

## Synthèse d'étude – document interne

# Evaluation de la vulnérabilité et de l'exposition au ruissellement de surface du territoire lausannois

**La Ville de Lausanne a commandé une étude sur le ruissellement de surface. Elle identifie les quartiers les plus vulnérables et les plus exposés afin de fixer les priorités en matière d'adaptation aux changements climatiques.**

## Résumé

---

Dans un contexte marqué par l'intensification des effets des changements climatiques et l'accélération de l'urbanisation, le ruissellement des eaux de surface représente une menace croissante pour les milieux urbains. Ce phénomène peut provoquer des inondations localisées, endommager les infrastructures et perturber le fonctionnement des services essentiels. Face à cela, le Bureau du Climat et de la Durabilité, avec la collaboration du service des eaux et du service des parcs et domaine, a mandaté le Centre d'expertise sur les extrêmes climatiques (ECCE) de l'Université de Lausanne pour évaluer sa vulnérabilité et son exposition au ruissellement de surface.

Dans le cadre de cette étude, la vulnérabilité est définie comme la sensibilité des composantes urbaines (bâtiments et routes, infrastructures) et humaines aux dommages et perturbations en cas d'exposition au ruissellement de surface. Il s'agit des caractéristiques intrinsèques. L'indice de vulnérabilité intègre des composantes telles que le type de bâtiments, l'effectif de la population, les réseaux de transport ainsi que les infrastructures critiques (électricité, eau, chauffage).

L'exposition est la probabilité d'être effectivement affecté par l'aléa et l'intensité associée. Elle est traitée comme une variable indépendante, liée au contexte environnemental. Les facteurs pris en compte dans l'exposition sont la profondeur du ruissellement lors d'un événement centennal et la densité des pertes passées.

Les principales conclusions révèlent que des quartiers tels que Centre, Vinet/Pontaise et Sébeillon/Malley affichent des scores de vulnérabilité et d'exposition élevés en raison de la forte densité des infrastructures, des réseaux de transport, de l'effectif de population élevé, d'un ruissellement important et de nombreuses pertes historiques dues aux inondations. A l'inverse, Bossons/Blécherette, Sauvabelin et Zones foraines présentent les scores de vulnérabilité et d'exposition les plus bas pour tous les paramètres.

Ces conclusions aident à identifier les zones les plus à risque, à prioriser les interventions et à améliorer la résilience urbaine face aux événements d'inondation liés au ruissellement. Les cartes issues de cette étude constituent une donnée de base importante pour la mise en œuvre des mesures d'adaptation aux changements climatiques.

## 1. Contexte

---

### 1.1 Plan climat lausannois

Dans le cadre de son Plan climat (RP N° 2020/54), la Ville de Lausanne a énoncé les grands principes concernant l'adaptation du territoire aux changements climatiques. Plusieurs études ont été réalisées pour élaborer un plan d'adaptation pertinent :

- La modélisation climatique des états actuels et futurs, ainsi que des scénarios d'adaptation ;
- Le travail d'identification des espaces frais et de leur accessibilité ;
- L'analyse des enjeux climatiques des revêtements des surfaces extérieures ;
- L'analyse de l'exposition et de la vulnérabilité face aux fortes chaleurs.

Dans la continuité, un mandat a été attribué afin d'étudier le ruissellement des eaux de surface.

Les parties en gris sont uniquement présentes dans la version interne à l'administration.

### 1.2 Ruissellement de surface et milieux urbains

Les inondations par les eaux de surface surviennent lorsque des précipitations intenses et de courte durée dépassent la capacité d'infiltration du sol ou des systèmes d'assainissement. L'excès d'eau s'accumule dans les dépressions topographiques locales et peut créer des voies d'écoulement le long des routes, des bâtiments ou des espaces ouverts.

Contrairement aux inondations fluviales, les inondations par les eaux de surface se caractérisent par une réponse hydrologique rapide, souvent brutale, en raison des possibilités d'infiltration limitées en milieu urbain. Ce phénomène peut provoquer des inondations localisées, endommageant les infrastructures, affectant le bien-être de la population et perturbant le fonctionnement des services essentiels. Les zones urbaines, densément peuplées et construites sont particulièrement vulnérables.

Ce phénomène est amplifié dans les zones urbaines dominées par des surfaces imperméables. Plus l'urbanisation progresse, plus les terres naturelles sont recouvertes de surface imperméables, ce qui amplifie la quantité d'eau de ruissellement. A noter qu'à Lausanne, la ville perd chaque année 1500 m<sup>2</sup> de surface perméable. Les changements climatiques exacerbent encore le problème en intensifiant les événements pluvieux, augmentant ainsi la fréquence et la gravité des inondations par les eaux de surface. Ces dernières années, la ville a connu d'importantes inondations : le 11 juin 2018, 41 mm de pluie sont tombés sur Lausanne en 10 minutes, établissant un nouveau record national pour les précipitations les plus intenses jamais enregistrées en Suisse sur cette durée.

## 1.3 Cadre de l'étude

Dans ce contexte, le Bureau du Climat et de la Durabilité, en collaboration avec le service des eaux et le service des parcs et domaine, a mandaté le Centre d'expertise sur les extrêmes climatiques (ECCE) de l'Université de Lausanne pour évaluer la vulnérabilité et l'exposition de la ville au ruissellement de surface.

Une telle évaluation est une approche pro-active qui aide à identifier les zones les plus à risque, à prioriser les interventions et à améliorer la résilience urbaine face aux événements d'inondation liés au ruissellement. Les cartes issues de cette étude constituent une donnée de base importante pour le plan de mesures d'adaptation et sa mise en œuvre.

