



# ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ AUX INONDATIONS

RAPPORT PUBLIC POUR LA VILLE DE SAINT-RAYMOND  
NOVEMBRE 2017



### Nom de la chercheuse principale :

**Isabelle Thomas**, Professeure titulaire, Université de Montréal  
isabelle.thomas.1@umontreal.ca

**Source photographique :** Toutes les photographies utilisées dans ce document ont été gracieusement offertes par la **CAPSA** (<http://www.capsa-org.com/>).

### Nom des chercheurs/étudiants associés :

Jonathan Hume, étudiant à la maîtrise, Université de Montréal ;  
Coralie Auboeuf, étudiante à la maîtrise, Université de Montréal ;  
Camille Auble, étudiant au baccalauréat, Université de Montréal ;  
Noé Bünzli, étudiant à la maîtrise, Université de Montréal ;  
Nathalie Frances, étudiante à la maîtrise, Université de Montréal ;  
Alexandre Gagnon, étudiant au baccalauréat, Université de Montréal ;  
Jessie Larouche Couture, étudiante à la maîtrise, Université de Montréal ;  
Charlotte Savy, étudiante à la maîtrise, Université de Montréal.

Le présent document est une **version abrégée du Rapport technique** (Thomas & al., 2017) remis au ministère de la Sécurité publique et à la municipalité de Saint-Raymond, produit dans le cadre d'un projet visant à développer un outil d'analyse de la vulnérabilité face aux inondations

Ce projet a été financé par une mesure du ministère de la Sécurité publique relevant du *Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques*, financé par le *Fonds vert* du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

Ce projet a été réalisé avec la participation et la coordination de M. Pascal Marceau, du ministère de la Sécurité publique, et coordonnateur du Groupe de travail Inondation du Comité sur la prévention des sinistres naturels de l'Organisation de la sécurité civile du Québec.





# TABLE DES MATIÈRES

## **Contexte**

---

Objectif du rapport	1
Portrait de Saint-Raymond	2
<i>Retour sur les inondations du passé</i>	2
<i>Les efforts déjà entrepris</i>	3
Inondation de 2014 en cartes	6
Inondation de 2014 en chiffres	12

## **Résultats de l'analyse de vulnérabilité**

---

Concepts	18
<i>Le risque</i>	18
<i>L'aléa</i>	18
<i>La vulnérabilité</i>	19
<i>Gestion des risques</i>	19
Sensibilité sociale	20
Sensibilité territoriale	26
Indice de la capacité d'adaptation	32
Indice de vulnérabilité totale	34
Un commentaire sur le futur	38

# OBJECTIF DU RAPPORT

Bien que l'eau soit la source de toute vie sur Terre, elle apparaît également comme la source de nombreux enjeux pour l'humanité du 21<sup>e</sup> siècle. D'une part, la croissance de la population a mené à une densification et un étalement des zones urbanisées dans certains territoires à risques d'inondation. D'autre part, les changements climatiques sont venus perturber les précipitations et les saisons, causant une augmentation dans l'irrégularité et la gravité des catastrophes naturelles. La conjonction de ces deux phénomènes a engendré des défis importants pour les sociétés modernes, alors qu'elles font face à la fois à un accroissement des risques et à une augmentation des coûts économiques, sociaux et environnementaux qui en découlent.

Au Québec, l'abondance des plans d'eau et rivières rend le territoire particulièrement exposé aux événements d'inondation. En effet, l'eau recouvre près de 22 % du territoire québécois et les divers affluents se comptent par milliers (gouvernement du Québec, 2014). Conscient de sa responsabilité dans les domaines de la gestion des risques et de la protection des populations, le ministère de la Sécurité publique du Québec (MSP), en collaboration avec les acteurs locaux et régionaux, assure une surveillance continue de certains cours d'eau problématiques.

Ainsi, dans le cas de la municipalité de Saint-Raymond, régulièrement soumise à des inondations, le MSP s'est associé à une équipe de recherche

dirigée par Isabelle Thomas, professeure agrégée de l'Université de Montréal, dans le but de développer une méthode d'analyse de la vulnérabilité face aux inondations. **Sous la supervision du ministère de la Sécurité publique**, avec la participation de M. Pascal Marceau, coordonnateur du Groupe de travail Inondation du Comité sur la prévention des sinistres naturels, **ce projet est le fruit d'une collaboration** entre l'équipe de Mme Thomas, l'équipe de Brian Morse de l'Université Laval, la CAPSA (*Corporation d'aménagement et de protection de la rivière Saint-Anne*, organisme du bassin versant des rivières Sainte-Anne, Portneuf et du secteur La Chevrotière), ainsi que de la municipalité de Saint-Raymond et de ses citoyens, entre autres rassemblés dans le *comité Rivière*.

**Le présent rapport est un résumé des données compilées et s'adresse avant tout aux élus, employés et citoyens de Saint-Raymond.** L'objectif principal est ainsi de permettre aux acteurs locaux d'avoir une meilleure connaissance des enjeux de la vulnérabilité de leur territoire afin d'offrir un outil pour soutenir les décisions à prendre en termes d'intervention et de prévention. Pour ce faire, une courte présentation de la municipalité et un survol des données rassemblées sur l'inondation de 2014 seront d'abord exposés. Puis, en deuxième lieu, une synthèse des résultats du travail d'analyse de la vulnérabilité de Saint-Raymond sera présentée.



# PORTAIT DE SAINT-RAYMOND

## *Retour sur les inondations du passé*

Depuis sa fondation en 1842, Saint-Raymond est régulièrement affectée par les débordements de la rivière Sainte-Anne; on dit ainsi que si elle est généralement calme, elle s'emporte souvent au printemps (Paquet & Duplain, 1984). Sa première grande « colère » mémorable remonte au printemps 1912, lorsque la fonte des neiges et de fortes précipitations la poussent hors de son lit. Les champs, jardins et habitations à proximité sont alors submergés, tandis que les dommages considérables immobilisent le village pendant plusieurs jours. Depuis, le phénomène s'est reproduit plusieurs dizaines de fois. Plus récemment, en 2014, une importante inondation causée par un embâcle a affecté près de 400 personnes, confirmant la nécessité d'identifier et de mettre en place des solutions durables et innovantes aux risques d'inondations.

Les risques spécifiques à Saint-Raymond s'expliquent par la conjonction de plusieurs facteurs. D'abord, la configuration des rivières Sainte-Anne et Bras-du-Nord joue un rôle important. En effet, la confluence des deux rivières se situe dans la partie basse du territoire urbanisé, alors qu'elles passent d'une pente forte à une pente faible au niveau du centre-ville (Ville de Saint-Raymond, 2015). Ce faisant, cette réalité géographique mène aux inondations puisqu'elle cause des hausses fréquentes du niveau d'eau. La zone généralement touchée par les inondations est donc hautement urbanisée, abritant de nombreux centres de

services, résidences et infrastructures d'importance. La hausse du niveau de la rivière a généralement quatre causes, soit : (i) les crues printanières, associées à la fonte du couvert hivernal; (ii) les crues subites et importantes durant l'été et à l'automne causées par de fortes précipitations; (iii) les refoulements causés par l'accumulation graduelle de glace lorsque le débit d'eau est bas; et (iv) les embâcles de glaces lorsque le débit hivernal augmente (Morse & Turcotte, 2014). En fait, selon l'étude de Morse et Turcotte (2014), près de 60 % des inondations ayant frappé Saint-Raymond sont associées à une accumulation de *frasil* (particules de glace entraînées par le courant) ou à un embâcle (accumulation de blocs et plaques de glace).



© CAPSA



© CAPSA



© CAPSA

### **Les efforts déjà entrepris**

Depuis la constitution de la *Corporation d'aménagement et de protection de la rivière Saint-Anne* (CAPSA), en 1995, et le rapport *Réduction du risque d'inondations causées par les glaces de la rivière Sainte-Anne à Saint-Raymond : Phase I, Identification des mesures possibles* (Morse et Turcotte, 2014), quelques mesures de protection contre les inondations ont été mises en place par la municipalité. Ainsi, la Ville de Saint-Raymond a su reconnaître le besoin d'adopter des mesures globales permettant de compléter les efforts individuels de protection engagés par les citoyens.

Après la dernière inondation de 2014, plusieurs actions ont été rapidement entreprises afin de renforcer la protection de la population. La Ville a entre autres rehaussé les murets présents, consolidé les digues existantes et retiré les amas rocheux formés autour des piliers des ponts (Tremblay, 2014). Le périmètre des clapets dans le réseau d'égouts a également été étendu.





Par la suite, d'autres mesures ont été mises en place. Par exemple, la *Pelle-Arignée*, une excavatrice légère, a été utilisée pour affaiblir le couvert de glace avant la débâcle printanière en addition au travail complété par la *Grenouille*, une excavatrice amphibie régulièrement utilisée pour briser la glace sur la rivière (Paquette, 2015). Durant l'hiver 2016, la Ville a expérimenté de nouvelles possibilités en injectant de l'eau tiède de la nappe phréatique dans la rivière, espérant ainsi créer un chenal d'évacuation d'eau sous le couvert de glace et ainsi prévenir les débordements de la rivière (Legault, 2016). Par ailleurs, la gestion stratégique des pertuis du barrage *Estacade* et la mise en place d'une estacade flottante en amont de la ville ont permis de réduire considérablement la quantité de glace s'accumulant dans le bief de la Ville. Cependant, l'hiver 2016-2017 ayant été plus doux que ceux des années précédentes, cette méthode devra faire ses preuves sous différents scénarios hivernaux.

Ce faisant, des solutions plus durables et fiables sont encore à envisager. À ce sujet, la création du *comité Rivière*, suite aux inondations de 2014, présente une opportunité unique pour Saint-Raymond. En effet, le succès de ce comité révèle l'intérêt de la communauté pour un dialogue constructif autour de la question des inondations, dont les impacts affectent durablement le quotidien des habitants de Saint-Raymond. À noter que la CAPSA, qui chapeaute le comité, lui laisse une marge d'autonomie importante, ce qui lui permet de proposer des avis indépendants et adaptés au contexte local (CAPSA, 2015). Le partenariat entre le *comité Rivière* et la Ville a mené à la mise en place d'un système d'alerte rapide qui devra, grâce à l'enregistrement par internet des résidents situés en zones inondables, une inter-

vention plus efficace auprès de ces derniers (Paquette, 2015). De plus, la création de ce formulaire d'enregistrement en ligne a rendu plus aisée la collecte de données sur les personnes touchées par les sinistres, tout en diminuant le sentiment d'abandon face aux inondations de certains résidents (Ville de Saint-Raymond, 2015 ; Paquette, 2015).

Le présent rapport s'insère donc dans un effort visant à mieux comprendre les éléments de vulnérabilités du territoire et de la population de Saint-Raymond. Il est ainsi nécessaire de bien connaître la nature du risque pour pouvoir espérer mettre en place des solutions bénéfiques à long terme et à différentes échelles.





# QUELQUES EXPLICATIONS

## ***Zone inondable et zone inondée***

Les zones inondables, soit une « étendue de terre qui devient occupée par un cours d'eau lorsque celui-ci déborde de son lit » (Centre d'expertise hydrique du Québec, CEHQ, 2003), peuvent être identifiées de diverses manières. Au Québec, la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* prévoit l'utilisation de cotes de récurrence 0-20 ans et 20-100 ans. Ces cotes correspondent « aux limites de crues qui ont respectivement 1 chance sur 20 (5 % de chance) et 1 chance sur 100 (1 % de chance) de se produire chaque année » (CEHQ, 2003). Dans le cadre de ce travail, les zones inondables tombant sous les cotes 0-20 ans et 20-100 ans ont été cartographiées afin de les confronter à la zone inondée en 2014 (voir p. 6 à 16).

## ***Résidence ou logement***

Dans ce document, les notions de « résidence » et de « logement » sont utilisées comme des unités de mesure différentes. Dans le cadre de notre analyse, le terme de « résidence » désigne donc tout bâtiment à utilisation majoritairement résidentielle. De son côté, la notion de « logement » désigne une unité d'habitation occupée ou pouvant être occupée par un ménage. Ce faisant, une résidence peut abriter plusieurs logements (ex. immeuble à appartements), mais l'inverse n'est pas vrai.



# INONDATION DE 2014 EN CARTES

L'inondation de 2014 a été le sujet de plusieurs projets visant à mieux saisir l'impact de l'évènement sur la communauté raymondoise et à explorer les besoins d'adaptation. Ce faisant, la CAPSA a mené un premier sondage auprès des citoyens de Saint-Raymond en 2014 et l'équipe de chercheurs de l'Université de Montréal a complété les connaissances grâce à un second en 2016. Les cartes suivantes permettent donc de visualiser la combinaison de ces deux sondages.

## **Figure 1. Coûts estimés des dommages encourus**

Cette carte illustre les coûts estimés des dommages matériels encourus dans le centre-ville par maille de 200 m par 200, d'après le sondage de la CAPSA. Elle permet donc de découvrir quelles zones de la ville présentent les plus grands dommages en termes de coûts économiques pour la communauté. Ainsi, on repère deux concentrations de dommages : la première se trouve près de la rue Saint-Joseph, entre les avenues de l'Hôtel de Ville et Saint-Louis ; la deuxième se situe autour du pont de l'avenue Saint-Jacques.

## **Figure 2. Nombre de personnes évacuées par les services d'urgence**

Cette carte permet d'observer dans quels secteurs du centre-ville l'intervention des services d'urgence a été nécessaire durant l'évacuation. Il est intéressant de souligner un parallèle entre cette carte et la carte précédente, alors qu'on peut observer que l'intervention des services d'urgence a été nécessaire dans les mêmes zones où les dommages ont été les plus importants.

## **Figure 3. Les résidences, les commerces et les entreprises à l'intérieur de la zone de crue 0-20 ans**

Cette carte identifie les bâtiments se trouvant en zone inondable 0-20 ans. Seulement 25 résidences et 8 commerces se trouvent dans cette zone, se concentrant surtout sur la rive nord. À noter que, dans le cadre de ce rapport, une résidence correspond à un bâtiment de fonction principalement résidentiel, abritant un ou plusieurs logements.

