



Etude de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques du territoire

Phase 1 - Vulnérabilités

Janvier 2023

Pour le compte de :



Titre du document

Réalisation d'une étude portant sur les vulnérabilités et l'adaptation au changement climatique du territoire de la ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve.

Rapport de la phase 1 : Diagnostic de vulnérabilité

Auteurs

Manu Harchies mha@icedd.be

Personne de contact

Manu Harchies mha@icedd.be



ICEDD

Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable

Boulevard Frère Orban 4

B-5000 NAMUR

+32 81 25 04 80

www.icedd.be

Photo de couverture : « Bois de l'Escavée » par MC Dufrêne

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 1 |
| 1. Contexte | 2 |
| 2. Méthode..... | 3 |
| 3. Structure | 3 |
| Tendances et projections climatiques | 5 |
| 1. Evolutions récentes du climat | 6 |
| 2. Aujourd’hui à Ottignies-Louvain-la-Neuve..... | 9 |
| 3. Projections climatiques | 10 |
| Vulnérabilités | 16 |
| 1. Inondations..... | 18 |
| 2. Îlots de chaleur urbains | 28 |
| 3. Ressource eau | 41 |
| 4. Erosion et coulées de boues | 45 |
| 5. Agriculture et alimentation..... | 49 |
| 6. Biodiversité..... | 55 |
| 7. Energie | 61 |
| 8. Qualité de l’air..... | 66 |
| 9. Economie..... | 70 |
| 10. Autres vulnérabilités..... | 73 |
| Conclusion | 75 |

Table des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1. Température moyenne annuelle à Uccle sur la période 1833 – 2019..... | 6 |
| Figure 2. Evolution des vagues de chaleur..... | 7 |
| Figure 3. Intensité annuelle maximale des vagues de chaleur à Uccle sur la période 1892 – 2019 | 8 |
| Figure 4. Quantité de précipitations annuelles à Uccle sur la période 1833 - 2019 | 8 |
| Figure 5. Nombre de jours annuels de fortes précipitations ($\geq 20\text{mm}$) à Uccle sur la période 1892 – 2019..... | 9 |
| Figure 6. Statistiques climatiques pour Ottignies-Louvain-la-Neuve pour la période de référence 1991-2020 | 9 |
| Figure 7. Évolution des concentrations de gaz à effet de serre (exprimées en équivalent CO_2) dans l’atmosphère en partie par million (ppm) pour les scénarios d’émissions de GES RCP2.6, RCP 4.5, RCP 6 et RCP 8.5 (source : GIEC)..... | 10 |
| Figure 8. Projections climatiques CORDEX..... | 12 |
| Figure 9. Exemple de changements des moyennes et de la variabilité climatique | 13 |
| Figure 10. analogues climatique d’Ottignies-Louvain-La-Neuve pour les scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5 | 14 |
| Figure 11. Aléa d’inondation autour de la Dyle | 20 |
| Figure 12. Dégâts d’inondations constatés en 2021 (Données fournies par le service cartographie de la Ville)..... | 21 |
| Figure 13. Estimation des dommages économiques maximum d’inondations sur la commune d’OLLN | 23 |
| Figure 14. Revenu médian par secteur statistique et répartition de la population totale/inondable d’Ottignies-Louvain-la-Neuve selon le niveau de difficulté..... | 24 |
| Figure 15. Localisation de la zone pilote pour le potentiel de reméandration de la Dyle et de création d’une zone d’immersion temporaire afin de limiter le risque d’inondation | 26 |
| Figure 16. Comparaison des vagues de chaleur de 1900 à 2022. Les pointillés représentant les courbes de tendance linéaires. | 29 |
| Figure 17. Représentation de l’îlot de chaleur urbain pour la Commune d’Ottignies-Louvain-la-Neuve..... | 30 |
| Figure 18. Zoom sur les centres urbains d’Ottignies et de Louvain-La-Neuve de la carte de pré diagnostic ICU | 31 |
| Figure 19. Carte de vulnérabilité au phénomène d’îlot de chaleur urbain mise à jour (données Walous 2020)..... | 32 |
| Figure 20. Comparaison de la part de l’emploi par branche d’activité Brabant wallon/Belgique..... | 34 |
| Figure 21. Indice Synthétique de difficulté par secteur statistique et répartition de la population totale/à risque d’ICU d’Ottignies-Louvain-la-Neuve selon le niveau de difficulté financière..... | 36 |
| Figure 22 : Espace Cœur de Ville (à gauche) et place du centre (à droite)..... | 37 |
| Figure 23 : Vue reprenant les deux zones (espace cœur de ville et place du centre) avec représentation des parcelles cadastrales appartenant à la commune (contours en rouge) | 38 |
| Figure 24 : Caractérisation des tranches de températures - Espace Cœur de Ville (à gauche) et place du centre (à droite)..... | 39 |
| Figure 25. Facteur d’érodibilité des sols | 45 |
| Figure 26. Points noirs « coulées de boues » analysés par GISER | 46 |
| Figure 27. Cartographie des axes de ruissellement et parcelles agricoles pentues..... | 47 |
| Figure 28: Carte de l’assolement de la commune d’Ottignies-Louvain-la-Neuve en 2021 ⁹⁴ | 50 |
| Figure 29. Différence entre la production et la consommation actuelles de différentes catégories d’aliments sur OLLN. | 50 |
| Figure 30. Taux d’auto-provisionnement humain par commune (reiliencealimentaire.be)..... | 51 |
| Figure 31. Terres cultivées à risque d’urbanisation (zone constructible au plan de secteur) | 52 |
| Figure 32: Proportion des espèces menacées en Belgique ¹⁰⁷ | 56 |
| Figure 33: Tendances par taxonomique des espèces en Belgique..... | 57 |
| Figure 34: Effets combinés du changement climatique et de la fragmentation sur la biodiversité..... | 57 |
| Figure 35. Estimation de la valeur économique des services écosystémiques | 59 |
| Figure 36. Localisation des 8 sites de grand intérêt biologique (SGIB) d’Ottignies-Louvain-la-Neuve..... | 60 |
| Figure 37: Evolution 2000-2050 du mix électrique en Belgique en production nette (TWh) à gauche et en % à droite ¹²² | 62 |
| Figure 38. Modélisation spatiale des concentrations moyennes des différents polluants atmosphériques en 2018 ¹³² . Les valeurs représentent les minimas (bleu) et maximas (rouge) des moyennes annuelles | 67 |
| Figure 39. Zone à risque de mauvaise qualité de l’air (concentration $\text{NO}_2 > 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$)..... | 68 |
| Figure 40. Indice synthétique de difficulté par secteur statistique et répartition de la population totale/soumise à un air de moins bonne qualité à Ottignies-Louvain-la-Neuve selon le niveau de difficulté financière..... | 69 |
| Figure 41. Risque potentiel de transmission du Chikungunya aujourd’hui et à la fin du siècle selon le scénario RCP 6. | 73 |
| Figure 42. Risques de feux de forêt en Europe dans des scénarios à $+2^\circ\text{C}$ et $+4^\circ\text{C}$ | 74 |

| | |
|--|----|
| Figure 43. Tableau récapitulatif des sensibilités socio-économiques d'Ottignies-Louvain-la-Neuve pour chaque vulnérabilité | 77 |
| Figure 44. Tableau de suggestion d'échelle de valeur pour l'évaluation des vulnérabilités..... | 78 |
| Figure 45. Evaluation par les auteurs de l'étude des vulnérabilités d'Ottignies-Louvain-La-Neuve aujourd'hui et à l'horizon 2050 - tableau..... | 79 |
| Figure 46. Evaluation par les auteurs de l'étude des vulnérabilités d'Ottignies-Louvain-La-Neuve aujourd'hui et à l'horizon 2050 - graphique..... | 79 |

Introduction



1. Contexte

Dans le cadre de la lutte contre le dérèglement climatique, la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) a présenté l'atténuation et l'adaptation comme deux réponses conjointes au changement climatique. **L'atténuation vise à limiter l'accroissement des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. L'adaptation vise à réduire la vulnérabilité des systèmes ou territoires** par des actions qui permettent de réduire les impacts effectifs du changement climatique ou d'améliorer la capacité de réponse de la société. Les travaux du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) ont montré que les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines étaient responsables du changement climatique en cours. Dans son dernier rapport analysant l'écart entre les besoins et les perspectives en matière d'émission¹, le programme des nations unies pour l'environnement identifiait que **malgré une légère baisse des émissions suite à la crise du COVID-19, le monde continue de se diriger vers un réchauffement planétaire de +3°C**. Même si tout était mis en œuvre pour atteindre les engagements, la somme des objectifs nationaux nous conduiraient vers un réchauffement de +2,5°C au mieux. Les auteurs mettaient tous leurs espoirs sur une reprise socio-économique après la pandémie qui soit à faible teneur en carbone, afin de pouvoir à nouveau envisager un réchauffement limité à +2°C, malheureusement un rebond des émissions a été rapidement observé.

Les conséquences sociales, économiques et environnementales d'un réchauffement de +1,5°C sont décrites comme importantes.² Cependant, les conséquences d'un réchauffement de +2°C sont sans commune mesure, les impacts n'étant en effet pas linéaires. Un tel réchauffement aurait pour conséquence de mettre en péril de nombreuses populations (engendrant des déplacements), et occasionnerait des coûts matériels et humains importants. Des plans d'adaptation ont donc commencé à voir le jour, également au niveau européen et belge. En Wallonie, le cadre juridique est donné par le Décret Climat de 2014 et le principal outil de mise en œuvre est le PACE (Plan Air-Climat-Energie) qui inclut un chapitre spécifique consacré à l'adaptation.

La commune d'Ottignies-Louvain-La-Neuve, en adhérant à la convention des maires en 2016, s'est engagée à réduire les émissions de gaz à effet de serre sur son territoire (objectif rehaussé fin 2022 à -55% à l'horizon 2030 et la neutralité carbone en 2050). La commune a très récemment fait évoluer son plan d'action pour l'énergie durable (PAED) en plan d'action pour l'énergie durable et le climat (PAEDC), ce qui impliquait notamment de se fixer des objectifs et des actions en matière d'adaptation. Huit fiches actions ont ainsi été élaborées en matière d'adaptation afin de :

- Préparer la gestion de crise
- Améliorer la résilience globale du territoire
- Réduire les risques d'inondations, îlots de chaleur et autres impacts climatiques
- Planifier la limitation de l'imperméabilisation des terres

La présente étude, réalisée par l'ICEDD en collaboration avec Stream & River Consult et l'UCL, est organisée en 3 phases pour répondre à ces objectifs :

- Phase 1 : Diagnostic des vulnérabilités sur le territoire de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve
- Phase 2 : Mesures d'adaptation pour faire face à ces vulnérabilités
- Phase 3 : Plan d'action pour la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve

Ce rapport présente les résultats de la phase 1 : un inventaire des risques pour chaque thématique et une tentative d'évaluation de la vulnérabilité du territoire et des priorités en matière d'adaptation.

¹ United Nations Environment Programme (2020). Emissions Gap Report 2020. Nairobi. <https://www.unep.org/fr/emissions-gap-report-2020>

² IPCC, 2018: Résumé à l'intention des décideurs. dans: Réchauffement planétaire de 1,5°C https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_fr.pdf



2. Méthode

La Wallonie a réalisé sa stratégie d'adaptation au changement climatique en 2011.³ Il en ressort notamment l'identification de plus d'une **vingtaine de vulnérabilités au changement climatique**.

La démarche « Adapte ta commune⁴ » permet de situer les vulnérabilités wallonnes dans le contexte communal par le biais d'indicateurs clés dans chacun des 8 secteurs/thématiques : agriculture, aménagement du territoire, forêts, biodiversité, ressource eau, énergie, santé et tourisme.

Ce travail en amont a permis d'identifier rapidement les **vulnérabilités clés du territoire**. Après avoir validé cette sélection de vulnérabilités clés auprès des services communaux concernés, l'objet de cette étude est de mieux appréhender les différents facteurs de ces vulnérabilités dans le contexte local. La vulnérabilité se définit⁵ comme la « propension ou prédisposition à subir des dommages ». Elle est le résultat de plusieurs facteurs, dont **l'exposition** du système à un aléa climatique (nature, ampleur, rythme des changements), de **sa sensibilité** (fragilité, conséquences possibles) et de sa **capacité de gestion**. Sur base de cette analyse, nous pourrions évaluer la capacité d'adaptation, qui correspond ici à la capacité d'ajustement d'un système selon ces différents facteurs de vulnérabilité afin d'atténuer les éventuels dommages, de tirer parti des opportunités, ou de réagir aux conséquences.

Nous nous attachons donc à contextualiser les vulnérabilités clés selon ces différents aspects :

- **Exposition :**
 - Mettre en perspectives les données climatiques actuelles avec les évolutions prévues (par exemple le nombre de jours de canicule à Ottignies-Louvain-la-Neuve)
 - Identifier les zones du territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve concernées par un aléa (par exemple un aléa d'inondation)
- **Sensibilité :**
 - Identifier les éléments sensibles qui se trouvent dans ces zones d'aléa et tenter de traduire ceux-ci en conséquences (par exemple le coût économique d'une inondation ou le nombre de personnes âgées résidant dans une zone à risque)
- **Capacité de gestion :**
 - Identifier ce qui est déjà mis en place et comment les services communaux font face aux aléas actuels (par exemple la manière dont sont gérées les coulées de boues)

Cette mise en contexte est réalisée principalement au travers d'interviews de services communaux et acteurs clés du territoire ou des thématiques, ainsi que de l'utilisation de données cartographiques disponibles. Ce croisement des aléas climatiques avec le contexte territorial nous permettra de dégager, dans chaque secteur/thématique des pistes d'adaptation.

3. Structure

Dans un premier chapitre, nous tentons de faire la synthèse des connaissances climatiques passées, actuelles et futures avec les données les plus locales possibles. Ceci nous permettra de résumer les modifications des paramètres climatiques qui vont influencer la vulnérabilité du territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve.

Dans la partie suivante, qui est la principale, nous analysons et contextualisons plus en détail les vulnérabilités clés identifiées en début de mission. Pour chacune, nous commençons par une courte

³ AWAC 2011 – L'adaptation au changement climatique. http://www.awac.be/pdf/media/d45dc9_97c534cbdfdafc54dcee21feeea9f51c.pdf

⁴ Mise à disposition par l'Agence wallonne de l'Air et du Climat (AWAC), sur : <http://leswallonssadaptent.be/>

⁵ IPCC, 2014: Glossaire dans "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability". Cambridge University Press https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_WGII_glossary_FR.pdf



description du secteur ou de la thématique touchée et les paramètres climatiques qui l'affectent. Nous analysons ensuite les chiffres disponibles qui permettent de mettre en lumière les différents facteurs de vulnérabilité (exposition, sensibilité et capacité de gestion). Cette partie sera cruciale pour identifier les pistes d'adaptation.

A la fin de chaque vulnérabilité, nous tentons de fournir des éléments d'évaluation pour juger de l'importance et la priorité de celle-ci.⁶

Ceci afin de pouvoir tenter de faire une synthèse et prioriser les vulnérabilités à adresser dans les choix politiques et budgétaires.

⁶ Évaluation inspirée de la démarche TACCT - Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires de l'ADEME (une démarche similaire à « Adapte ta commune » de la Wallonie). <https://www.ademe.fr/diagnostiquer-limpact-changement-climatique-territoire>

Tendances et projections climatiques

1. Evolutions récentes du climat

Le climat d'un territoire repose sur des observations moyennes sur 30 ans à la différence de la météo qui rend compte du temps de l'instant présent à quelques jours. La classification des climats de Köppen⁷ indique que la Belgique - a fortiori la **Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve**⁸ - a un climat océanique tempéré. Cela signifie que l'influence maritime est prépondérante avec des pluies fréquentes et régulières tout au long de l'année et une amplitude thermique faible entre l'hiver et l'été (en comparaison à d'autres climats types).

A l'échelle de la Belgique, le « Rapport climatique 2020 »⁹ de l'Institut Royal Météorologique (IRM) fait l'analyse des données climatiques de 1833 à 2019 et en tire les tendances à la fois sur l'évolution des températures et l'évolution du régime de précipitations. Ces analyses de tendance comportent généralement, en plus des données annuelles, 3 éléments importants :

- Les indicateurs climatiques annuels (température moyenne, précipitations, ...) sont analysés par rapport à la **normale de 1961 à 1990**. La normale climatique est une valeur moyenne du paramètre climatique sur une période de 30 ans. Bien que ces normales climatiques soient mises à jour régulièrement (tous les 10 ans) et que la dernière mise à jour soit donc la normale 1991-2020, l'Organisation Météorologique Mondiale recommande de conserver la normale de 1961-1990 pour les analyses du changement climatique.¹⁰
- Une courbe de lissage qui permet de retirer la variabilité interannuelle des paramètres climatiques et **illustrer la tendance sous forme d'une courbe continue**, plus facile à interpréter.
- La tendance depuis 1981 est systématiquement analysée au moyen d'une courbe de régression pour voir si la pente de celle-ci (l'augmentation ou la diminution du paramètre climatique) est statistiquement significative. Si c'est le cas, cette tendance est alors reprise dans la légende.

Température

L'évolution de la température annuelle moyenne entre 1833 et 2019 (exprimée comme l'écart en °C par rapport à la normale 1961-1990), **montre une augmentation de plus de 2,1°C de la température annuelle moyenne** entre les 30 premières et les 30 dernières années de la série.

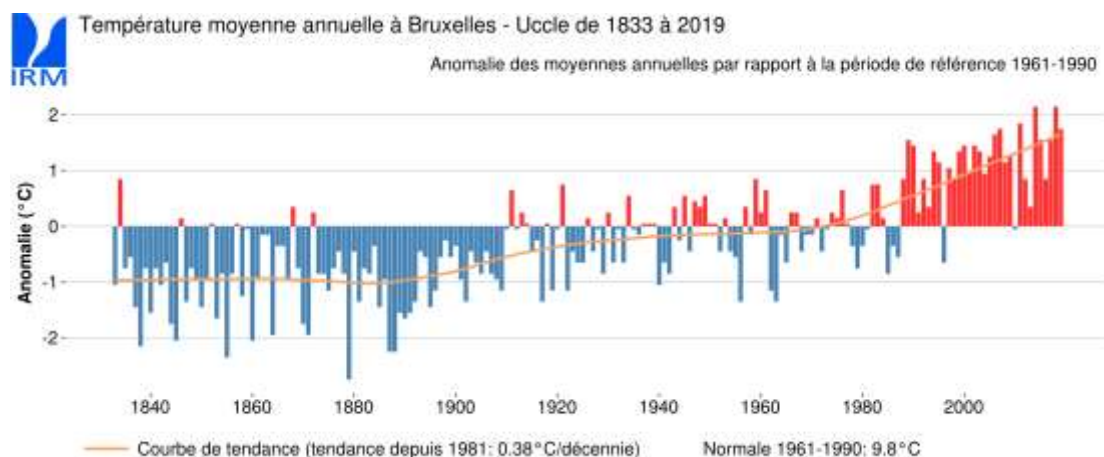


Figure 1. Température moyenne annuelle à Uccle sur la période 1833 – 2019

⁷ La classification de Köppen est une classification des climats fondée sur les précipitations et les températures. C'est la plus courante des classifications climatiques dans sa version présentée par Rudolf Geiger en 1961. (Source : Wikipédia)

⁸ Statistiques climatiques par commune de l'irm : <https://www.meteo.be/fr/climat/climat-de-la-belgique/climat-dans-votre-commune>

⁹ IRM, 2020 « Rapport climatique 2020 ». https://www.meteo.be/resources/misc/climate_report/RapportClimatique-2020.pdf

¹⁰ <https://public.wmo.int/fr/medias/nouvelles/normales-climatologiques-adoption-d%E2%80%99une-nouvelle-approche-%C3%A0-deux-niveaux>



Depuis 1981, l'IRM observe un réchauffement moyen significatif de +0,38°C par décennie.

A noter toutefois que ces données sont celles de la station d'Uccle et qu'un précédent rapport de l'IRM¹¹ estimait que 25% de l'augmentation était due à l'urbanisation de Bruxelles (autour de l'observatoire) et à un effet d'îlot de chaleur urbain (voir Partie C, chapitre 2). Un effet d'îlot de chaleur urbain est également possible à Ottignies-Louvain-la-Neuve, mais de moins grande ampleur qu'à Bruxelles.

