



Diagnostic de vulnérabilités pour augmenter la résilience wallonne à travers l'adaptation aux changements climatiques

Infrastructures

Effet cascade inondations et accessibilité pompiers

Rapport méthodologique



ICEDD



Pouvoir adjudicateur :



Wallonie



Service public
de Wallonie





Auteurs

François Tamigneaux – fta@icedd.be

Eric Hallot - e.hallot@issep.be

Comité de relecture

Manu Harchies - mha@icedd.be

Personne de contact

François Tamigneaux – fta@icedd.be

Photo de couverture : Jonas Jaeken from Unsplash

Namur, mars 2025

Comment citer ce rapport

Tamigneaux, F., Harchies, M. (2025). Risques climatiques en Wallonie. Indicateur d'effet cascade inondations et accessibilité pompiers. Service Public de Wallonie (SPW) - Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC).



Table des matières

| | |
|--|---|
| 1. Introduction | 4 |
| 2. Résumé | 4 |
| 3. Définition de l'indicateur et périmètre | 4 |
| 4. Matériel et méthode | 4 |
| 5. Résultats | 5 |
| 6. Discussion | 9 |



1. Introduction

Ce rapport présente la méthodologie et les résultats de la construction de l'indicateur d'accessibilité du territoire pour les pompiers face aux aléas d'inondation permettant d'évaluer les risques climatiques en Wallonie pour les infrastructures routières. Cet indicateur permet d'identifier les zones à risques en Wallonie et les zones d'intervention prioritaires.

2. Résumé

Les aléas d'inondations sont susceptibles d'impacter le bon fonctionnement du réseau routier. Or, les services de secours sont dépendants de ce réseau pour opérer. Cet indicateur évalue l'impact des inondations sur l'accessibilité du territoire pour les pompiers. Nous identifions le temps supplémentaire pris pour atteindre chaque zone du territoire au-travers d'un calcul d'isochrones, tenant compte de niveaux d'aléa « moyen » et « élevé » pour les inondations par débordement. Le territoire est considéré comme vulnérable lorsque le temps de roulage dépasse 20 minutes.

3. Définition de l'indicateur et périmètre

Les services de pompiers doivent pouvoir intervenir rapidement lorsque des périls guettent la population (incendies, accidents...). Ces services sont dépendants d'un réseau routier fonctionnel pour lequel il n'existe pas d'alternative. En cas d'interruption (partielle ou totale) du réseau, les pompiers ne peuvent plus opérer aussi efficacement. Les inondations de juillet 2021 ont mis en exergue l'impossibilité d'intervenir dans certains fonds de vallées car les routes y étaient devenues inaccessibles. Les changements climatiques vont renforcer l'aléa d'inondation à l'avenir, accroissant encore le risque d'inaccessibilité du réseau routier.

Cet indicateur identifie la part du territoire qui est à risque lorsque des inondations se produisent. Il compare le territoire accessible par les services de pompiers endéans un certain laps de temps entre un réseau fonctionnel (sans aléa d'inondation) et un réseau dysfonctionnel (avec aléas d'inondations). Le territoire est considéré vulnérable dès lors qu'il faut plus de 20 minutes de temps de roulage aux pompiers pour intervenir, seuil au-delà duquel il est considéré, par exemple, qu'un incendie a déjà eu trop de temps pour se propager.

4. Matériel et méthode

Le réseau routier wallon est tiré du PICC dont nous avons retiré les chemins et sentiers. Ce réseau a été croisé avec les cartes d'aléas d'inondation par débordement, mise à jour avec les nouvelles modélisations pour le bassin de la Vesdre. Nous considérons les deux types d'aléa dès le niveau « moyen » afin de rendre compte d'une situation plus probable. Tel qu'appliqué, nous considérons toutes les zones d'aléas simultanément, ce qui engendre un dysfonctionnement majeur du réseau, et n'est pas le plus probable. Nous atténuons cet impact en réduisant le niveau d'aléa considéré. Nous en sortons deux réseaux : un réseau fonctionnel (non-impacté par les aléas d'inondations) et un réseau dysfonctionnel où les portions de réseau croisant les aléas d'inondations sont considérées comme inaccessibles.