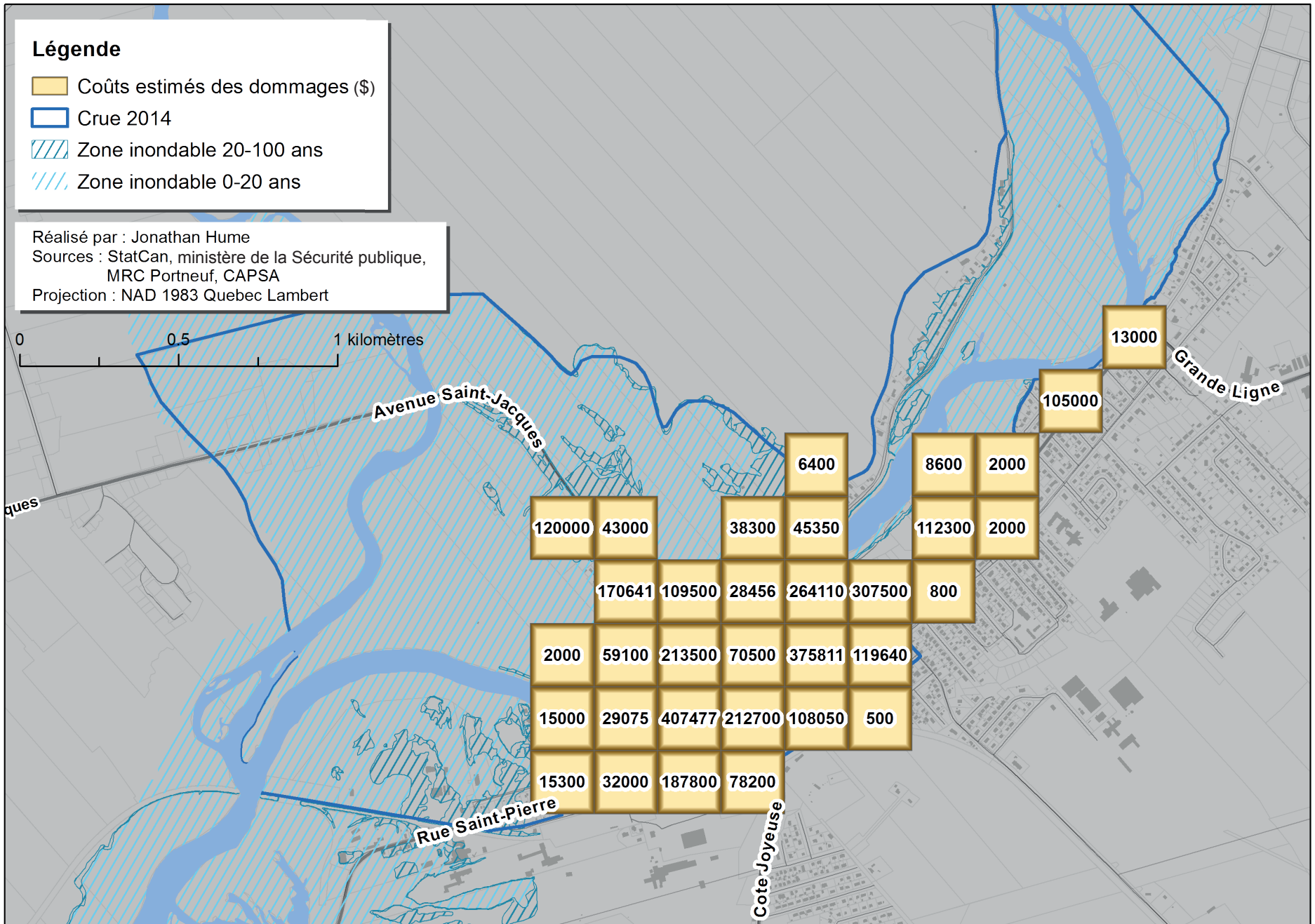
## **Figure 4. Les résidences, les commerces et les entreprises à l'intérieur de la zone de crue 20-100 ans**

Cette carte situe les 153 résidences et 16 commerces se trouvant en zone inondable 20-100 ans. Encore une fois, ils se concentrent majoritairement sur la rive nord, bien que quelques secteurs de la rive sud soient également inclus dans cette zone.

## **Figure 5. Les résidences, les commerces et les entreprises à l'intérieur de la zone de crue de 2014**

Cette dernière carte montre les résidences (466 identifiées en jaune) et les commerces (72 identifiés en orange) qui ont été affectés par l'inondation de 2014. En la comparant aux deux cartes précédentes, on découvre ainsi que l'inondation de 2014 a sévèrement touché les deux rives de la rivière Saint-Anne, affectant beaucoup plus de bâtiments que ce que l'on retrouve dans les zones inondables officielles. D'ailleurs, les données associées à ces trois cartes ont été transposées en tableaux (aux pages 12-14) afin de bien représenter l'impact de l'inondation de 2014.

**Figure 1 – Coûts estimés des dommages encourus par les résidents affectés par la crue de 2014 dans la municipalité de Saint-Raymond.**



**Figure 2 – Nombre de personnes évacuées par les services d'urgences lors de la crue de 2014 dans la municipalité de Saint-Raymond**

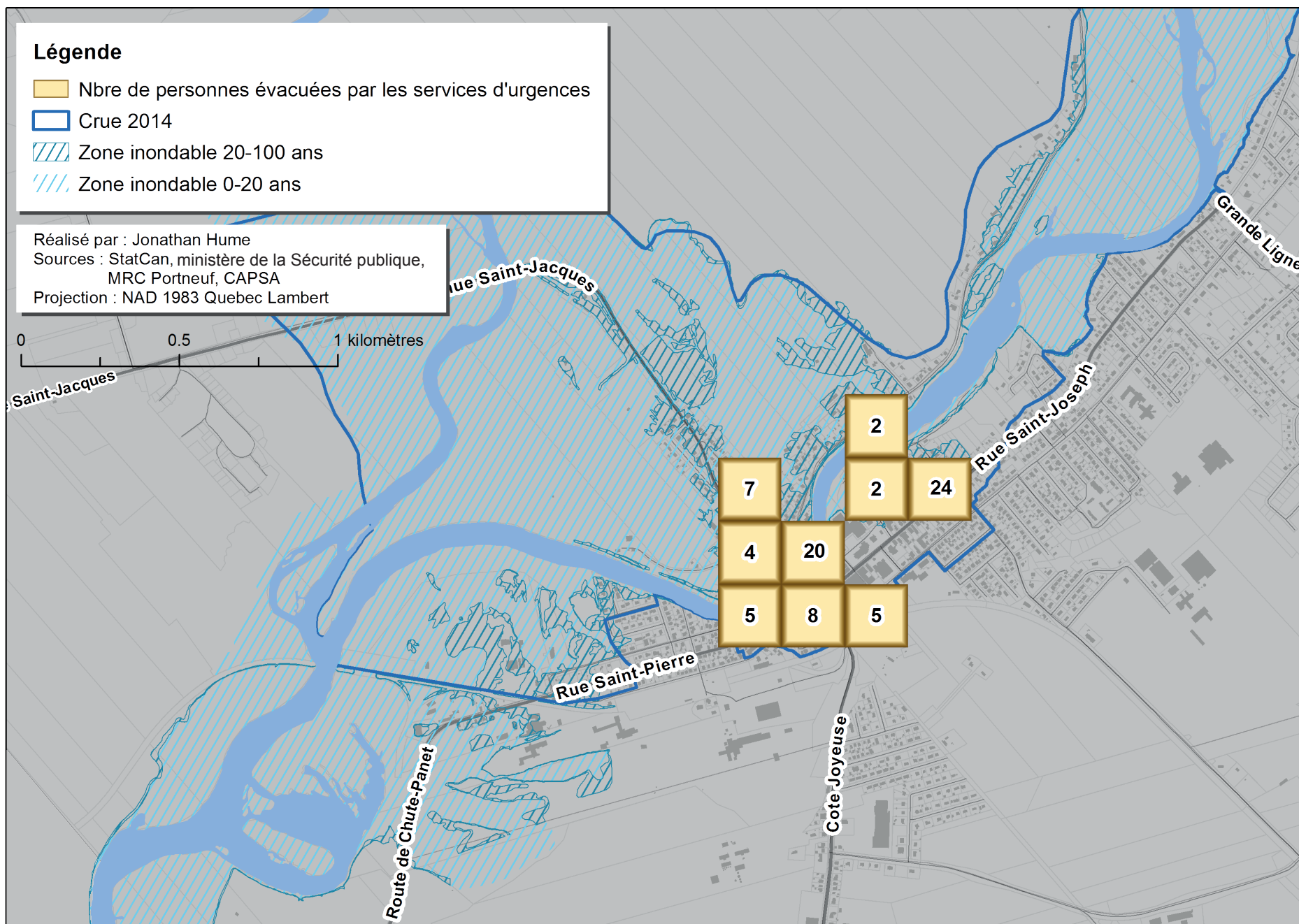


Figure 3 — Les résidences ainsi que les commerces et entreprises à l'intérieur de la zone de récurrence 0-20 ans, dans la municipalité de Saint-Raymond (2016)

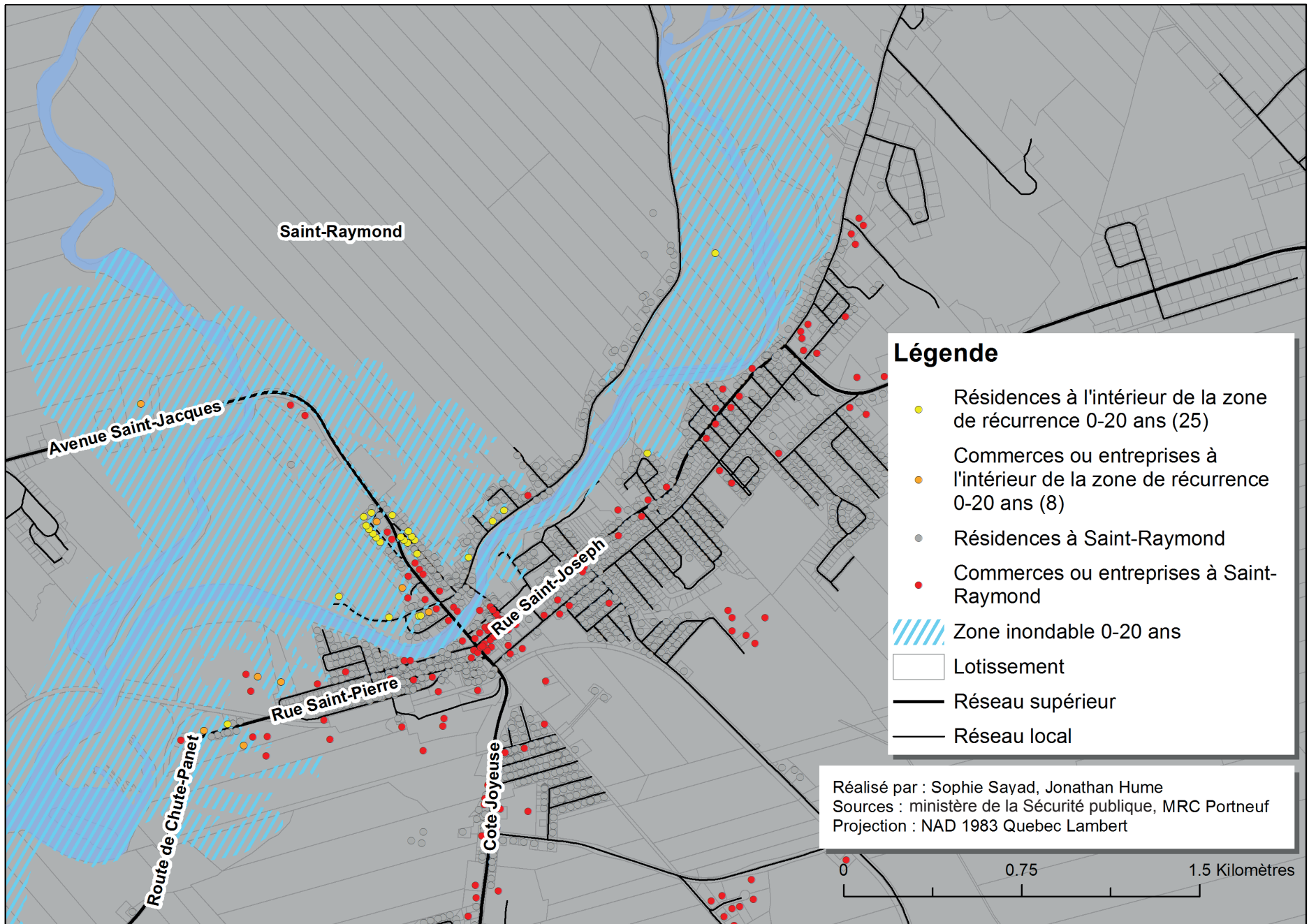
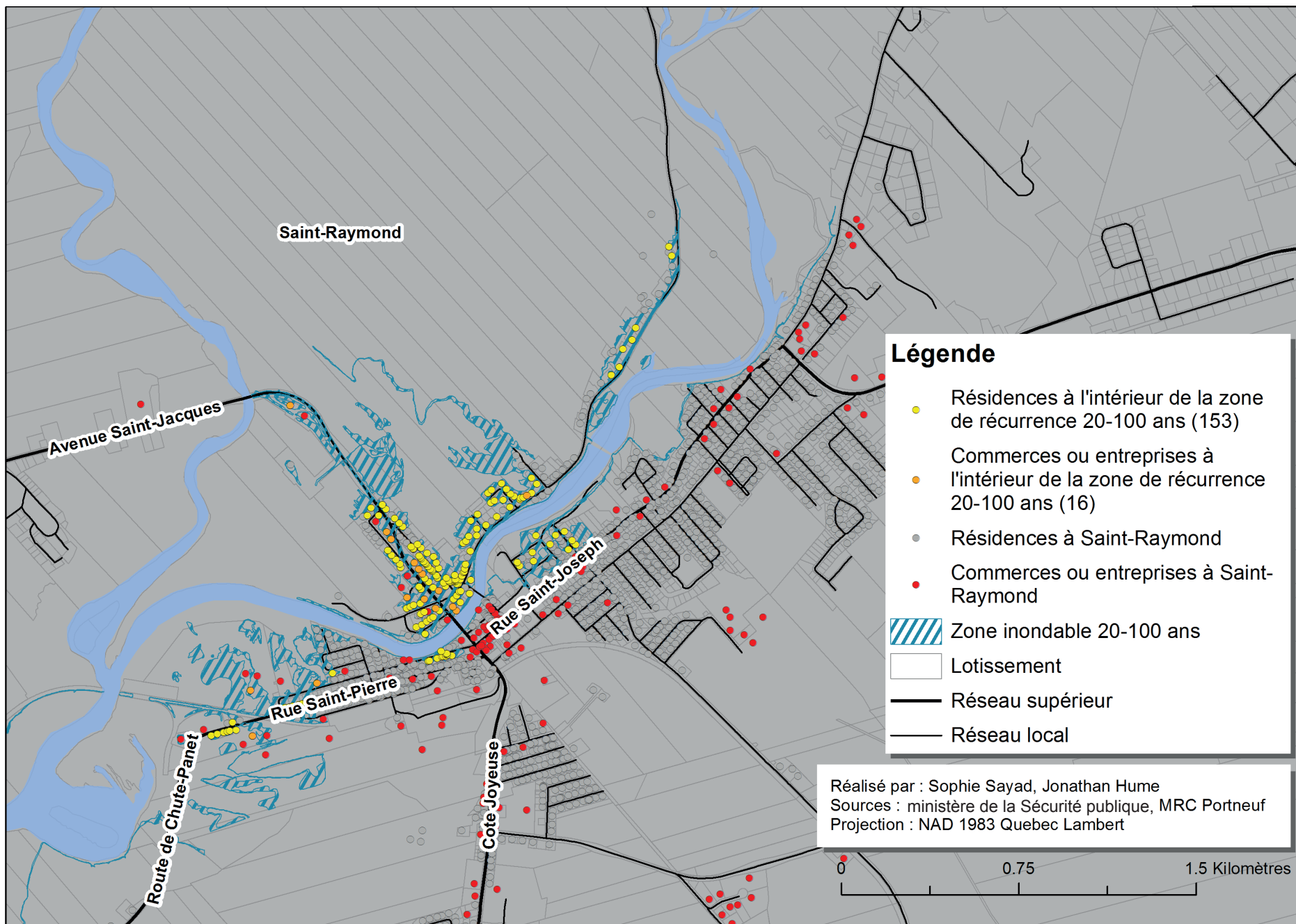
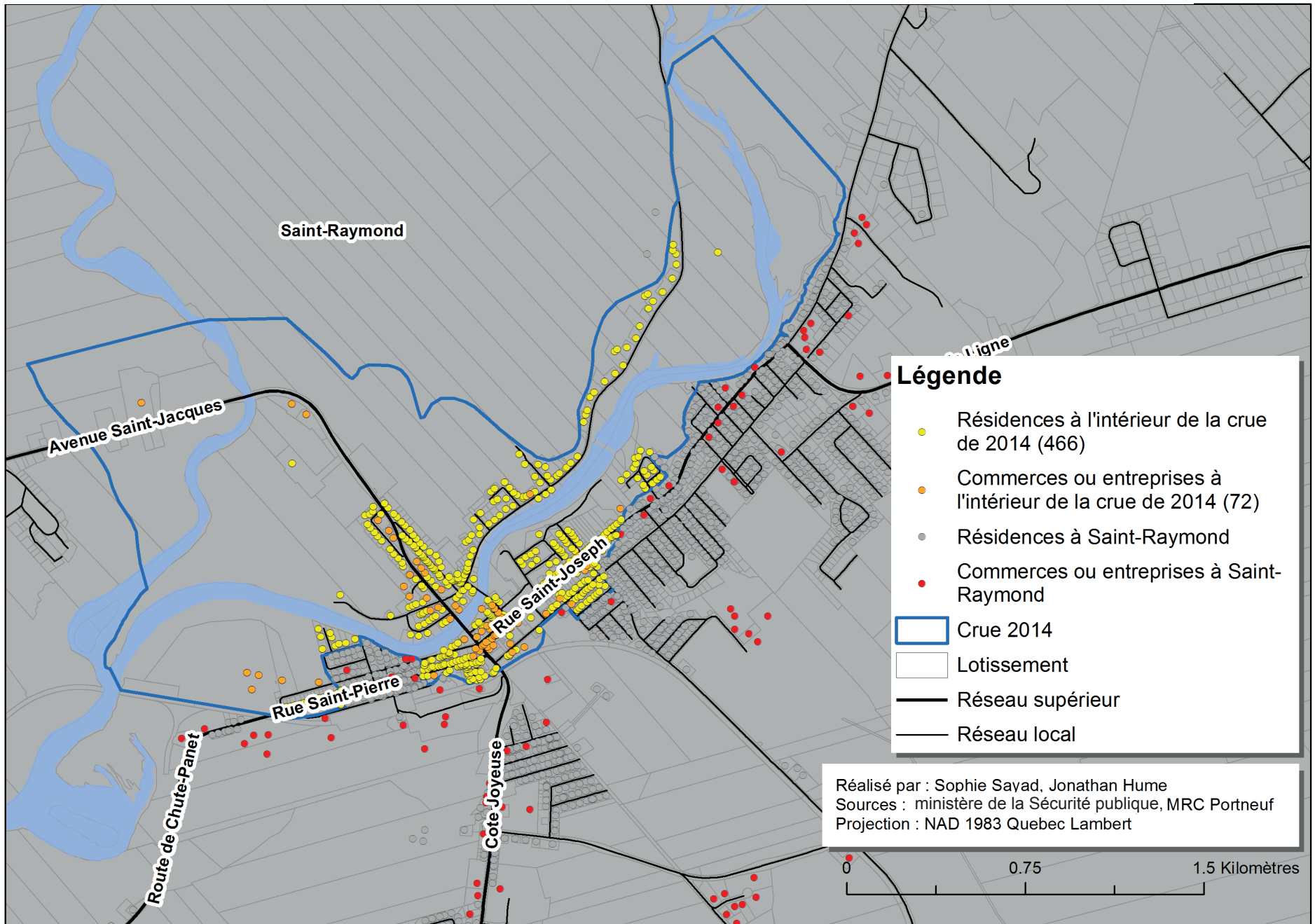