Le rapport compare toutefois des données dans sept autres stations du pays et analyse par ailleurs les températures saisonnières et conclut à une **élévation indiscutable des températures moyennes, tant annuelles que saisonnières.**

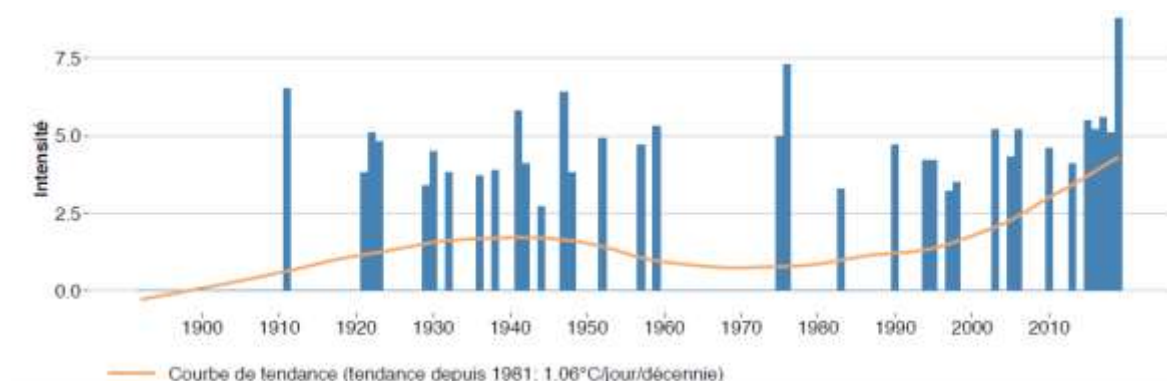
En outre, l'IRM observe également :

- Une **augmentation du nombre annuel de jours d'été** (jours par an où la température maximale a atteint au moins 25°C). Toutefois la tendance à la hausse depuis 1981 n'est pas statistiquement significative jusqu'à présent.
- Une **augmentation de la température annuelle plus élevée**. La tendance à la hausse depuis 1981 est significative et correspond à une augmentation **moyenne de +0,85°C par décennie**. Le nouveau record exceptionnel datant du 25 juillet 2019 (39,7°C).
- Une **augmentation du nombre annuel de jours où la température minimale (généralement nocturne) est au-dessus de 15°C**. L'augmentation depuis 1981 est significative avec une hausse **moyenne de +3,9 jours par décennie**.
- Une **augmentation du nombre annuel de vagues de chaleur**, significative depuis 1981 avec une augmentation **moyenne de +0,3 vague de chaleur par décennie**. Une vague de chaleur est une période d'au moins 5 jours consécutifs au cours de laquelle la température maximale est supérieure ou égale à 25°C chaque jour et une température maximale supérieure ou égale à 30°C est atteinte au moins à trois reprises durant cette période. A noter que ces périodes de vague de chaleur ont également tendance à **s'allonger**. **Augmentation moyenne significative de +2 jours par décennie** depuis 1981. Et cette augmentation semble s'accroître¹² :

| | Normale 1961-1990 | Normale 1971-2000 | Normale 1981-2010 | Normale 1991-2020 | Période 2010-2020 | Période 2018-2020 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Cumul annuel des durées des vagues de chaleur (jours) ¹³ | 1,6 | 4,2 | 5,1 | 7,4 | 9,3 | 19 |

Figure 2. Evolution des vagues de chaleur

Enfin l'**intensité** de ces vagues de chaleur (écart moyen durant la vague de chaleur de la température maximale journalière par rapport à la valeur de référence de 25°C) augmente significativement elle aussi avec **en moyenne depuis 1981 +1°C par décennie**.



¹¹ IRM 2015 « Vigilance climatique » <https://www.meteo.be/fr/climat/changement-climatique-en-belgique/les-rapports-climatiques>

¹² Selon les chiffres fournis par <https://www.meteobelgique.be/article/articles-et-dossier/le-climat/2084-les-vagues-de-chaleur-en-belgique-depuis-1901>

¹³ Pour les moyennes récentes, les chiffres sont calculés sur base des chiffres fournis par <https://www.meteobelgique.be/article/articles-et-dossier/le-climat/2084-les-vagues-de-chaleur-en-belgique-depuis-1901>

Figure 3. Intensité annuelle maximale des vagues de chaleur à Uccle sur la période 1892 – 2019

L'évolution des températures minimales est moins marquée. L'IRM observe une **diminution du nombre annuel de jours de gel** (jours par an où la température est descendue en-dessous de 0°C), une **augmentation de la température annuelle la plus basse** et une **diminution du nombre annuel de vagues de froid** (période d'au moins 5 jours consécutifs où la température maximale est négative chaque jour et où la température minimale est inférieure à -10°C au moins à trois reprises durant la période). Mais aucune de ces tendances n'est statistiquement significative depuis 1981.

Précipitations

L'évolution des précipitations annuelle moyenne entre 1833 et 2019 (exprimée comme l'écart en % par rapport à la normale 1961-1990), **montre une augmentation de plus de 9% du cumul annuel moyen des précipitations** (quantité annuelle de précipitations cumulée sur toute l'année) entre les 30 premières et les 30 dernières années de la série. Depuis 1981 la tendance n'est pas statistiquement significative.

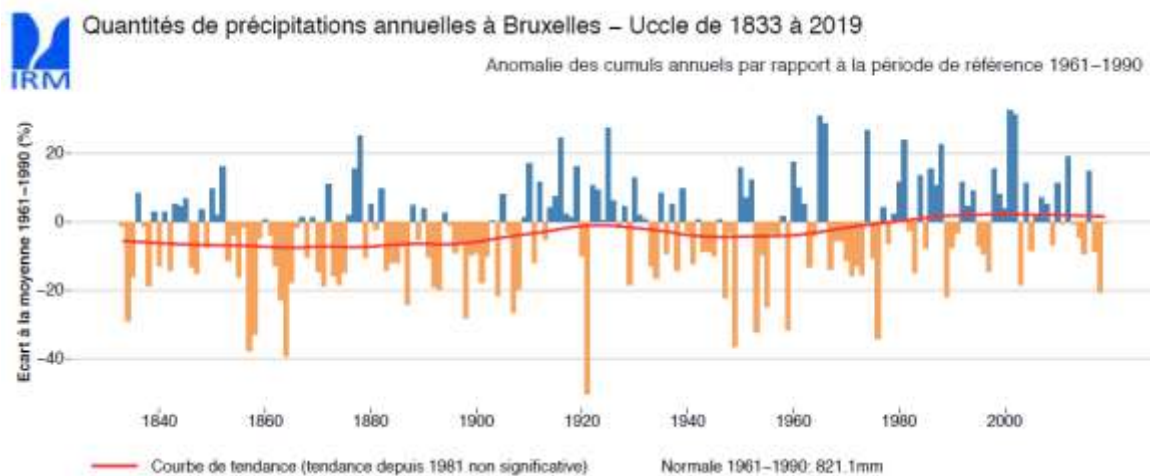


Figure 4. Quantité de précipitations annuelles à Uccle sur la période 1833 - 2019

A l'échelle saisonnière, cette **augmentation pour la pluviométrie hivernale monte à 30%** entre les 30 premières et les 30 dernières années de la série. Les évolutions des précipitations des autres saisons sont moins marquées.

En outre, l'IRM observe également :

- Une **augmentation du nombre annuel de jours de précipitations abondantes** (jours par an où les précipitations cumulées atteignent au moins 20mm). La tendance à la hausse depuis 1981 est significative avec une **augmentation de +0,6 jour par décennie**.

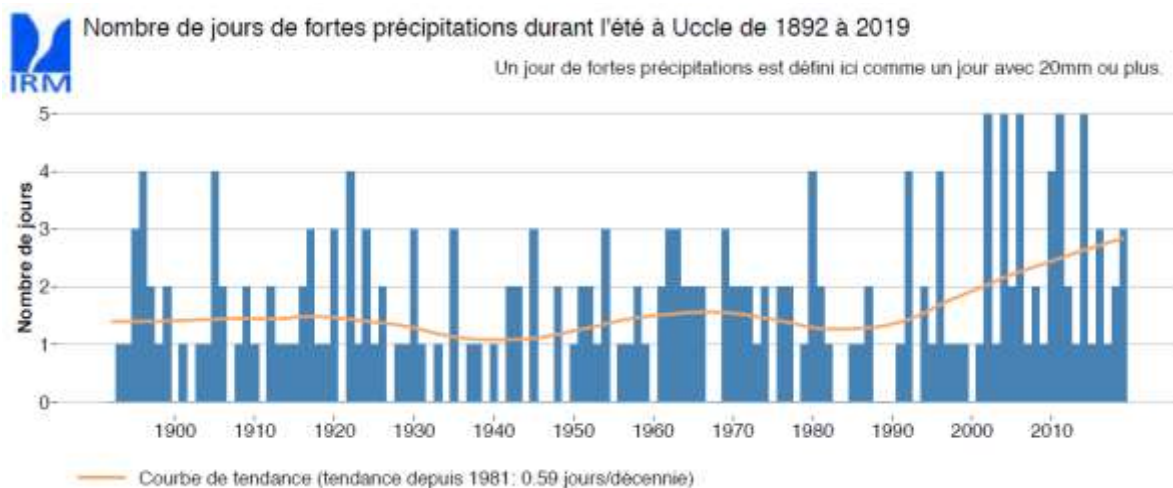




Figure 5. Nombre de jours annuels de fortes précipitations ($\geq 20\text{mm}$) à Uccle sur la période 1892 – 2019

- Entre 1898 et 2019, les valeurs annuelles les plus élevées en termes de précipitations cumulées sur 1 heure, 24 heures ou 10 jours sont également à la hausse. De manière significative depuis 1981 pour les **précipitations extrêmes sur 1 heure avec une augmentation moyenne de +3mm par décennie**. L'augmentation depuis 1981 pour les périodes de 24 heures et 10 jours n'est par contre pas significative.
- En matière de **sécheresse (longue période sans précipitation)** les analyses de l'IRM se focalisent sur le printemps météorologique (du 1^{er} mars au 31 mai). Elles ne permettent pas de dégager une tendance à long terme (sur la période allant de 1892 à 2020), par contre une **hausse significative depuis 1981** est observée pour :
 - o Le nombre de **jours secs** (jours avec moins de 1mm de précipitations) au printemps : **augmentation de 3,4 jours par décennie**
 - o La durée des **périodes maximales de jours secs consécutifs** : **augmentation de 1,5 jours par décennie**.

L'augmentation globale de la température et de la fréquence des événements extrêmes (vagues de chaleur et fortes pluies) est donc déjà aujourd'hui une réalité en Belgique.

2. Aujourd'hui à Ottignies-Louvain-la-Neuve

L'IRM fournit des normales (moyenne) des différents paramètres climatiques par commune pour la période de référence allant de 1991 à 2020. Il faut donc bien considérer que ces normales correspondent à une situation récente mais plus tout à fait d'actualité. En particulier pour tous les paramètres pour lesquels une augmentation ou une diminution significative récente (depuis 1981) ont été identifiées au chapitre précédent.

| Paramètre | Valeur annuelle moyenne (1991-2020) | Tendance depuis 1981 |
|--|-------------------------------------|-------------------------|
| Température moyenne (°C) | 10,6 | +0,38 par décennie |
| Température maximale (°C) | 15 | +0,85 par décennie |
| Température minimum (°C) | 6,2 | Non significative |
| Jours d'été ¹⁴ | 36 | Non significative |
| Jours de gel ¹⁵ | 56,1 | Non significative |
| Précipitations cumulées (mm) | 849,4 | Non significative |
| Précipitations hivernales (mm) ¹⁶ | 243,5 | Non significative |
| Jours de précipitations abondantes ¹⁷ | 23,3 | +0,6 jours par décennie |
| Jours secs au printemps ¹⁸ | 61,4 | +3,4 jours par décennie |

Figure 6. Statistiques climatiques pour Ottignies-Louvain-la-Neuve pour la période de référence 1991-2020

¹⁴ Nombre moyen de jours où la température maximale égale ou dépasse 25°C

¹⁵ Nombre moyen de jours où la température minimale est inférieure à 0°C

¹⁶ Précipitations cumulées entre le 1^{er} décembre et le 28 (ou 29) février.

¹⁷ Attention que les statistiques de l'IRM pour la commune d'Ottignies-Louvain-La-Neuve utilisent une définition (jour où les précipitations cumulées égalent ou dépassent 10mm) différente de celle utilisée dans leur rapport Climat 2020 (jour où les précipitations cumulées égalent ou dépassent 20mm)

¹⁸ Nombre de jours où la pluviométrie cumulée est inférieure à 1mm entre le 1^{er} mars et le 31 mai.



3. Projections climatiques

Approche méthodologique

Tous ces paramètres forment la base de la vulnérabilité des différents secteurs que nous allons étudier. Estimer leurs valeurs futures est donc crucial afin de pouvoir anticiper et mettre en œuvre les mesures adéquates d'adaptation. L'estimation future des paramètres climatiques est toutefois un exercice complexe qui comporte différentes étapes avec chacune des incertitudes. Il s'agit :

- Dans un premier temps de formuler des hypothèses quant aux émissions de gaz à effet de serre qui vont continuer à être émises dans le futur (ce sont les **scénarios d'émissions de gaz à effet de serre appelés RCP**, voir ci-dessous).
- Ensuite des **modèles climatiques globaux** permettent de traduire l'effet de la concentration future de gaz à effet de serre dans l'atmosphère sur les paramètres climatiques comme la température et la pluviométrie. Ces modèles climatiques globaux donnent toutefois des informations à une échelle trop large pour être utiles localement.
- Des **modèles climatiques régionaux** sont alors utilisés pour relier les informations atmosphériques à grande échelle provenant des modèles climatiques globaux et les combiner avec des données spatiales détaillées de la région (telles que l'occupation du sol) afin d'obtenir des prévisions climatiques plus fines. Ce processus est appelé réduction dynamique d'échelle.

Scénarios d'émission RCP

Les projections climatiques permettant d'envisager le climat futur nécessaire pour le volet adaptation sont initialement basées sur des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, le 5^{ème} rapport d'évaluation du GIEC en a envisagé quatre, appelés « Profils Représentatifs d'Evolution de Concentration (en anglais Representative Concentration Pathways - **RCP**). Ils sont nommés selon le forçage radiatif¹⁹ qu'ils atteignent en 2100 : RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 et RCP 8.5. Le forçage radiatif représente l'énergie piégée à la surface du globe en raison des substances à effet de serre : plus il est élevé, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.

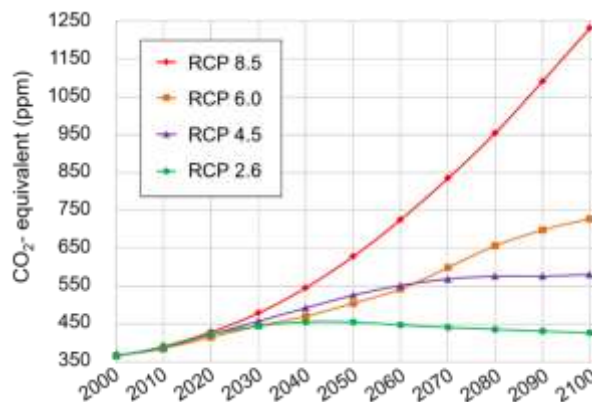


Figure 7. Évolution des concentrations de gaz à effet de serre (exprimées en équivalent CO₂) dans l'atmosphère en partie par million (ppm) pour les scénarios d'émissions de GES RCP2.6, RCP 4.5, RCP 6 et RCP 8.5 (source : GIEC)

Le **scénario RCP 2.6** supposait (en 2015 au moment où les scénarios RCP ont été établis dans le cadre du rapport AR5 du GIEC) la mise en œuvre de stratégies d'atténuation agressives permettant de diminuer drastiquement (-45%) les émissions mondiales d'ici 2030 et atteindre le zéro émissions nettes en 2050. Le rapport du GIEC estimait alors possible de **limiter le réchauffement à +2°C**. Les objectifs et engagements volontaires les plus ambitieux exprimés à ce jour par tous les pays parviennent tout juste à limiter le réchauffement à +2,4°C.²⁰

¹⁹ Le rayonnement solaire incident sur la Terre est de 341,3 W/m², le mécanisme naturel d'effet de serre permet d'avoir une température moyenne de 15°C, sans cela il ferait -18°C. Le forçage radiatif dont il est question ici est additionnel à l'effet de serre naturel.

²⁰ Climate Action Tracker <https://climateactiontracker.org/>



Le **scénario RCP 8.5** correspond au scénario où les émissions de gaz à effet de serre continuent de croître au rythme actuel. Un tel scénario nous conduirait à un réchauffement **au-delà des +4°C**. Sur le long terme ce scénario est toutefois improbable, notamment car les limites d'extraction des carburants fossiles seront atteintes avant²¹ et les impacts sur le climat seraient tels qu'ils causeraient un effondrement socio-économique bien avant 2100.

Les **scénarios RCP 4.5 et RCP 6** sont des scénarios intermédiaires qui supposent la mise en œuvre de mesures pour contrôler et stabiliser les émissions. Dans le RCP 4.5, les émissions de CO₂ repassent sous les niveaux actuels en 2070 et la concentration atmosphérique se stabilise à la fin du siècle aux alentours de deux fois le niveau préindustriel. Dans le RCP 6.0, les émissions de CO₂ continuent à augmenter jusqu'en 2080 ; la concentration prend plus de temps pour se stabiliser et dépasse celle du RCP 4.5 de 25%. Ces scénarios nous mènent vers un réchauffement planétaire situé **autour de +3°C**. La tendance de mise en œuvre actuelle de politiques et mesures nous met sur la trajectoire de ce scénario, aux alentours de **+2,7°C** de réchauffement mondial. Il est toutefois à noter que le réchauffement en Europe progresse 2 fois plus vite que dans le reste du monde et pour un réchauffement de +2,7°C à l'échelle mondiale il faut considérer en Belgique que cela correspondrait à **+4°C**.

A l'origine au nombre de quatre, un cinquième RCP (RCP 1.9) a été établi dans le cadre du rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement climatique global de 1,5°C²² afin d'explorer les trajectoires d'émissions et de développement socio-économique limitant le réchauffement global à 1,5°C. Rappelons que le rapport spécial du GIEC sur les conséquences du réchauffement mettait en garde contre **l'impact social, économique et environnemental important d'un réchauffement de +1,5°C** et soulignait qu'un réchauffement de +2°C serait sans commune mesure. Les dégâts des réchauffements supérieurs (jusque +4°C pour le scénario RCP 8.5) seraient catastrophiques.

Modélisation climatique

La concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère est l'une des données d'entrée des modélisations climatiques. Les projections de température mentionnées au point précédent sont basées sur des moyennes de simulation réalisées par 25 à 42 modèles climatiques globaux (cela varie selon les scénarios RCP).

Pour effectuer une réduction d'échelle et obtenir des projections climatiques plus détaillées pour un territoire limité (ex : la Belgique) on utilise alors un modèle climatique régional. Celui-ci utilise des données des modèles globaux pour simuler ce qu'il se passe aux frontières du territoire sans devoir modéliser les processus à l'échelle globale. Il peut ainsi concentrer sa puissance de calcul sur une modélisation beaucoup plus fine de la manière dont ces paramètres climatiques globaux interagissent avec les spécificités du territoire comme le relief et l'occupation du sol. On parvient alors à **dégager des informations sur les aléas tendanciels** (évolution des températures et régime de précipitations) puis **sur les aléas extrêmes** (fortes chaleurs, inondations, sécheresse, etc.) à l'échelle locale.

Projections pour la Belgique

Le projet CORDEX²³ a réuni plusieurs équipes belges et a exploité jusqu'à six modèles climatiques régionaux. Il en résulte que **l'on dispose pour la Belgique de plusieurs projections variant selon les modèles climatiques régionaux et les scénarios RCP**. Ces projections représentent, pour une série de paramètres climatiques, la différence entre les moyennes des projections pour la période 2070-2100 et les moyennes des projections des mêmes modèles pour la période 1976-2006.²⁴ Pour beaucoup de projections, CORDEX se focalise sur le scénario RCP 8.5, pour inviter à « s'adapter au pire ». Ceci se base sur l'idée que si on est préparé au pire on sera content que la réalité soit moins grave. Comme indiqué

²¹ <https://www.carbonbrief.org/explainer-the-high-emissions-rcp8-5-global-warming-scenario>

²² IPCC, 2018: Réchauffement planétaire de 1,5°C

²³ Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment and beyond, <http://cordex.meteo.be/>

²⁴ Termonia, P. et al 2018 "Combining regional downscaling expertise in Belgium: CORDEX and beyond. Final Report." Belgian Science Policy 119 p. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/226991>



plus haut ce scénario a ses limites. L'approche de se préparer au pire sur tous les plans aussi (notamment quand il s'agit d'allouer des ressources importantes à l'adaptation et prioriser face à d'autres besoins sociétaux). Nous présenterons également, lorsqu'elles sont données, les projections des scénarios les plus probables (RCP 4.5 et RCP 6).

Il est pertinent d'avoir plusieurs modèles pour limiter ou mettre en évidence l'incertitude sur les projections climatiques. Les projections données par tous ces modèles sont pertinentes, chaque modèle ayant ses limites et ses forces. L'ensemble des projections²⁵ de tous les modèles utilisés par le projet CORDEX est donc présenté en annexe 1. Il est toutefois difficile de se faire une idée de ce qui nous attend probablement à la lecture d'autant de chiffres. Nous reprenons donc à la *Figure 8* les projections moyennes des modèles climatiques régionaux CMIP5 et ALARO. Les autres modèles régionaux n'ayant pas été appliqués à tous les scénarios RCP ni tous les paramètres. CMIP5 est décrit par le rapport final CORDEX comme plus robuste pour les projections de température et ALARO pour les projections de pluviométrie²⁶, nous les utiliserons donc respectivement pour ces paramètres.

