

Estimation de l'aléa de ruissellement par modélisation hydrologique

Étudiantes: C. Marmy, N. Schaller
Entreprise: SECOE, E. Werlen
Encadrant EPFL: A. Rinaldo

1. Introduction

En Suisse, 30 % à 50 % des dégâts d'inondation sont dûs au ruissellement de surface faisant suite à des événements pluvieux. La Confédération, concernée par ce problème, a établi une carte de l'aléa de ruissellement. Le service de l'Écologie et de l'Eau de l'État de Genève a mandaté l'entreprise Terranum à Bussigny pour développer un logiciel tenant mieux compte des spécificités de son territoire. Ce nouveau logiciel devrait avoir une meilleure résolution et plus de classes décrivant la hauteur d'eau des inondations potentielles. Dans cette optique, ce projet **compare** les résultats des simulations genevoises à ceux de la Confédération et mène une **analyse de sensibilité** sur les paramètres du modèle afin de permettre de faire des recommandations sur l'utilisation du logiciel.

2. Modèles

Modèle du logiciel genevois

- Différentes résolutions possibles (dans ce projet 2 m x 2 m)
- Prise en compte des pertes initiales
- Modélisation du taux d'infiltration (infiltration constante ou TOPMODEL)
- Ruissellement selon la formule de Manning–Strickler
- Catalogue de pluies genevoises à temps de retour centennal à disposition

Modèle de la Confédération

- Territoire national divisé en 256 régions
- Définition de la partie de l'averse qui ruisselle selon la couverture du sol, le type de ruissellement et la pente
- Ruissellement selon la formule de Manning–Strickler
- Pluie synthétique de distribution toujours identique, mais d'intensité variable. Pour Genève, 50 mm en 1 heure (voir fig. 1)