Figure 4 – Les résidences ainsi que les commerces et entreprises à l'intérieur de la zone de récurrence 20-100 ans, dans la municipalité de Saint-Raymond (2016)



**Figure 5 – Les résidences ainsi que les commerces et entreprises à l'intérieur de la zone de crue<sup>4</sup> de 2014, dans la municipalité de Saint-Raymond (2016)**



# INONDATION DE 2014 EN CHIFFRES

**Tableau 1 : Nombre de résidences, de logements et de commerces dans chaque zone inondable et dans la zone inondée en 2014, Saint-Raymond (2017)**

	Zone		
	Inondation de 2014	Zone 0-20 ans	Zone 20-100 ans
Résidences	466	25	153
Logements	977	32	373
Commerces	72	8	16

Par J.Hume & N. Bünzli, 2017

Présentant les données tirées des cartes précédentes, le tableau 1 (ci-dessus) et les tableaux 2 et 3 (pages suivantes) permettent de résumer la localisation des divers éléments territoriaux selon leur position dans les zones inondables 0-20 ans ou 20-100 ans, ainsi que dans la zone de crue de 2014. De ce fait, **on peut rapidement noter que l'inondation de 2014 a largement dépassé les limites des zones inondables officielles.**

Par exemple, près de 600 logements ne se trouvant pas en zone inondable ont été touchés. Par ailleurs, une quinzaine de centres de service et de commerces importants (épicerie, pharmacie, etc.) a également été inondée durant l'inondation de 2014, alors que seulement cinq se trouvent en zone inondable (3 en zone 0-20 ans et 2 en zone 20-100 ans).

Par ailleurs, les données à la page 15, dans les figures 6 et 7, permettent d'offrir un coup d'œil sur l'aide versée sur le territoire de Saint-Raymond par le MSP, suite aux inondations du printemps 2014.

D'abord, la figure 6 indique à qui ont été distribuées les sommes versées par le gouvernement du Québec pour aider au rétablissement de Saint-Raymond suite aux inondations d'avril 2014 (aux citoyens, à la municipalité et aux entreprises). Puis, la figure 7 indique ce à quoi les sommes versées aux résidents ont été consacrées. On remarque ainsi que plus d'un million de dollars ont été utilisés pour la réparation des dommages aux bâtiments.



**Tableau 2 : Services et commerces dans chaque zone inondable et dans la zone inondée en 2014, Saint-Raymond (2017)**

	Zone		
	Inondation de 2014	Zone 0-20 ans	Zone 20-100 ans
Hôtel de Ville	1	0	0
Épiceries	3	1	0
Caserne de pompier	1	0	1
Résidences pour aînés	4	0	1
Garderies	0	0	0
Écoles primaires	1	1	0
Écoles secondaires	0	0	0
Tours de télécommunication	0	0	0
Hôpital	0	0	0
Services de la santé	2	0	0
Pharmacie	2	0	0
Stations de service	0	0	0
Services de psychologie	1	1	0

Par J.Hume & N. Bünzli, 2017



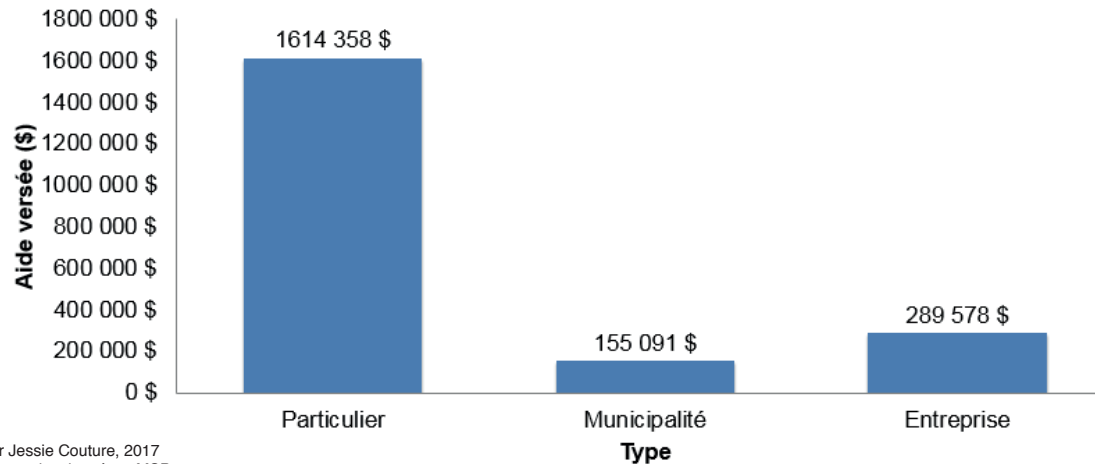


**Tableau 3 : Réseaux dans chaque zone inondable et dans la zone inondée en 2014, Saint-Raymond (2017)**

	Zone		
	Inondation de 2014	Zone 0-20 ans	Zone 20-100 ans
Gazoduc (en m)	2027	892	780
Aqueduc et égouts (en m)	10953	3349	3940
Routes nationales (en m)	3776	1574	1332
Routes locales (en m)	8645	1373	3302

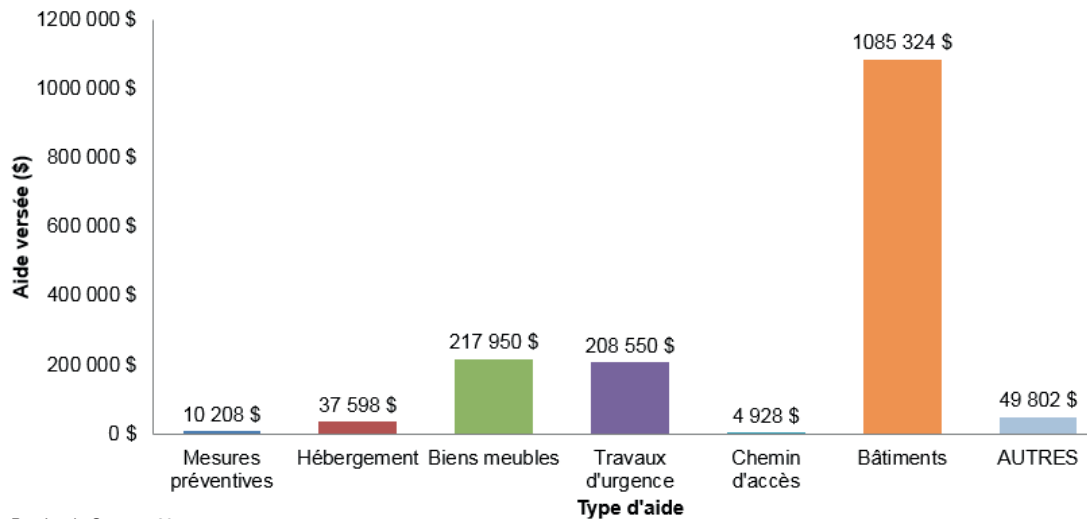
Par J.Hume & N. Bünzli, 2017

**Figure 6 : Total de l'aide versée (\$) sur le territoire de Saint-Raymond par type de profil pour les inondations survenues du 5 au 9 avril 2014**



Par Jessie Couture, 2017  
Source des données : MSP

**Figure 7 : Total de l'aide versée (\$) aux résidents de Saint-Raymond par type d'aide pour les inondations survenues du 5 au 9 avril 2014.**



Par Jessie Couture, 2017  
Source des données : MSP





## Figures 8a et 8b : Question 15 et question 19 du sondage de 2016 fait par l'Université de Montréal auprès des résidents de Saint-Raymond

En 2016, l'équipe de recherche de l'Université de Montréal a mené un sondage auprès d'un échantillon de 85 personnes afin d'approfondir les connaissances sur les besoins des citoyens de Saint-Raymond vis-à-vis des inondations.

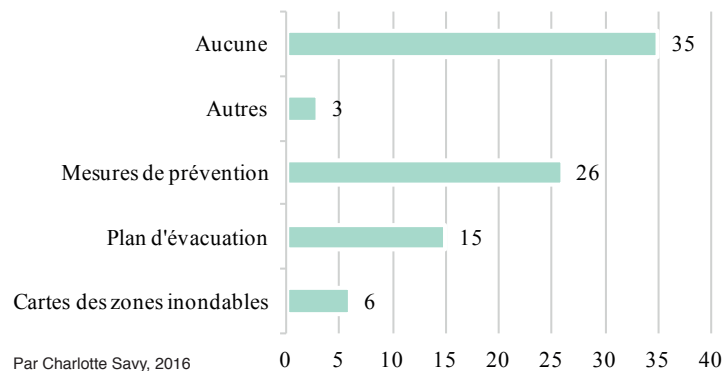
Au sujet des informations souhaitées par les citoyens pour mieux comprendre les inondations (voir figure 8a), on note particulièrement le désir d'avoir accès à des renseignements sur les mesures de préventions (26 répondants) et à un plan d'évacuation (15 répondants). Au sujet du soutien nécessaire après une inondation, 27 répondants se sont montrés intéressés à la création d'un Centre de ressources et 20 répondants ont souligné qu'une liste des entrepreneurs capables de faire les réparations après un sinistre pourrait s'avérer utile (voir figure 8b).

Par ailleurs, il est pertinent de noter que 35 des 85 répondants ne désirent pas obtenir plus d'informations

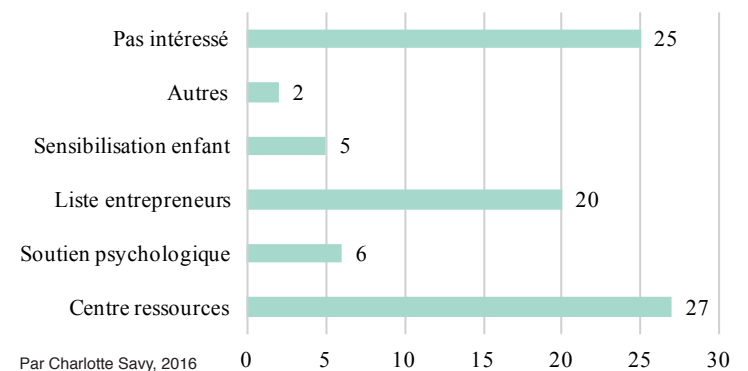
pour améliorer la sécurité de leur maison (figure 8a) et que 25 répondants ne sont pas intéressés à une aide quelconque suite à une inondation (figure 8b). Cela s'explique possiblement par le fait que, face à la répétition et la gravité des inondations, un sentiment d'impuissance s'est installé dans la population affectée.

Ces données soulignent la nécessité de développer la capacité d'adaptation de la communauté raymondoise. Ainsi, cette notion d'adaptation n'implique pas seulement d'avoir les ressources pour retourner à un fonctionnement normal le plus rapidement possible, mais inclut également la capacité d'apprendre et de reconstruire mieux que ce qu'il y avait avant. Pour ce faire, il pourrait par exemple s'agir d'offrir des ressources de soutiens, au moins sous la forme d'informations accessibles, de développer des programmes de conscientisation et d'encourager le partage d'expériences entre citoyens.