Nous calculons ensuite des temps de roulage au départ de chaque caserne de pompier en service en 2024, issues des données recensées en 2021 dans le cadre du GT Inondations et mise à jour par

vérification manuelle. Le calcul fait l'hypothèse d'un temps de roulage de 1km par minute soit 60 km/h. Les seuils pour le calcul d'isochrones se justifient comme suit :

- 0 à 8 minutes : la Commission Paulus¹ - mise en place pour mener une réforme des services de secours après la catastrophe de Ghislenghien - a fixé l'hypothèse d'un temps de roulage de 8 minutes comme temps standard d'intervention ;
- 8 à 12 minutes : les zones de secours ont néanmoins toute une réalité différente par leur localisation géographique et la réalité de leur périmètre d'intervention. Il ressort de discussions avec le corps des pompiers qu'un temps de roulage de 12 minutes est habituellement pris en compte pour analyser le taux de couverture d'une zone ;
- 12 à 20 minutes : période intermédiaire au-delà de laquelle le risque de vulnérabilité augmente significativement mais en-deçà du seuil critique ;
- > 20 minutes : seuil critique au-delà duquel les incendies ont eu largement le temps de se développer et qu'une intervention, bien que toujours nécessaire, ne permettra plus d'éviter des dommages significatifs.

Enfin, si conceptuellement nous suivons la même approche, nous proposons deux méthodes de traitement pour calculer les isochrones et donc l'indicateur spatial :

1. **Méthode interprétation continue au territoire** : la première méthode propose de calculer des isochrones depuis chaque caserne de pompier et pour chaque point du territoire. Il s'agit d'une approche souple car elle associe même les zones en théorie inaccessibles (ex. cœurs de forêts) à des temps de parcours. Elle repose sur des données exclusivement vectorielles, à savoir le linéaire de réseau routier et les polygones d'aléa d'inondation ;
2. **Méthode du moindre coût** : cette seconde méthode utilise une "accumulation de distance" à partir de données *raster* entre chaque cellule et des points sources, les casernes, selon une "surface de coût". Il s'agit d'un fichier binaire avec des valeurs "1" pour le réseau routier (idem méthode 1) et les zones urbanisées (extraites de WalUTS 2018) et des valeurs "nodata" pour le reste du territoire considéré comme inaccessible en véhicule. Le résultat nous donne une valeur de distance qui est ensuite convertie en temps de roulage.

5. Résultats

Les cartes suivantes comparent les isochrones de temps de parcours des pompiers depuis leurs casernes pour atteindre toutes parties de la Région Wallonne entre (i) une situation avec un réseau 100% fonctionnel (pas d'aléa d'inondation) et (ii) une situation avec un réseau dysfonctionnel (segments de routes inaccessibles à cause d'inondations). Nous présentons d'abord les résultats pour les deux méthodes évoquées ci-dessus :

1. Méthode interprétation continue au territoire

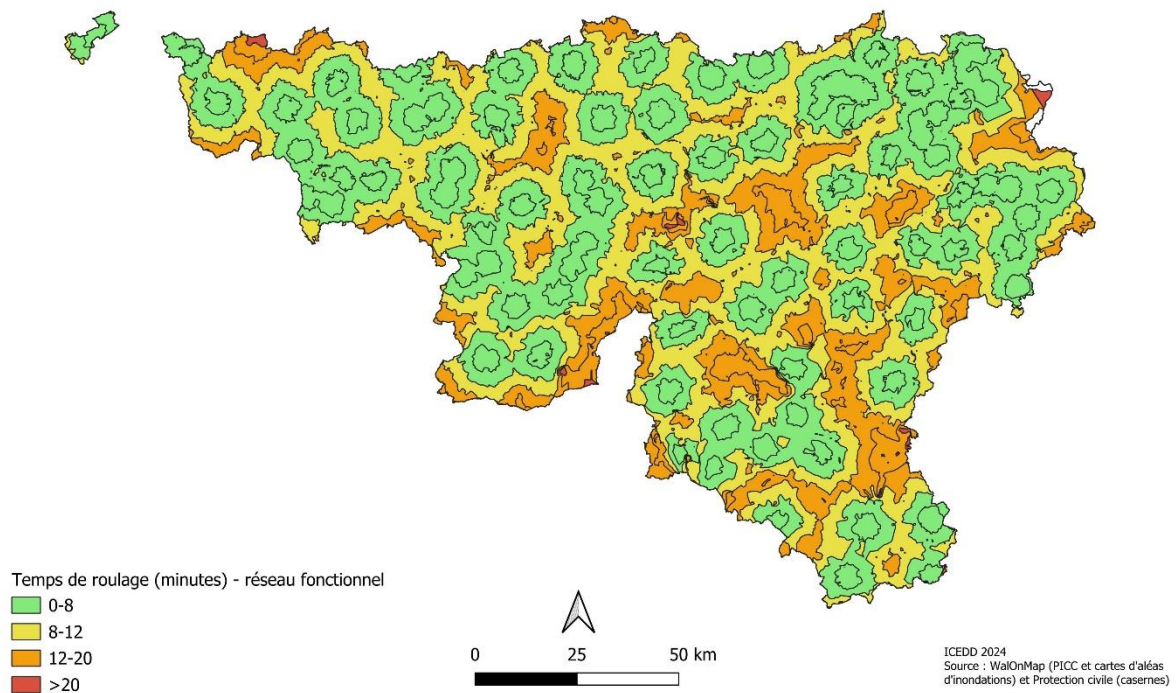
Clairement, le territoire est moins facilement accessible lorsque des aléas d'inondation surviennent. Ceux-ci peuvent bloquer les routes et ainsi allonger les temps de parcours car les usagers doivent emprunter des routes alternatives. Ces difficultés sont particulièrement marquées dans la région d'Andenne, de Hamoir et d'Houffalize notamment car les casernes de pompiers sont rapidement entravées par la multitude de routes rendues inaccessibles si les aléas d'inondations surviennent simultanément. Du côté de Tournai et de Couvin, les résultats obtenus sont moins précis car l'outil interpole des temps de parcours pour tout point du territoire malgré des routes plus éclatées ou moins nombreuses. Cela indique néanmoins que des difficultés d'accès sont à prévoir en cas d'aléas d'inondations simultanés.

