)
- Office fédéral de l'environnement. (2021, 02 16). *Bruit: Données, indicateurs et cartes*. Office fédéral de l'environnement: [www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/bruit/etat.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/bruit/etat.html)
- Office fédéral du développement territorial. (2010). *Desserte et accessibilité en Suisse avec les transports publics et le trafic individuel motorisé*. Berne: Office fédéral du développement territorial.
- Office fédéral du développement territorial. (2017). *Loi sur les résidences secondaires: Notice explicative sur l'inventaire des logements*. Berne: Office fédéral du développement territorial.
- Office fédéral du développement territorial. (2021, 02 16). *Desserte en Suisse: temps de parcours*. Office fédéral du développement territorial: [www.are.admin.ch/are/fr/home/mobilite/bases-et-donnees/desserte-en-suisse.html](http://www.are.admin.ch/are/fr/home/mobilite/bases-et-donnees/desserte-en-suisse.html)
- Rosen, S. (1974). *Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition*. *The Journal of Political Economy*, 82(2), 34–55.
- Silver, M. (2020). *Report to the Swiss Federal Statistical Office (FSO) on two hedonic models: the residential property (house) price index (RPPI) and the rent price index (RPI)*.
- Wooldridge, J. (2012). *Introductory Econometrics, A Modern Approach* (5th Ed.). Mason, USA: South-Western Cengage Learning.



# Programme des publications de l'OFS

**En tant que service statistique central de la Confédération, l'Office fédéral de la statistique (OFS) a pour tâche de rendre les informations statistiques accessibles à un large public. Il utilise plusieurs moyens et canaux pour diffuser ses informations statistiques par thème.**

## Les domaines statistiques

- 00 Bases statistiques et généralités
- 01 Population
- 02 Espace et environnement
- 03 Travail et rémunération
- 04 Économie nationale
- 05 Prix
- 06 Industrie et services
- 07 Agriculture et sylviculture
- 08 Énergie
- 09 Construction et logement
- 10 Tourisme
- 11 Mobilité et transports
- 12 Monnaie, banques, assurances
- 13 Sécurité sociale
- 14 Santé
- 15 Éducation et science
- 16 Culture, médias, société de l'information, sport
- 17 Politique
- 18 Administration et finances publiques
- 19 Criminalité et droit pénal
- 20 Situation économique et sociale de la population
- 21 Développement durable, disparités régionales et internationales

## Les principales publications générales

### L'Annuaire statistique de la Suisse



L'Annuaire statistique de la Suisse de l'OFS constitue depuis 1891 l'ouvrage de référence de la statistique suisse. Il englobe les principaux résultats statistiques concernant la population, la société, l'État, l'économie et l'environnement de la Suisse.

### Le Mémento statistique de la Suisse



Le mémento statistique résume de manière concise et attrayante les principaux chiffres de l'année. Cette publication gratuite de 52 pages au format A6/5 est disponible en cinq langues (français, allemand, italien, romanche et anglais).

## Le site Internet de l'OFS: [www.statistique.ch](http://www.statistique.ch)

Le portail «Statistique suisse» est un outil moderne et attrayant vous permettant d'accéder aux informations statistiques actuelles. Nous attirons ci-après votre attention sur les offres les plus prisées.

### La banque de données des publications pour des informations détaillées

Presque tous les documents publiés par l'OFS sont disponibles gratuitement sous forme électronique sur le portail Statistique suisse ([www.statistique.ch](http://www.statistique.ch)). Pour obtenir des publications imprimées, vous pouvez passer commande par téléphone (058 463 60 60) ou par e-mail ([order@bfs.admin.ch](mailto:order@bfs.admin.ch)).  
[www.statistique.ch](http://www.statistique.ch) → Trouver des statistiques → Catalogues et banques de données → Publications

### Vous souhaitez être parmi les premiers informés?



Abonnez-vous à un Newsmail et vous recevrez par e-mail des informations sur les résultats les plus récents et les activités actuelles concernant le thème de votre choix.  
[www.news-stat.admin.ch](http://www.news-stat.admin.ch)

### STAT-TAB: la banque de données statistiques interactive



La banque de données statistiques interactive vous permet d'accéder simplement aux résultats statistiques dont vous avez besoin et de les télécharger dans différents formats.  
[www.stattab.bfs.admin.ch](http://www.stattab.bfs.admin.ch)

### Statatlas Suisse: la banque de données régionale avec ses cartes interactives



L'atlas statistique de la Suisse, qui compte plus de 4500 cartes, est un outil moderne donnant une vue d'ensemble des thématiques régionales traitées en Suisse dans les différents domaines de la statistique publique.  
[www.statatlas-suisse.admin.ch](http://www.statatlas-suisse.admin.ch)

## Pour plus d'informations

### Centre d'information statistique

058 463 60 11, [info@bfs.admin.ch](mailto:info@bfs.admin.ch)

L'indice des loyers du logement représente la part la plus importante du panier-type de l'indice des prix à la consommation (IPC). Depuis 2011, un ajustement hédonique est effectué dans l'indice des loyers du logement pour gérer les différences de qualité des logements lors du renouvellement de l'échantillon. Cet ajustement de qualité repose sur un modèle qui exprime le loyer en fonction des différentes caractéristiques du logement. Dans le cadre de la révision 2020 de l'IPC, une nouvelle modélisation a été effectuée. Elle se base sur des données plus récentes, des variables additionnelles, des données géographiques désagrégées, et offre un meilleur pouvoir explicatif que le modèle précédent. Cet article décrit les données, la méthodologie et la forme finale du nouveau modèle hédonique des loyers.

#### En ligne

[www.statistique.ch](http://www.statistique.ch)

#### Imprimés

[www.statistique.ch](http://www.statistique.ch)

Office fédéral de la statistique

CH-2010 Neuchâtel

[order@bfs.admin.ch](mailto:order@bfs.admin.ch)

tél. 058 463 60 60

#### Numéro OFS

2119-2200

#### ISBN

978-3-303-05773-5

---

**La statistique** [www.la-statistique-compte.ch](http://www.la-statistique-compte.ch)  
**compte pour vous.**