**Figure 8a : Q15 - À quelle information sur les inondations souhaiteriez-vous avoir accès afin d'améliorer la sécurité de votre maison ?**



**Figure 8b : Q19 - De quoi avez-vous besoin à la suite d'une inondation ?**



# RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE VULNÉRABILITÉ



# CONCEPTS

## Le risque

Le MSP considère actuellement que le risque « résulte de l'interaction entre un aléa potentiel et la vulnérabilité du milieu exposé à son égard » (Morin, 2008, p. 6). Bien que les détails de cette définition peuvent varier selon les contextes, cette vision du risque s'exprime par la formule classique  $Risque = Aléa \times Vulnérabilité$ . Cette formule avait déjà été schématisée par les auteurs Thouret et D'Ercole en 1996 (voir la figure 9).

## L'aléa

La notion d'aléa est généralement acceptée comme identifiant un phénomène d'origine humaine ou naturelle présentant un danger potentiel pour une société, selon un territoire et une période donnée (Pigeon, 2002, p.454). Il peut donc s'agir d'un aléa naturel, tel qu'une inondation ou un tremblement de terre, ou d'un aléa anthropique, comme une fuite industrielle de produits dangereux. Dans le cas de l'aléa naturel, l'essence et l'importance des conséquences dépendront de divers facteurs, soit « [le] champ d'action (espace), [la] magnitude (volume), [l']intensité ou [le] débit, [la] violence (impact) et [la] récurrence (fréquence) » (Thouret et D'Ercole, 1996).

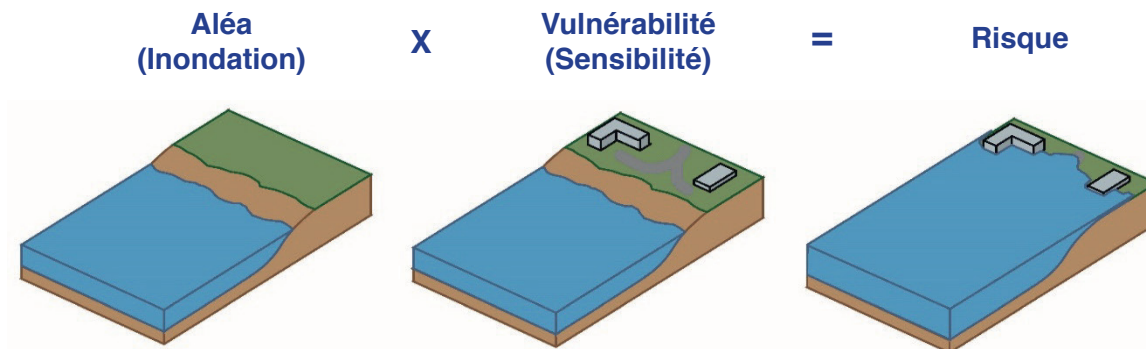


Figure 9 : Schéma du risque selon Thouret et D'Ercole (1996)

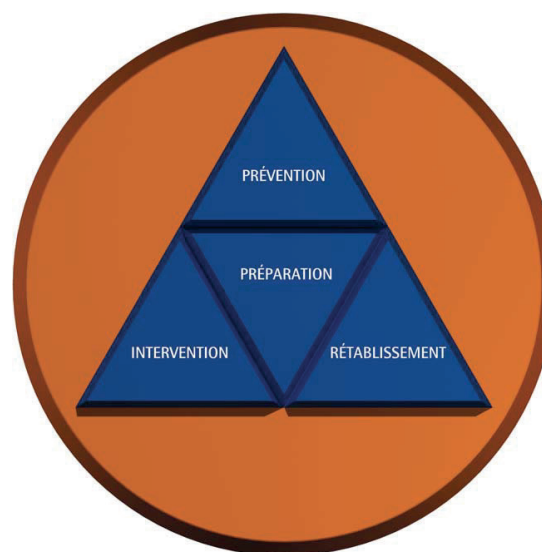
## La vulnérabilité

Le MSP considère que la vulnérabilité d'un territoire s'exprime à travers divers « facteurs physiques, sociaux, économiques et environnementaux » (Morin, 2008, p. 8) et que « la sensibilité prime sur tous les autres aspects pour établir la vulnérabilité » (Morin, 2008, p. 10). Cette notion de sensibilité est définie comme « la proportion dans laquelle un élément exposé, une collectivité ou une organisation, est susceptible d'être affecté par la manifestation d'un aléa » (MSP, 2016). La sensibilité peut donc être à la fois de nature territoriale, sociale, environnementale ou physique. Par ailleurs, il est important de noter que les éléments exposés à un aléa peuvent à la fois être matériels (ex. personnes, bâtiments, écosystèmes, etc.) et immatériels (ex. cohésion sociale, attractivité, sentiment de sécurité, etc.) (Morin, 2008, p. 9).

## Gestion des risques

La gestion des risques repose sur quatre dimensions ou phases, soit : la prévention, la préparation, l'intervention et le rétablissement (voir figure 10). La prévention du risque se traduit entre autres par des programmes de sensibilisation et une réglementation cherchant à diminuer les impacts potentiels. La préparation correspond à la mise en place des moyens nécessaires à faire face aux conséquences d'un aléa. La phase d'intervention se situe lors de la crise et marque la mobilisation des divers outils, plans et services de réponse. Finalement, le rétablissement représente la phase de reconstruction et de retour à la normale après une crise.

**Figure 10 : Les quatre dimensions de la sécurité civile (Morin, 2008)**



# SENSIBILITÉ SOCIALE

La vulnérabilité d'une communauté ne s'arrête pas simplement à son exposition à un aléa ou à la gravité d'une crue. En effet, la composition de la population faisant face à une catastrophe influence grandement la vulnérabilité d'une municipalité. Une communauté avec peu de moyens matériels (services d'urgence, infrastructures sécurisées, etc.) et immatériels (éducation, réseau d'entraide, etc.) se trouvera plus sensible à une inondation qu'une communauté disposant de ces moyens. Afin d'étudier cette sensibilité sociale, divers facteurs ont été séparés en quatre composantes permettant, une fois unis, de former un *Indice de sensibilité social* (ISSACP).

## 1) Composante 1 : Pauvreté, aînés et location

Cette première composante (p.21) illustre divers éléments portant sur les ménages raymondois. Le premier élément est d'ordre économique et indique le revenu médian des ménages, ainsi que la proportion de ces derniers déboursant plus de 30 % de leur revenu pour se loger (pauvreté). Le deuxième élément permet de prendre en compte le pourcentage de la population ayant plus de 65 ans (aînés). Le troisième élément inclut la proportion des locataires dans la population générale (location). Pour cette composante, on observe une sensibilité forte par rapport à la moyenne sur la rive sud de la rivière Saint-Anne.

## 2) Composante 2 : Éducation et biens

Cette seconde composante (p.22) représente la combinaison de la proportion de la population de plus de 25 ans ne possédant aucun diplôme secondaire

(éducation) et la valeur des logements (biens). Cette deuxième composante permet de découvrir une sensibilité forte par rapport à la moyenne se répartissant sur les deux rives.

## 3) Composante 3 : Dépendance économique

La composante de la dépendance économique (p.23) joint le taux de chômage au taux d'inactivité, présentant donc la proportion de la population sans emplois. Cette composante souligne une forte sensibilité par rapport à la moyenne qui ne se concentre pas seulement au centre-ville, mais touche également le secteur nord-est de la municipalité.

## 4) Composante 4 : Densité et jeunesse

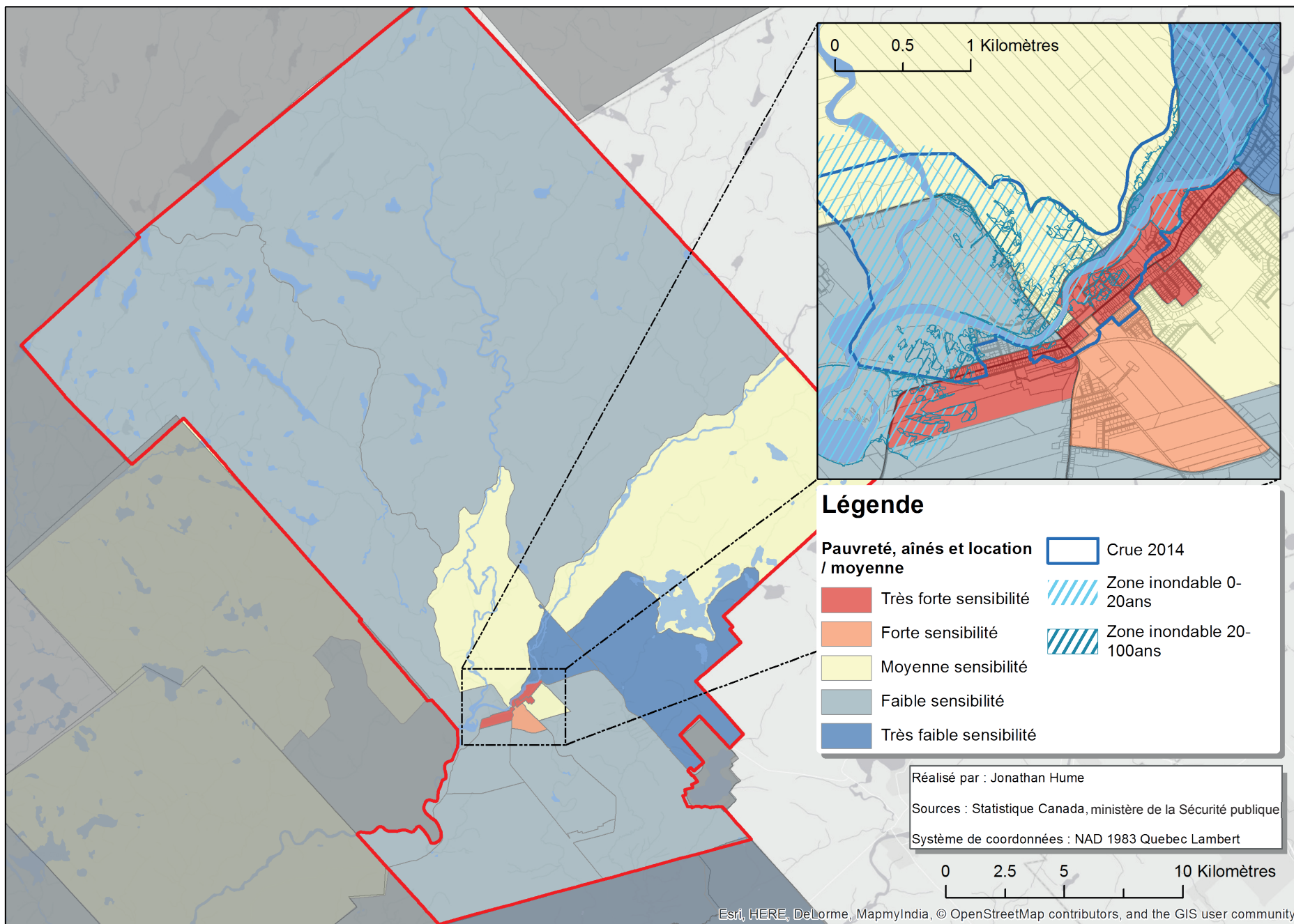
Cette dernière composante (p.24) intègre la population totale (densité) au pourcentage des familles avec 2 enfants ou plus et la proportion de la population de moins de 14 ans (jeunesse). Au regard de cette composante, la sensibilité des populations situées sur les rives reste à des niveaux faibles ou très faibles.

## 5) Indice de la sensibilité sociale par analyse en composante principale

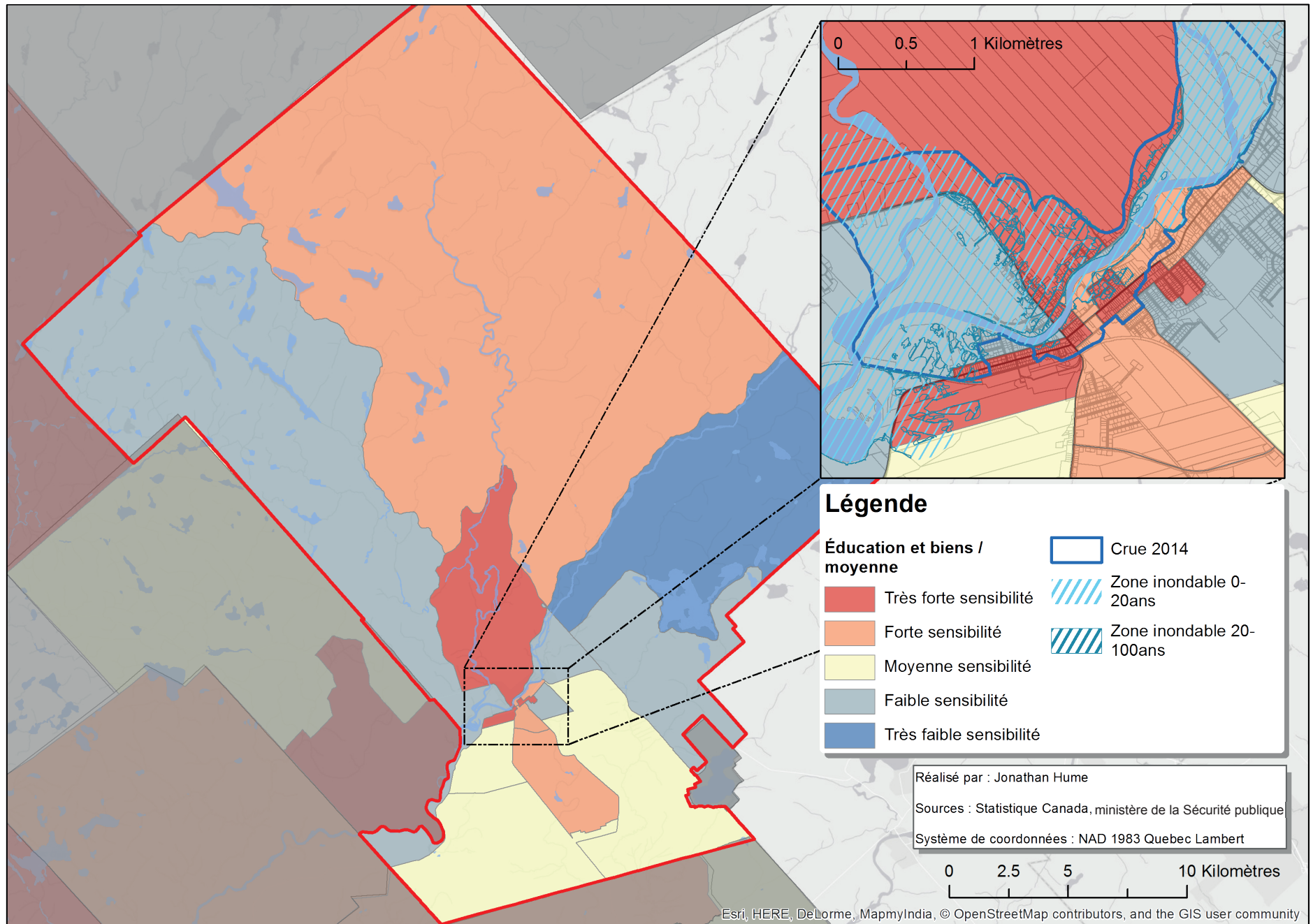
Unissant les quatre composantes précédentes, cet indice (p.25) démontre les caractéristiques de la sensibilité sociale locale et permet de confirmer que la population raymondoise la plus vulnérable, par rapport à la moyenne, se trouve sur la rive sud, autour des rues Saint-Joseph et Saint-Pierre, ainsi que de la Côte Joyeuse.