## 2. Méthodologie

---

Tant pour l'indice de vulnérabilité que pour l'indice d'exposition et l'indice de risque, les étapes suivantes ont été suivies :

1. **Définition des concepts** : Comprendre les notions de vulnérabilité, d'exposition et de risque constitue un préalable essentiel à toute évaluation. La littérature est large et plusieurs définitions s'y retrouvent.
2. **Identification des composantes de la vulnérabilité et de l'exposition** : Les recherches sur la vulnérabilité urbaine face aux risques environnementaux, notamment le ruissellement de surface, mettent en évidence la nécessité d'une approche intégrée combinant les dimensions sociales, physiques et environnementales. Il convient alors, dans un premier temps d'identifier les composantes clés permettant de calculer les indices de vulnérabilité.
3. **Définition des règles de notation pour chaque composante** : pour chaque composante, une échelle est définie permettant de lui attribuer un score
4. **Intégration des scores, selon une approche cumulative et pondérée** : Les différentes composantes ayant une importance relative dans le calcul de l'indice, un poids est attribué pour chaque composante afin de calculer l'indice.
5. **Agrégation des scores par quartier** : Le territoire est ensuite décomposé en un maillage hexagonal de 100 m de côté et les différents scores et indices sont calculés pour chaque hexagone. Les résultats sont ensuite agrégés à l'échelle des quartiers pour les 18 quartiers statistiques de la ville.

## 2.1 Vulnérabilité

### Définition

Dans le cadre de cette étude, la vulnérabilité est définie comme la sensibilité des composantes urbaines (bâtiments et routes, infrastructures) et humaines aux dommages et perturbations en cas d'exposition au ruissellement de surface. Il s'agit des caractéristiques intrinsèques.

L'intégration conjointe de la vulnérabilité des infrastructures et de la vulnérabilité sociale est essentielle pour appréhender l'ensemble du spectre de la vulnérabilité urbaine. Dans le cadre de cette étude, l'indice de vulnérabilité au ruissellement de surface est constitué des composantes suivantes (de la plus importante à la moins importante) :

- **La présence de bâtiments critiques** : Les hôpitaux, écoles et autres bâtiments critiques constituent des infrastructures essentielles à la santé, à la sécurité publique et au bon fonctionnement urbain. Leur défaillance peut amplifier les effets d'un événement.
- **La densité de population** : Les zones densément peuplées présentent un risque accru d'impacts humains en cas d'inondation, en raison de la concentration de personne.
- **La présence d'infrastructures critiques** : Ces services jouent un rôle crucial dans le maintien de l'approvisionnement et le soutien aux services d'urgence. Leur défaillance peut compromettre la capacité de réponse des services publics. Par infrastructures critiques, on entend :
  - **Infrastructures électriques** : L'évaluation prend en compte deux sources principales d'électricité :
    - Réseau électrique : La production électrique externe au territoire lausannois a été considérée à travers les infrastructures qui acheminent de l'électricité vers la ville ainsi que les postes de transformation.
    - Production locale : La capacité de production solaire a été explicitement intégrée car elle constitue la seule source de production d'électricité localisée et cartographiable sur le territoire.
  - **Infrastructures d'approvisionnement en eau et station d'épuration des eaux usées** : Les infrastructures d'approvisionnement incluent les conduites de distribution sous pression et leurs structures associées (nœuds, vannes, etc.). La Ville ne possède qu'une seule station d'épuration.

- **Réseaux de chauffage thermique** : ce réseau fournit du chauffage et de l'énergie aux zones urbaines, notamment lors d'événements météorologiques extrêmes.
- **La présence de réseaux de transport** : Le bon fonctionnement du réseau de transport est crucial pendant et après les épisodes de ruissellement, car il conditionne les délais d'intervention des services d'urgence ainsi que la continuité de la mobilité urbaine. Leur vulnérabilité peut compromettre la capacité de la ville à réagir efficacement en situation de crise.

Pour chaque hexagone du territoire, les composantes ci-dessus ont été évaluées selon la classification présentées en [Annexe 1](#). Les composantes ont ensuite été pondérées, puis agrégées par quartier.

## 2.2 Exposition

### Définition

L'exposition est la probabilité d'être effectivement affecté par l'aléa et l'intensité associée. Elle est traitée comme une variable indépendante, liée au contexte environnemental.

L'indice d'exposition couvre :

- **La profondeur d'eau de ruissellement** : En l'absence de carte spécifique à la Ville de Lausanne, nous utilisons la carte suisse de simulation de l'aléa de ruissellement publiée par l'OFEV (2018). Cette carte fournit des classes de profondeur du ruissellement modélisée pour un épisode de ruissellement centennal.
- **La densité des bâtiments endommagés entre 1997 et 2018, notamment lors de l'événement du 11 juin 2018** : La carte de l'OFEV ayant certaines limites (voir chapitre Limites), des indications sur les pertes historiques dues au ruissellement à Lausanne ont aussi été incluses. Elles permettent d'identifier les quartiers les plus touchés, notamment lors de l'événement du 11 juin 2018.

Pour chaque hexagone du territoire, les composantes ci-dessus ont été évaluées. Les indices ont ensuite été agrégés par quartier. Voir [Annexe 2](#) pour plus de détails sur la méthodologie.

## 2.3 Risque

### Définition

L'indice de risque est la combinaison de la vulnérabilité et de l'exposition.

L'indice de risque est calculé en multipliant les deux précédents indices. L'usage d'une multiplication permet de refléter le fait qu'une zone vulnérable mais non exposée ne présente pas de risque, tout comme une zone fortement exposée mais peu vulnérable. A l'inverse, une zone très vulnérable, par exemple un quartier résidentiel densément peuplé, et fortement exposée constitue une zone à haut risque.

### 3. Les résultats

---

#### 3.1 Vulnérabilité

Les trois quartiers les plus vulnérables (en rose foncé, Figure 1) sont :