A côté de ces moyennes basées sur un modèle pour chaque scénario RCP, une plage d'incertitude est donnée. Celle-ci est élaborée à partir des valeurs les plus faibles et les plus élevées données par l'ensemble de tous les modèles utilisés dans le projet CORDEX.

| Paramètre | Moyennes climatiques récentes à OLLN | | Changement projeté entre les périodes 1976-2006 et 2070-2100 selon le projet CORDEX ²⁷ | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------------|---|---------|---------|---------------------|-----------|
| | Normale 1981-2010 | Normale 1991-2020 | RCP 2.6 | RCP 4.5 | RCP 8.5 | Plage d'incertitude | |
| Température moyenne | annuelle | 10,1 | 10,6 | | | | |
| | hivernale ²⁸ | 3,2 | 3,7 | +1,7 | +2,4 | +3,8 | +1 à +5,2 |
| | estivale ²⁸ | 17,2 | 17,7 | +2,6 | +3,3 | +5,6 | +1 à +7,9 |
| Jours de gel ²⁹ | 58,8 | 56,1 | -12 | -12 | -16 | -36 à -3 | |
| Jours d'été ³⁰ | 31,1 | 36 | +22 | +24 | +58 | +2 à +77 | |
| Jours de chaleur ³¹ | 5,4 | 7,4 | +7 | +12 | +34 | +0 à +39 | |
| Cumul annuel des durées des vagues de chaleur (jours) ³² | 5,1 | 7,4 | +28 | +33 | +51 | +0 à +74 | |
| Précipitations hivernales (mm) | 229,2 | 243,5 | +4 | +28 | +44 | -2,2 à +89,2 | |
| Précipitations estivales (mm) | 226,4 | 228,9 | +14 | +2 | +11 | -134,8 à +84,5 | |
| Jours de précipitations en été (jours) | 32 | 31,3 | -0,6 | -3,2 | -2,6 | -15,6 à +2,6 | |
| Précipitations extrêmes sur 1 heure (mm) ³³ | Hivernales | 27,1 ³⁴ | +30% | +31% | +66% | -13% à +70% | |
| | estivales | 27,1 ³⁴ | +28% | +23% | +40% | -27% à +57% | |

Figure 8. Projections climatiques CORDEX

²⁵ Termonia, P. et al 2018 "CORDEX.be initiative as a foundation for climate services in Belgium" <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2018.05.001>

²⁶ Jugé sur base de la bonne adéquation des prévisions de ces modèles sur la période historique en comparaison des mesures réelles.

²⁷ Les valeurs données pour les 3 scénarios RCP proviennent des projections CMIP5 en ce qui concerne les températures et ALARO en ce qui concerne les précipitations. La plage d'incertitude reprend la valeur minimum et maximum tout modèle et tout scénario confondu.

²⁸ Les saisons météorologiques se font sur des mois entiers : Hiver (décembre, janvier, février), Printemps (mars, avril, mai), Été (juin, juillet, août) et Automne (septembre, octobre, novembre)

²⁹ Nombre moyen de jours où la température minimale est inférieure à 0°C

³⁰ Nombre moyen de jours où la température maximale égale ou dépasse 25°C

³¹ Nombre moyen de jours où la température maximale égale ou dépasse 30°C.

³² Pour les moyennes récentes, les chiffres sont calculés sur base des chiffres fournis par <https://www.meteobelgique.be/article/articles-et-dossier/le-climat/2084-les-vagues-de-chaleur-en-belgique-depuis-1901>

³³ Pour un temps de retour de 10 ans, c'est-à-dire qu'il faudra en moyenne 10 ans entre deux pluies extrêmes de cette ampleur.

³⁴ Valeur moyenne annuelle

Synthèse des avenir climatiques

Que l'on soit dans un scénario optimiste (RCP 2.6) ou dans un scénario très défavorable (RCP 8.5), la modification du climat belge et a fortiori de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve sera important.

Cela est vrai pour des variables qui conditionnent le climat futur moyen avec des **températures plus élevées tout au long de l'année et particulièrement en été** ; mais c'est surtout très marqué pour l'amplitude des variations des paramètres climatiques, qui vont engendrer plus d'aléas extrêmes :

- Des extrêmes de températures, avec une **augmentation très importante du nombre de jours d'été (température maximum au-dessus de 25°C) et de jours de chaleur (au-dessus de 30°C)** et par conséquent de la fréquence, durée et intensité des vagues de chaleur.
- Un régime de précipitations bouleversé avec une augmentation du cumul des précipitations en hiver, mais surtout **une réduction des jours de précipitation (à toutes les saisons, mais particulièrement au printemps et en été) couplée à une augmentation des jours de pluies abondantes (>20mm) et de pluies extrêmes sur 1 heure**. Ceci augmentant par conséquent l'alternance d'épisodes de sécheresse et de pluies intenses, fort dommageables à la recharge des nappes phréatiques, le ruissellement et l'érosion des sols.

Cette augmentation des aléas extrêmes est vraie aussi pour les scénarios RCP optimistes comme le RCP 2.6. En effet, celle-ci est liée à une augmentation de la variabilité climatique et non pas à l'augmentation des moyennes. La *Figure 9* ci-dessous montre bien ces deux effets de modification de la moyenne (le sommet de la courbe) et de la variabilité (l'étalement de la courbe) pour la température moyenne estivale selon les 4 scénarios RCP entre l'horizon 2020 et l'horizon 2090 par rapport à la période de référence 1961-1990. La courbe en-dessous représente la distribution actuelle des températures. La moyenne se situant au sommet de la courbe. Plus le point de la courbe est haut, plus la probabilité d'une telle température est élevée. Les courbes au-dessus représentent les projections selon les 4 scénarios du GIEC (à gauche le scénario RCP 2.6, le plus « optimiste » et à droite le scénario RCP 8.5, le plus « pessimiste »). Entre les différents scénarios le sommet de la courbe se décale bien vers la droite, en moyenne les températures estivales seront donc plus élevées dans les scénarios plus pessimistes. Mais on voit aussi que par rapport à la courbe du dessous, dans les différents scénarios, la courbe s'aplatit et s'étale. Ceci implique que les températures extrêmes seront plus chaudes/froides et auront plus de probabilité de survenir.

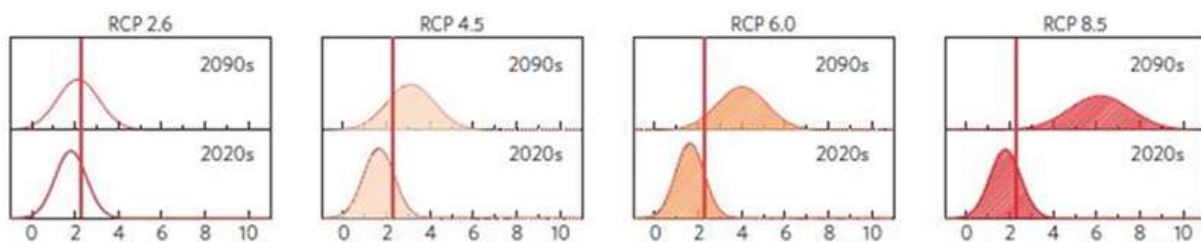


Figure 9. Exemple de changements des moyennes et de la variabilité climatique³⁵

Au regard de l'évolution des aléas tendanciels et extrêmes, les contributions aux vulnérabilités suivantes peuvent être envisagées (voir *Figure 8*) :

- **Vagues de chaleur** (impacts notamment sur la santé, l'énergie, le confort, l'économie) : les épisodes de vague de chaleur pourraient doubler voire quadrupler (augmentation des jours d'été et de chaleur) alors qu'il s'agit déjà d'une réalité : le XXI^{ème} siècle compte 19 des 20 années les plus chaudes jamais enregistrées et 19 vagues de chaleur se sont produites entre 1990 et 2019 contre 23 entre 1900 et 1990.³⁶

³⁵ Christidis, N. Jones, G. et Stott P. 2014 "Dramatically increasing chance of extremely hot summers since the 2003 European heatwave"

³⁶ Pascal Mormal, Institut royal météorologique, La Libre, 24/07/2019



- **Inondations** (impacts notamment économiques, sur les infrastructures, la santé) : la fréquence et l'intensité (durée, hauteur d'eau) des inondations risquent d'augmenter en raison d'une pluviométrie plus irrégulière (diminution des jours de pluies mais augmentation des pluies abondantes et extrêmes) qui ne favorise pas l'infiltration de l'eau dans le sol. Les inondations observées en Belgique sont devenues plus fréquentes au cours des dernières décennies. Des inondations majeures ont eu lieu en 1995, 1998, 2002, 2003 et 2005 et, plus récemment, en 2010 et 2011.³⁷ On recense 47 observations d'inondation en Belgique entre 1990 et 2020 contre 45 entre 1900 et 1990.³⁸ Le rapport de l'IRM ayant été établi en 2020, les très fortes inondations de 2021 n'ont pas été prises en compte.
- **Sécheresse** (impact sur l'agriculture, la ressource eau, la biodiversité, la santé) : l'augmentation du nombre de jours secs (pluviosité inférieure à 1mm) en général et dans des périodes consécutives, surtout au printemps et en été donnerait lieu à des sécheresses plus fréquentes. De nouveau il s'agit là d'une réalité déjà actuelle : entre le janvier 2017 et juillet 2020, le déficit de pluie en Belgique était équivalent à 6 mois normaux de précipitations.³⁹
- **Feu de forêt** (impacts notamment sur la biodiversité, la santé, la qualité de l'air, le tourisme) : ces épisodes de sécheresse mettraient également le territoire de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve face à un risque d'incendie plus important.
- **Mouvement de terrain** (impacts notamment sur les infrastructures) : la modification du régime des précipitations pourrait augmenter les risques de dissolution des sols karstiques et de retrait-gonflement des sols argileux. Les sols karstiques ne sont pas présents sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, quant aux sols argileux, ils sont très peu présents et une seule habitation semble concernée.

Les **analogues climatiques** permettent de se rendre compte de l'équivalent climatique de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve à la fin du siècle par rapport au climat actuel. C'est-à-dire que l'on cherche un lieu géographique qui a actuellement le climat qu'aurait le lieu étudié dans le futur. Attention, ne sont pris en compte pour cet exercice que la température et les précipitations moyennes, ce qui ne reflète pas la gravité des changements climatiques sur les aléas extrêmes.

Le climat de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve à la fin du siècle pourrait ainsi être comparable à celui de Valence – Grenoble d'aujourd'hui pour le scénario RCP 2.6 soit près de 600 km plus au sud. Pour les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5, **c'est un climat à proximité de Rome d'aujourd'hui qui serait celui de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve à la fin du siècle**, soit 900 km plus au sud.

A priori, certains pourraient se réjouir de vivre dans le futur sous un climat plus chaud et plus sec. Pourtant, il faut garder à l'esprit que des températures qui n'auraient eu aucun impact à Rome ont causé

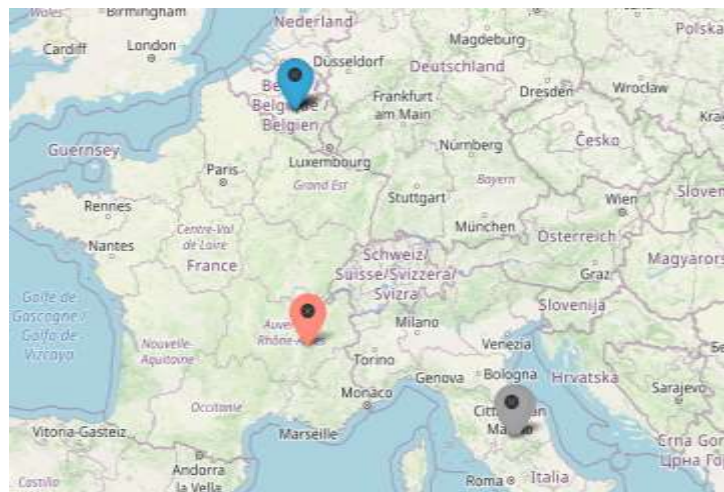


Figure 10. analogues climatique d'Ottignies-Louvain-La-Neuve pour les scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5

³⁷ SPF Santé Publique. <https://climat.be/changements-climatiques/consequences/gestion-de-l-eau#:~:text=En%20Belgique,-La%20Belgique%20est&text=Des%20inondations%20majeures%20ont%20eu,r%C3%A9cemment%2C%20en%202010%20et%202011.&text=Les%20projections%20indiquent%20une%20forte,des%20risques%20accrus%20d'inondations.>

³⁸ IRM. <https://www.meteo.be/fr/climat/changement-climatique-en-belgique/les-rapports-climatiques>

³⁹ David Dehenauw, Institut royal météorologique, RTBF, 23/07/2020



près de 500 décès en Région wallonne en 2003. De plus, comme indiqué ci-dessus, la fréquence des aléas extrêmes serait plus importante que ce qui existe à Rome actuellement. Des mesures d'adaptation sont donc nécessaires. Pour certains secteurs comme la biodiversité, les forêts, l'agriculture, la mise en place de cette adaptation requiert un temps très long qui ne sera bientôt plus disponible.

Vulnérabilités



Une vingtaine de vulnérabilités au changement climatique de la Wallonie ont été identifiées au travers de huit thématiques⁴⁰ (agriculture, aménagement du territoire, biodiversité, forêts, énergie, ressource en eau, santé et tourisme).

Dans le cadre de la démarche « Adapte ta commune », un outil de pré diagnostic est mis à disposition. Celui-ci a permis d'identifier et de valider avec les services communaux concernés un choix de vulnérabilités aux changements climatique qui ont fait l'objet d'un approfondissement spécifique dans le cadre de cette étude. Ces vulnérabilités font chacune l'objet d'un chapitre spécifique dans cette section. Il s'agit des :

- Inondations
- Îlots de chaleur urbains
- Ressource eau
- Erosion et coulées de boues
- Agriculture et alimentation
- Biodiversité
- Energie
- Qualité de l'air
- Economie

Ces vulnérabilités ont bien souvent des relations causes-effets transversales par rapport aux différentes thématiques. Cela souligne l'aspect systémique des vulnérabilités au changement climatique et l'importance d'agir de manière décloisonnée entre les différents secteurs socio-économiques, acteurs et services communaux.

⁴⁰ AWAC 2011 Résumé exécutif de la stratégie d'adaptation au changement climatique de la Wallonie.
http://www.awac.be/pdf/media/d45dc9_688f8cba7cc5c0ce07157e2a2b489efd.pdf



1. Inondations

Introduction

Il existe quatre types d'inondations : les inondations par ruissellement, par submersion marine, par débordement de cours d'eau ou par remontée de nappe phréatique. Ottignies-Louvain-la-Neuve n'est pas concernée par les risques de submersion marine. Quant aux risques liés aux remontées de nappe phréatique, ils ne concernent en Wallonie que les nappes alluviales (nappe liée à un cours d'eau) et sont donc assimilés aux inondations par débordement du cours d'eau.⁴¹

L'inondation par ruissellement se produit lorsque les eaux de pluie ne peuvent pas ou plus s'infiltrer dans le sol à la suite par exemple d'un épisode de précipitations extrêmes ou un cumul important de pluie sur plusieurs jours. Il s'agit d'un phénomène assez rapide (quelques heures).

L'inondation par débordement de cours d'eau survient quand un cours d'eau déborde de son lit habituel. En zone non montagneuse il s'agit généralement d'un phénomène assez lent (apparaissant en quelques jours) et relativement long (persiste plus d'une journée voire plusieurs semaines) durant lequel le cours d'eau envahit progressivement la vallée dans laquelle il circule. La cause est généralement des pluies répétées et prolongées.

Exposition

Ottignies-Louvain-la-Neuve est traversé par la Dyle sur un axe sud-nord au centre de son territoire. Ce cours d'eau étant lui-même alimenté par plusieurs petits affluents (Angon, Malaise, Blanc Ry, Pinchart). **Ces cours d'eau sont principalement alimentés par l'eau de pluie** et sont liés à la nappe phréatique des sables du Bruxellien, ayant une grande capacité de stockage pour absorber les précipitations et une recharge directe (pas de couche moins perméable au-dessus de la nappe). Ils sont donc fort sensibles à des changements de précipitations. Rappelons que les projections sont incertaines concernant la modification de la pluviosité globale (annuelle et saisonnière), par contre il est fort probable que la variabilité des précipitations va augmenter fortement et qu'il y aura donc un risque plus élevé d'inondations à la fois dans la fréquence et dans l'intensité de celles-ci.

La Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve a déjà été touchée par des inondations de grande envergure. Si certains quartiers sont marqués de façon récurrente par des inondations, le centre d'Ottignies-Louvain-la-Neuve fut touché de façon significative en novembre 2010, et plus récemment en juillet 2021, qui fut l'évènement d'inondation le plus important que la ville semble avoir connu. Des dégâts, matériels et psychologiques sont toujours à déplorer chez les habitants et commerçants du centre-ville. Parmi les rues touchées il y a notamment : la rue du Monument, l'avenue des Combattants, la rue du Moulin, la rue Franquénies, la rue du Bois des Rêves, le sentier de la crèche, la rue Lucas, la rue Paul Delvaux, l'avenue Léon Fournet et le clos Raymond Germiot. Outre les citoyens, des dégâts importants ont été déclarés au commissariat, à la résidence du Moulin, pour le magasin Carette, à la crèche Pyramide et chez TVcom, avec de l'eau au-delà de 1m dans certains bâtiments⁴². En novembre 2010 l'eau avait atteint 70cm dans certaines caves des maisons situées à proximité⁴³. En 2016 le débordement de la Dyle semble avoir été moins marqué, par contre plusieurs coulées de boues sont survenues du côté Ouest

⁴¹ AGW du 4 mars 2021 adoptant les cartographies de risque d'inondation. <https://wallex.wallonie.be/contents/acts/44/44847.html>

⁴² Enquête de terrain menée par H. Dubois.

⁴³ <https://www.youtube.com/watch?v=JAetAWXrOMA>



du centre d'Ottignies. Notamment au sud, dans la rue Berthet. En août 1996 se sont également produites d'importantes inondations dans le Brabant wallon. L'impact sur Ottignies-Louvain-la-Neuve avait toutefois été minimisé grâce à la récente création du lac de Louvain-la-Neuve qui sert de bassin d'orage⁴⁴.

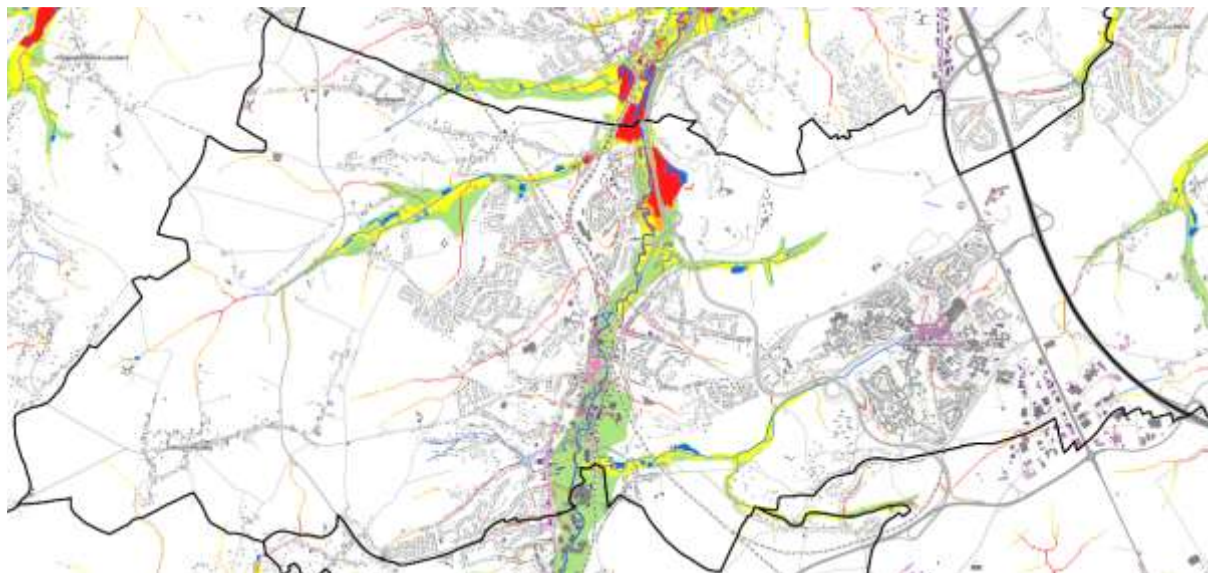
L'application Inondation⁴⁵ permet d'obtenir une information précise quant à l'exposition du territoire aux inondations (par débordement et par ruissellement). Celle-ci combine pour chaque point du territoire une estimation de :

- La **réurrence**, c'est-à-dire l'intervalle de temps (période de retour⁴⁶) qu'il faudrait en moyenne entre deux inondations d'une telle ampleur. Quatre scénarios sont élaborés : extrême (plus de 100 ans), 100 ans, 50 ans et 25 ans.
- Son **importance**, c'est-à-dire la hauteur d'eau de l'inondation, selon quatre classes de hauteurs : 0 à 30cm, 30 à 130cm, plus de 130cm et indéterminée.