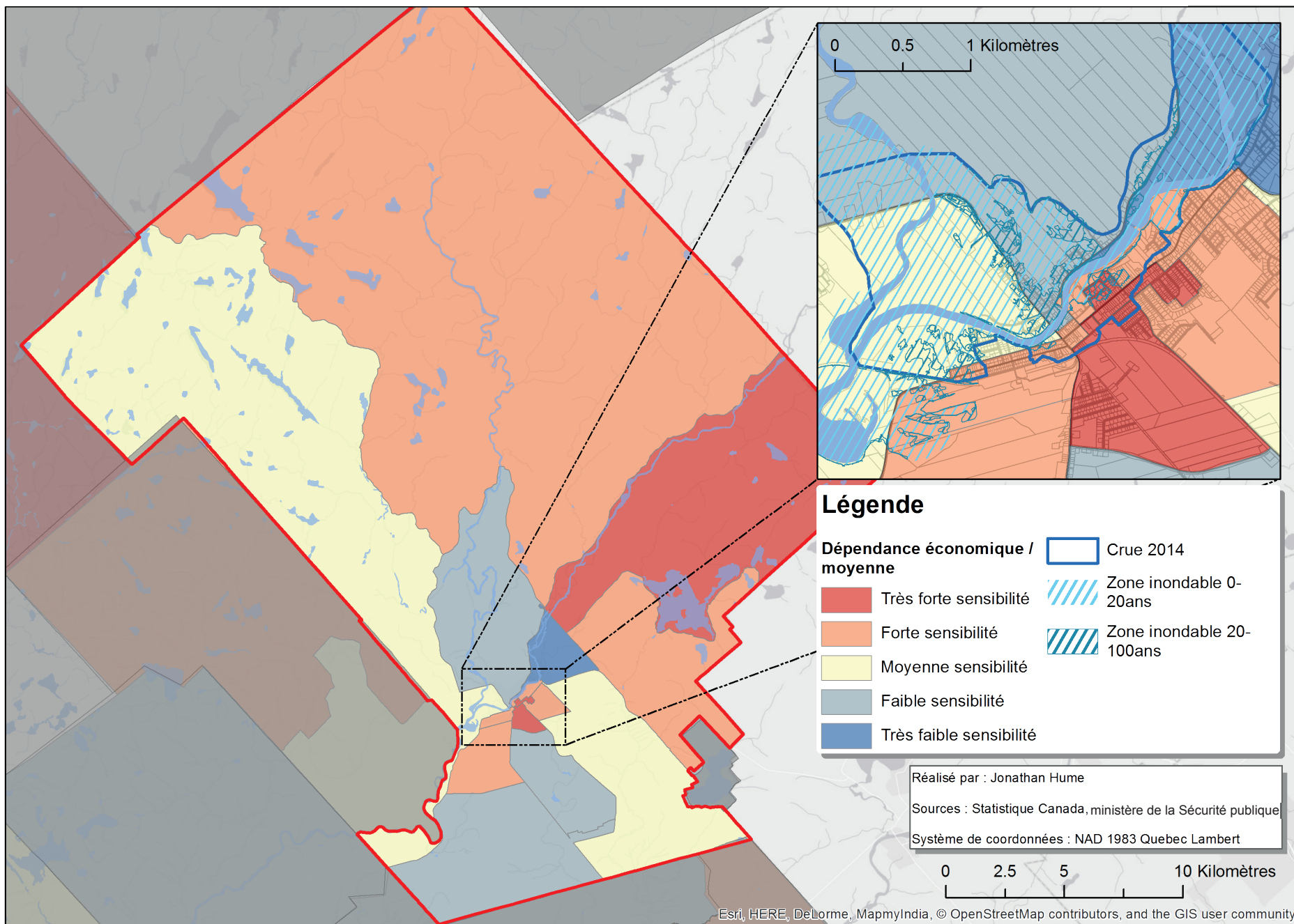
**Figure 11 – Composante 1 : Pauvreté, Aînés et location  
Municipalité de Saint-Raymond, 2006**



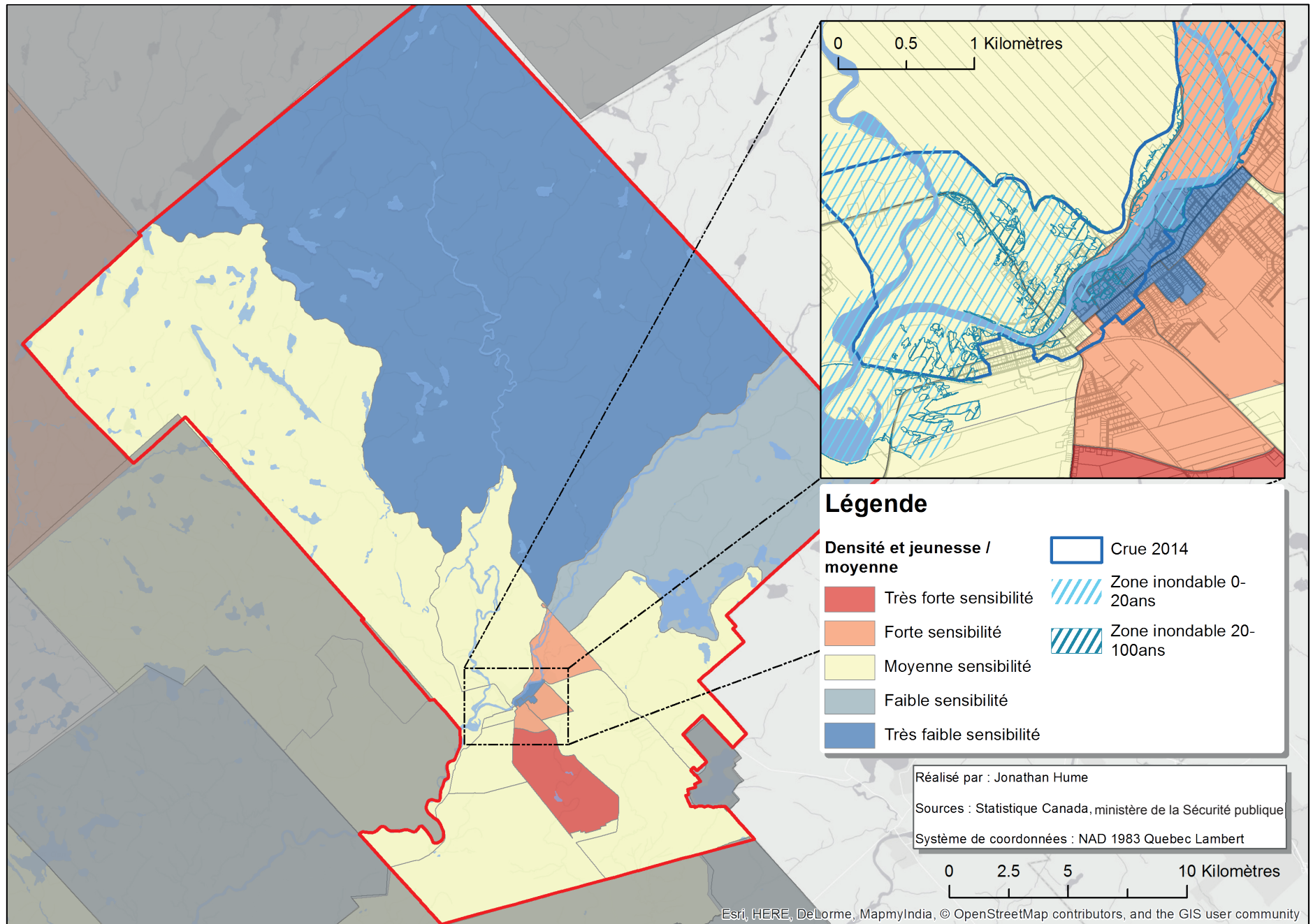
**Figure 12 – Composante 2 : Éducation et biens**  
**Municipalité de Saint-Raymond, 2006**



**Figure 13 – Composante 3 : Dépendance économique**  
**Municipalité de Saint-Raymond, 2006**

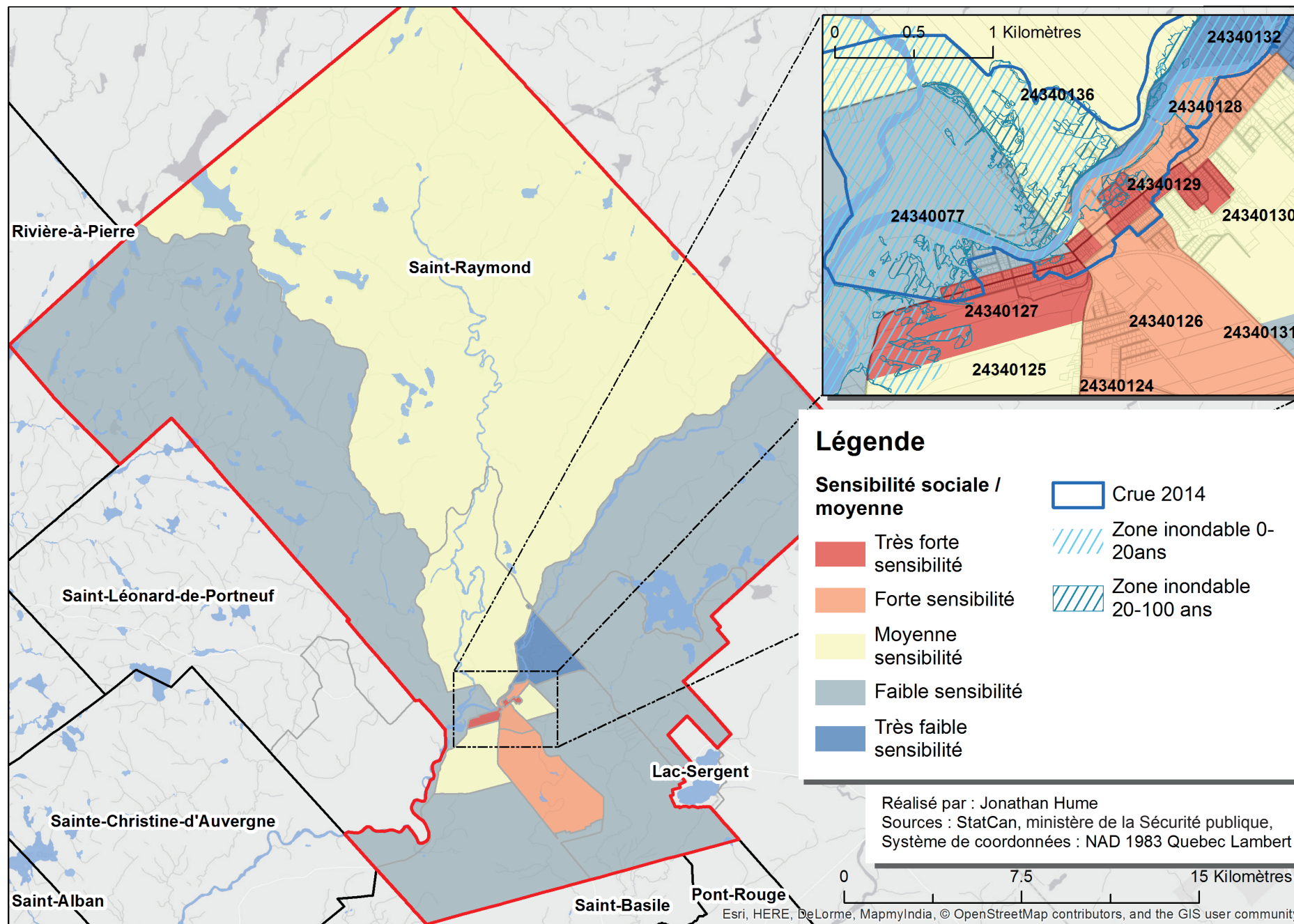


**Figure 14 – Composante 4 : Densité et jeunesse**  
**Municipalité de Saint-Raymond, 2006**



Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

**Figure 15 – Indice de sensibilité sociale en composante principale (ISSACP)  
Municipalité de Saint-Raymond, 2006**



# SENSIBILITÉ TERRITORIALE

Comprendre la sensibilité territoriale implique une analyse de la réalité physique d'une communauté, soit l'étude des divers éléments d'ordre matériel et géographique tels que les logements, les infrastructures essentielles, les réseaux, l'accessibilité aux différentes zones, etc. Il faut donc pouvoir localiser ces éléments, mais aussi connaître les moyens de protection en place et les risques « d'effet domino » (ex. la perte de l'infrastructure électrique entraînant la paralysie de l'infrastructure de communication).

## **1) Infrastructures et services essentiels**

Cette première figure (p.27) indique l'emplacement des infrastructures et des centres de services qui sont essentiels au bon fonctionnement d'une ville et, surtout, à sa capacité de réponse et de rétablissement face à une inondation.

## **2) Infrastructures essentielles susceptibles d'engendrer des effets domino**

Cette figure (p.28) permet de spatialiser les infrastructures essentielles qui pourraient contribuer à « l'effet domino » susmentionné. Outre les services publics, les structures électriques et de communication sont également identifiées. Ainsi, en cas d'inondation, la contamination des eaux peut représenter un risque pour la santé de la population et du personnel des services d'urgence, réduisant alors la capacité de réponse et de rétablissement.

## **3) Nombre de logements**

Cette troisième figure (p.29) montre le nombre de logements dans un espace de 200 m par 200 m. On découvre ainsi que la plus grande densité résidentielle se trouve sur la rive sud de la rivière Saint-Anne, surtout le long des rues Saint-Pierre et Saint-Joseph. On remarque particulièrement la maille de 188 logements, qui correspond à la maison de retraite de l'Estacade, se situant dans la zone 20-100 ans.