¹ <https://www.senate.be/www/?MIval=publications/viewPub.html&COLL=S&LEG=3&NR=901&VOLGNR=1&LANG=fr>

Globalement, si des aléas d’inondations devaient se produire simultanément comme identifiés par les cartes d’aléas, 5,3% du territoire de la Wallonie ne seraient pas accessibles endéans un laps de temps de 20 minutes. Cela représente 5% en plus que lorsqu’on considère un réseau routier entièrement fonctionnel.

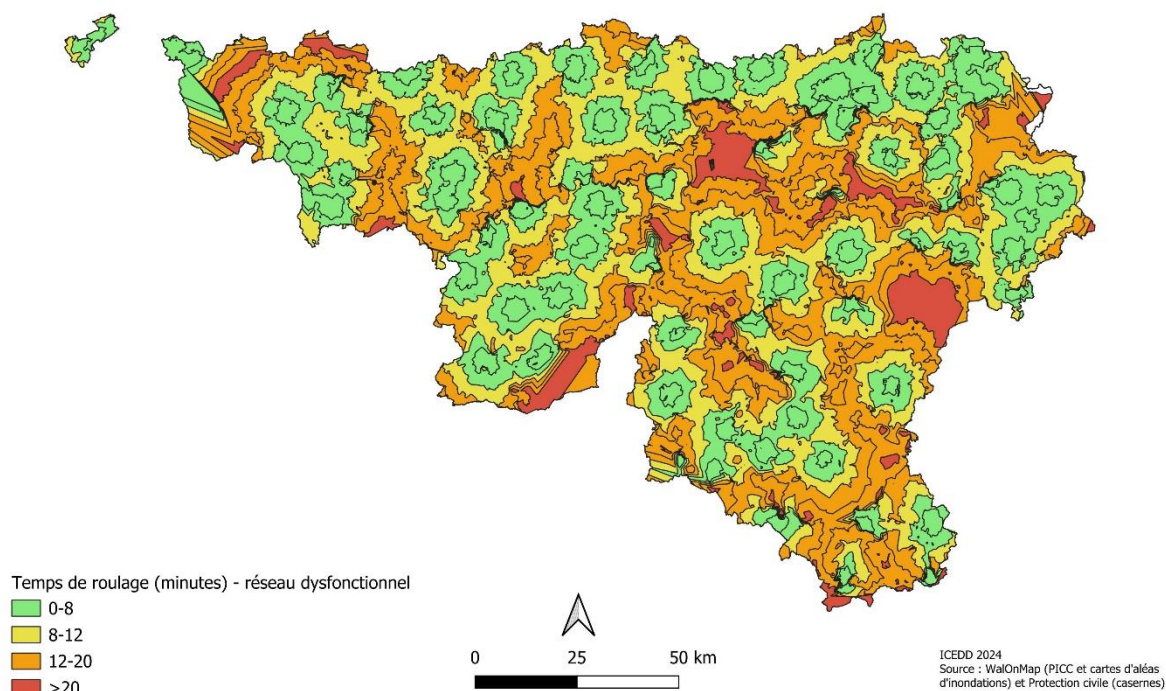
Situation (i)