La combinaison de ces facteurs a ensuite été intégrée en une évaluation de l'aléa d'inondation selon trois niveaux :

- Aléa élevé s'il y a un risque d'inondation fréquente et une hauteur d'eau importante.
- Aléa moyen s'il y a une combinaison de fréquence et hauteur d'eau moyenne ou d'un facteur élevé et l'autre faible.
- Aléa faible s'il y a un risque d'inondation peu fréquente et d'une hauteur d'eau faible.
- Aléa très faible si on est sur une période de retour extrême (plus de 100 ans).

Pour le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve sans surprise ce sont les risques d'inondation par débordement de la Dyle qui prédominent. On retrouve donc une zone d'aléa très faible tout le long de la Dyle, mais aussi du Pinchart. Le risque devient élevé le long de la N238 et au niveau de la place de l'Europe, au nord du territoire.



⁴⁴ <https://www.dhnet.be/archives-journal/2009/11/26/le-lac-de-louvain-la-neuve-est-avant-tout-un-bassin-dorage-I0752HPIGFEDLL0TC5SZHIEFM/>

⁴⁵ <http://geoapps.wallonie.be/inondations/>

⁴⁶ La période de retour doit être interprétée comme la probabilité statistique que l'inondation survienne. Par exemple, si une accumulation sur 24 heures de 73 mm est une pluie de période de retour 10 ans (ou décennale), c'est que dans le passé, cette pluie s'est produite statistiquement à la fréquence d'une fois tous les dix ans.



Figure 11. Aléa d'inondation autour de la Dyle

Un point d'attention important est toutefois que **cette évaluation de l'aléa ne prend pas en compte les changements climatiques**, il est uniquement basé sur des données historiques. Comme nous l'avons vu l'impact du changement climatique sur la variabilité de la pluviosité augmentera la fréquence et l'importance des inondations à Ottignies-Louvain-la-Neuve. Les limites de la zone impactée n'évolueront sans doute pas beaucoup car les niveaux d'élévation des terres augmentent progressivement, il n'y a pas de seuils à basse altitude au-delà desquels de vastes zones seraient soudainement inondées. Par contre l'évaluation de l'aléa risque d'augmenter et les zones actuellement considérées d'aléa « très faible » pourraient devenir faible, moyen, voire élevé. A ce sujet, le projet européen AMICE⁴⁷ avait pour objectif d'envisager l'évolution de régimes extrêmes de la Meuse sur tout son parcours en lien avec le dérèglement climatique. Basé sur les modèles d'émissions des anciens scénarios du GIEC mais qui sont comparables aux RCP 6 et RCP 8.5,⁴⁸ le projet envisage un débit maximum supérieur de 30% pour les inondations avec période de retour de 100 ans.

Il a d'ailleurs pu être observé que les fortes pluies de l'été 2021 ont provoqué des inondations dans les zones considérées d'aléa « très faible ». Ces zones n'étaient généralement même pas représentées dans les paramètres de base du portail inondations de la Wallonie. Il n'y a par ailleurs aucune instruction/recommandation donnée aux communes sur la construction dans ces zones. La Wallonie a été interpellée par de nombreuses communes à ce sujet suite aux inondations de 2021 et il est probable que dans le futur, les zones d'aléa très faible soient reconsidérées.

⁴⁷ <http://www.amice-project.eu/fr/>

⁴⁸ <http://www.risknat.org/baseprojets/resultats.php?num=78&name=PRUDENCE>

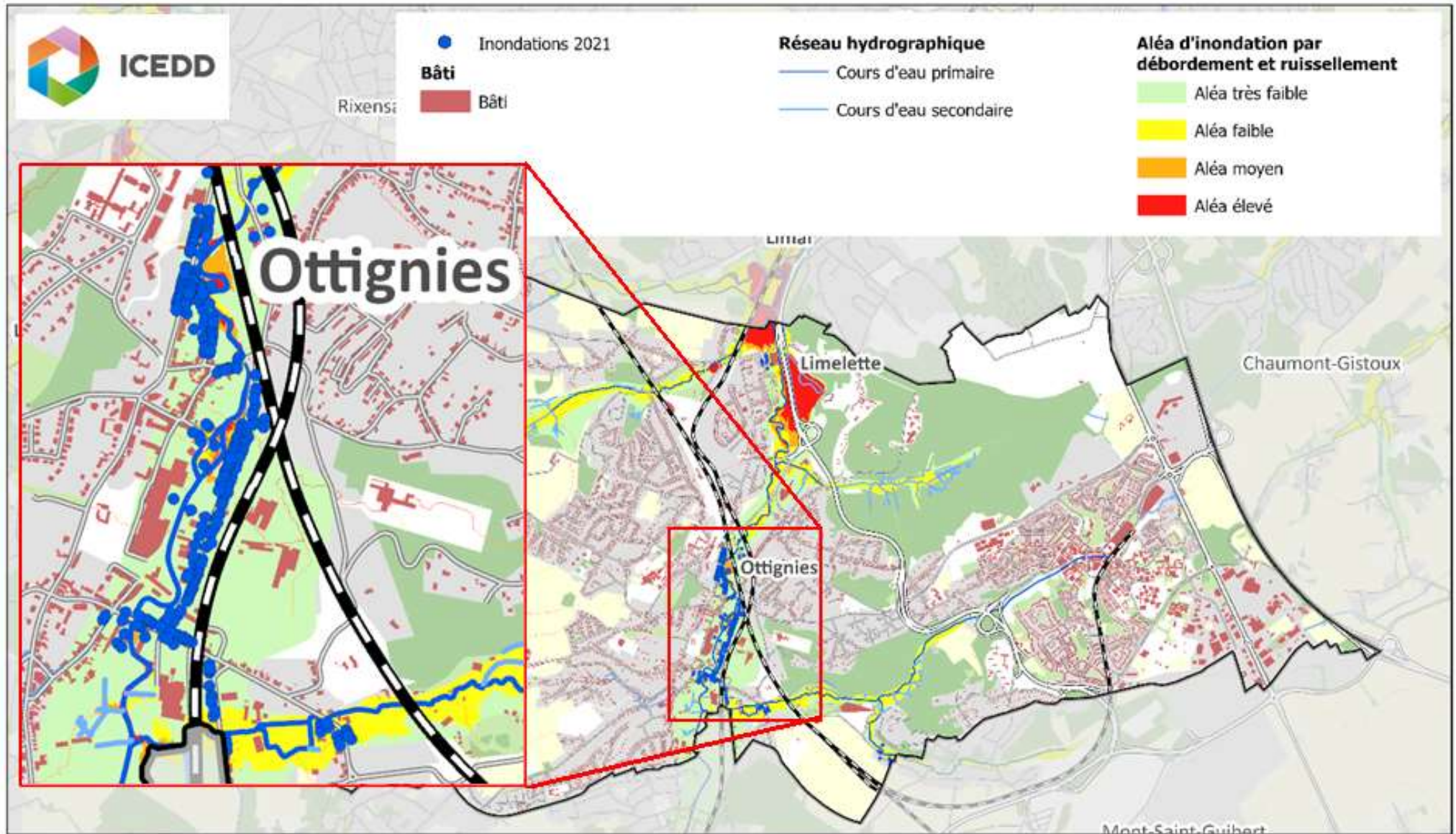


Figure 12. Dégâts d'inondations constatés en 2021 (Données fournies par le service cartographie de la Ville)



Outre l'augmentation des inondations due aux changements dans les précipitations, il y a également l'évolution de l'imperméabilisation du sol sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve qui va fortement influencer l'augmentation des risques d'inondation par ruissellement, mais aussi contribuer au débordement des cours d'eau. Entre 2002 et 2020 les superficies artificialisées du territoire de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve sont ainsi passées de 989 à 1.114 hectares, soit une augmentation de près de 13%. Cette artificialisation est due à 66% par de nouvelles constructions résidentielles et en grande majorité sur des terres cultivées. Il est à noter que l'augmentation de plus de 13% de la superficie résidentielle ne correspond pas à l'augmentation de la population puisque celle-ci n'a augmenté que de 10% sur la même période. Par contre, toujours sur la même période la population a vieilli et le nombre de personnes de 65 ans et plus a augmenté de 82%. Les personnes âgées n'ayant généralement plus d'enfant dans le ménage et vivant plus souvent seules, cela a contribué à une taille moyenne des ménages plus petite (passant de 2,36 à 2,17) et donc un nombre de logements plus important (augmentation de 19% sur la période 2002-2020).⁴⁹

Sensibilité

Les inondations ont des impacts économiques surtout sur les infrastructures (bâtiments, infrastructures publiques) mais aussi des impacts potentiels sur la santé, voire la vie des citoyens.

Economique

Les données cartographiques d'aléa d'inondation (il ne s'agit donc pas du recensement historique des inondations telles que celles de 2021, mais bien les zones à risque potentiel) nous ont permis de situer le bâti suivant en zone d'aléa d'inondation⁵⁰ :

- 1240 habitations, soit 6% des logements sur Ottignies-Louvain-la-Neuve (à noter que les inondations 2021 ont touchées environ 400 habitations, soit un tiers des habitations situées dans la zone à risque⁵¹).
- 82 commerces, services et institution du secteur tertiaire, soit 20% du total présent sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve.
- 21 entreprises industrielles et d'artisanat, soit 21% du secteur.

Le rapport commandé par la Commission Nationale Climat « Evaluation de l'impact socio-économique du changement climatique en Belgique » explore différentes pistes pour évaluer l'impact économique des inondations. La plus simple se base sur des montants maximums de dommages par type d'occupation du sol issus des risques assurantiels. La *Figure 13* ci-dessous reprend les superficies inondables sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve par type d'occupation du sol et le coût maximum des dommages qui pourrait en résulter en cas d'inondation de très grande ampleur.

⁴⁹ Statistiques issues du portail de l'IWEPS. <https://walstat.iweps.be/>

⁵⁰ Selon les données du SPW Geoportail sur les bâtiments, répartis selon le type de zone dans lequel ces bâtiments se situent au plan de secteur et croisé avec la couche d'aléa d'inondation. Les données similaires sur OpenStreetMap donnent des résultats sensiblement différents.

⁵¹ Chiffre fourni par Mme Chantry, bourgmestre d'Ottignies-Louvain-la-Neuve



| Occupation du sol | Superficie inondable (ha) | Facteur de coût des dommages (€/m ² , 2010) | Coût maximum (€, 2010) |
|--|---------------------------|--|------------------------|
| Eau | 7,3 | 0 | 0 |
| Zones résidentielles | 15,7 | 160 | 25.000.000 |
| Terres agricoles, prairies et forêts | 180 | 0,2 | 360.000 |
| Industrie et tertiaire | 0 | 209 | 0 |
| Autres terres imperméabilisées (réseaux de transport, parkings, ...) | 53 | 26 | 14.000.000 |
| Total | 256 | | 39.360.000 |

Figure 13. Estimation des dommages économiques maximum d'inondations sur la commune d'OLLN⁵²

On aurait donc un coût maximum pour une inondation majeure sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve qui pourrait s'élever à près de 40 millions d'euros. Il s'agit d'un montant exprimé en valeur d'euro de 2010. Ramené à une valeur de 2023 on obtient environ 50 millions d'euros. Cela correspond à 0,08% de l'estimation faite pour la Belgique et 0,16% de l'estimation faite pour la Wallonie dans le rapport de la Commission Nationale Climat, ce qui est cohérent avec l'ordre de grandeur de la superficie de la commune (0,2% de la superficie wallonne).

Un concept plus utile pour la prise de décision que celui d'une valeur totale théorique des dommages maximums serait une estimation des dommages annuels, prenant en compte la probabilité qu'une inondation survienne, le degré de sévérité de celle-ci et les dommages potentiels. Le rapport de la commission national climat estime ce coût pour la Belgique selon une étude à l'échelle européenne réalisée en 2018.⁵³ Nous n'avons pas accès aux données pour extraire l'estimation pour Ottignies-Louvain-la-Neuve. Toutefois, on peut approximer en prenant le même ratio de 0,88% entre les coûts pour Ottignies-Louvain-la-Neuve par rapport à la Belgique qui était issu de la précédente méthode d'estimation. **Dans un futur à +2°C, les coûts économiques additionnels (par rapport à la période récente 1976-2005) des inondations sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve et exprimés en valeur euro 2019 s'élèveraient à environ 100.000€/an** dans une fourchette allant de 0€/an à 900.000€/an. Ce coût annuel moyen du risque d'inondation se retrouvera assez rapidement (grossi d'une marge de sécurité) dans l'augmentation des primes d'assurances des propriétaires publics et privés.

Sociale

Les données cartographiques nous ont permis de situer en zone d'aléa d'inondation⁵⁴ :

- 2.779 citoyens, soit **9% de la population** (principalement en zone d'aléa « très faible »). Ce pourcentage est inférieur à la moyenne Wallonne (14%). Il pourrait toutefois augmenter à l'avenir avec les projets d'urbanisation du centre (sites Bétons-Lemaire et Douaire) en vue d'en faire de l'habitat. Ces deux sites étant situés en zone d'aléa d'inondation très faible.

⁵² Chiffres basés sur un croisement entre les superficies d'occupation du sol de la couche Walous 2018, la répartition des superficies imperméabilisées entre résidentiel, industrie-tertiaire et autres selon l'IWEPS et les facteurs de coût de l'étude Commission Nationale Climat 2020 « evaluation of socio-economic impact of climate change in belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf

⁵³ Alfieri A, et al. 2018. Multi-Model Projections of River Flood Risk in Europe under Global Warming. Climate, 6, 6.

⁵⁴ Calculs ICEDD



- **4 bâtiments sensibles** (hôpitaux, crèches, écoles, maisons de repos et résidences pour personnes âgées)⁵⁵, ce qui représente 3% de ce type de bâtiments à Ottignies-Louvain-la-Neuve et qui est de nouveau inférieur à la moyenne wallonne (11%⁵⁶).

Par ailleurs, le rapport de la Commission Nationale Climat mentionne plusieurs études qui montrent que les aléas climatiques et notamment les inondations, n'impactent pas de la même manière les citoyens selon leurs revenus. Pour chiffrer cet aspect, nous avons repris les informations disponibles par secteur statistiques fournies par le SPF Economie. Ces données ont été « distribuées » sur les points logements (~25.000) recensés par la Ville depuis plusieurs bases de données et un travail de recensement de terrain. Nous avons ainsi affecté à chaque adresse un nombre virtuel de personnes et le revenu médian du secteur. Nous avons ensuite attribué un score de 0 à 4 selon le quintile⁵⁷ dans lequel le revenu médian se situe par rapport à la population wallonne. Le premier quintile (rouge) représente les citoyens d'Ottignies-Louvain-la-Neuve qui se situent dans les 20% des wallons ayant les plus faibles revenus et pour lesquels nous émettons donc l'hypothèse qu'ils font face aux plus de difficultés socio-économiques. Le cinquième quintile (vert foncé) représente les citoyens d'Ottignies-Louvain-la-Neuve qui se retrouvent dans les 20% des wallons ayant les plus hauts revenus et donc, a priori, le moins de difficulté. Les autres quintiles (orange, jaune et vert clair) représentent les groupes de citoyens intermédiaires entre ces deux extrêmes. Nous avons ensuite observé la répartition de la population d'Ottignies-Louvain-la-Neuve par rapport à chacun de ces quintiles, d'une part quand on reprend la population de tout le territoire et d'autre part quand on reprend uniquement celle localisée dans les zones inondables.

C'est ce qui apparaît dans la *Figure 14* ci-dessous. Au sein de chaque secteur statistique il y a bien entendu une diversité de citoyens faisant face à divers niveaux de difficulté, mais la couleur représente, en moyenne, le niveau de difficulté auquel les citoyens de cette zone font face. Pour les secteurs statistiques où habitent moins de 50 habitants, aucune médiane n'a été calculée car l'échantillon n'est pas suffisant.

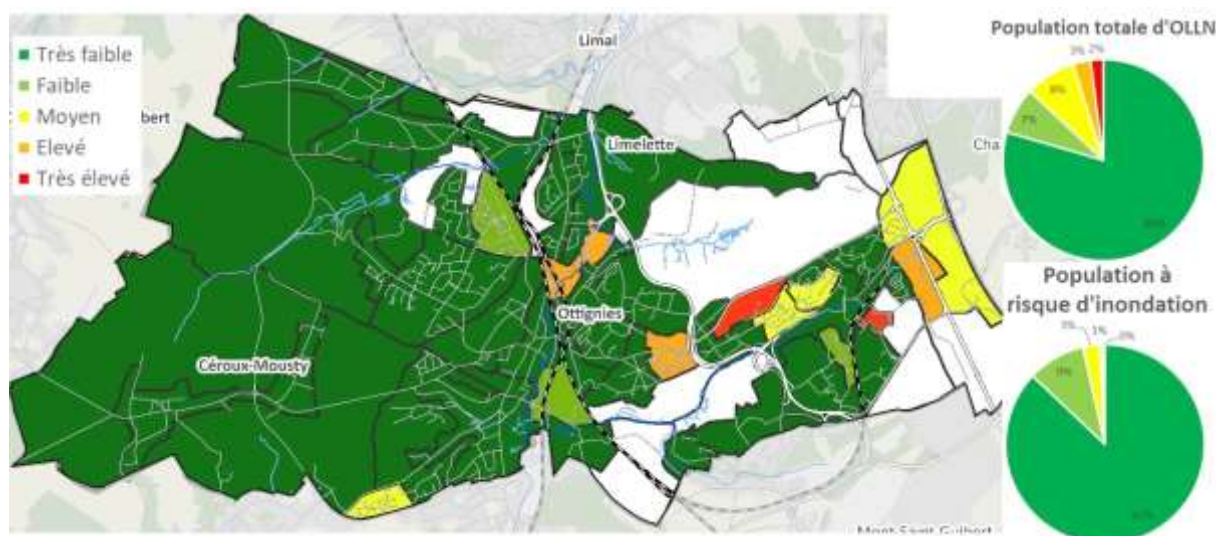


Figure 14. Revenu médian par secteur statistique et répartition de la population totale/inondable d'Ottignies-Louvain-la-Neuve selon le niveau de difficulté

⁵⁵ Ces bâtiments sont considérés sensibles car ils abritent généralement une proportion plus importante de personnes plus vulnérables (enfants de <5ans, personnes âgées de plus de 65 ans, malades, personnes porteuses de handicap, ...).

⁵⁶ ISSeP – projet SigenSa

⁵⁷ Le quintile est une portion de la distribution des fréquences contenant un cinquième du total de l'échantillon.



Contrairement à ce qui arrive souvent en Wallonie, à Ottignies-Louvain-la-Neuve la cartographie montre que les inondations ne touchent pas les quartiers où sont situés les personnes les plus en difficulté financière. Au contraire, c'est une proportion plus importante des personnes aisées qui sont situées dans les zones à risque d'inondation. Attention que ceci reste une analyse faite à partir de chiffres par secteurs statistiques. A l'échelle d'une rue cette affirmation pourrait devenir erronée. Les services de la Ville nous ont par exemple suggéré que dans la rue du Monument (fortement impactée par les inondations 2021), plusieurs ménages sont en situation plus précaire. Cette rue est toutefois reprise dans un secteur statistique à hauts revenus.

Capacité de gestion

Pour limiter les risques d'inondation par ruissellement, la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve dispose de compétences pour pouvoir **gérer l'imperméabilisation de son territoire** et la limitation des constructions en zones d'aléa d'inondation. Elle se repose pour cela sur les outils d'aménagement du territoire : schéma de développement communal, guides communaux d'urbanisme, délivrance de permis.

En matière d'inondation par débordement **des cours d'eau**, celui non-navigable de 1^{ère} catégorie (Dyle) est géré par la Région wallonne, ceux non-navigables de 2^{ème} catégorie (Angon, Malaise, Pinchart et Blanc-Ry) sont gérés par la Province et ce ne sont que ceux non-navigables de 3^{ème} catégorie (les moitiés en amont du Pinchart, du Blanc-Ry et du Ballaux ainsi que le Ry Denegry) qui sont gérés par la commune. Les leviers d'actions directes sont donc relativement limités. Il est toutefois possible de collaborer avec les autres niveaux de pouvoir afin de coordonner des actions de terrain.

Enfin, lorsque l'inondation survient, **la gestion de l'intervention des différents services d'urgence** est coordonnée par la cellule PlanU de la Ville.