1. Vinet/Pontaise
2. Centre
3. Sébeillon/Malley

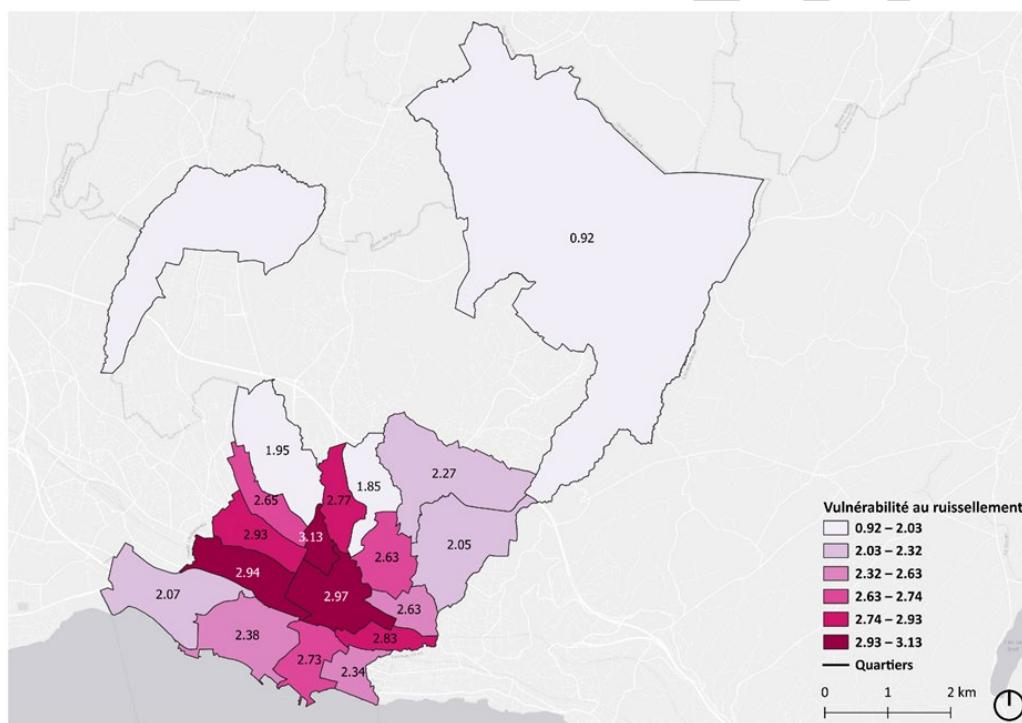


Figure 1 : Vulnérabilité au ruissellement de surface par quartier statistique. Echelle de 0 (vulnérabilité nulle ou très faible) à 4 (vulnérabilité très élevée).

Les quartiers périphériques, tels que Sauvabelin et Zones foraines, affichent les scores de vulnérabilité les plus bas.

L'analyse met en évidence le noyau urbain et les quartiers densément peuplés comme des zones prioritaires pour des interventions ciblées. Les quartiers les plus vulnérables se

caractérisent également par une forte densité de bâtiments vulnérables, des réseaux routiers denses et des infrastructures critiques.

En revanche, les zones périphériques dotées de peu d'infrastructures offrent des possibilités de développement stratégique afin d'anticiper les vulnérabilités futures. La densité des bâtiments vulnérables et la répartition de la population apparaissent comme des facteurs déterminants de la vulnérabilité au niveau des quartiers.

### 3.2 Exposition

Les trois quartiers les plus exposés (en brun sur Figure 2) sont :

1. Centre
2. Vinet/Pontaise
3. Sous-Gare/Ouchy

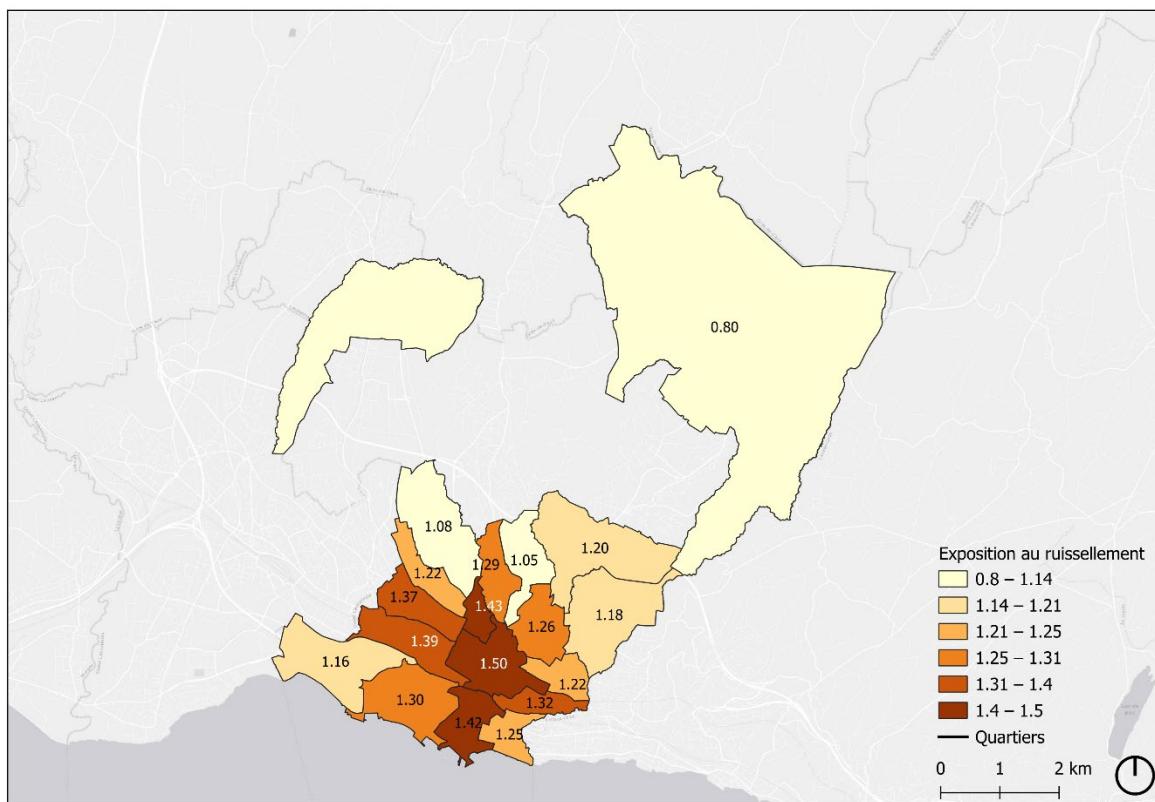


Figure 2 : Exposition au ruissellement de surface par quartier statistique. Echelle de 0 (exposition nulle ou très faible) à 3 (exposition très élevée).

Maupas/Valency révèle la densité de pertes la plus élevées pour la période 1997–2018 et Sébeillon/Malley le plus haut score pour la profondeur du ruissellement. A l'inverse, les zones foraines affichent les scores les plus faibles pour l'exposition.