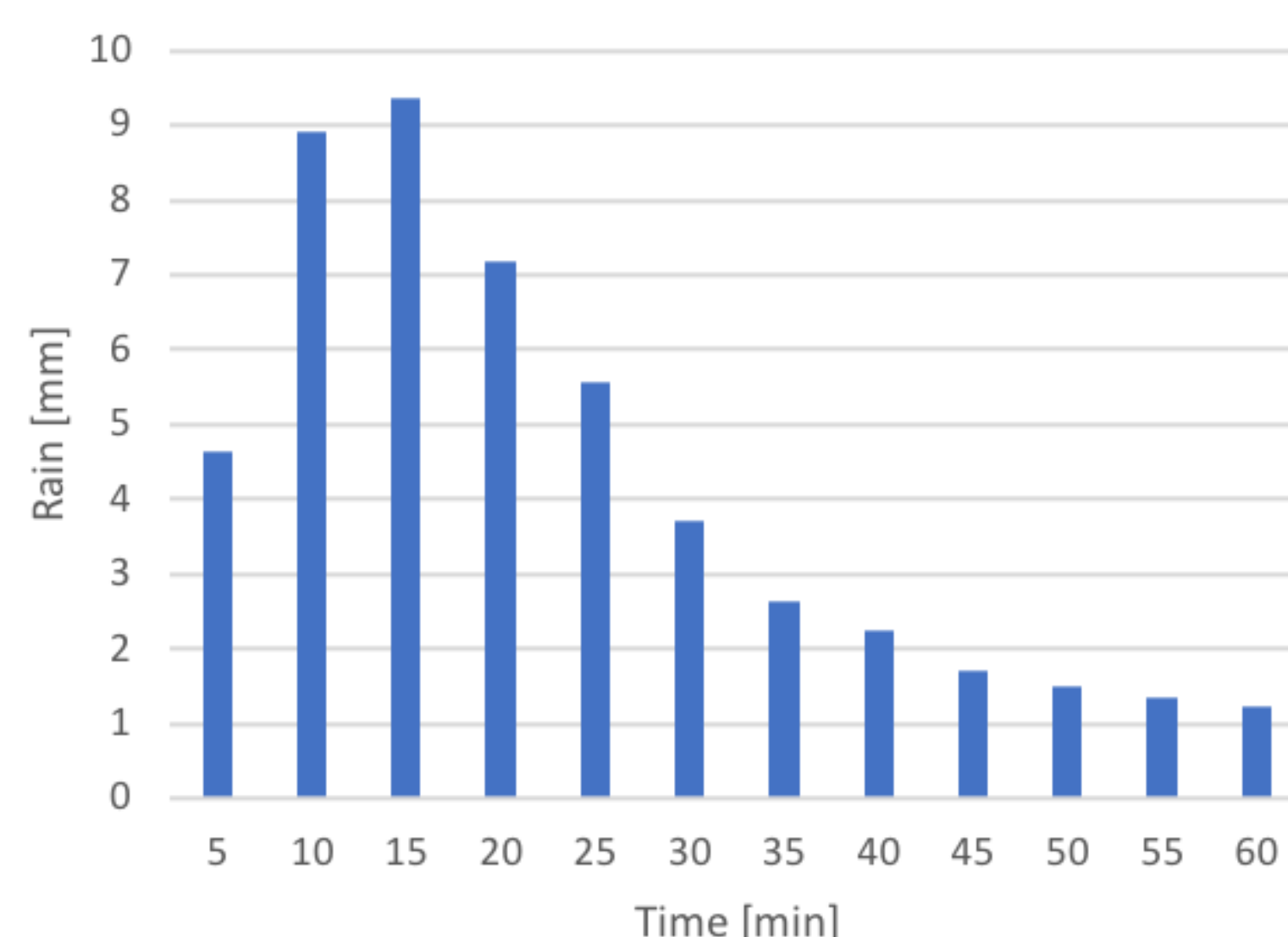


Figure 1 : Pluie synthétique utilisée dans les simulations et par le modèle de la Confédération.

4. Analyse de sensibilité pour les pertes initiales

L'analyse de sensibilité a révélé que le paramètre avec le plus d'impact pour notre zone était les pertes initiales. Celles-ci dépendent de la composition du sol (argileux, limoneux, sableux, caillouteux) qui influence la capacité de drainage du sol. Plus précisément, elles sont modélisées au moyen du modèle SCS, un modèle empirique souvent utilisé en hydrologie pour calculer le ruissellement. Dans le cas des pertes initiales, elles sont liées par l'intermédiaire du modèle à la composition et à l'utilisation du sol. Cette dernière est indiquée pour tout le territoire genevois, mais pour évaluer les pertes initiales de manière bien

adéquate, il faudrait se renseigner plus précisément sur la composition des sols.

On note l'augmentation non linéaire des zones inondées (moins inondées) en fonction de la diminution (l'augmentation) linéaire des pertes initiales dans la figure 3 (resp. 4). Cela indique les interactions complexes qui ont lieu entre les données physiques du terrain et les quantités d'eau ruisselées par le logiciel.



Figure 3 : Variations des pertes initiales (pire cas).