Zone Pilote

Dans le cadre de cette étude, nous analyserons plus en détail la situation aux alentours d'un tronçon de la Dyle situé le plus au sud du territoire afin d'évaluer le potentiel de gestion, renaturation et création de zones d'immersions temporaires pour réduire le risque d'inondation. Ce tronçon pilote a été choisi pour les raisons suivantes :

- Il est le plus en amont du territoire et des travaux à cet endroit auront le plus de chance d'avoir un impact sur les zones d'aléa d'inondation situées en aval ;
- C'est une zone où vient se jeter un affluent (Ry Angon) ;
- La Ville dispose de la maîtrise foncière de certains terrains adjacents sur lesquels des projets pourraient être envisagés.



Figure 15. Localisation de la zone pilote pour le potentiel de reméandration de la Dyle et de création d'une zone d'immersion temporaire afin de limiter le risque d'inondation



Conclusion

Selon une étude récente à l'échelle européenne⁵⁸, les inondations par débordement de cours d'eau vont rester le risque principal dans les plaines d'Europe. Ceci se confirme pour le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve. L'analyse qui précède met en évidence que les inondations (i) sont déjà un risque réel aujourd'hui, (ii) dépendent de facteurs climatiques qui vont amplifier leur fréquence et leur intensité, (iii) sont aggravées par un développement urbanistique important sur la commune et (iv) causent des dommages économiques et sociaux directs. Ce dernier point est toutefois à modérer par rapport à d'autres régions de Wallonie dans la mesure où la population qui fait face au risque d'inondation sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve n'est a priori pas en situation financière précaire (à vérifier au cas par cas). Par ailleurs si la Dyle est un cours d'eau relativement important, il ne faut pas imaginer qu'elle puisse un jour déborder avec un volume et un débit aussi catastrophique que les événements catastrophiques de 2021 dans le bassin de la Vesdre.

Au regard de ces éléments, et considérant que le niveau communal dispose de leviers d'action en matière d'aménagement du territoire, cette vulnérabilité doit être considérée avec une priorité élevée.

⁵⁸ Forzieri, G. et al 2018. Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe. Global Environmental Change 48, 97-107.



2. Îlots de chaleur urbains

Introduction

La notion de confort thermique est à préciser en fonction du contexte. En effet, chaque société au sens large a évolué selon le climat dans lequel elle se situe : horaire d'activité, construction, habitude de vie, etc. Ainsi, les épisodes de fortes chaleurs ne sont pas vécus de la même manière à Ottignies-Louvain-la-Neuve – où, s'ils sont de plus en plus fréquents, leurs durées sont encore limitées – et dans le sud de l'Europe où cela dure plusieurs semaines.

A cela s'ajoute le contexte local pour les centres urbains, car ils ont la caractéristique d'engendrer le **phénomène d'îlot de chaleur urbain** : les surfaces imperméabilisées (bâtiments, routes, parking, etc.), au contraire des espaces verts, accumulent de la chaleur qui est ensuite restituée la nuit. En artificialisant un espace naturel on perd également le rafraîchissement apporté par l'évapotranspiration des végétaux (l'eau s'évapore du sol, des plans d'eau et de la végétation et durant ce processus, une partie de l'énergie thermique ambiante est captée et emportée par la transpiration). La morphologie urbaine ne permet pas non plus une circulation parfaite de l'air et donc la dispersion de cette accumulation de chaleur. Enfin, les activités humaines émettent de la chaleur : circulation routière, climatisation, activités économiques, etc. **La combinaison de ces effets amène à une température dans les centres urbains denses qui est plus élevée que dans les zones rurales voisines.**

Exposition

Les vagues de chaleur⁵⁹ sont déjà une réalité en Belgique. Si des vagues de chaleur importantes (leur importance ou « poids » est une combinaison de leur durée et des maximums de température) existent de longue date (1911, 1976, 2018 pour les 3 plus importantes), leur durée augmente depuis les années 80 (avec un record de 26 jours en 2018), leur intensité depuis les années 2000 (avec un record de 6,94 en 2019) et leur fréquence depuis 2015 avec en moyenne une vague de chaleur par an.

⁵⁹ Période d'au moins 5 jours consécutifs au cours de laquelle la température maximale est supérieure ou égale à 25°C chaque jour et une température maximale supérieur ou égale à 30°C est atteinte au moins à trois reprises durant cette période.

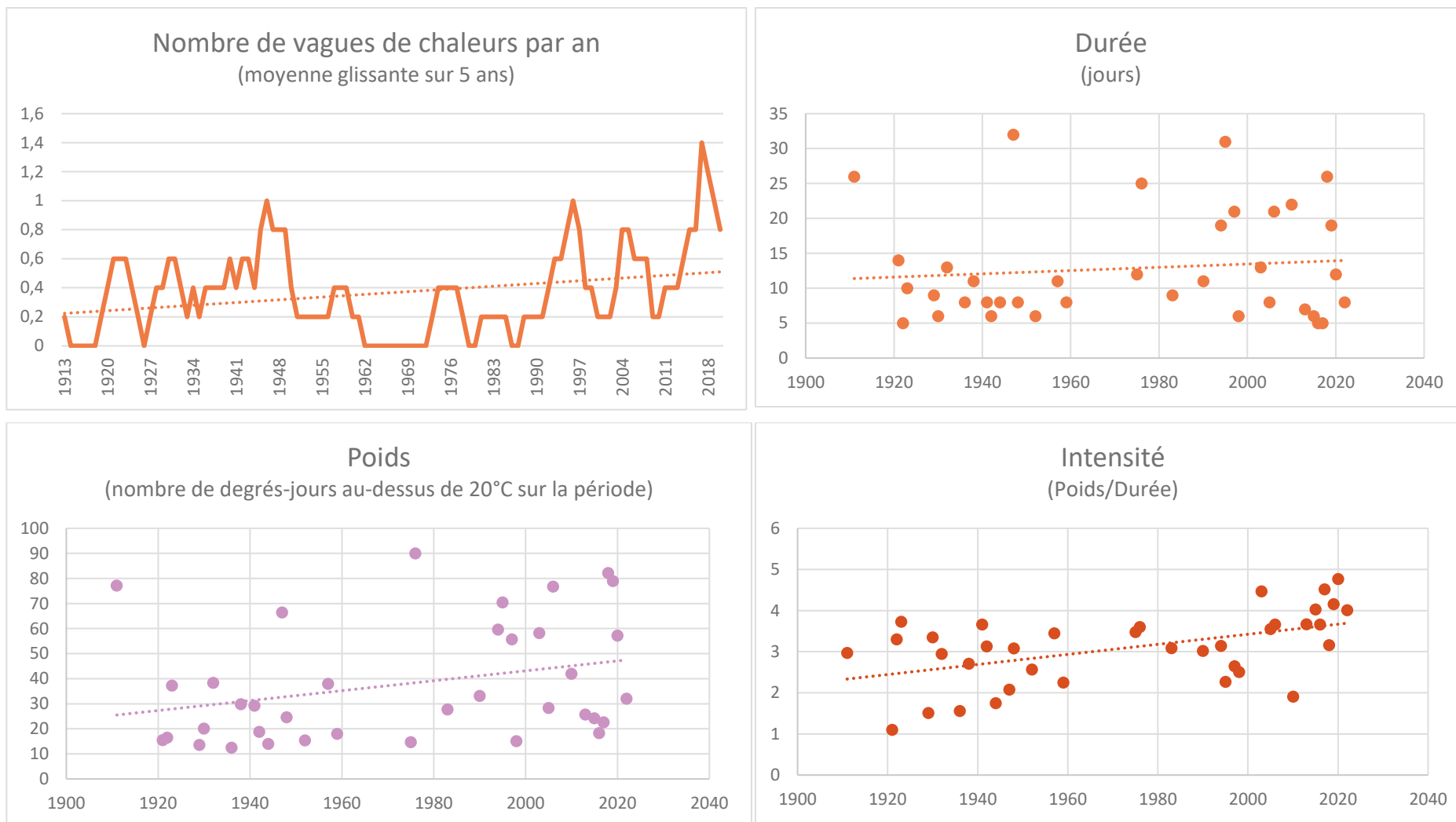
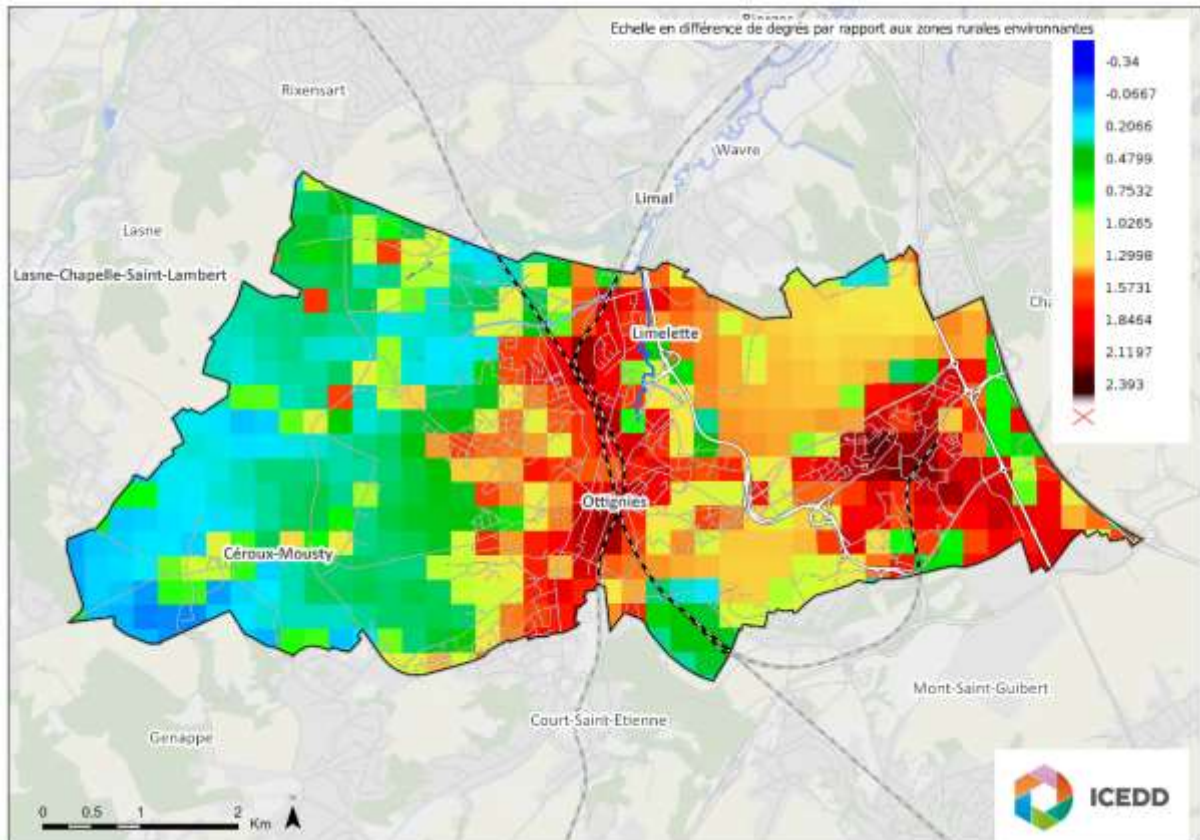


Figure 16. Comparaison des vagues de chaleur de 1900 à 2022⁶⁰. Les pointillés représentant les courbes de tendance linéaires.

⁶⁰ <https://www.meteobelgique.be/article/articles-et-dossier/le-climat/2084-les-vagues-de-chaleur-en-belgique-depuis-1901>

Les projections climatiques basées sur le scénario RCP 8.5 (voir *Figure 8*) suggèrent qu'on pourrait passer de 7,4 jours de chaleur⁶¹ par an actuellement (moyenne annuelle 1991-2020) à plus de 40 jours à la fin du siècle. Les jours d'été⁶² quant à eux passeraient de 31,1 jours par an à près de 90 jours. Il en découle une augmentation des périodes de vagues de chaleur qui passeraient de 5,1 jours en moyenne par an actuellement à plus de 55 jours par an. Ces vagues de chaleur seront par ailleurs suivies de périodes globalement plus chaudes qui ne seront pas optimales pour réduire la surchauffe accumulée dans les bâtiments. Enfin, ces vagues de chaleur sont amplifiées par le phénomène d'îlot de chaleur urbain. La *Figure 17* ci-dessous donne une première **estimation** pour Ottignies-Louvain-la-Neuve qui le situe autour d'un gradient de **+2°C** en fin de nuit entre le centre urbain et la grande périphérie. **Les deux zones les plus sujettes à surchauffe sont : le long de l'avenue des Combattants – avenue Albert 1^{er} et sur Louvain-La-Neuve.**



*Figure 17. Représentation de l'îlot de chaleur urbain pour la Commune d'Ottignies-Louvain-la-Neuve
 Echelle en différence de degrés par rapport aux zones rurales environnantes⁶³*

Durant un épisode de vague de chaleur, il est très important de pouvoir **maintenir des périodes de récupération** pour les organismes vivants (dont les humains) avec de la fraîcheur :

- Dans des lieux frais comme des espaces naturels, verts, des pièces ou lieux frais (notamment les bâtiments anciens qui ont une forte inertie⁶⁴) ou encore des lieux climatisés.
- La nuit lorsque les températures nocturnes sont suffisamment douces (c'est-à-dire inférieures à 20°C) pour permettre un rafraîchissement des bâtiments et organismes.

⁶¹ Jour où la température maximale égale ou dépasse 30°C

⁶² Jour où la température maximale égale ou dépasse 25°C

⁶³ Urban Climate Service Centre. https://www.urban-climate.eu/services/eu_cities/

⁶⁴ Un bâtiment avec une forte inertie thermique est un bâtiment qui se réchauffe lentement (mur en pierre par exemple). <https://energieplus-lesite.be/theories/enveloppe9/autres-phenomenes-thermiques/inertie-thermique/>

De nouveau l'effet d'îlot de chaleur peut avoir une importance cruciale sur ces seuils. La Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve a par exemple connu un pic intense de chaleur du 23 au 25 juillet 2019. Durant la nuit du 23 au 24 juillet, la température était légèrement sous le seuil des 20°C à Ernage (station météo la plus proche en zone rurale), mais dans les centres plus urbanisés, là où l'effet d'îlot de chaleur augmente de +2°C la température, ce seuil était dépassé et la population qui s'y trouve n'a pas pu bénéficier d'une période de récupération.

Les espaces verts, nombreux à Ottignies-Louvain-la-Neuve, sont importants à deux titres :

- On estime qu'un espace vert a un effet de rayonnement rafraîchissant jusqu'à 100 m (on manque cependant d'études sur le sujet pour pouvoir détailler l'impact du type de végétalisation de l'espace vert, de sa taille et de la morphologie environnante sur ce rayonnement de fraîcheur)⁶⁵.
- L'organisation mondiale de la santé préconise de prévoir que chaque habitant puisse accéder à un espace vert publics d'au moins 0,5 hectares à moins de 300m (à vol d'oiseau) de chez lui.⁶⁶

La carte de prédiagnostic des îlots de chaleur urbain réalisée en 2017 et disponible sur le portail <https://event.icedd.be/AWAC>, montre que **la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve dispose d'espaces verts judicieusement placés qui, en théorie, atténuent relativement bien les zones urbaines**. La *Figure 18* ci-dessous montre la situation dans les zones les plus critiques autour du Douaire à Ottignies et sur Louvain-La-Neuve. A noter que **la seule parcelle identifiée comme vulnérable est la place du centre à Ottignies**.

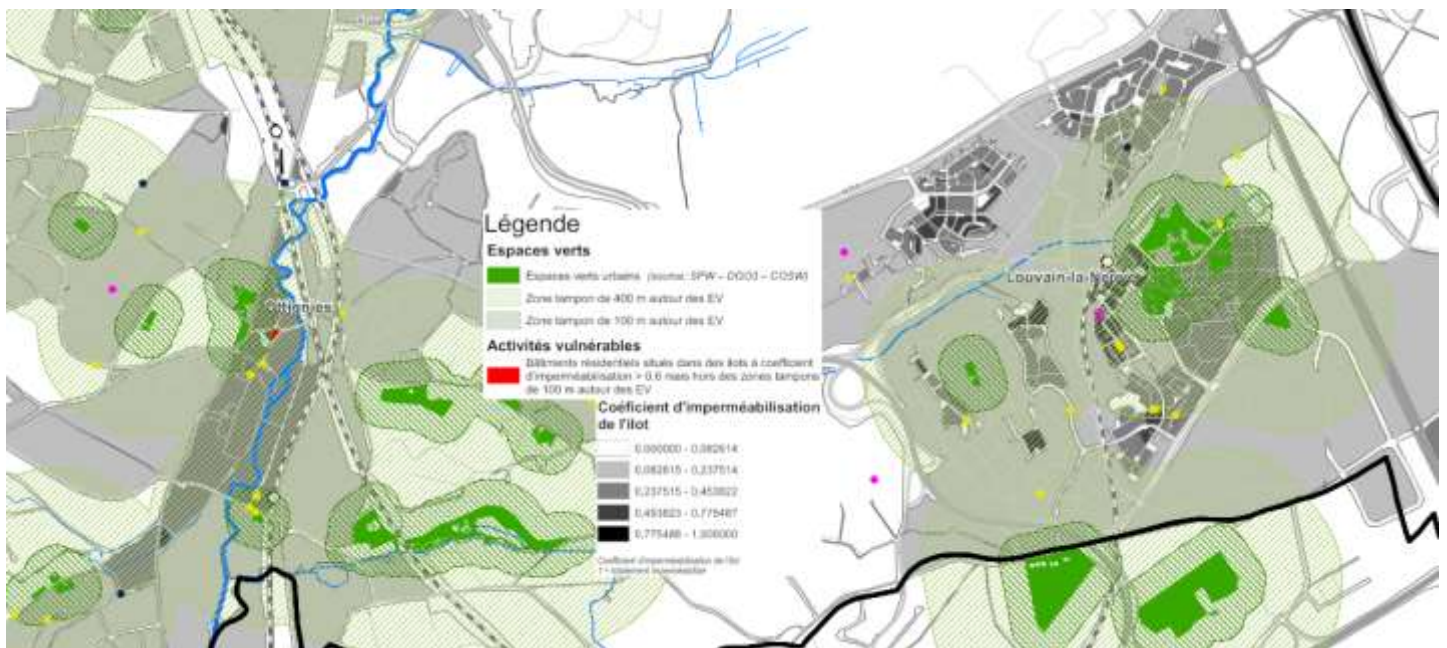


Figure 18. Zoom sur les centres urbains d'Ottignies et de Louvain-La-Neuve de la carte de pré diagnostic ICU

Nous avons toutefois actualisé ces données avec la couche d'occupation du sol Walous 2020 réalisée par la Région wallonne (les précédentes données dataient de 2007). La couche Walous 2020 étant plus précise, la place du centre n'apparaît plus comme à risque car la résolution suffisamment fine a permis d'identifier les petits jardins des maisons. Sur le reste du territoire, il en ressort par contre un taux

⁶⁵ Wu C, Li J, Wang C, Song C, Haase D, Breuste J and Finka M (2021) Estimating the Cooling Effect of Pocket Green Space in High Density Urban Areas in Shanghai, China. *Front. Environ. Sci.* 9:657969. doi: 10.3389/fenvs.2021.657969

⁶⁶ WHO – Urban green spaces https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/342289/Urban-Green-Spaces_EN_WHO_web3.pdf

d'imperméabilisation globalement plus élevé et de nombreuses zones de Louvain-La-Neuve sont ainsi passées à haut-risque.