### 3.3 Indice de risque

Les trois quartiers présentant les indices de risque les plus élevés – cumulant vulnérabilité et exposition – sont :

1. Centre
2. Vinet/Pontaise
3. Sébeillon/Malley

Maupas/Valency et Sous-Gare/Ouchy affichent également des scores élevés, principalement en raison de leur score d'exposition. A l'opposé, et comme attendu, le score associé aux Zones foraines est nettement plus faible, avec la valeur la plus basse parmi l'ensemble des quartiers.

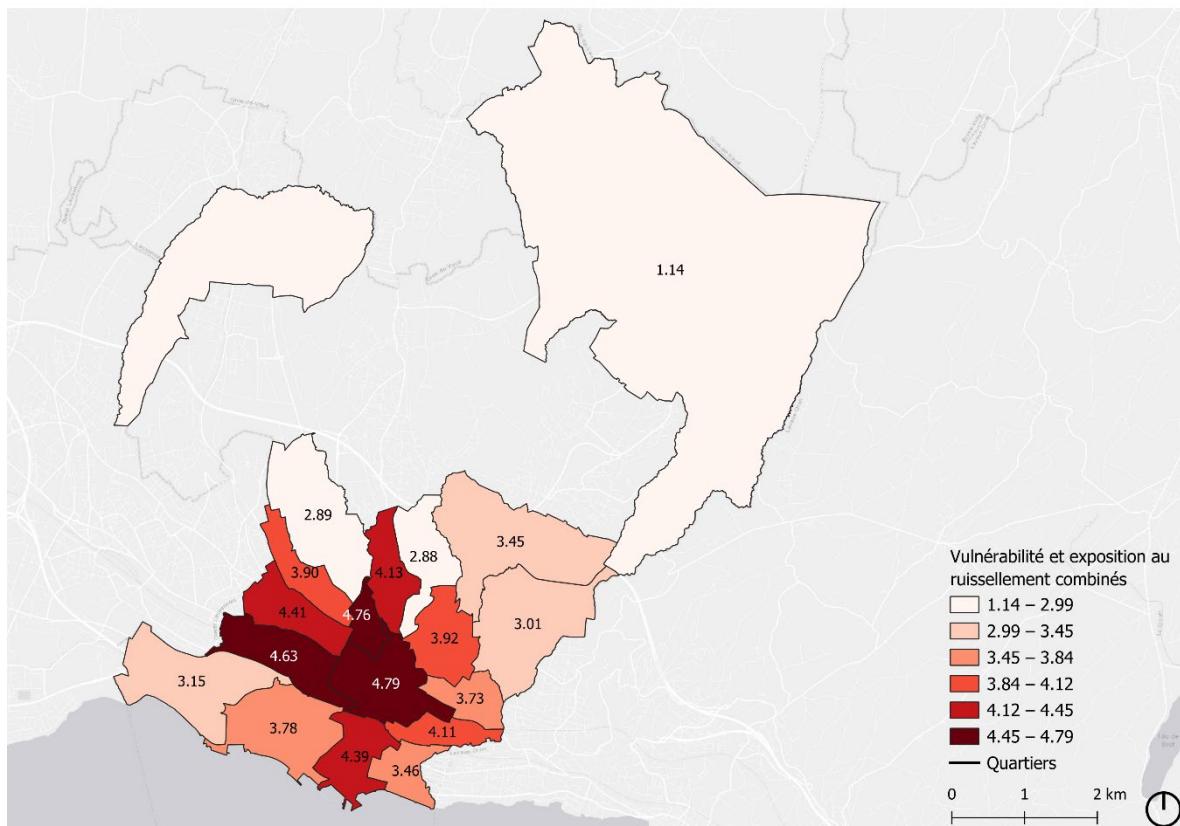


Figure 3 : Carte de l'impact du ruissellement de surface par quartier. Echelle de 0 (indice de risque nul ou très faible) à 5 (indice de risque très élevé).

## 4. Conclusion

---

Cette étude a évalué la vulnérabilité et l'exposition de la Ville de Lausanne au ruissellement de surface. La vulnérabilité a été définie comme la sensibilité, alors que l'exposition se réfère au danger lui-même. La méthodologie utilisée pour cette évaluation simplifie l'ensemble des données en consolidant de multiples variables corrélées (par exemple, la densité des bâtiments, les réseaux routiers, les infrastructures électriques, la distribution de la population) en un ensemble plus restreint d'éléments clés.

L'analyse a montré que la vulnérabilité et l'exposition sont concentrées spatialement, les quartiers centraux présentant des impacts aggravés en raison de la densité des infrastructures et de la population. En revanche, les zones périphériques telles que Sauvabelin et les Zones foraines affichent des scores de vulnérabilité plus faibles.

### 4.1 Limites

Cette étude offre un cadre méthodologique pour évaluer la vulnérabilité et l'exposition au ruissellement à Lausanne et a permis de détecter les quartiers les plus impactés par l'aléa ruissellement. Il est cependant crucial de reconnaître les limites des données et des hypothèses utilisées afin de mettre en lumière les domaines à améliorer et de poser les bases pour des évaluations futures plus précises. Les principales limites de cette étude sont décrites ci-dessous :

- Les données sur la profondeur d'eau utilisées dans l'indice d'exposition, issues de la carte de l'OFEV (2018), ne fournissent qu'une estimation indicative du danger. Elles ne proviennent pas d'une modélisation hydraulique ou hydrodynamique fine, ce qui limite leur fiabilité à haute résolution.
- Comme mentionné précédemment, les données de l'OFEV (2018) ne comprennent pas la vitesse d'écoulement, un facteur pourtant crucial dans l'analyse des risques d'inondation. La vitesse influence significativement les impacts, notamment sur les infrastructures et la sécurité des personnes. Son omission peut entraîner une sous-estimation de l'indice d'exposition des zones soumises à une forte énergie cinétique.
- L'analyse ne prend pas en compte les défenses contre les inondations, les systèmes de drainage ou d'autres mesures d'atténuation existantes qui pourraient réduire l'exposition dans certaines zones.
- Il est également à noter que les données concernant l'effectif de population proviennent des statistiques de recensement de la population de 2023. Les résultats des quartiers en mutation, notamment les Plaines-du-Loup (Bosson/Blécherette), peuvent donc présenter des incongruences avec la réalité. Il est pertinent de dire qu'avec des données plus actuelles, ce quartier présenterait un indice de vulnérabilité plus élevé. Toutefois, étant donné la mise en place de nombreuses mesures d'adaptation dans l'aménagement du quartier, le risque semble mitigé.