Isochrones des temps de roulage des pompiers au départ des casernes pour un réseau routier fonctionnel en Wallonie



Situation (ii)

Isochrones des temps de roulage des pompiers au départ des casernes pour un réseau routier dysfonctionnel - inondations par débordement (aléas moyen et élevé) - en Wallonie



Indicateur

| Temps de parcours (min) | Part du territoire couvert – réseau fonctionnel | Part du territoire couvert – réseau dysfonctionnel | Evolution |
|-------------------------|---|--|-----------|
| 0-8 | 47,0% | 31,8% | -15,2% |
| 8-12 | 34,4% | 27,8% | -6,6% |
| 12-20 | 18,3% | 35,1% | +16,8% |
| >20 | 0,3% | 5,3% | +5,0% |

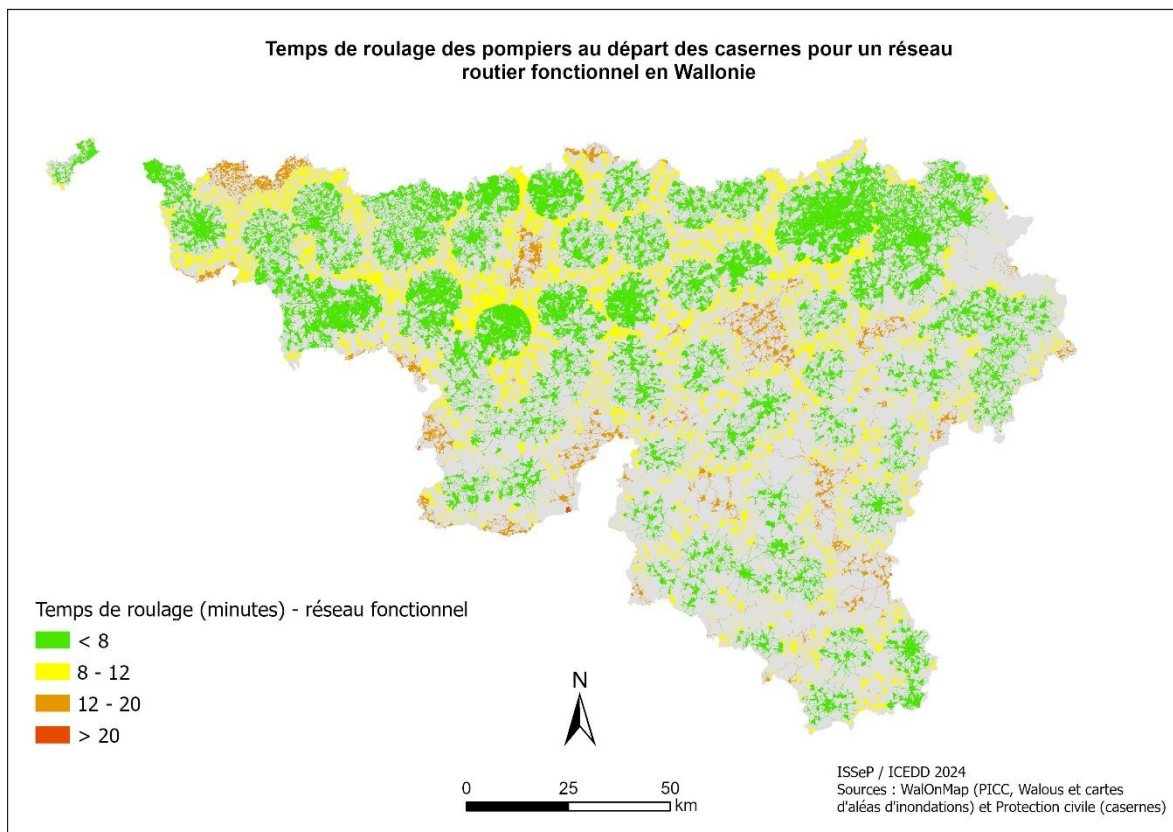
Via cette première approche, 5,3% du territoire est considéré comme vulnérable car l'accès s'y fait en plus de 20 minutes en cas de réseau dysfonctionnel.