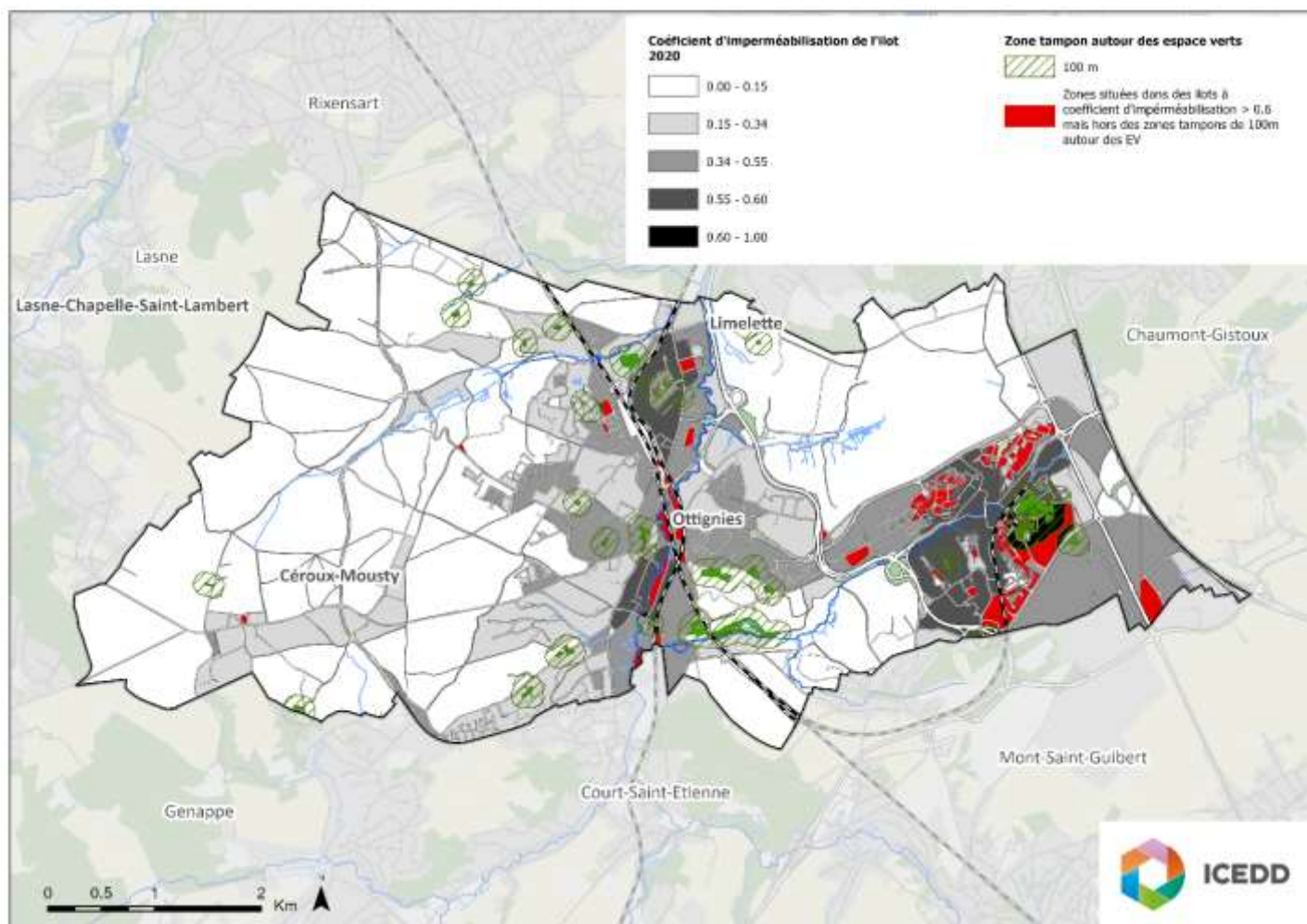


Figure 19. Carte de vulnérabilité au phénomène d'îlot de chaleur urbain mise à jour (données Walou 2020)

En ce qui concerne la seconde recommandation de l'OMS (d'avoir des espaces verts urbains accessibles à moins de 300m des habitants), nous identifierons dans la phase de plan d'action les zones où il sera important de préserver de tels espaces verts pour faire face à l'urbanisation croissante (et donc l'augmentation du coefficient d'imperméabilisation).

D'autres lieux de fraîcheur peuvent être pris en considération pour aller chercher activement de la fraîcheur, comme les lieux de culte, les piscines, les musées, les bibliothèques, les cinémas, etc. Ces lieux sont nombreux notamment dans les zones les plus denses du territoire, on peut donc considérer qu'il y a une bonne disponibilité⁶⁷ de lieux frais.

Rappelons que l'augmentation de la fréquence de fortes chaleurs ne se limite pas aux centres urbains densifiés. En effet, ceux-ci subissent d'ores et déjà plus rapidement et plus intensément les vagues de chaleur, mais **à terme tout le territoire de la commune sera bien concerné. Sans modification** de l'organisation des espaces denses (ICU), des bâtiments (surchauffe) ou encore des habitudes de vie

⁶⁷ La disponibilité ne présume pas de l'accessibilité ni de la fréquentation de ces lieux en période de fortes chaleurs.



(rythme), la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve sera confrontée à des effets indésirables de plus en plus marqués.



Sensibilité

Au-delà de la dégradation temporaire du cadre de vie, les **troubles dus à la chaleur** peuvent être les suivants⁶⁸: **insolation, crampes de chaleur, épuisement, coup de chaleur**. En cas de non prise en charge, **ces troubles peuvent mettre en péril la vie des personnes vulnérables atteintes**. Si toute la population est concernée par ces troubles, certains groupes sont particulièrement à risque⁶⁸: les **enfants en bas âges - < 5 ans** (5,27% de la population en 2022); les **personnes âgées - 65+** (19,48% de la population en 2020)⁶⁹; les **personnes isolées socialement** et les **personnes qui accomplissent des efforts intenses** dans le cadre de leur travail ou de sport.

En ce qui concerne les **bâtiments**, toutes choses égales par ailleurs (orientation, occupation, etc.), ce sont **ceux construits entre 1945 et 1985 qui sont le plus amenés à surchauffer**⁷⁰, **ainsi que certains bâtiments passifs plus récents** lorsque le risque de surchauffe n'était pas encore suffisamment contraignant dans l'évaluation de performance énergétique du bâtiment (PEB). En 2022, 43,9% des logements d'Ottignies-Louvain-la-Neuve dataient de cette période (1946-1981).⁷¹ C'est plus important que la moyenne en Wallonie de 29,8% du bâti construit durant cette période.

Concernant l'impact sur les infrastructures, **une « fatigue » des bâtiments pourrait être accélérée par les épisodes de fortes chaleurs** (mouvements de charpente, joint, étanchéité, ...).

Economique

A l'échelle de la Belgique,⁷² il est estimé sur base d'une étude poussée à Anvers, qu'il y aura une perte de 1,9% du PIB à l'horizon 2081-2100 (scénario RCP 8.5) en raison de la perte de productivité. Le PIB moyen par habitant en Province du BW s'élève à 54.584,9€ (en 2020) et la population sur le territoire de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve est de 31.316 habitants (au premier janvier 2020).⁷³ **La perte équivalente pour Ottignies-Louvain-la-Neuve s'élèverait donc à environ 32,5 millions €/an** (en valeur euro 2018). Il est à noter toutefois que la perte de productivité pour les activités en extérieur (agriculture, construction) ou pour les tâches nécessitant des efforts physiques (industrie) est plus importante que pour les activités de services. Or, comme le montre la *Figure 20* ci-dessous, la répartition de l'emploi en 2019 à Ottignies-Louvain-la-Neuve est plus orientée vers les services (impact important de l'université) que pour la Belgique la même année. De plus la branche industrie contribue proportionnellement plus au PIB par unité d'emploi que les autres branches d'activité. Une étude plus poussée sur les pertes de productivité à Ottignies-Louvain-la-Neuve donnerait donc sans doute un chiffre un peu moins élevé mais toujours de l'ordre de dizaines de millions €/an.

| Branche d'activité | Part de l'emploi en Belgique | Part de l'emploi dans le BW |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Agriculture | 1,2% | 0,4% |
| Construction | 5,9% | 3,9% |
| Industrie | 11,5% | 16,8% |
| Services | 81,3% | 78,9% |

Figure 20. Comparaison de la part de l'emploi par branche d'activité Brabant wallon/Belgique⁷⁴

⁶⁸ [Plan vague de chaleur et pic d'ozone, Service Public Fédéral.](#)

⁶⁹ <https://walstat.iweps.be/>

⁷⁰ Constructions d'après-guerre de qualité inférieure en raison de la demande en logement. 1985 : 1^{ère} réglementation thermique en Wallonie.

⁷¹ Issu des données IWEPS (op. cit)

⁷² Commission Nationale Climat 2020 « [evaluation of socio-economic impact of climate change in Belgium](#) ».

⁷³ <https://walstat.iweps.be/>

⁷⁴ Issu des données IWEPS (op. cit) pour Ottignies-Louvain-La-Neuve et des données du SPF Emploi (<https://emploi.belgique.be/fr/statistiques>) pour la Belgique



Au sein de l'administration de la ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, un règlement de travail prévoit pour certains ouvriers un horaire adapté en cas de forte chaleur. Celui-ci est réduit à 6h de travail sur la journée au lieu de 7h36. En 2018, 2019, 2020 et 2022 où des vagues de chaleur importantes ont eu lieu, cela représentait en moyenne la perte de 230 jours de travail au total pour l'administration, soit 1 équivalent temps-plein (sur environ 80 ouvriers)⁷⁵. En extrapolant les données sur l'augmentation des jours de chaleur dans le scénario RCP 8.5 (voir *Figure 8. Projections climatiques CORDEX*) cela pourrait représenter près de **6 ETP/an à la fin du siècle**.

Toujours sur base de l'étude des impacts socio-économiques à l'échelle de la Belgique,⁷⁶ mais cette fois à l'horizon plus proche du milieu du siècle (2041-2070) et selon le scénario RCP 8.5, **le coût sur la santé est estimé à :**

- **962 morts annuelles prématurées supplémentaires** dues à la chaleur, estimées à une valeur économique statistique de la vie d'environ **2 milliards €/an**.
- **95 millions €/an** de coûts hospitaliers en plus pour les personnes souffrant de forte chaleur.

Ramené à Ottignies-Louvain-la-Neuve selon la part de la population belge, cela correspondrait à **près de trois morts supplémentaires par an** estimés à une **valeur économique d'un peu plus de 5,3 millions €/an** et des **coûts hospitaliers supplémentaires s'élevant à près de 257.000 €/an**.

Sociale

Les données cartographiques nous ont permis de situer en zone de risque d'îlot de chaleur urbain léger (un coefficient d'imperméabilisation du sol >0,3 correspond approximativement à une augmentation +1°C par rapport à la moyenne rurale environnante) et un risque d'îlot de chaleur urbain élevé (un coefficient d'imperméabilisation >0,6 correspondant à environ +2°C)⁷⁷ :

- **3.494 citoyens, soit 11% de la population** en zone de risque d'ICU élevé (+2°C). Cette proportion monte à 66% si on prend également en compte la zone à risque d'ICU léger (+1°C). Cela signifie que cette population verra survenir plus rapidement des problématiques de vague de chaleur, pour des durées plus longues, plus intenses et avec moins d'opportunités de récupération (nuits fraîches).
- Il est à noter que la zone d'îlot de chaleur urbain se recouvre avec la zone d'aléa d'inondation et la zone de moins bonne qualité de l'air.
- **5 bâtiments sensibles** (hôpitaux, crèches, écoles, maisons de repos)⁷⁸, ce qui représente **3%** de ce type de bâtiments à Ottignies-Louvain-la-Neuve. Ce chiffre monte à 22 (13%) pour la zone à +1°C.

En reprenant le classement des secteurs statistiques selon l'indice synthétique de difficulté (voir chapitre « Inondations ») on constate cette fois que les secteurs statistiques où les habitants ont plus de difficultés économiques sont situés dans la zone à risque d'îlot de chaleur urbain. La *Figure 21* ci-dessous montre dès lors que, **proportionnellement, les populations les plus en difficulté financière sont un petit peu plus exposées au risque d'îlot de chaleur urbain**.

⁷⁵ Echange d'emails avec Mme Sablon, Responsable GRH de la Ville d'Ottignies-Louvain-La-Neuve

⁷⁶ Commission Nationale Climat 2020 « evaluation of socio-economic impact of climate change in belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf

⁷⁷ Ne disposant pas des ressources nécessaires pour modéliser l'ICU à l'échelle d'OLLN, nous avons réalisé ces approximations sur base d'une analyse visuelle comparative de la modélisation disponible sur https://www.urban-climate.eu/services/eu_cities/ et des cartes d'imperméabilisation que nous avons produites à partir des données Walous 2020 (voir sous chapitre « exposition »).

⁷⁸ Ces bâtiments sont considérés sensibles car ils abritent généralement une proportion plus importante de personnes plus vulnérables (enfants de <5ans, personnes âgées de plus de 65 ans, malades, personnes porteuses de handicap, ...).

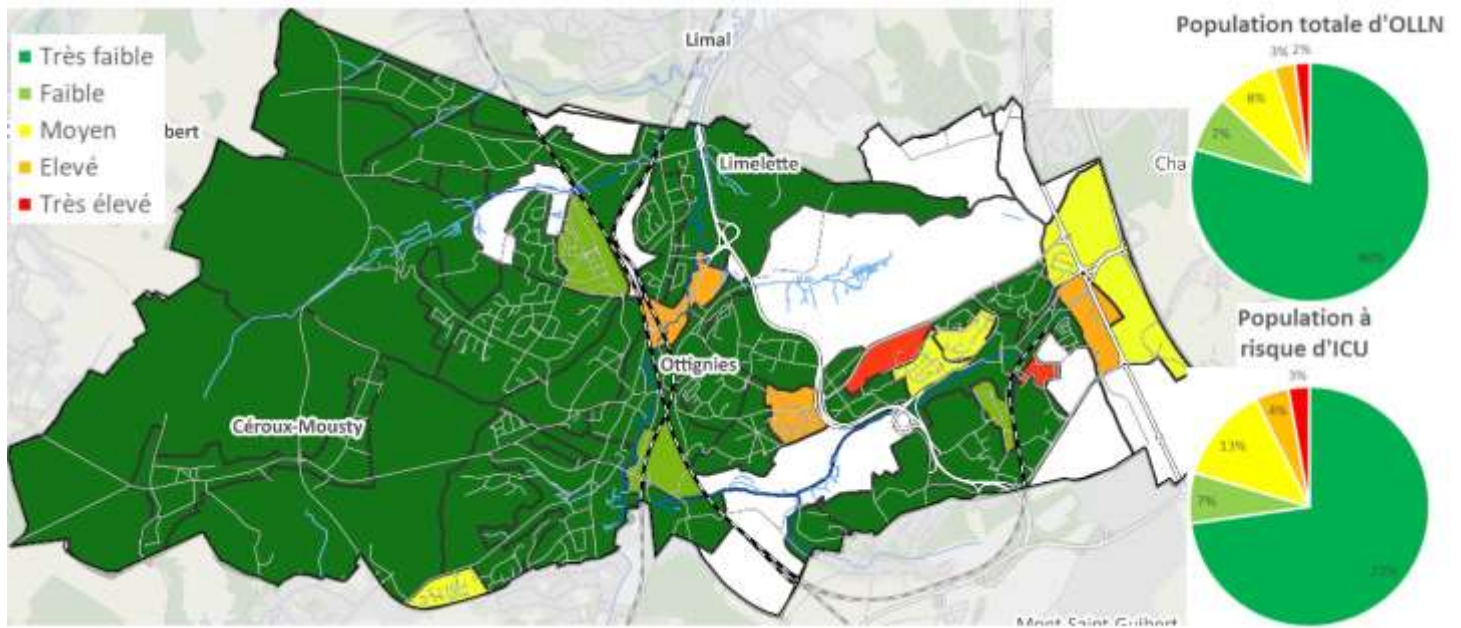


Figure 21. Indice Synthétique de difficulté par secteur statistique et répartition de la population totale/à risque d'ICU d'Ottignies-Louvain-la-Neuve selon le niveau de difficulté financière

Il existe généralement un déséquilibre de genre et d'origine dans les populations plus en difficulté. On y retrouve plus de femmes et de personnes racisées. Cela implique donc que celles-ci sont également plus touchées par l'impact des vagues de chaleur. Nous ne disposons toutefois pas d'information suffisamment détaillée pour Ottignies-Louvain-la-Neuve pour pouvoir chiffrer ces déséquilibres.

Capacité de gestion

Tout comme pour les risques d'inondation par ruissellement, les risques d'îlots de chaleur urbains sont causés par l'imperméabilisation du territoire et la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve dispose des compétences pour pouvoir **gérer cette imperméabilisation sur son territoire** (voir Chapitre 1). La différence réside toutefois dans le fait qu'ici, pour limiter l'effet d'îlot de chaleur urbain, il faudrait gérer l'imperméabilisation dans les zones densifiées, qui sont généralement les zones dans lesquelles on veut encore autoriser la construction afin de ne pas créer d'étalement urbain trop important. Il faudra dès lors utiliser les outils d'aménagement du territoire non pas pour empêcher les constructions, mais pour assurer une **végétalisation** importante de celles-ci et l'utilisation de **matériaux perméables** selon les usages. L'utilisation de matériaux perméables est également à prioriser pour le revêtement des voiries sur l'espace public. Enfin, la Ville de d'Ottignies-Louvain-la-Neuve dispose également des leviers d'action pour augmenter **la végétalisation des espaces publics et la création de nouveaux espaces verts**.

Au niveau du patrimoine communal, selon le service enseignement de la commune, il y a **quelques problèmes de surchauffe dans les écoles de la Ville** (dans les pavillons des écoles de Limelette et La Croix, au niveau de la bibliothèque surplombée par une verrière à l'école de Mousty et à l'école communale de Blocry dont une partie des classes sont orientées plein sud.⁷⁹ Pour les autres bâtiments communaux, actuellement **l'emploi de la climatisation est très limité et il n'est pas envisagé de l'augmenter**, pour de nombreuses raisons : (i) incohérence avec les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, (ii) inefficacité globale et boucle de rétroaction (les climatiseurs extraient la chaleur des bâtiments pour l'envoyer dans l'environnement local en rajoutant la chaleur produite par les moteurs), (iii) coûts

⁷⁹ Entretien avec Monsieur Buelens du service Enseignement de la Ville.



importants d'installation et de fonctionnement et (iv) difficulté d'obtenir la satisfaction d'une majorité d'occupants en lieu climatisé. Enfin, notons qu'un **premier test de toiture verte** d'environ 150m² est en projet dans le cadre de la rénovation de l'école de Blocry. Sinon en règle générale, c'est la mise en place de panneaux photovoltaïques qui prime sur la végétalisation des toitures.⁸⁰ Tant les toitures vertes que les panneaux photovoltaïques (idéalement une combinaison des deux⁸¹) sont à encourager surtout dans un aspect d'exemplarité des services publics même si l'impact pour le territoire reste limité.

En matière de **gestion de crise**, il n'y a pas de plans grand froids ou vagues de chaleur comme on peut en retrouver dans certaines grandes villes de Wallonie et permettant de coordonner les services afin de (i) ouvrir des lieux frais au public, (ii) mener des actions spécifiques auprès des sans-abris et personnes fragiles isolées et (iii) de la sensibilisation et une adaptation des activités et menus dans les maisons de repos. Cette attention a toutefois déjà été soulevée et devrait faire l'objet d'un travail dans le cadre de la coordination et du réseautage mené par le service de Cohésion et Prévention Sociale.⁸²

Enfin, il est également possible de renforcer les **points d'eau potables disponibles sur l'espace public**.

Zone Pilote

Deux zones ont fait l'objet d'une analyse plus poussée du phénomène d'îlot de chaleur urbain au travers du « Score ICU » : la place du centre et l'espace « cœur de ville ».

La place du centre parce qu'elle contenait le seul îlot à risque d'ICU dans les cartes AWAC « Adapte ta commune » de 2017. Par ailleurs cette place fera l'objet d'un réaménagement dans un futur proche et il est donc pertinent d'envisager une végétalisation en s'intégrant dans le processus en cours.

L'espace cœur de ville car il est entouré de bâtiments communaux et qu'il y a donc une plus grande maîtrise foncière sur les aménagements qui peuvent être faits (aménagements sur la place, mais aussi sur les façades verticales qui l'entourent), situé dans une zone globalement fort imperméabilisée (parkings du Douaire) et passage fréquent de personnes sensibles (personnes âgées et très jeunes enfants en raison de la présence de crèche et maisons de repos).



Figure 22 : Espace Cœur de Ville (à gauche) et place du centre (à droite)

⁸⁰ Entretien avec Monsieur Boucquey, Responsable Bureau d'Etude Bâtiment et Energie de la Ville.

⁸¹ Une fiche technique de Bruxelles Environnement est disponible à ce sujet, qui montre bien que l'intégration est possible pour autant qu'elle soit pensée dès la phase de conception :

https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/IF_RT_BATEX_Fiche4.2_Toitures_FR.pdf. Cette intégration est également possible en rénovation pour autant que la structure permet de supporter les charges.

⁸² Entretien avec Monsieur Evrard, Responsable au Service de Cohésion et Prévention Sociale.



Ces deux places sont également situées au sein d'une zone où la commune possède beaucoup de leviers d'action car de nombreuses parcelles cadastrales font partie du patrimoine communal.



Figure 23 : Vue reprenant les deux zones (espace cœur de ville et place du centre) avec représentation des parcelles cadastrales appartenant à la commune (contours en rouge)

Pour le calcul du score ICU par contre l'outil analyse les surfaces horizontales. Les périmètres sont donc les suivants :

- Pour la **zone Cœur de ville**, nous ne considérons que les places intérieures à l'îlot de bâtiments. Nous nous arrêtons donc au trottoir le long de l'avenue des Combattants d'une part et à la frontière entre les deux parkings côté avenue du Douaire.
- Pour la **zone Place du Centre**, nous considérons les limites du parking ainsi que l'espace composé de haies et graviers clairs. Nous considérons également les arbres longeant le parking car ils ont certainement un effet rafraichissant sur cette zone et se situent sur une parcelle du patrimoine communal.

Dans les deux cas, le périmètre étudié commence au pied des bâtiments.