## Annexes

---

Version interne

**Annexe 1 : Composantes, pondération et calcul de l'indice de vulnérabilité**

<b>Score attribué à l'hexagone</b>	<b>Bâtiment</b> Score attribué à l'hexagone correspond à celui du bâtiment ayant le score le plus élevé	<b>Population</b> Nombre d'habitant.e.s par hexagone	<b>Electricité, Production</b>	<b>Electricité, Réseau</b>	<b>Eau</b>	<b>Chauffage thermique</b>	<b>Transport</b> Score attribué à l'hexagone correspond à celui de l'installation ayant le score le plus élevé
<b>4 (vulnérabilité très élevée)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infrastructures critiques telles que les hôpitaux, les écoles, les établissements d'enseignement, les bâtiments publics très fréquentés ou utilisés en cas d'urgence, etc.</li> <li>Bâtiments administratifs, en particulier ceux ayant des fonctions critiques</li> </ul>	231 personnes ou plus	751 à 1054 kW (impact significatif en cas de dommage)	Présence d'au moins un élément du réseau d'électricité : pylônes, points de station, surfaces de station, lignes de transmission	Présence d'au moins un élément du réseau d'approvisionnement en eau (conduites de distribution sous pression et structures associées – nœuds, vannes, etc.) ou présence de la station d'épuration des eaux usées.	Présence d'une partie du réseau thermique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemins de fer desservant des zones industrielles ou des zones résidentielles à forte densité</li> <li>Routes principales essentielles pour les opérations d'urgence et les activités de la ville</li> </ul>
<b>3 (vulnérabilité élevée)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments commerciaux et industriels, susceptibles de présenter des risques en cas d'inondation</li> <li>Bâtiments ecclésiastiques, qui sont des bâtiments résidentiels avec des fonctions uniques et souvent un taux d'occupation élevé lors des événements</li> </ul>	134 à 230 personnes	501 à 750 kW (interruption pourrait affecter une vaste zone)	Non attribué	Non attribué	Non attribué	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemins de fer, en particulier ceux desservant les zones résidentielles ou les petites zones industrielles</li> <li>Routes desservant des zones résidentielles ou de petites zones industrielles</li> </ul>
<b>2 (vulnérabilité moyenne)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments résidentiels standards</li> <li>Bâtiments résidentiels avec garages attenants</li> <li>Résidences rurales et bâtiments agricoles à usage mixte</li> <li>Petits bâtiments auxiliaires utilisés comme garages et autres petites dépendances</li> </ul>	58 à 133 personnes	251 à 500 kW (production totale moyenne)	Non attribué	Non attribué	Non attribué	<ul style="list-style-type: none"> <li>Routes ou chemins généraux non essentiels aux opérations d'urgence ou industrielles</li> <li>Trottoirs ou voies piétonnes</li> </ul>
<b>1 (faible vulnérabilité)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments agricoles, principalement utilisés pour le stockage ou à des fins non résidentielles</li> <li>Surfaces couvertes, telles que les abris de voiture</li> <li>Structures couvertes indépendantes comme les abris autonomes</li> <li>Bâtiments en construction ou en phase de projet (car pas encore totalement fonctionnels)</li> </ul>	0 à 57 personnes	0 à 250 kW (production totale faible)	Non attribué	Non attribué	Non attribué	<ul style="list-style-type: none"> <li>Points d'accès ou espaces publics</li> <li>Surfaces dures générales non associées à des infrastructures critiques</li> <li>Îlots de circulation ou petites zones isolées sur les routes</li> </ul>
<b>0 (non vulnérable)</b>	Zone sans bâtiment	Non attribué	Non attribué	Aucune infrastructure du réseau électrique	Aucune infrastructure du réseau d'eau	Aucune infrastructure du réseau thermique	Zone sans réseau de transport

Tableau 1 : Attribution des scores de vulnérabilité aux différentes composantes de l'indice

### *Pondération des composantes*

<b>Composantes de l'indice de vulnérabilité</b>	<b>Pondération</b>
Bâtiments	35%
Population	30%
<i>Infrastructures</i>	20% <i>Score composé, voir Tableau 3</i>
Transport	15%

Tableau 2 : Poids des composantes dans le calcul de l'indice de vulnérabilité

<b>Composantes de l'indice « Infrastructures »</b>	<b>Pondération</b>
Électricité	50% <i>Score composé, voir Tableau 4</i>
Eau	30%
Thermique	20%

Tableau 3 : Poids des composantes dans le calcul du score « Infrastructures ».

La pondération présentée au Tableau 3 reflète l'importance différenciée des infrastructures dans le maintien des fonctions urbaines. L'électricité est un service prioritaire car il assure un rôle central dans le maintien de presque tous les autres services. L'approvisionnement en eau est essentiel à la santé publique et à la sécurité. En raison de son utilisation saisonnière, les impacts d'une défaillance du chauffage thermique sont plus localisés et limités dans le temps.

<b>Composantes de l'indice « Électricité »</b>	<b>Pondération</b>
Réseau	60%
Production	40%

Tableau 4 : Poids des composantes dans le calcul du score « Électricité ».

La pondération du Tableau 4 privilégie les composantes du réseau électrique principal en raison de leur emprise spatiale plus large et leur rôle plus critique dans la continuité de l'approvisionnement urbain, comparativement à la production solaire décentralisée.

### *Calcul de l'indice de vulnérabilité*

Pour chaque hexagone, l'indice de vulnérabilité a été calculé selon les formules suivantes :

Vulnérabilité

$$= (0,35 \times \text{Bâtiment}) + (0,3 \times \text{Population}) + (0,2 \times \text{Infrastructures}) + (0,15 \times \text{Transport})$$

Où

Infrastructures

$$= (0,5 \times \text{Électricité}) + (0,3 \times \text{Eau}) + (0,2 \times \text{Thermique})$$

Où

Électricité

$$= (0,6 \times \text{Réseau}) + (0,4 \times \text{Production})$$

L'indice de chaque quartier a été calculé en faisant la moyenne de l'indice des hexagones le constituant.