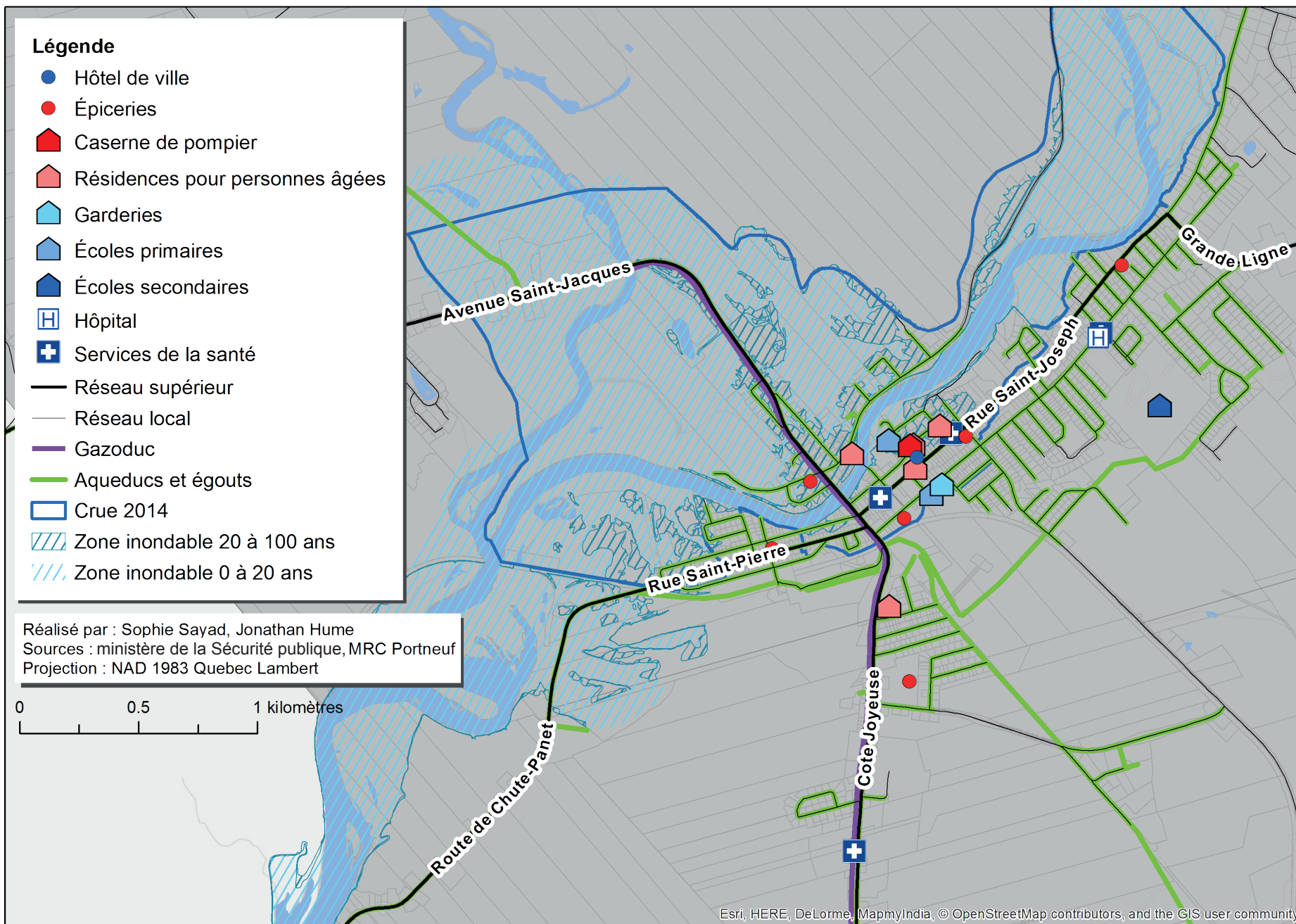
## **4) Portrait de l'indice de sensibilité territoriale (IST)**

L'indice de sensibilité territoriale illustré par cette quatrième figure (p.30) s'appuie sur 34 indicateurs, dont la localisation des infrastructures et services essentiels, ainsi que la spatialisation des logements. Portant sur l'ensemble du territoire de la municipalité, cette carte révèle que la plus grande sensibilité territoriale se concentre autour du centre-ville de Saint-Raymond.

## **5) Portrait de l'indice de sensibilité territoriale (IST) pour le Centre-ville de Saint-Raymond**

Puisque la sensibilité territoriale se concentre au centre-ville, cette cinquième figure (p.31) offre une vue rapprochée. Il est alors possible de constater que la plus grande zone de très forte sensibilité territoriale se trouve sur la rive sud, dans l'espace plus ou moins délimité par la rivière Sainte-Anne, la rue Saint-Cyrille, ainsi que les avenues Saint-Jacques et Saint-Louis. Il est à noter que ce secteur a été touché par l'inondation de 2014, bien que seule une petite partie tombe dans les zones inondables officielles, que ce soit pour la zone 0-20 ans ou 20-100 ans.

**Figure 16 – Infrastructures et services essentiels  
Municipalité de Saint-Raymond, 2016**



**Figure 17 – Infrastructures essentielles susceptibles d'engendrer des effets dominos de vulnérabilité  
Municipalité de Saint-Raymond, 2016**

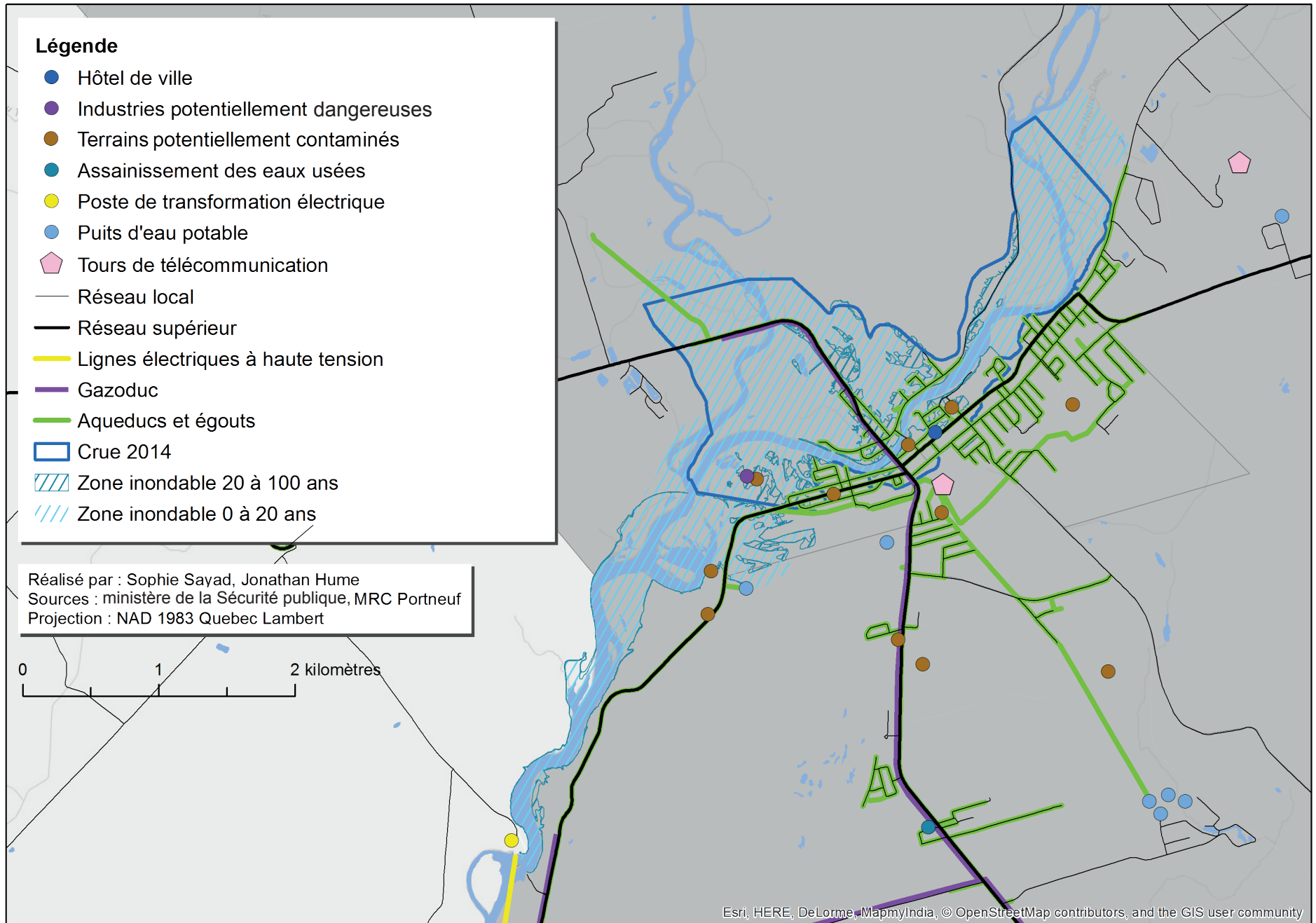
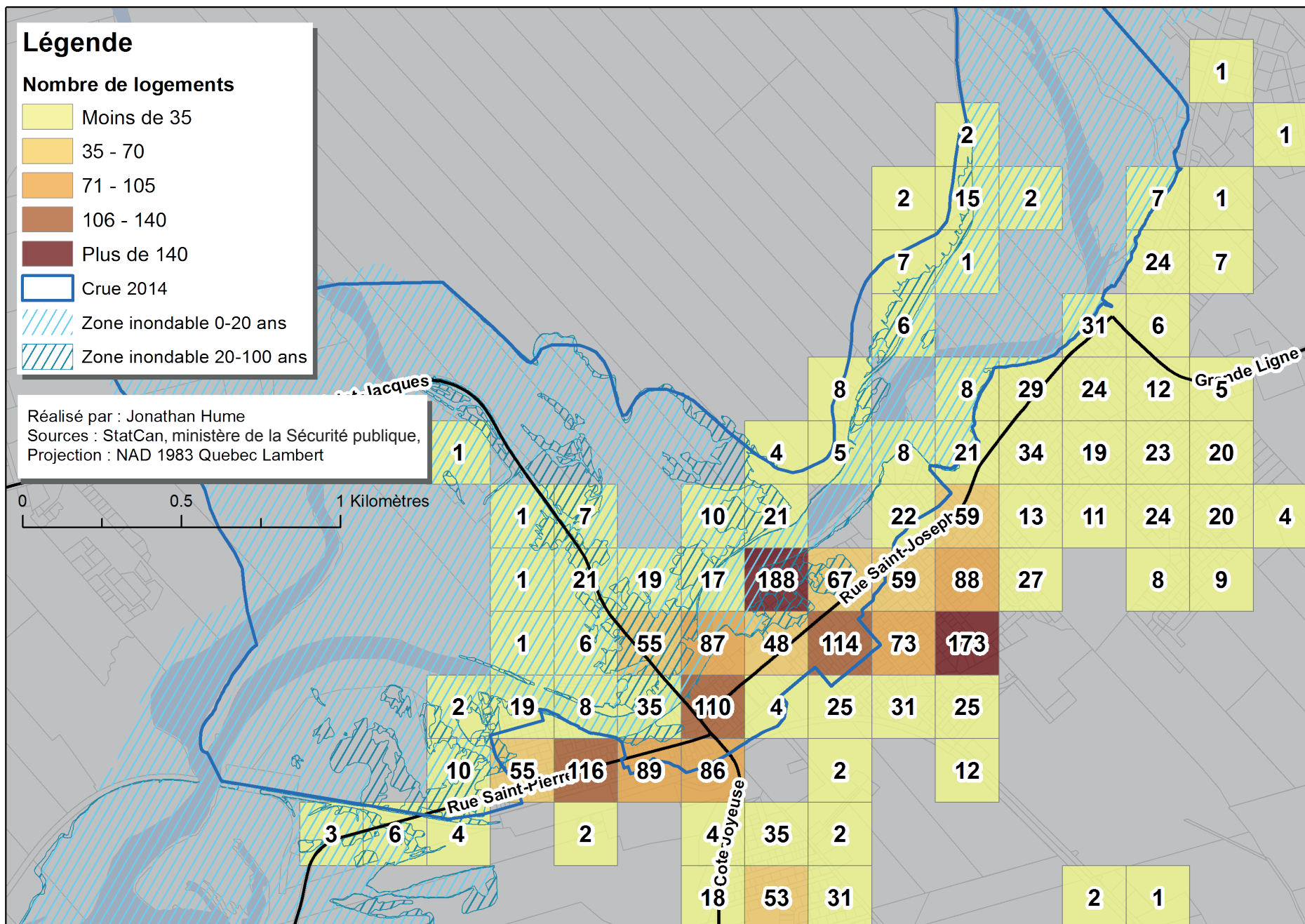
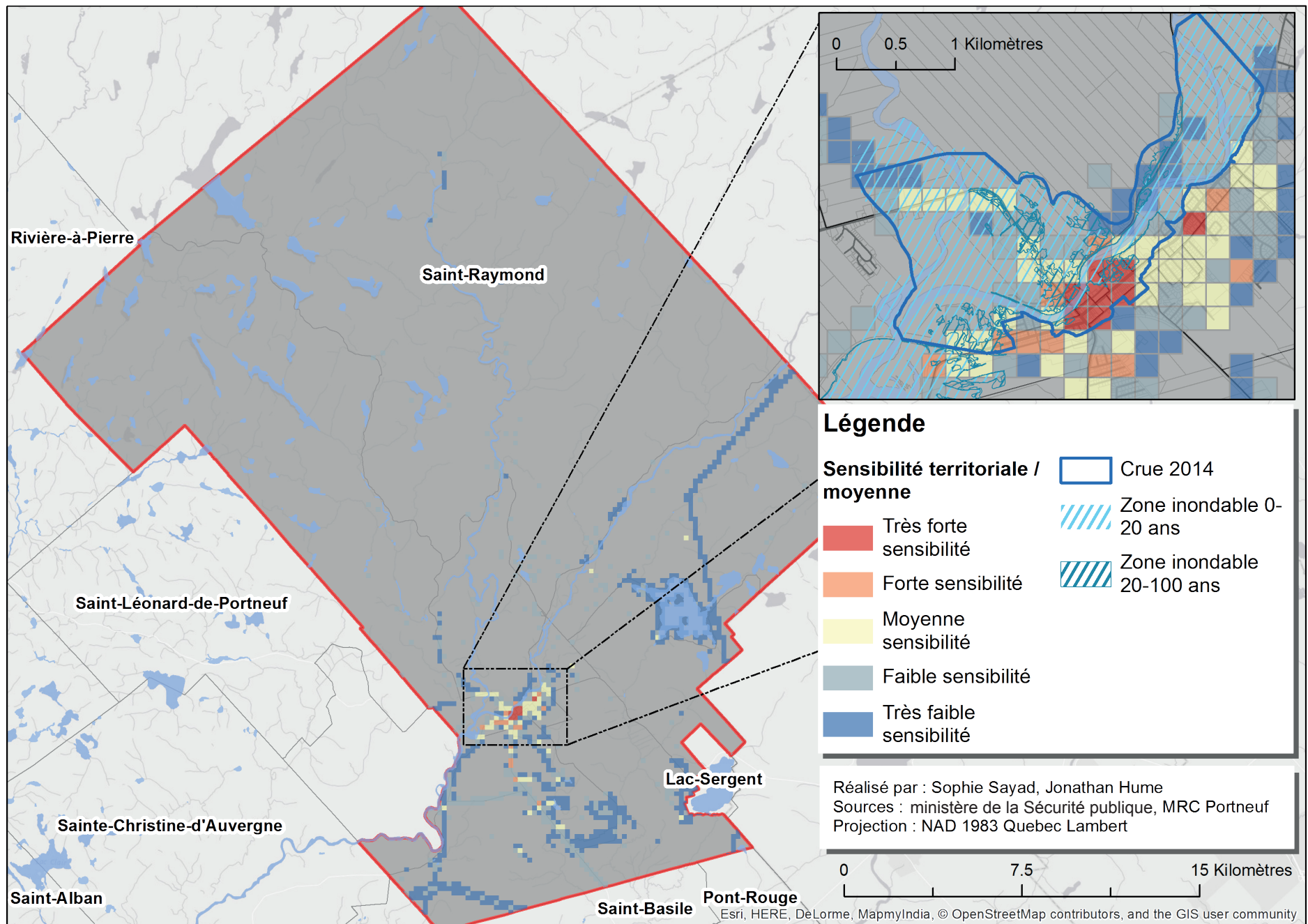