2. Méthode du moindre coût :

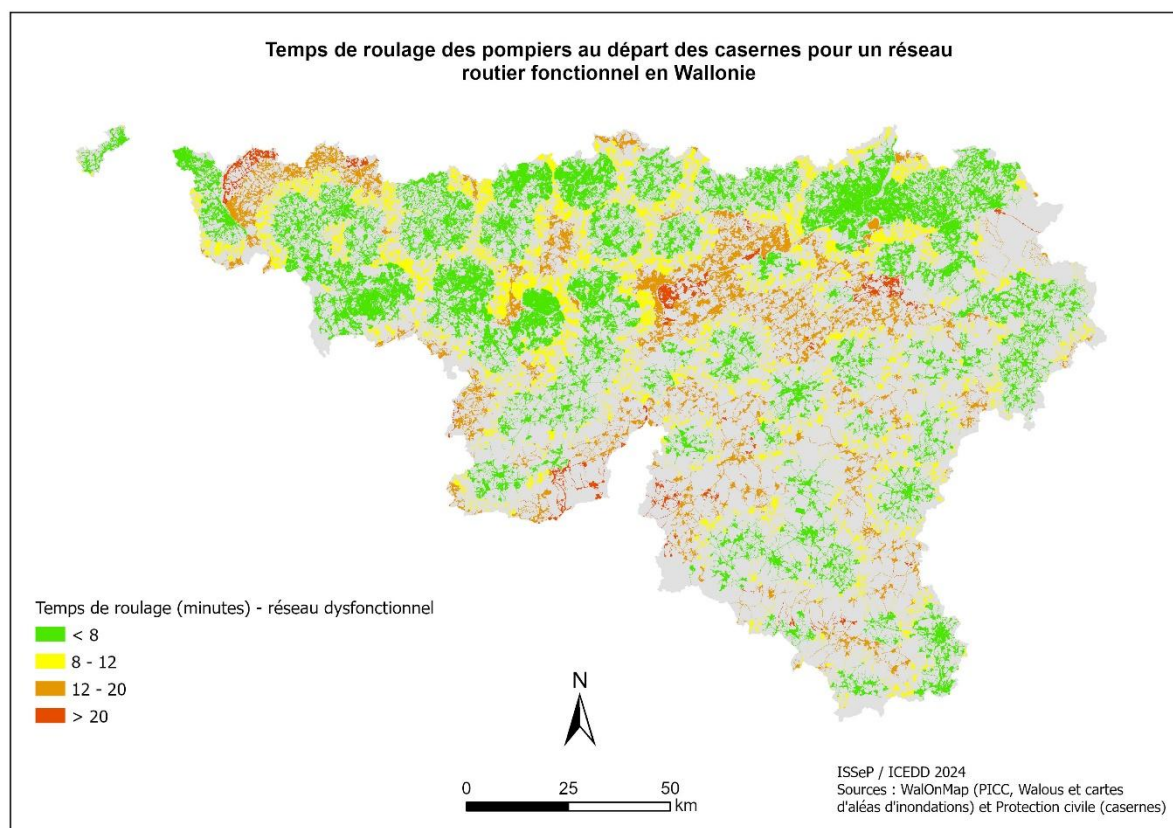
Cette seconde méthode montre également que le territoire est moins facilement accessible lorsque des aléas d'inondation surviennent. Il est également à noter que certaines casernes se situent en zones inondables, les rendant inaccessibles, ce qui amplifie l'inaccessibilité. En province de Liège, les principales zones impactées sont soit du côté de Huy-Wanze sur la Meuse, ou le long de l'Amblève, dans la région d'Aywaille-Harzé. Dans le Namurois, il s'agit des régions de Naninne et de Faulx-les-Tombes, et de Gedinne dans le sud de la Province. Dans le Hainaut, c'est principalement au nord de Tournai et entre Mouscron et Flobecq que les principales difficultés sont observées.

Selon cette méthode, si l'on considère des aléas d'inondations simultanés, on observerait qu'un peu moins de 3 % du territoire de la Wallonie ne seraient pas accessibles endéans un laps de temps de 20 minutes, par rapport à 0,04 %.

Situation (i)



Situation (ii)



Indicateur de vulnérabilité du territoire

| Temps de parcours (min) | Part du territoire couvert – réseau fonctionnel | Part du territoire couvert – réseau dysfonctionnel | Evolution |
|-------------------------|---|--|-----------|
| 0-8 | 60,9 % | 54,5 % | - 6,4 % |
| 8-12 | 32,4 % | 24,9 % | - 7,5 % |
| 12-20 | 6,5 % | 17,6 % | +11,1 % |
| >20 | >0,1 % | 3,0 % | +2,9 % |

Via cette première approche, 3% du territoire est considéré comme vulnérable car l'accès s'y fait en plus de 20 minutes en cas de réseau dysfonctionnel.