## Annexe 2 : Composantes, pondération et calcul de l'indice d'exposition

### Composantes

Score attribué à l'hexagone	Profondeur d'eau (OFEV, 2018)	Pertes historiques	Pertes 2018
<b>3 (exposition élevée)</b>	La profondeur d'eau au sous-sol est supérieure ou égale à 0.25 m. Ce scénario correspond à une inondation qui affecte le sous-sol de manière significative, pouvant causer des dommages aux fondations et aux étages inférieurs.	Selon densité des bâtiments affectés par les inondations à Lausanne entre 1997 et 2018	Selon densité des bâtiments affectés par les inondations à Lausanne le 11 juin 2018
<b>2 (exposition moyenne)</b>	La profondeur d'eau au sous-sol est de 0.1 m tandis que les étages supérieurs présentent une profondeur d'eau de 0.25 m. Ce scénario correspond à une inondation plus importante qui affecte à la fois le sous-sol et les étages supérieurs.		
<b>1 (faible exposition)</b>	Cela décrit un scénario où le sous-sol (UG) reste sec, tandis que les étages supérieurs (OG) présentent une profondeur d'eau de 0.1 m. Cela correspond à une inondation mineure qui n'affecte que légèrement les niveaux supérieurs.		
<b>0</b>	Si les profondeurs d'eau fournies par la carte n'entrent pas dans les catégories listées ci-dessus, cela signifie que l'exposition au ruissellement est nulle ou que les données ne sont pas disponibles.	Non attribué	Non attribué

Tableau 5 : Attribution des scores d'exposition aux différentes composantes de l'indice

### Pondération des composantes

Composantes	Pondération
Profondeur du ruissellement (OFEV)	70%
Pertes historiques	15%
Pertes 2018	15%

Tableau 6 : Composantes de l'indice d'exposition au ruissellement et poids associé.

Des poids faibles ont été attribués aux pertes historiques, car ces facteurs ne sont pas essentiels mais servent à ajuster la profondeur d'eau de la carte de l'OFEV (2018) en raison des défauts mentionnés. De plus, les pertes historiques contiennent implicitement des informations relatives à la vulnérabilité, il est important de minimiser la dépendance entre nos indices de vulnérabilité et d'exposition.

*Calcul de l'indice d'exposition*

Pour chaque hexagone, l'indice d'exposition a été calculé selon la formule suivante :

Exposition

$$= (0.7 \times \text{ProfondeurEau}) + (0.15 \times \text{PertesHistoriques}) + (0.15 \times \text{Pertes2018})$$

L'indice de chaque quartier a été calculé en faisant la moyenne de l'indice des hexagones le constituant.

## Annexe 3 : Tableau des scores par composantes, indices et quartiers

Quartier	Bâtiment	Population	Infrastructures	Transport	Vulnérabilité	Profondeur ruissellement	Pertes 11.06.2018	Pertes 1997-2018	Exposition	Risque
<b>Beaulieu/Grey/Boisy</b>	3,35	2,83	0,34	2,69	<b>2,65</b>	1,61	1,03	0,21	<b>1,22</b>	<b>3,90</b>
<b>Borde/Bellevaux</b>	3,58	3,00	0,38	2,65	<b>2,77</b>	1,67	1,19	0,12	<b>1,29</b>	<b>4,13</b>
<b>Bossons/Blécherette</b>	2,17	2,05	0,27	2,28	<b>1,95</b>	1,40	1,00	0,08	<b>1,08</b>	<b>2,89</b>
<b>Centre</b>	<b>3,99</b>	2,94	0,41	3,06	<b>2,97</b>	1,78	<b>1,61</b>	0,22	<b>1,5</b>	<b>4,79</b>
<b>Chailly/Rovéréaz</b>	2,65	1,80	0,35	2,44	<b>2,05</b>	1,48	1,10	0,23	<b>1,18</b>	<b>3,01</b>
<b>Florimont/Chissiez</b>	3,61	2,94	0,22	3,19	<b>2,83</b>	1,71	1,24	0,05	<b>1,32</b>	<b>4,11</b>
<b>Maupas/Valency</b>	3,69	3,29	0,29	2,91	<b>2,93</b>	1,74	1,21	<b>0,35</b>	<b>1,37</b>	<b>4,41</b>
<b>Montchoisi</b>	3,03	2,21	0,12	2,79	<b>2,34</b>	1,58	1,23	0,04	<b>1,25</b>	<b>3,46</b>
<b>Montoie/Bourdonnette</b>	2,45	1,89	0,28	2,73	<b>2,07</b>	1,62	0,84	0,08	<b>1,16</b>	<b>3,15</b>
<b>Montriond/Cour</b>	3,22	2,11	0,27	2,74	<b>2,38</b>	1,62	1,28	0,19	<b>1,3</b>	<b>3,78</b>
<b>Mousquines/Bellevue</b>	3,48	2,39	<b>0,46</b>	2,90	<b>2,63</b>	1,59	1,14	0,04	<b>1,22</b>	<b>3,73</b>
<b>Sallaz/Vennes/Séchaud</b>	2,87	2,20	0,40	2,33	<b>2,27</b>	1,49	1,16	0,18	<b>1,2</b>	<b>3,45</b>
<b>Sauvabelin</b>	1,98	1,79	0,40	2,30	<b>1,85</b>	1,32	1,04	0,08	<b>1,05</b>	<b>2,88</b>
<b>Sébeillon/Malley</b>	3,74	2,96	0,45	<b>3,27</b>	<b>2,94</b>	<b>1,81</b>	1,18	0,30	<b>1,39</b>	<b>4,63</b>
<b>Sous-Gare/Ouchy</b>	3,61	2,74	0,23	2,95	<b>2,73</b>	1,72	1,45	0,24	<b>1,42</b>	<b>4,39</b>
<b>Vallon/Béthusy</b>	3,60	2,37	0,44	2,70	<b>2,63</b>	1,67	1,09	0,12	<b>1,26</b>	<b>3,92</b>
<b>Vinet/Pontaise</b>	3,92	<b>3,56</b>	0,41	3,00	<b>3,13</b>	1,70	1,50	0,31	<b>1,43</b>	<b>4,76</b>
<b>Zones foraines</b>	0,53	1,02	0,10	1,50	<b>0,92</b>	1,20	0,42	0,05	<b>0,8</b>	<b>1,14</b>