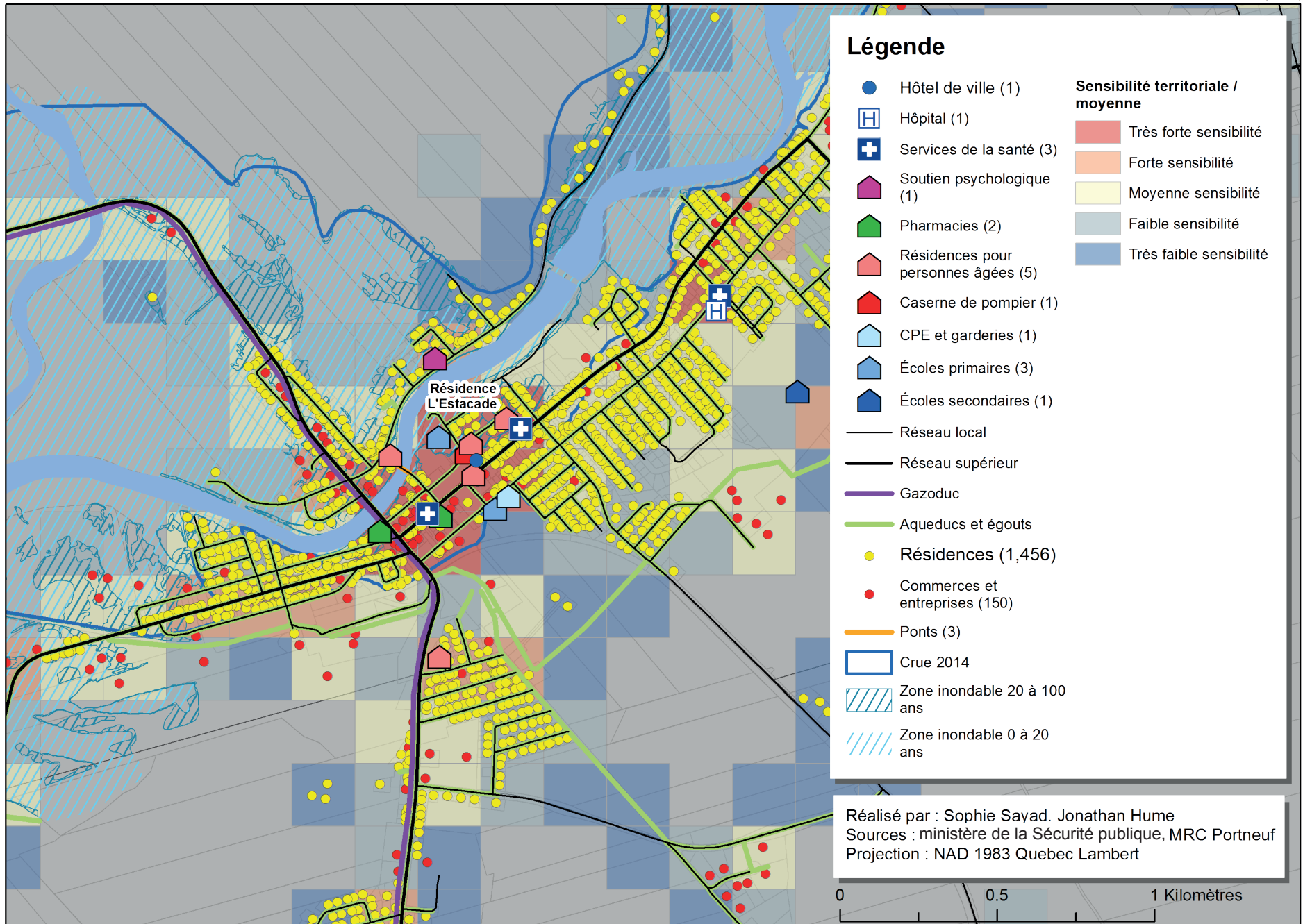
Figure 18 — Nombre de logements dans un maillage de 200m par 200m  
Municipalité de Saint-Raymond, 2016



**Figure 19 – Indice de sensibilité territoriale (IST) avec un maillage de 200m par 200m  
Municipalité de Saint-Raymond, 2016**



**Figure 20 – Indice de sensibilité territoriale (IST), avec un maillage de 200m par 200m  
Municipalité de Saint-Raymond (centre-ville), 2016**



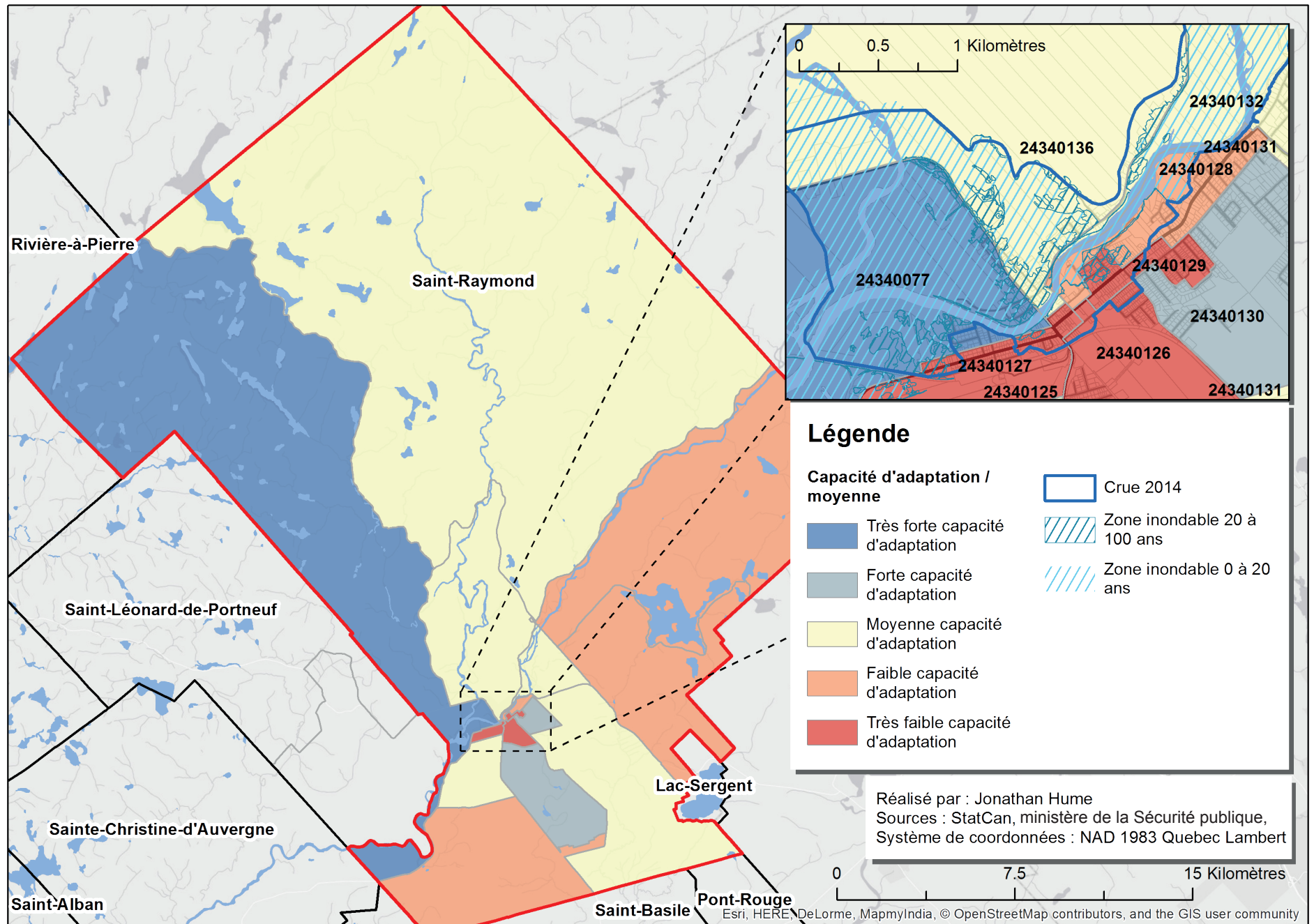
# INDICE DE LA CAPACITÉ D'ADAPTATION

L'indice de la capacité d'adaptation vise à caractériser la capacité d'une communauté à absorber le choc d'une inondation et à s'adapter, suite à cette catastrophe, afin de mieux se préparer aux futures inondations. Afin de quantifier cette capacité, l'indice s'appuie sur la combinaison de 33 indicateurs, allant des données sur le revenu médian de la population à celles sur le taux de criminalité, en passant par les statistiques sur le pourcentage de la population possédant un véhicule ou les données sur l'activité économique (chômage, inactivité, etc.).

## *Indice de la capacité d'adaptation*

Comme la figure ci-contre (p.33) le démontre, la population avec une très faible capacité d'adaptation se concentre surtout au centre-ville de Saint-Raymond, dans un large secteur au sud de la rivière Sainte-Anne qui se trouve dans la zone de crue de 2014, mais peu dans les zones 0-20 ans ou 20-100 ans. De plus, la population située sur le territoire autour du lac Sept-Îles (à l'est du territoire de la municipalité) présente une faible ou très faible capacité d'adaptation, en particulier le long des rangs Notre-Dame, Saint-Mathias et Gosford.

**Figure 21 – Indice de la capacité d'adaptation (IAdapt)  
Municipalité de Saint-Raymond, 2006**



# INDICE DE VULNÉRABILITÉ TOTALE

Cette dernière section présente les cartes faisant la synthèse des indices développés précédemment. Les éléments de sensibilité sociale et territoriale sont ainsi unis à l'indice de la capacité d'adaptation pour créer l'indice de vulnérabilité totale (IVu). Puis, l'indice de vulnérabilité d'accessibilité aux infrastructures (IVai) est également intégré. Cet indice identifie l'accessibilité aux infrastructures prioritaires et, dans ce cas-ci, l'IVai a été utilisé pour mesurer la capacité de réponse à partir de la caserne des pompiers de Saint-Raymond.

## **1) Portrait de l'indice de vulnérabilité totale (IVu)**

La figure adjacente (p.35) démontre à quel point la municipalité de Saint-Raymond est vulnérable dans son centre-ville, sur les rives de la rivière Sainte-Anne, au croisement des trois routes nationales (routes 354, 365, 367). Plus précisément, la rive sud paraît particulièrement vulnérable. La zone avec la plus grande vulnérabilité se trouve donc autour de la rue Saint-Joseph (route 367), entre les avenues Saint-Jacques et Saint-Louis. Encore une fois, il est à noter que si la majorité de ces espaces vulnérables ne se trouve pas en zone inondable 0-20 ans ou 20-100 ans, ils ont malgré tout été touchés par la crue de 2014.

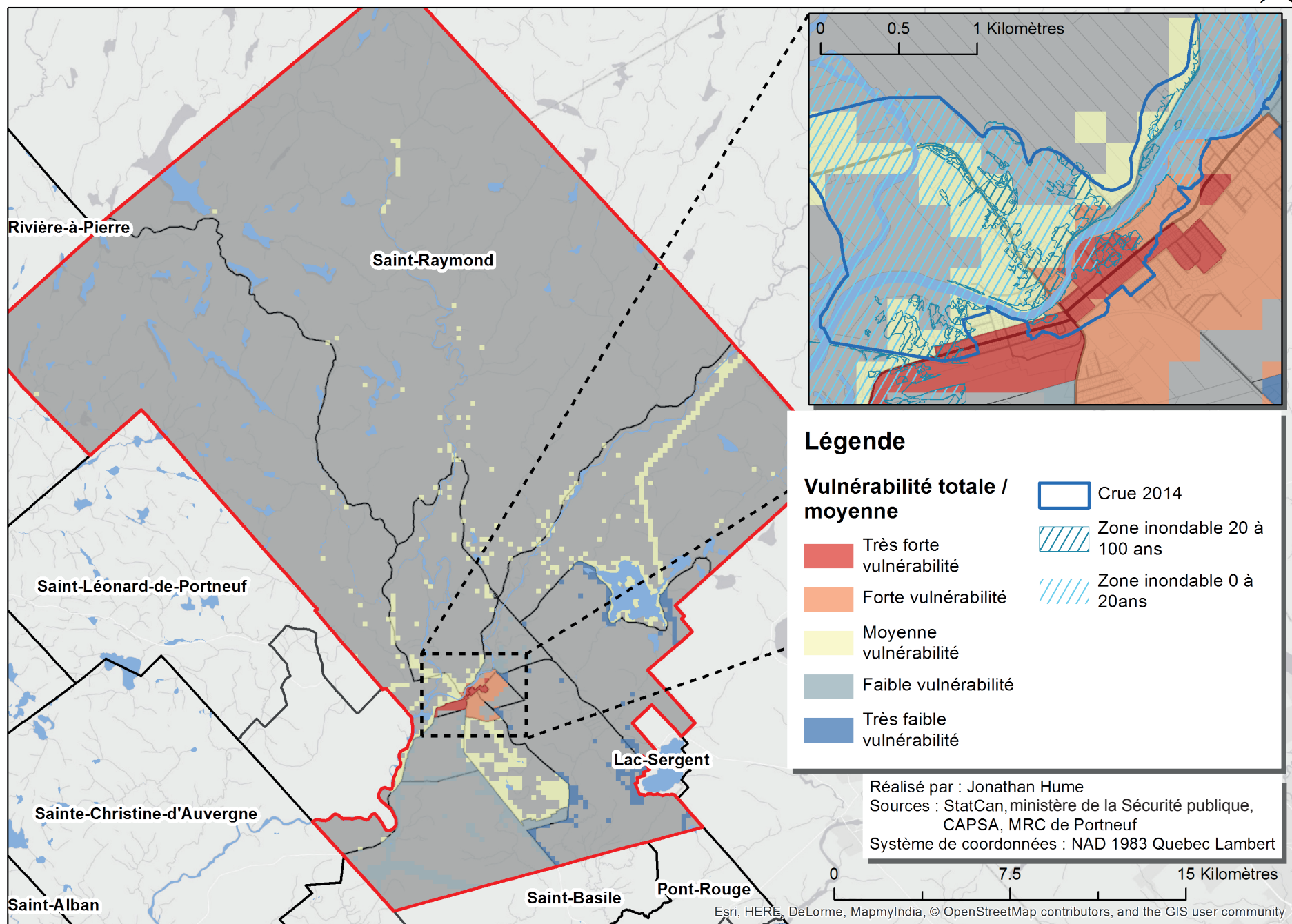
## **2) Indice de vulnérabilité (IVu) et Indice de vulnérabilité d'accessibilité aux infrastructures (IVai) avec les ponts disponibles**

Cette deuxième figure (p.36) permet de visualiser la combinaison de l'IVu et de l'IVai. Outre la vulnérabilité, cette carte indique aussi le temps de réponse des pompiers par des zones concentriques se déployant à partir de la caserne située au centre-ville.