Après avoir modélisé les ombres portées ainsi que les températures associées aux revêtements, nous obtenons les scores ICU suivants pour ces deux espaces :

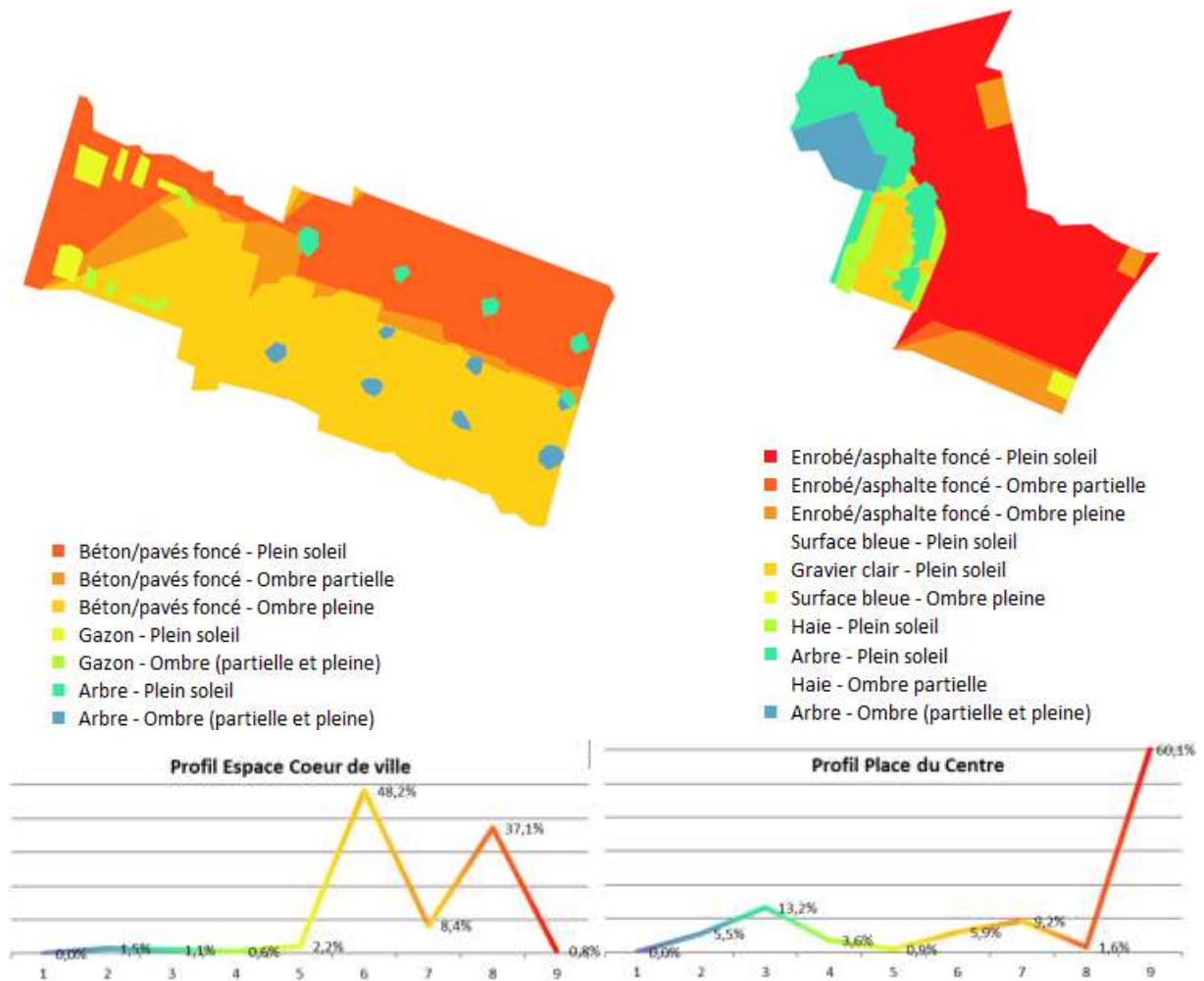


Figure 24 : Caractérisation des tranches de températures - Espace Cœur de Ville (à gauche) et place du centre (à droite)

La zone Centre obtient un plus gros score ICU que la zone Cœur. Cela s'explique essentiellement par le revêtement en asphalte foncé du parking de la place du centre. Tant le parking que l'espace piétonnier de l'espace cœur de ville sont dans un matériau plus clair, contribuant de facto moins au réchauffement de la zone.

On voit l'impact important des arbres sur la parcelle qui jouxte la place du centre, mais dont l'effet d'ombrage pour rafraîchir le parking est toutefois limité car ce dernier est situé plus à l'Est. Il s'agit cependant d'un levier d'action important pour la commune, qui devra garantir que ces arbres seront préservés.

Par ailleurs, la zone Centre est située plus proche d'un espace vert important, le bois localisé entre le cimetière et la place du Centre. Mais la distance n'est pas beaucoup plus élevée par rapport à la zone Cœur.

A la différence de la zone Centre, la zone Cœur fait face à des bâtiments plus hauts, plus denses et encerclant davantage l'espace. L'air y circule donc probablement moins, réduisant le potentiel de rafraîchissement de l'espace.

Par ailleurs, la zone Cœur est un quartier mixte résidentiel/tertiaire alors que la zone Centre est plutôt résidentielle. Il y a donc une plus grande probabilité de rejets de chaleur plus importants dus à l'activité économique dans la zone Cœur, notamment dû à la climatisation.



Il faut également noter que certains efforts de végétalisation ont été faits dans la zone Cœur notamment avec la présence d'arbres. Ces arbres sont néanmoins gérés pour le moment en vue de ne pas grandir plus en raison d'un chapiteau qui est installé sur cette place lors de certains événements⁸³. Il faudrait également vérifier les dimensions des fosses qui leur ont été prévues pour le développement racinaire. Bien souvent celles-ci ne dépassent pas 6m³ en ville alors qu'un arbre mature a plutôt besoin de 20 à 30 m³.

Etant donné les éléments discutés ci-dessus, **nous estimons qu'il existe un plus grand potentiel de réduction du phénomène d'ICU dans la zone Centre et que les leviers d'actions seront plus simples à mettre en place pour la commune.** Cela ne signifie en aucun cas que des efforts supplémentaires ne doivent pas être faits dans la zone Cœur étant donné son score ICU important.

Plusieurs pistes de leviers d'action peuvent déjà être mentionnées :

- **Utiliser de nouveaux matériaux pour le revêtement du parking** : si la commune décide de maintenir un parking, le revêtement doit absolument transiter vers des biomatériaux et/ou des matériaux plus clairs et plus drainants pour permettre la perméabilisation du sol. Sans considération de la dimension économique, mentionnons à titre d'exemples :
 - Nidagravel gazon / Dalles TTE / graviers clairs
 - Pavés Pierre naturelle engazonnés
 - Stabilisé clair
- **Végétaliser l'espace public et les bâtiments (toitures, façades)** : renforcer la présence d'arbres, ou de parterres végétalisés (pelouse, fleurs) en pleine terre. L'îlot situé au Nord-Est fait partie du patrimoine communal et pourrait être avantageusement utilisé pour renforcer la végétalisation de la zone. Les bâtiments situés au Sud de la place étant privés, la commune détient moins de marge de manœuvre sur ceux-ci. Les travaux sont toutefois l'opportunité d'ouvrir partiellement les trottoirs et suggérer aux citoyens de ces bâtiments voisins de profiter de cette végétalisation sans coûts à leur charge. Si l'aménagement de l'espace public est exemplaire, cela permettrait également un effet combiné d'acceptabilité sociale et de sensibilisation par l'exemplarité. Cette exemplarité peut également servir de base pour certaines prescriptions standards, comme par exemple la plantation d'un arbre pour 4 places de parking dans tous les futurs projets de parking ;
- **Intégrer et utiliser de l'eau** : pour autant que le petit jardin jouxtant directement le parking de la zone Centre dépende bien de la commune, il pourrait être envisagé d'y implémenter des fontaines ou une mare. Par évaporation, l'eau contribue à abaisser la température ambiante ;
- **Créer de l'ombre** : créer les conditions supplémentaires pour projeter de l'ombre sur la zone considérée est une autre manière d'abaisser la température. Si cette ombre peut être générée par l'implémentation d'arbres, il peut aussi être envisagé de mettre en place des ombrières sur le parking. Pour des parkings de plus grande taille (comme ceux du Douaire), ces ombrières peuvent également être réalisées en panneaux photovoltaïques afin de combiner les mesures d'atténuation et d'adaptation.

⁸³ Information issue d'une interview avec Mme Mertens du Bureau d'Etude de la Ville.



Conclusion

Les vagues de chaleur est l'aléa climatique qui, selon les projections climatiques de l'IRM (voir chapitre 1), va le plus augmenter en fréquence, durée et intensité en Belgique. Celui-ci est accentué par l'effet d'îlot de chaleur urbain dans les zones fortement urbanisées, or la commune d'Ottignies-Louvain-la-Neuve est sur une trajectoire d'urbanisation importante de son territoire. L'aléa vague de chaleur est sans doute moins perceptible pour le grand public car il est moins soudain qu'une inondation. Son impact sur la santé est toutefois plus important. L'impact économique sur les infrastructures est par contre peu chiffré à ce jour et l'impact sur la productivité discutable car il se base sur l'indicateur PIB et ne suppose aucune adaptation de comportements. Le principal risque face aux vagues de chaleur est sans doute un risque de maladaptation avec la généralisation des climatisations dans les bâtiments qui impacteraient négativement la consommation d'énergie et renforceraient le phénomène d'îlot de chaleur. Il existe des solutions alternatives via des comportements et un urbanisme adapté, mais qui prennent plus de temps à se mettre en place. Il est donc important d'anticiper cette vulnérabilité et de lui donner une priorité élevée afin de ne pas se faire surprendre.

3. Ressource eau

Introduction

L'eau est une ressource abondante en Wallonie, qui possède un capital en eau douce de l'ordre de 13 milliards de m³ par an (précipitations annuelles hors évapotranspiration et eau de surface provenant de France). De ce volume est prélevé près de 3 milliards de m³ par an pour différents usages (réseau de distribution d'eau potable, industrie, agriculture) dont environ 90% dans les eaux de surface et 10% dans les eaux souterraines. **Pour l'usage d'eau potable via le réseau de distribution publique la part provenant des eaux souterraines s'élève environ à 75%** car l'infiltration des eaux jusque dans les nappes assure déjà une grande partie du processus de potabilisation par filtration naturelle. Une grande partie de cette eau retourne dans les eaux de surface sous forme de rejet après usage, mais une partie non-négligeable estimée à 80 millions de m³ par an n'est pas restituée, soit parce qu'elle est évaporée, soit parce qu'elle est incorporée dans des produits de l'industrie ou consommée. La recharge des eaux souterraines dépend fortement (i) du type de sol et de son occupation qui influencent la capacité d'infiltration et (ii) de la régularité des précipitations. Le volume d'eau souterraine disponible pour être prélevé de manière durable a été estimé en 1982 à 550 millions de m³ par an, mais n'a pas été mis à jour depuis.⁸⁴ Outre l'aspect quantitatif, **les eaux restituées sont de qualité variable** et doivent faire l'objet de traitement pour ne pas impacter négativement les cours d'eau.

L'eau distribuée sur la commune d'Ottignies-Louvain-la-Neuve est essentiellement d'origine souterraine et provient d'une multitude de prises d'eau différentes, se trouvant sur la commune ou non. La quantité d'eau distribuée à Ottignies-Louvain-la-Neuve par inBW s'élevait à 1.800.000 m³ en 2022, dont il est estimé que 75% est à usage domestique. Cela porterait cette consommation d'eau à usage domestique à 3.700 m³/jour, ce qui serait la consommation la plus élevée de Wallonie comparativement aux statistiques disponibles sur Walstat.⁸⁵ Pour une population de 31.363 habitants (au premier janvier 2022), soit 118 l/(hab.jour).

⁸⁴ SPW (2020). Etat des nappes d'eau souterraine de Wallonie. <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>

⁸⁵ Données IWEPS (op. cit)



Exposition

Les projections climatiques basées sur le scénario RCP 8.5 (voir *Figure 8*) suggèrent que la pluviosité globale va peut-être légèrement augmenter globalement (augmentation en hiver, diminution en été), mais que les précipitations deviendront surtout beaucoup plus irrégulières (moins de jours de pluies, précipitations concentrées lors d'épisodes extrêmes, alternance avec des périodes de sécheresse), ce qui **ne permettra plus un recharge optimal des nappes phréatiques**. Ceci aura un impact majeur sur les écosystèmes et pour l'eau de distribution. Les épisodes de sécheresse augmentent également les besoins en eau, du secteur résidentiel et du secteur agricole notamment, ce qui pourrait augmenter les tensions sur la ressource en eau souterraine. Les besoins industriels étant en majorité adressés par des eaux de surface (75% des prélèvements totaux sont des eaux de surface destinées au refroidissement des centrales), ils ne participeront que peu aux tensions entre les usages, par contre ce secteur sera potentiellement confronté à des baisses importantes du niveau des cours d'eau en été (couplée à une température d'eau plus chaude et donc un effet de refroidissement moins efficace).

Le risque de raréfaction de la ressource eau en Wallonie est alarmant pour les autorités régionales et a amené à la réalisation d'une étude prospective.⁸⁶ Celle-ci estime que si à l'échelle du territoire, l'évolution annuelle de la recharge ne devrait pas poser de problème par rapport aux prélèvements, **des problèmes locaux (pénuries) liés à des événements ponctuels (sécheresses) sont par contre inquiétants**. L'inBW est peu inquiète à ce sujet car cela n'a jamais été le cas dans aucune des communes de la Province du Brabant Wallon. Toutefois de nombreuses autres communes wallonnes ont connu des **pénuries plusieurs années d'affilée entre 2017 et 2022**. Ces communes doivent donc recourir à des arrêtés de police pour interdire les usages non-essentiels et/ou effectuer des transferts entre points d'eau par camions-citernes (ce qui est considéré comme un « maladaptation » car cela augmente les émissions de gaz à effet de serre).

Face à ce constat l'inBW reste vigilante sur l'avenir de la ressource eau. L'intercommunale prévoit « *d'établir formellement un programme prévisionnel de la gestion quantitative de la ressource Eau qui permettra d'affiner nos actions et d'anticiper les éventuelles pénuries d'eau qui risquent de se produire à l'avenir sur le territoire qui nous concerne suite aux changements climatiques.* »⁸⁷

Un schéma régional des ressources en eau prévoit d'interconnecter les différents réseaux afin de pallier les pénuries locales. Ceci ne reflète toutefois qu'une solution vis-à-vis de l'usage mais l'étude de l'Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique (IWEPS) et du Service Public Wallon (SPW) Environnement souligne que **des mesures locales de préservation de la ressource doivent également être mises en place dès aujourd'hui pour obtenir des effets bénéfiques d'ici quelques décennies** (restauration de milieux naturels, adaptation des modes de production en agriculture, sylviculture et dans l'industrie, économies d'eau et approvisionnement alternatifs).

Concernant la qualité, l'état des lieux des masses d'eau souterraine de la Wallonie⁸⁴ indique que le territoire de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve repose sur une nappe phréatique dont la **qualité est mauvaise (en raison des nitrates et pesticides) avec une tendance à la détérioration**. Cette mauvaise qualité et détérioration est due aux activités agricoles. La détérioration de la qualité des eaux souterraines est telle qu'elles pourraient ne plus être appropriées non seulement pour la consommation humaine mais aussi pour d'autres usages. Cette détérioration de la qualité pourrait s'accroître avec les tensions sur la ressource eau dues au changement climatique car lorsque le volume d'eau se réduit pour une même quantité de polluant, la concentration de ceux-ci augmente.

⁸⁶ IWEPS/SPW DEMNA 2020 "Risque de raréfaction des ressources en eau sous l'effet des changements climatiques : quelques enjeux prospectifs". <https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2020/09/CAPRO-4-secheresse-final2.pdf>

⁸⁷ Proposition



Sensibilité

La sensibilité du secteur de l'agriculture sera approfondie dans le chapitre 5. Concernant la sensibilité du secteur énergétique, il n'y a pas de centrales hydrauliques ou thermiques (nécessitant de puiser de l'eau des rivières pour le refroidissement) sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve.

Concernant la sensibilité de la population, l'évaluation n'est pas aisée et certainement pas traduisible en coût économique. L'eau est bien entendu un besoin vital. Cependant la quantité d'eau nécessaire pour remplir ce **besoin vital (usage de boisson et préparation des repas) ne représente que 7% de la consommation actuelle moyenne**. Il y a ensuite une série d'usages essentiels pour l'hygiène domestique mais qui pourraient être assurés par des sources alternatives d'eau qui ne soient pas de qualité « potable ». Enfin il y a les besoins non-essentiels tels que l'arrosage et les consommations excessives pour des usages d'hygiène. Il y a donc théoriquement beaucoup de marge avant d'atteindre des seuils critiques de manque d'eau pour répondre aux besoins vitaux et essentiels. Pour l'instant toutefois, la grande majorité de l'approvisionnement de tous ces usages se fait au travers du réseau de distribution publique. **En cas de pénurie il n'est pas possible de limiter l'usage du réseau de distribution aux seuls besoins vitaux et essentiels. Cela ne peut se faire que par le respect de ces mesures par chaque citoyen.**

L'analyse de la Commission Nationale Climat⁸⁸ mentionne une étude qui estime à 1 milliards d'euros le coût pour la Flandre d'un scénario où les pénuries plus fréquentes amèneraient à des limitations d'usage de 25% pendant 20 jours. **A la population d'Ottignies-Louvain-la-Neuve cela représenterait près de 5 millions d'euros** (valeur euro 2013). Il ne s'agit toutefois que d'un scénario fictif dont il n'est pas possible d'estimer la probabilité annuelle selon les différents scénarios RCP et aux horizons 2050 et 2100.

Enfin, en cas de pénurie, tous les citoyens de la commune sont concernés de manière identique. Par contre un effet indirect de l'impact du changement climatique sur la ressource eau va être **l'augmentation de son prix**. Face à cela, **les ménages plus précarisés seront plus impactés puisque la facture d'eau pèse, proportionnellement, plus lourd dans leur budget.**

Capacité de gestion

La commune a des leviers d'action pour **lutter contre l'imperméabilisation de son territoire**, favoriser l'infiltration et donc la recharge des nappes. Les mêmes remarques s'appliquent donc dans le cadre de la ressource en eau que pour les risques d'inondation par ruissellement évoqués au point C.1.

En cas de pénurie d'eau la commune est alertée par l'inBW et est compétente pour établir un arrêté de police interdisant les usages non essentiels de l'eau et contrôler son application. Ceci est toutefois une mesure de dernière minute et il serait plus intéressant de travailler en amont sur **la sensibilisation et l'accompagnement aux réductions de consommation des citoyens et entreprises sur le territoire.**

La commune sensibilise à cette question sur son site web en orientant vers des petits gestes d'économies et l'installation de citernes de récupération. La commune intègre également, dans ses nouveaux projets de rénovation de bâtiments communaux, l'installation de citernes pour réutiliser l'eau de pluie dans les WC.⁸⁹

⁸⁸ Commission Nationale Climat 2020 « evaluation of socio-economic impact of climate change in belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf

⁸⁹ Entretien avec Monsieur Boucquey, Responsable Bureau d'Etude Bâtiment et Energie de la Ville.



Conclusion

L'augmentation de la variabilité des pluies dans le futur va impacter négativement la recharge des nappes tout au long de l'année et la disponibilité des eaux de surface en été. Ceci couplé avec des épisodes de sécheresse plus importants qui vont augmenter les besoins en eau. Les risques de pénurie et les tensions entre les différents usagers vont donc s'accroître. Ceci est une réalité à l'échelle régionale à laquelle une priorité aussi importante que les inondations et vagues de chaleur devrait être donnée. Il est par contre difficile de ramener cette vulnérabilité à l'échelle d'un territoire communal car les limites de la ressource (rivières, nappes) et du réseau de consommation occupent différentes superficies. Il s'agit donc pour Ottignies-Louvain-la-Neuve de « faire sa part » dans cette problématique plus globale. Une priorité moyenne, juste derrière les inondations et vagues de chaleur, semble donc appropriée.

4. Erosion et coulées de boues

Introduction

La dégradation et l'érosion des sols est parmi les problèmes majeurs auxquels nous faisons face à l'échelle planétaire. Sous l'effet des pluies, des particules du sol sont arrachées, dévalent les pentes et se déposent un peu plus loin. C'est un phénomène naturel, mais qui est amplifié par certaines activités humaines (imperméabilisation des sols, agriculture). En Wallonie, cette érosion touche particulièrement les sols agricoles : **les pertes en sol s'élèvent en moyenne à 3 tonnes par hectare et par an mais montent à 5 tonnes par hectare et par an sur les surfaces agricoles**. Cela pose des soucis de perte de richesse de ces sols (et donc de productivité agricole), de pollutions et d'éventuels dégâts sur les infrastructures situées en aval. Lors de précipitations très abondantes, le ruissellement sur des sols à nus peut créer des **phénomènes de coulées de boues**, c'est-à-dire une inondation par ruissellement mais dont l'eau est fort chargée en terre. Les dégâts sur les infrastructures en sont accentués.