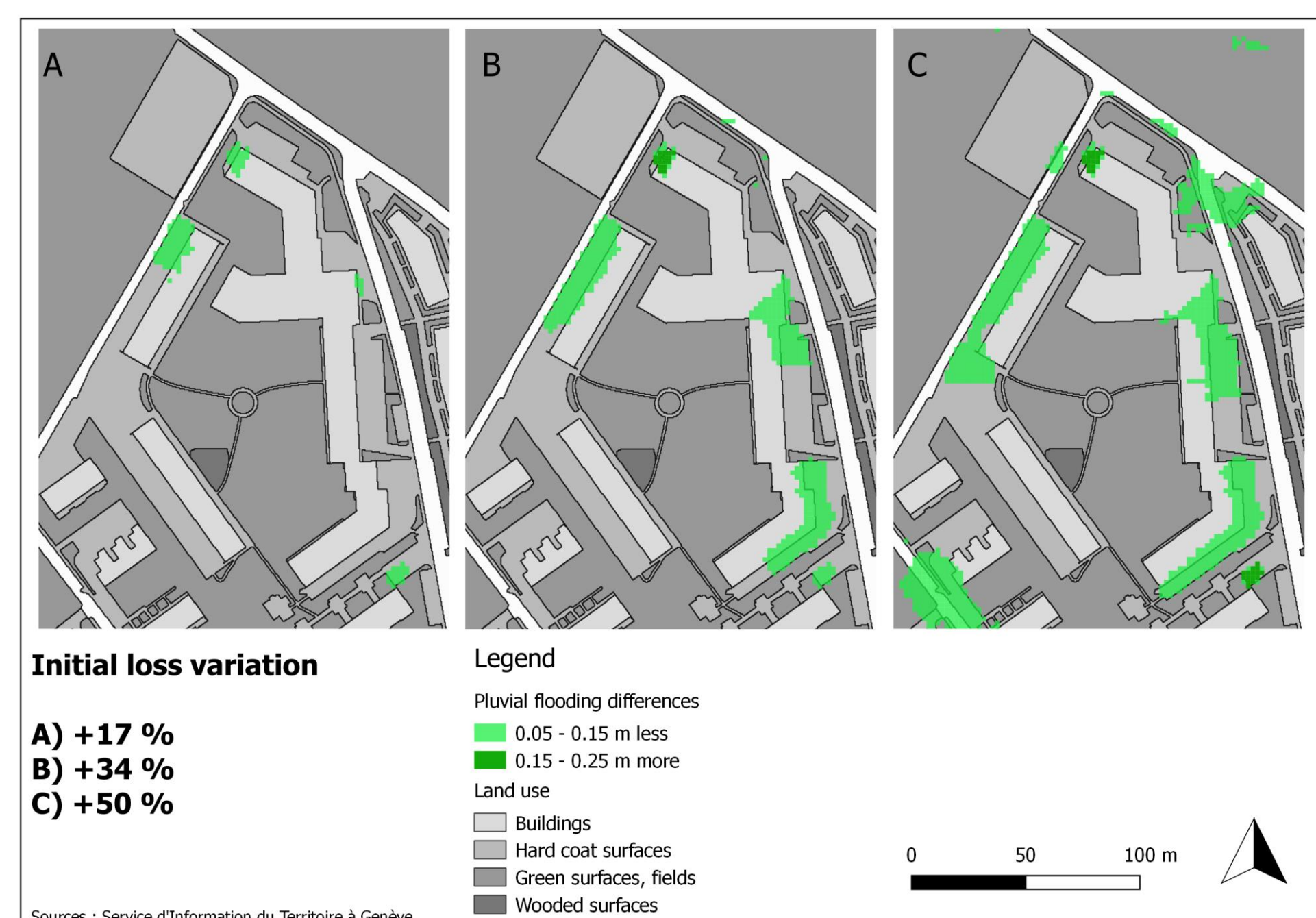


Figure 4 : Variations des pertes initiales (meilleur cas).

3. Méthodes

- Évaluation des risques pour une zone se situant dans une cuvette et pouvant être sujette à des aléas de ruissellement, ici Meinier.
- À l'aide de la topographie, calcul de la surface contributive de la cuvette. L'eau ruisselant à l'intérieur de la surface contributive s'écoule jusque dans la cuvette.
- Préparation des cellules sur QGIS afin de varier le coefficient de Strickler (caractérisant la rugosité), l'infiltration et les pertes initiales selon l'utilisation du territoire.
- Définition des valeurs des paramètres pour la simulation de référence et leur variations pour l'analyse de sensibilité (voir tableau 1).
- Simulations réalisées avec la pluie synthétique de la Confédération.