La seconde méthode est préconisée pour faire l'analyse de l'impact des inondations sur l'accessibilité du territoire pour les pompiers.

6. Discussion

Cette analyse préliminaire propose l'évaluation systématique du territoire wallon face aux aléas d'inondation en matière d'accessibilité routière pour les services de secours comme les pompiers. Il s'agit d'une approche expérimentale qui devrait être affinée et validée par les services de secours pour mieux refléter la réalité de terrain.

L'évaluation met en avant les zones à risque du territoire selon le temps de parcours nécessaire pour rallier chaque point du territoire. Au plus le temps est long, au plus la zone est considérée comme à risque. Toutefois, le seuil critique est fixé à un temps de roulage supérieur à 20 minutes. Selon la méthode utilisée, cela représente entre 3 et 5% de la Wallonie pour un réseau dysfonctionnel. Ces zones à risque doivent être considérées comme zones prioritaires d'intervention dès lors qu'elles se combinent avec des endroits où les impacts humains, économiques et fonctionnels seraient importants. Par exemple, la zone s'étendant de Namur à Amay enregistre une population importante alors que la densité commerciale et industrielle est élevée le long des berges de Meuse. Similairement, la région de Tournai à Lessines est densément peuplée et connaît des temps de roulage élevé dans un réseau routier dysfonctionnel. La présence de sites sensibles (ex. entreprises SEVESO) et stratégiques (production électrique, stations d'épuration...) doivent également être considérées pour définir les zones d'intervention prioritaire.

Cet indicateur présente toutefois des limites méthodologiques qui pourraient faire l'objet d'améliorations. Nous considérons l'aléa qu'à partir du niveau « moyen » pour atténuer le caractère peu probable d'un réseau entravé de toutes parts au même moment. Cependant, il est nécessaire que les services de secours valident ce niveau d'aléa. C'est d'autant plus vrai que les cartes d'aléa ne tiennent pas compte des projections climatiques, et que certaines zones considérées actuellement comme « très faible » pourraient être relevées à l'avenir. Ensuite, nous ne considérons que l'aléa d'inondation par débordement pour faciliter le traitement cartographique. Il serait néanmoins utile d'inclure les aléas d'inondation par ruissellement également. En outre, la vitesse pratiquée pourrait être affinée par type de routes, en tenant compte de la vitesse maximum autorisée selon qu'il s'agisse d'une autoroute, route nationale ou route communale. Enfin, l'analyse pourrait être encore poussée plus loin en identifiant les risques en cascade (ex. décès, dommages) qui découlent de la non-intervention des pompiers dans les zones inaccessibles.

Cette analyse doit également être actualisée dès que les cartes d'aléas d'inondations seront mises à jour, notamment en tenant compte de nouveaux débits à l'instar de ceux enregistrés dans le bassin de



la Vesdre en juillet 2021. Cela doit également se faire lorsque des zones de secours arrêtent d’opérer ou que de nouvelles sont mises en service.

Il est également important de préciser que l’outil utilisé pour la première méthode (QNEAT3 de QGIS) est un outil cartographique de base. La Région gagnerait à avoir recours à un outil plus avancé pour perfectionner cette analyse. La seconde méthode, développée sous ArcGis (ESRI), peut également être améliorée. Nous avons la possibilité d'exclure ou de pondérer différemment différentes parties du territoire en utilisant les données d’occupation ou d’utilisation des sols. Il serait également possible de pondérer différemment les voiries afin de prendre en compte des vitesses de roulages différentes. Notons également que pour cette première approche, les autoroutes sont considérées comme des voiries accessibles en tout point, ce qui n’est pas le cas. Il n’est en effet possible d’accéder ou de quitter une autoroute que via ses entrées et sorties. Enfin, l’altitude relative du réseau routier par rapport aux fonds de vallées pourrait être prise en compte car tout le réseau n’est pas forcément inaccessible lors des crues.



Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable asbl

Boulevard Frère Orban 4
B-5000 NAMUR
00 32 81 25 04 80
www.icedd.be
icedd@icedd.be

N° registre de commerce : sans objet
N° TVA : BE0407.573.214
Représenté par : Gauthier Keutgen, Secrétaire Général
N° de compte bancaire : BE59 5230 4208 3426 / BIC TRIOBEBB