## **3) Indice de vulnérabilité (IVu) et Indice de vulnérabilité d'accessibilité aux infrastructures (IVai) avec les ponts coupés**

La dernière figure (p.37) présente un scénario qui s'est déroulé lors de l'inondation de 2014, quand les ponts traversant la rivière Sainte-Anne ont été coupés. En conséquence, la vulnérabilité des habitations se trouvant sur la rive nord augmente, puisque le temps de réponse des services d'urgence est allongé.

**Figure 22 – Indice de vulnérabilité totale (IVu), avec un maillage de 200m par 200m  
Municipalité de Saint-Raymond, 2016**



**Figure 23 – Indice de vulnérabilité totale (IVu) et indice de vulnérabilité d’accessibilité aux infrastructures (Ivai) avec les ponts disponibles, dans un maillage de 200m par 200m, Municipalité de Saint-Raymond, 2016**

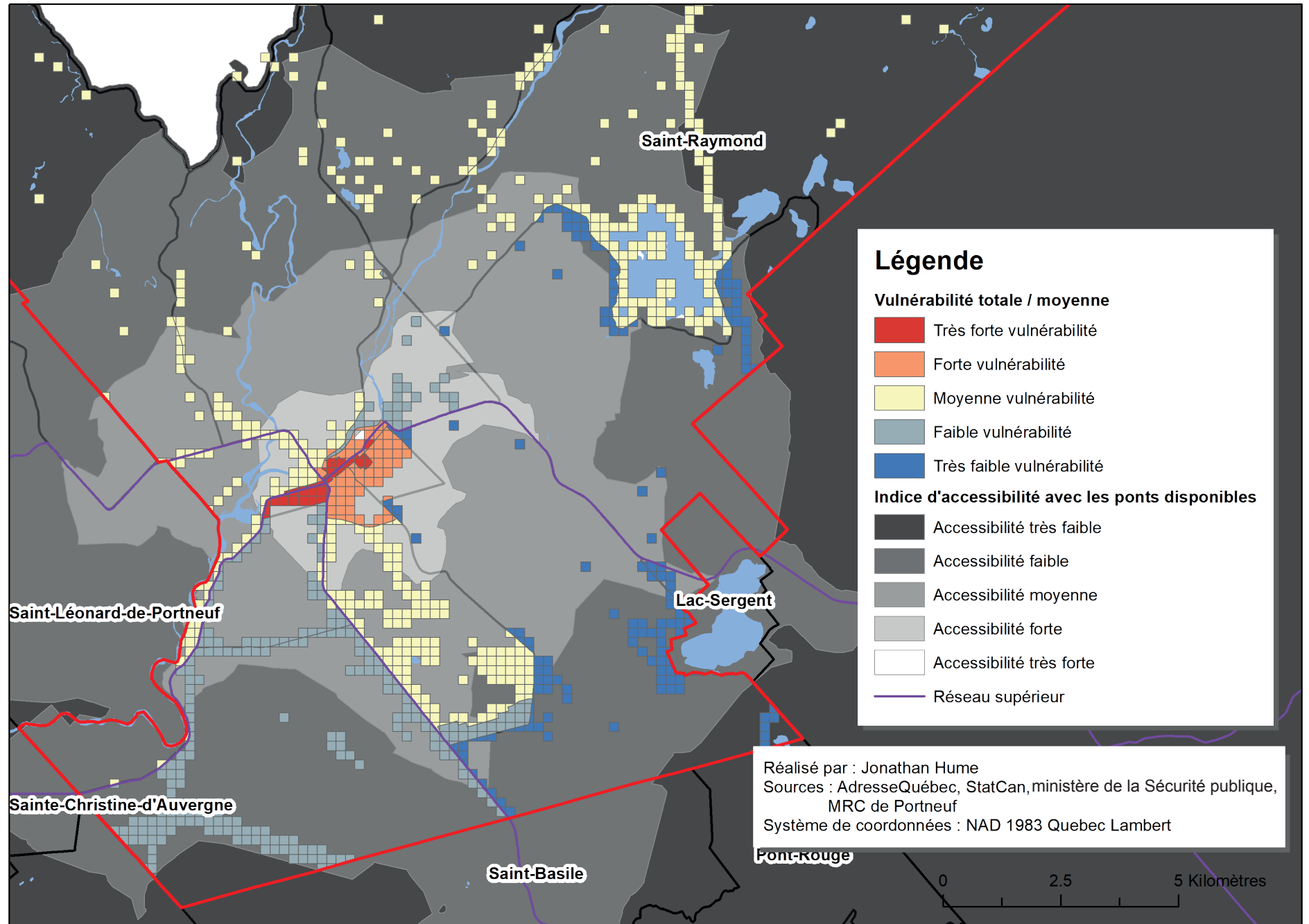
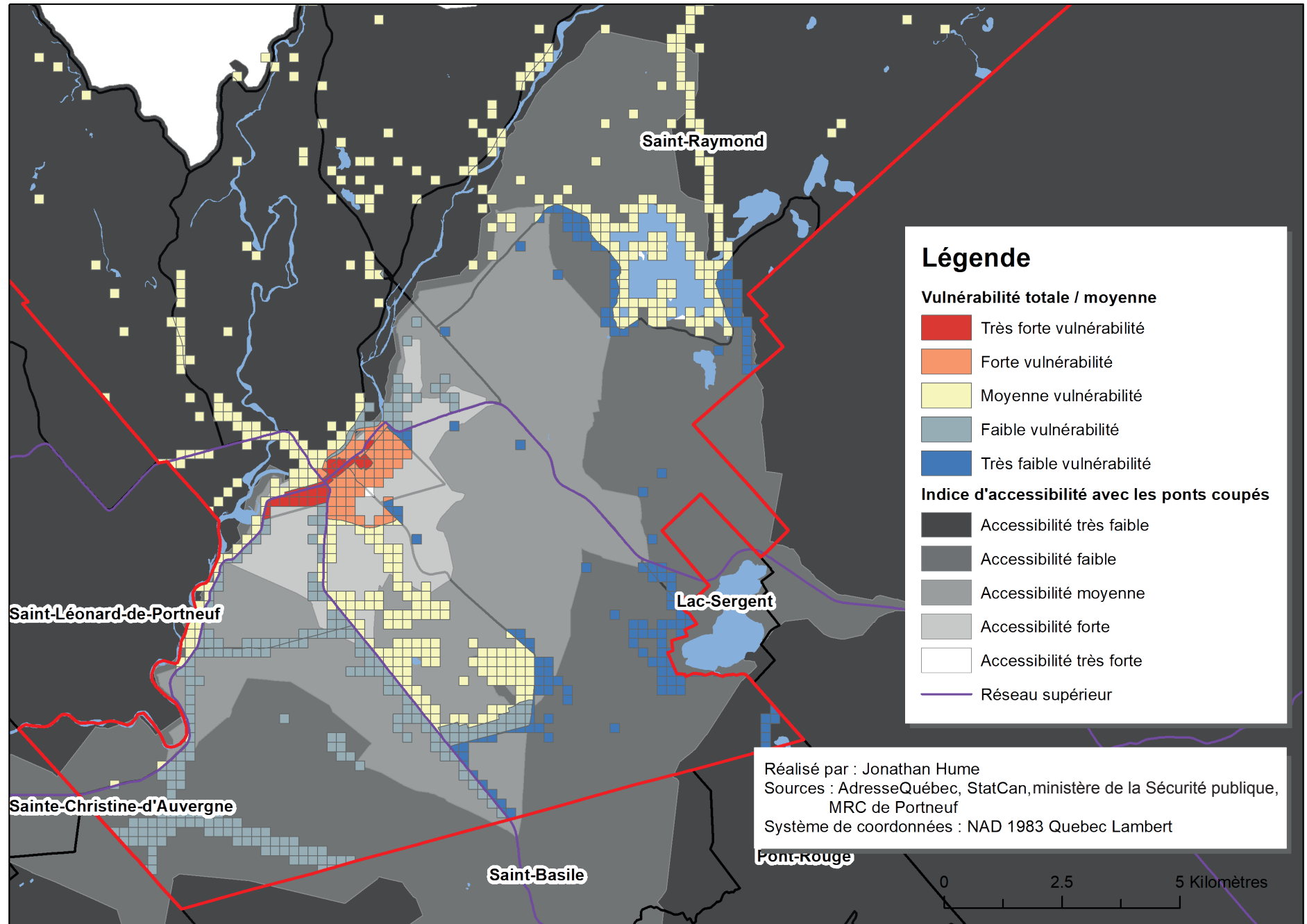




Figure 24 – Indice de vulnérabilité totale (IVu) et indice de vulnérabilité d'accessibilité aux infrastructures (Ivai) avec les ponts coupés, dans un maillage de 200m par 200m, Municipalité de Saint-Raymond, 2016



# UN COMMENTAIRE SUR LE FUTUR

Bien qu'elle s'appuie sur les connaissances et travaux déjà développés par d'autres chercheurs et instances publiques, la méthode construite par l'équipe de l'Université de Montréal se veut innovante en proposant un outil qui est à la fois adapté au contexte québécois et suffisamment souple pour être utilisé au sein de diverses municipalités. La méthode devra encore être perfectionnée, mais les résultats portant sur la municipalité de Saint-Raymond démontrent son immense potentiel. En effet, ces résultats d'analyse de la vulnérabilité devraient permettre à la Ville de mieux comprendre où se trouvent les défis et, surtout, à mieux cibler ses interventions.

D'une part, l'indice de vulnérabilité totale (IVu) offre une vision générale des enjeux de vulnérabilité pour la population et le territoire raymondois. D'autre part, les diverses sections et composantes de l'analyse permettent de mieux comprendre la relation complexe entre les différentes problématiques. Ce faisant, si l'IVu mène à une meilleure circonscription des grandes zones à risque, les sous-sections offrent la possibilité de mieux définir les priorités et moyens d'action.

La gestion du risque d'inondation repose largement sur un effort de sensibilisation de la population face à la nature de l'aléa, aux moyens de protection existants pour réduire les dommages, aux comportements à respecter durant une catastrophe et aux outils de soutien au rétablissement. Ce faisant, les données

sociales présentées dans ce rapport peuvent aider à optimiser les efforts de sensibilisation. Par exemple, la première carte, sur la composante 1 (Pauvreté, aînés et location), peut aider à cibler les citoyens plus âgés et apporter des outils répondant à leurs besoins spécifiques.

Par ailleurs, l'IVu et ses composantes, en particulier celles portant sur la sensibilité territoriale, peuvent aider à guider la planification de la réponse et l'aménagement de l'espace urbain, et ce afin de prendre en compte le risque d'inondation.

En conclusion, il est essentiel de comprendre qu'au-delà d'une meilleure compréhension des enjeux liés aux inondations, il est important d'adopter des moyens innovants pour diminuer la vulnérabilité de Saint-Raymond. Cela passe entre autres par le développement de la résilience de la population, soit l'amélioration continue de la capacité de la communauté raymondoise à traverser les difficultés d'une inondation et, surtout, à rebondir suite à une catastrophe. En poursuivant

le processus déjà engagé, la Ville et les citoyens de Saint-Raymond devraient donc réussir à diminuer les conséquences des inondations futures ou, du moins, à réduire la gravité des dommages. En somme, grâce à leur engagement proactif et leur volonté d'apprendre des leçons offertes par les inondations passées, les Raymondois et Raymondoises pourront s'adapter à leur situation particulière, coexistant pacifiquement avec la *Dame capricieuse*, cette rivière si agitée.



© CAPSA

# Bibliographie

## Rapports précédents

- ⊕ Thomas, I. & al. (2016a). *Évaluation de la vulnérabilité aux inondations : Développement d'un indice de vulnérabilité — Rapport 1*. Montréal : Université de Montréal.
- ⊕ Thomas, I. & al. (2016b). *Évaluation de la vulnérabilité aux inondations : Développement d'un indice de vulnérabilité — Rapport 2*. Montréal : Université de Montréal.
- ⊕ Thomas, I. & al. (2017a). *Évaluation de la vulnérabilité aux inondations : Développement d'un indice de vulnérabilité — Rapport 3*. Montréal : Université de Montréal.
- ⊕ Thomas, I. & al. (2017b). *Évaluation de la vulnérabilité aux inondations : Développement d'un indice de vulnérabilité — Rapport technique*. Montréal : Université de Montréal.

## Références

- ⊕ CAPSA. (2015). *Portrait historique et des enjeux associés aux inondations*. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique. Saint-Raymond : CAPSA
- ⊕ Centre d'expertise hydrique du Québec. (2003). *Zones inondables — Informations générales*. Repéré à <http://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/>
- ⊕ Martin, J. (2014). Des estacades flottantes contre les inondations à Saint-Raymond. *Le Soleil*. Repéré à <http://www.lapresse.ca/le-soleil/actualites/environnement/201410/17/01-4810139-des-estacades-flottantes-contre-les-inondations-a-st-raymond.php>
- ⊕ Morin, M. (2008). *Approches et principes en sécurité civile*. Québec : Ministère de la Sécurité publique.
- ⊕ Morse, B. et Turcotte, B. (2014). *Réduction du risque d'inondations causées par les glaces de la rivière Sainte-Anne à Saint-Raymond. Phase I : Identification des mesures possibles*. Saint-Raymond : Université Laval.
- ⊕ Paquet, M. et Duplain, J. (1984). *Saint-Raymond, une ville, une histoire*. Sainte-Anne-de-Beaupré (Qc) : Imprimerie Fernand.
- ⊕ Paquette, V. (2015). La Grenouille a Complété Son Travail. *InfoPortneuf*. Repéré à <http://infoportneuf.com/index.php/2015/04/13/la-grenouille-a-complete-son-travail/>
- ⊕ Pigeon P. (2002). Réflexions sur les notions et les méthodes en géographie des risques dits naturels. *Annales de Géographie*, #627-628, 29
- ⊕ Radio-Canada. (2016). Saint-Raymond : une nouvelle solution proposée pour limiter les inondations. *Radio-Canada.ca*. Repéré à <http://ici.radio-canada.ca/nouvelle/786122/inondations-st-raymond-essai-installation-seuil-riviere-ste-anne>.
- ⊕ Thouret J. C. D'Ercole R. (1996). Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales. *Cahier des Sciences humaines*, 32(2), 407-422.
- ⊕ Tremblay, Stéphanie. (2014). Inondations à Saint-Raymond : deux solutions dès cet automne. *Radio-Canada.ca*. Repéré à <http://ici.radio-canada.ca/nouvelle/689555/solutions-inondations-saint-raymond-portneuf-universite-laval>.
- ⊕ Ville de Saint-Raymond. (2015). *Formulaire D'alerte À La Population*. Repéré à <http://villesaintraymond.com/formulaire-dalerte-population/>