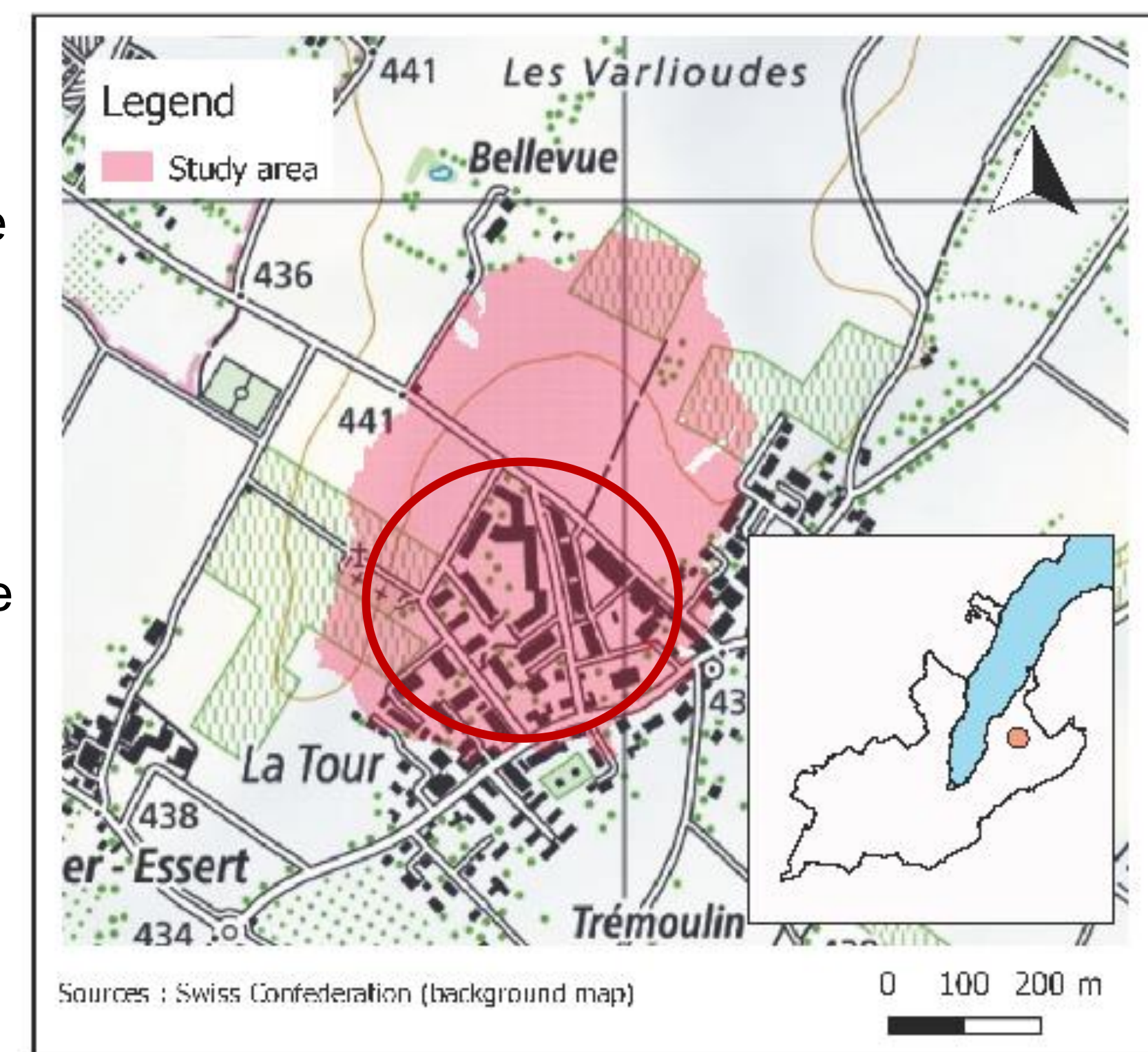
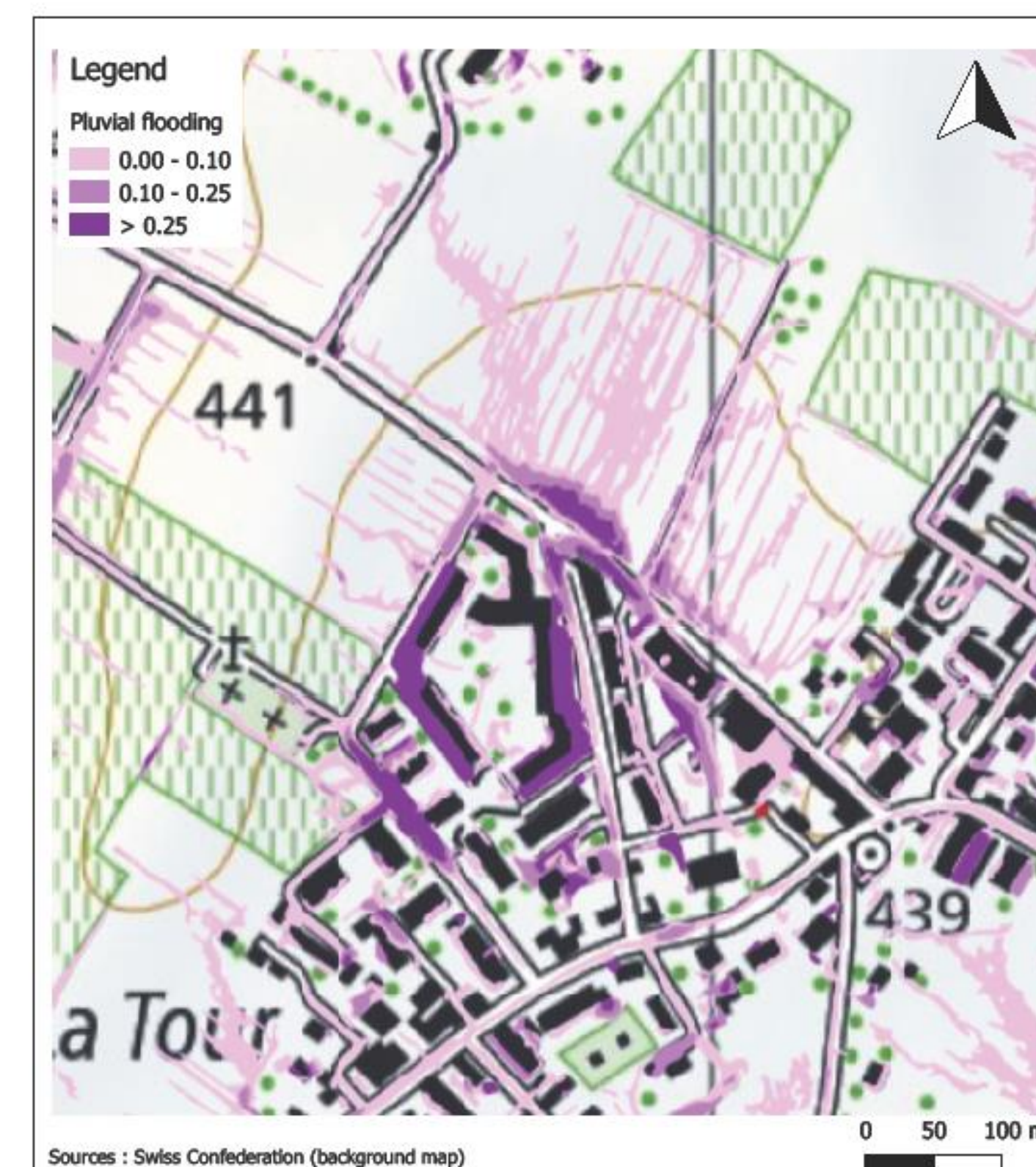