Tableau 7: Score par composantes, indices et quartiers

## Annexe 4 : Cartes par hexagones et guichet cartographique

Les cartes par hexagones sont disponibles sur le guichet cartographique dans le thème « Climat » et au lien suivant :

[https://carto.lausanne.ch/?lang=fr&baselayer\\_ref=fonds\\_geo\\_osm\\_bdcad\\_couleur&baselayer\\_opacity=0&tree\\_group\\_layers\\_climat\\_grp=climat\\_ruisseau\\_vulnerabilite&map\\_x=2538930&map\\_y=1153083&map\\_zoom=1&tree\\_groups=climat\\_grp](https://carto.lausanne.ch/?lang=fr&baselayer_ref=fonds_geo_osm_bdcad_couleur&baselayer_opacity=0&tree_group_layers_climat_grp=climat_ruisseau_vulnerabilite&map_x=2538930&map_y=1153083&map_zoom=1&tree_groups=climat_grp)

Ces cartes sont strictement disponibles pour un usage interne. Leur diffusion au grand public n'est pas prévue.

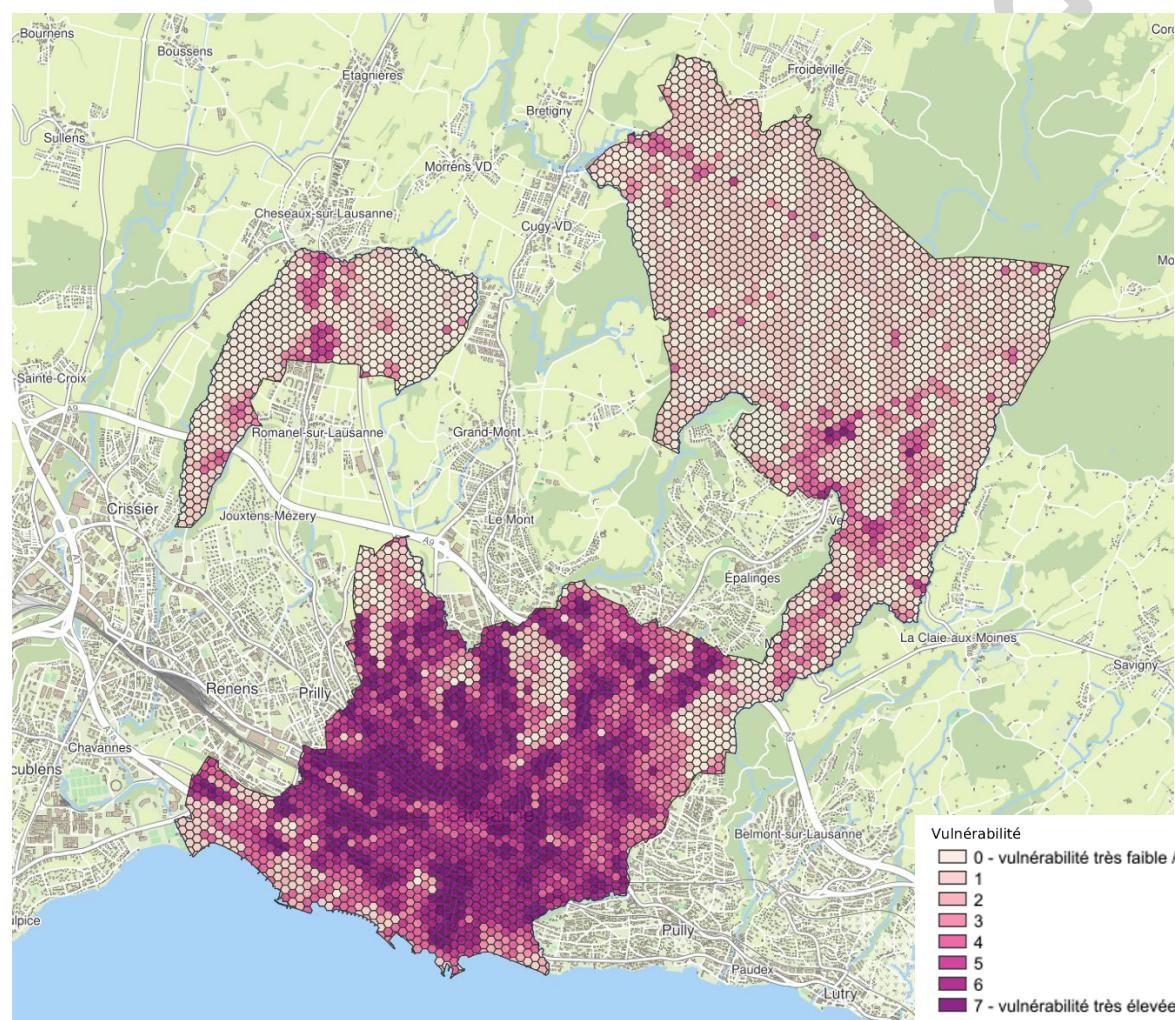


Figure 4 : Vulnérabilité au ruissellement de surface par hexagone. Echelle de 0 (vulnérabilité nulle ou très faible) à 4 (vulnérabilité très élevée).