Figure 2 : Zone contributive autour de la dépression de Meinier.

Couverture du sol	Coefficient de Strickler [$m^{1/3}/s$]	Infiltration [mm/h]	Pertes initiales [mm]
Surfaces boisées	6, 12, 18	6.25, 12.5, 18.75	
Surfaces vertes	11.5, 23, 34.5	10, 20, 30	
Surfaces à revêtement dur	30, 60, 90	1.25, 2.5, 3.75	4.9, 9.8, 14.7
Bâtiments	20, 40, 60	1.25, 2.5, 3.75	

Tableau 1 : Variation des paramètres pour l'analyse de sensibilité.



5. Comparaison avec la carte de la Confédération

L'intensité et la localisation des inondations sont similaires entre les résultats de la Confédération et les résultats genevois (voir fig. 5 et 6). On peut voir sur la figure 5 que le logiciel genevois détecte la formation d'une accumulation supplémentaire dans les champs au nord-est de Meinier.

L'utilisation d'un modèle numérique de terrain plus affiné (0.5 m pour le logiciel genevois contre 2 m pour celui de la Confédération) est probablement le facteur explicatif.

Une autre possibilité pour expliquer cette différence est le choix des valeurs attribuées aux paramètres. Lors de l'analyse de sensibilité, nous avons vu que les variations de ces facteurs créent des changements dans les zones touchées détectées par les deux modèles. Ainsi, l'apparition de cette zone impactée supplémentaire ne provient pas du choix des paramètres, mais de la différence du modèle de simulation. En effet, si on fait varier les paramètres, c'est l'ensemble des inondations qui sont diminuées, pas seulement l'accumulation dans le champ.

Figure 5 : Carte de l'aléa de ruissellement de la Confédération pour Meinier.

Figure 6 : Carte de l'aléa de ruissellement du canton de Genève pour Meinier.

6. Conclusion

Le modèle développé par le canton de Genève ajoute une plus-value à l'évaluation des risques de ruissellement sur le territoire genevois. Il a été vu que les pertes initiales étaient le paramètre ayant le plus d'influence sur les quantités ruisselées. Il est recommandé de réaliser une étude sur la composition du sol, étant donné que ce paramètre influence le calcul des pertes initiales. À noter que des pluies de moindre intensité, mais durant plus longtemps peuvent amener à des inondations conséquentes et peuvent également être simulées par le logiciel.