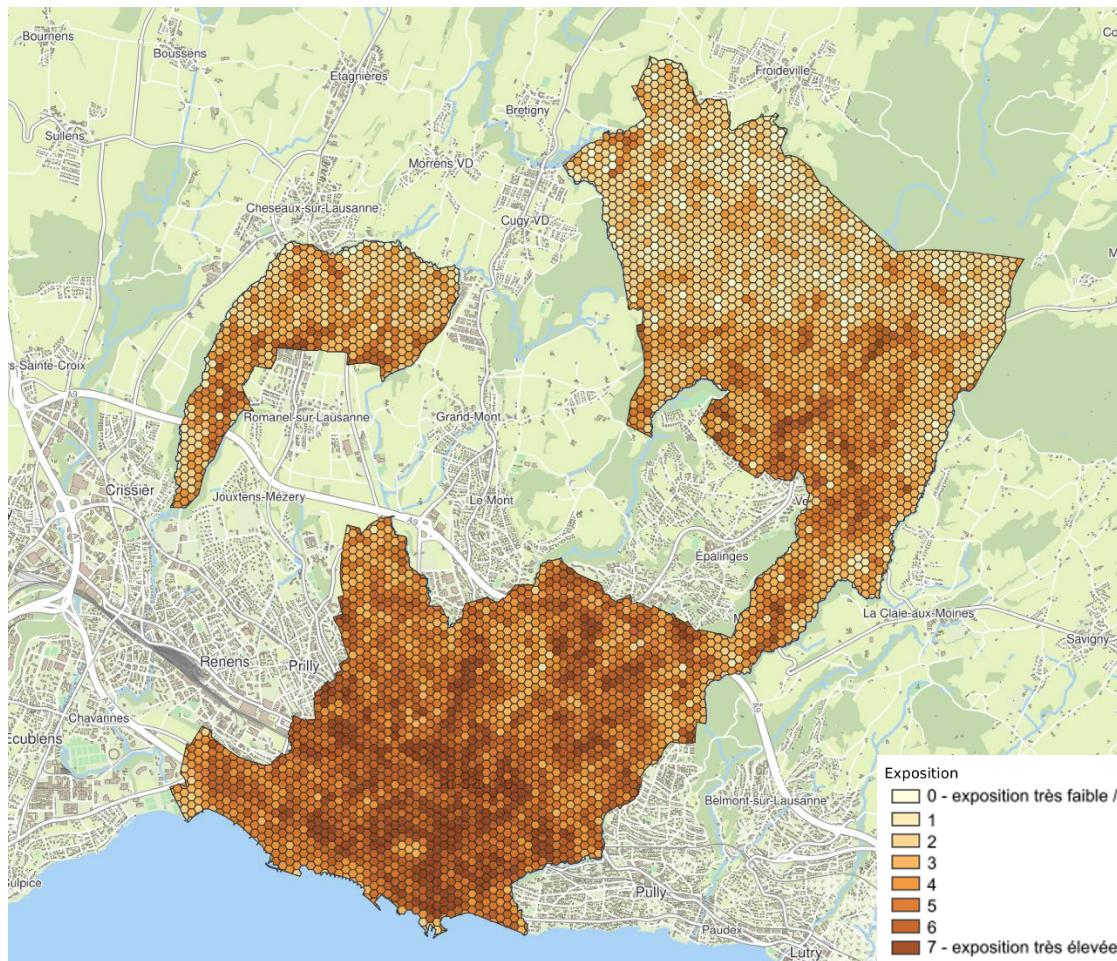


Figure 5 : Exposition au ruissellement de surface par hexagone. Echelle de 0 (exposition nulle ou très faible) à 3 (exposition très élevée).

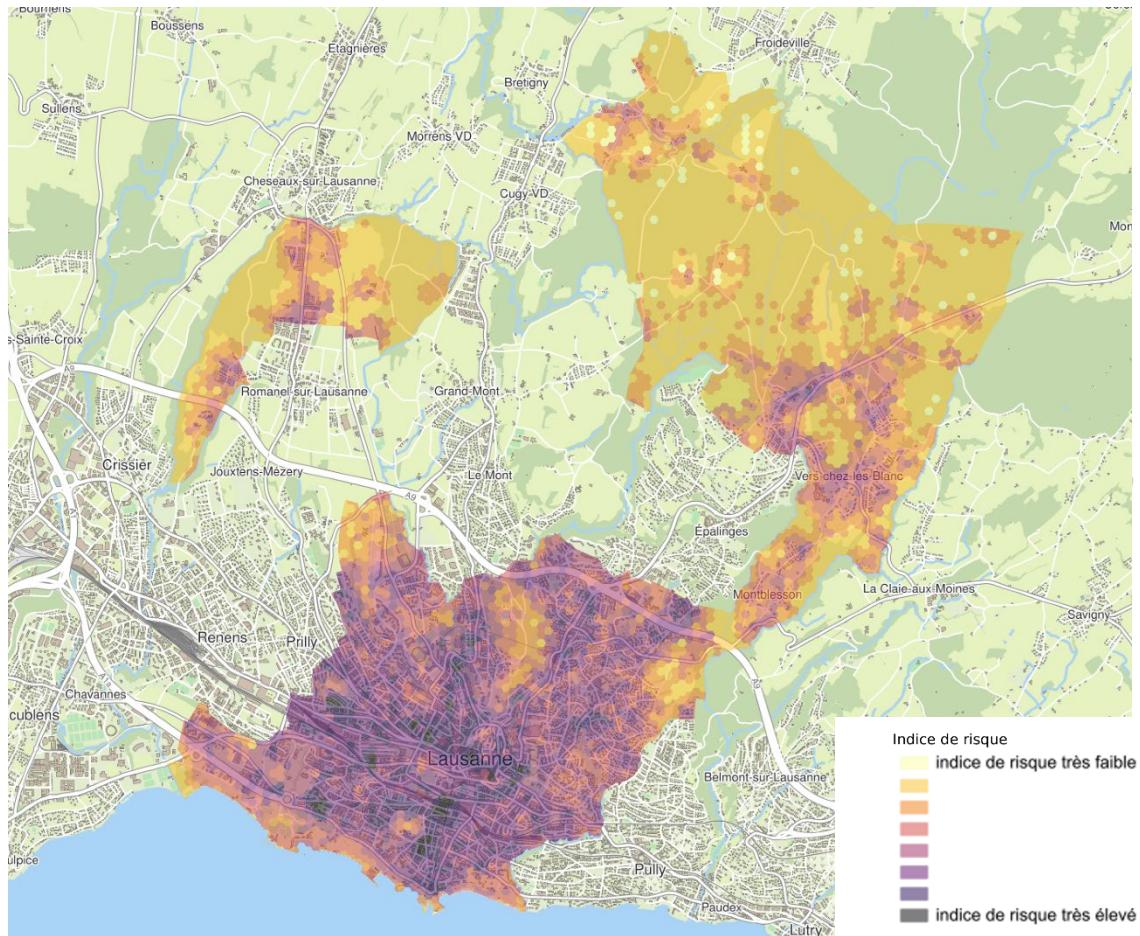


Figure 6 : Carte de l'indice de risque lié au ruissellement de surface par hexagone. Echelle de 0 (indice de risque nul ou très faible) à 7 (indice de risque très élevé).