L'érosion des sols est influencée par plusieurs facteurs :

- La **texture** du sol qui dépend de l'histoire géologique du territoire et sa teneur en humus qui est le résultat de la décomposition de matières organiques à la surface du sol et dépend donc fortement de l'occupation et l'usage de ce sol ;
- Le **climat** avec d'une part l'intensité des pluies qui influence directement la quantité d'eau qui ruisselle, mais également les épisodes de sécheresse qui forment une croûte à la superficie des sols nus. Cette croûte est plus sensible à l'érosion ;
- Le **relief** : plus le sol est en pente forte et sur des longueurs importantes, plus l'eau qui ruisselle va prendre de la vitesse et éroder le sol ;
- Le **travail mécanique** du sol en agriculture, qui va briser sa structure et former des sous-couches imperméables qui augmenteront l'effet de ruissellement et d'érosion ;
- La **couverture du sol** : la présence de végétaux va freiner le ruissellement et donc l'érosion. Attention que l'agencement de la couverture a une forte influence : certaines cultures dites « sarclées » (maïs, betterave, pomme de terre) sont disposées en lignes ou en buttes qui laissent des bandes de terre nues qui vont être autant de chemins que l'eau empruntera pour ruisseler et éroder le sol.

Exposition

Ottignies-Louvain-la-Neuve se situe dans une **zone à facteur d'érodibilité élevée et donc pouvant être fortement impactée par l'érosion des sols**, de par la présence majoritaire de sols à texture limoneuse d'une part et par l'importance des pentes d'autre part.⁹⁰



Figure 25. Facteur d'érodibilité des sols⁹¹

⁹⁰ Fiche agriculture « Adaptation au changement climatique de la Wallonie » (AWAC, 2011)

⁹¹ Cellule GISER <https://www.giser.be/>



Entre 2012 et 2014, la cellule GISER et le bureau CSD ont analysé 11 bassins versants concernés par des coulées boueuses. Pour chaque site, des propositions de petits aménagements de type « fascines » (barrières de branchages), bandes enherbées, talus et fossés ont été proposés.

De ces propositions, 882m de fascines ont été réalisés et un soutien financier a été proposé aux agriculteurs pour la réalisation de bandes enherbées mais qui n'a à ce jour pas été sollicité par les agriculteurs.

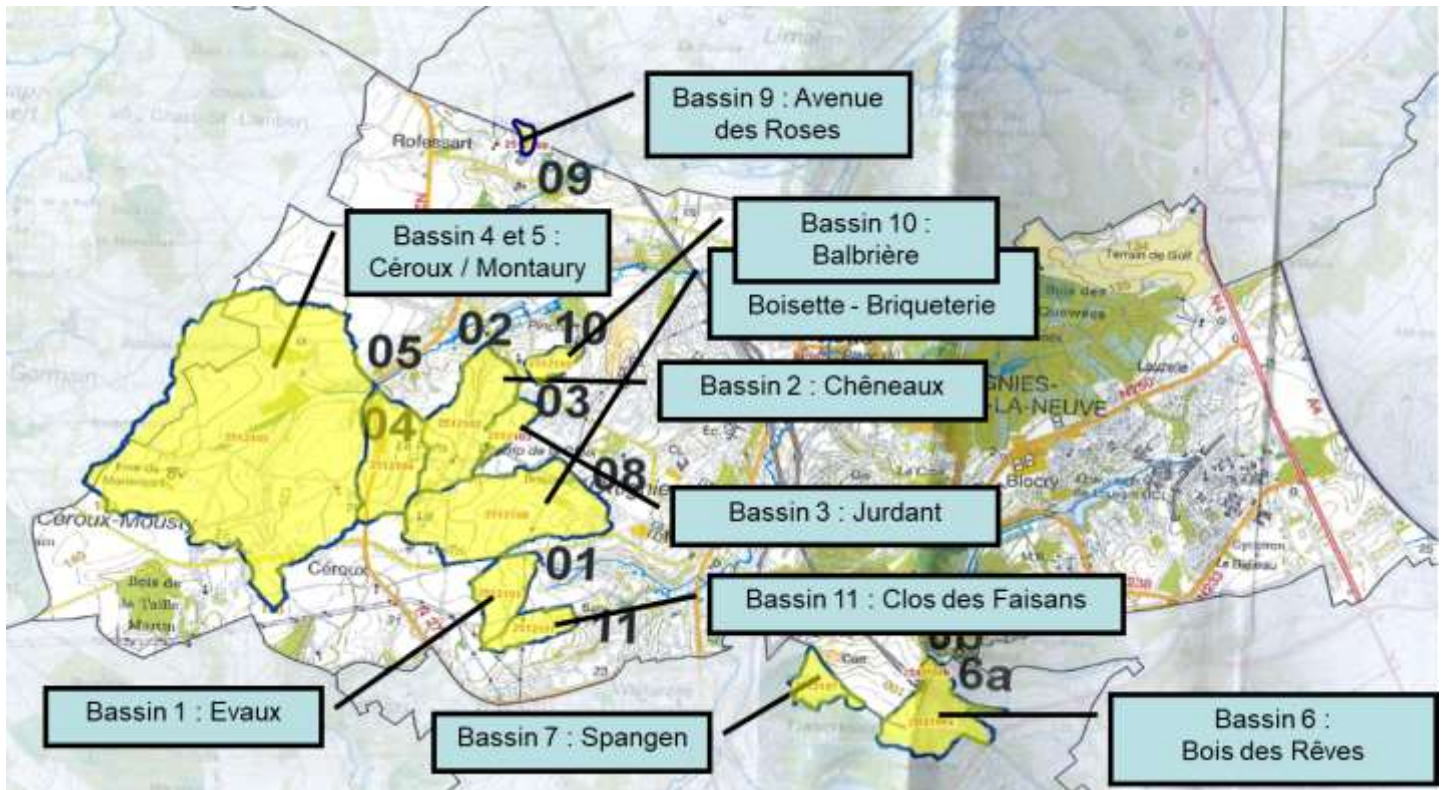


Figure 26. Points noirs « coulées de boues » analysés par GISER

La Figure 27 ci-dessous représente :

- le relief du territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve (nuances de gris),
- où sont représentées les parcelles agricoles situées sur des pentes de plus de 8% (en dégradé de jaune à bleu foncé avec la zone en pente de plus de 10% en mauve),
- et les axes de ruissellement qui les traversent (en dégradé de orange à rouge).

Comme nous l'avons vu ci-dessus, les risques de coulées de boues dépendent également d'autres facteurs (présence d'interculture et type de travail du sol), mais cela permet déjà de se faire une idée des zones de risque potentiel.

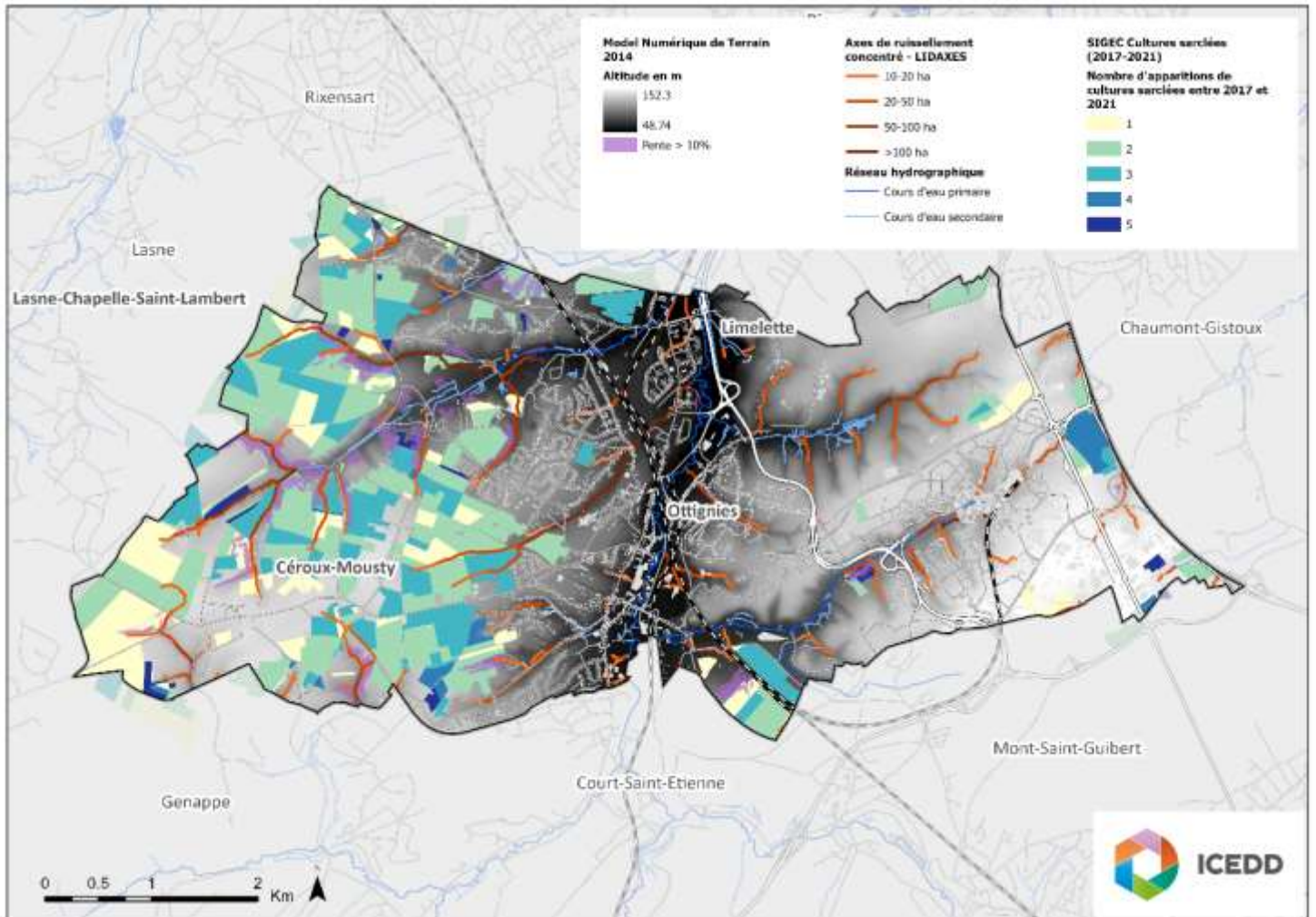


Figure 27. Cartographie des axes de ruissellement et parcelles agricoles pentues

Sensibilité

Une étude du projet AMHY estimait à 20.000€/an le coût actuel des coulées de boues sur la commune de Gembloux.⁹² Rapporté à la superficie d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, cela représenterait un peu plus de **6.000€/an** pour la Ville. Le phénomène de coulée de boue est cependant tellement dépendant de facteurs très localisés qu'on peut difficilement extrapoler ce chiffre et encore moins l'estimer pour l'avenir.

La sensibilité de la production agricole par rapport aux pertes de qualité des sols dues à l'érosion est intégrée au chapitre sur l'agriculture (voir Chapitre 5).

Capacité de gestion

Ce sont les bureaux d'études de la Ville (service voiries publiques et service travaux) qui sont directement concernés par la **gestion des dégâts entraînés par les coulées de boues**.

Les remarques en matière de limitation de l'imperméabilisation des sols évoquées au point C.1. sont toujours pertinentes dans le cadre de la vulnérabilité aux coulées de boues. C'est vrai avec les

⁹² Dans https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/114537/1/2011_Partenariats-en-mati%C3%A8re-de-lutte-contre-l%27%C3%A9rosion-hydrrique-et-les-inondations-par-ruissellement_Meux_mai2011.pdf



imperméabilisations fortes (construction de bâtiments), mais en fonction des pratiques culturales on va également avoir des variations importantes de perméabilité. Un sol nu (pas de couverts intercultures), compacté (travail mécanique du sol) et dont la teneur en matière organique a été appauvrie par l'utilisation intensive d'engrais et pesticides, rendent le sol beaucoup moins perméable.

En matière de prévention, les mesures d'adaptation et les aménagements suggérés sont généralement à effectuer sur les parcelles agricoles, or cela dépend du bon vouloir des propriétaires et exploitants car il n'existe à l'heure actuelle que très peu d'obligations contraignantes : interdiction de cultures sarclées sur les pentes uniquement de plus de 10%, interdiction de cultiver une bande d'un mètre le long des routes et interdiction de détruire les haies, bosquets et talus existants. La commune peut toutefois **sensibiliser et apporter un appui technique (plantations, entretien de haies, ...) et financier**. Lorsque l'espace public comprend un large talus en bord de route, il est alors envisageable pour la commune d'implanter elle-même des talus, haies ou fascines.

Conclusion

Les coulées de boues sont un effet combiné de la vulnérabilité au ruissellement (déjà considérée dans le cadre des inondations) et des pertes en sols agricoles (considérés dans la vulnérabilité de l'agriculture). Comme vu dans ces chapitres respectifs, la tendance climatique va augmenter l'alternance de période de sécheresse et de fortes pluies et par conséquent le phénomène de coulées de boues. Ces coulées boueuses augmentent généralement les dégâts et nuisances par rapport à une inondation par ruissellement « simple ». Cela reste toutefois un impact matériel. Il n'y a pas de risque identifié de mortalité ou pour la santé humaine. Il apparaît donc plus pertinent de donner la priorité à la gestion des inondations et à limiter l'érosion des sols par rapport à la gestion spécifique des coulées de boues. Il est donc suggéré de se limiter à une sensibilisation basique des agriculteurs propriétaires des parcelles où des risques sont supposés, puis de se limiter à une posture « réactive » en demandant les conseils de la cellule GISER suite à chaque évènement de coulée boueuse.



5. Agriculture et alimentation

Introduction

Les activités de cultures et d'élevage sont intimement liées au climat. Les conditions météorologiques conditionnent la croissance, la disponibilité de l'eau ainsi que les conditions de labour, de conservation du sol et de récolte. La production agricole est bien entendu variable d'une année à l'autre selon les conditions météorologiques au moment des cultures et des récoltes. Ce que nous étudions dans ce chapitre est l'augmentation de cette variabilité, qui peut mener à des calamités agricoles et des risques de disette.

Bien entendu, nous vivons dans un monde globalisé où l'on ne peut pas lier directement un risque sur la production agricole locale à un défaut d'approvisionnement alimentaire de la population. Le taux de consommation locale de la production locale est même a priori extrêmement faible. Toutefois, on a pu expérimenter lors du COVID19 que dans un contexte de flux d'approvisionnement perturbé, la contribution des circuits courts a fait fois quatre. Il est donc tout à fait pertinent d'envisager le lien production-consommation à l'échelle communale pour contribuer à cette capacité de faire face au choc localement.

Exposition

La surface agricole utile (SAU)⁹³ de la commune est d'un peu moins de 1.275 ha⁹⁴, le chiffre exact variant d'une année à l'autre. Ces terres cadastrées agricoles représentent donc un peu plus de 43% de la superficie de la commune. On constate, dans le paysage actuel, une **forte prédominance des cultures céréalières (50% de la SAU) et fourragères (22%)**. Les grandes cultures sarclées⁹⁵ : pomme de terre, maïs et betterave représentent ensemble 27% de la SAU. Au sein des cultures céréalières, c'est le froment d'hiver qui est la céréale majoritaire.

⁹³ Terres destinées à la production agricole, composées de terres arables (grande cultures et maraichage), de prairies permanentes et de cultures pérennes (vignes, vergers) ainsi que des friches et jachères. Cela ne prend pas en compte les bois et forêts.

⁹⁴ Basé sur le parcellaire agricole anonyme (SIGEC) 2016-2017-2018. <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/44b10a46-4025-4020-a943-e8ffd5ccbd21.html>

⁹⁵ Cultures en buttes ou lignes laissant des bandes de terre nue entre chaque rang, ce qui les rend très sensibles à l'érosion des sols

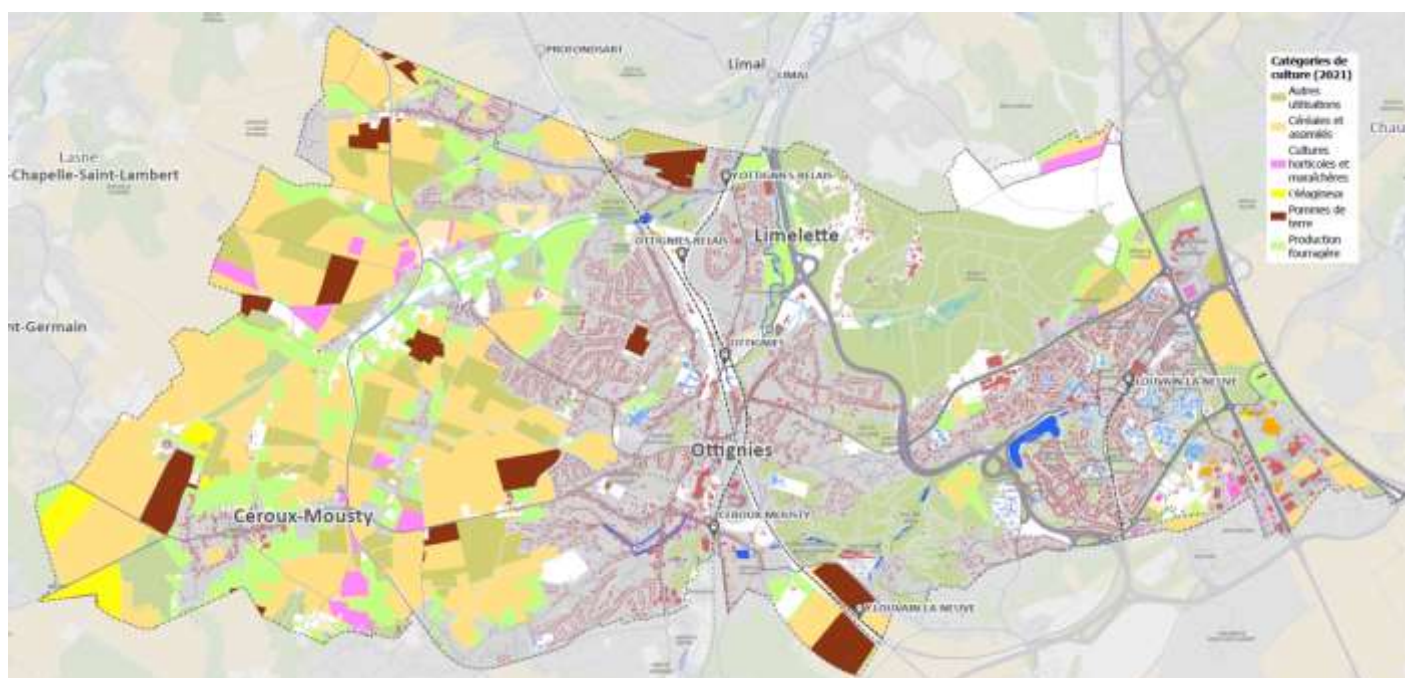


Figure 28: Carte de l'assolement de la commune d'Ottignies-Louvain-la-Neuve en 2021⁹⁴

Sur base de la moyenne des surfaces des parcelles 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 (rotation de 5 ans) multipliée par les rendements moyens des cultures présentes sur ces parcelles,⁹⁶ nous avons estimé la production moyenne actuelle de la commune par grandes catégories de production agricoles, et comparée celle-ci à la consommation supposée de la population d'Ottignies-Louvain-la-Neuve (sur base du régime alimentaire européen « moyen » de 2010) et à une consommation de référence considérée comme saine.⁹⁷ On observe un surplus important de céréales et de pommes de terre. Les autres catégories de culture sont par contre en déficit. Ce déficit est critique en ce qui concerne la production de fruits et légumes.

| | Production (t/an) estimée à OLLN | Consommation (t/an) estimée à OLLN | Consommation (t/an) saine suggérée | Ecart (Production-Consommation saine) |
|-------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Céréales | 6.256 | 3.182 | 3.663 | 2.593 |
| Oléagineux | 123 | 389 | 401 | -277 |
| Fruits et légumes | 255 | 3.766 | 4.579 | -4.324 |
| Pomme de terre | 3.866 | 1.614 | 859 | 3.007 |
| Sucre | 105 | 4.121 | 229 | -124 |
| Légumineuse | 5 | 57 | 687 | -682 |
| Viande | 175 | 1.751 | 492 | -317 |
| Poisson | 0 | 309 | 229 | -229 |
| Produit laitier | 1.386 | 1.614 | 1.717 | -331 |
| Œufs | 0 | 229 | 149 | -149 |

Figure 29. Différence entre la production et la consommation actuelles de différentes catégories d'aliments sur OLLN.

⁹⁶ Statbel. <https://statbel.fgov.be/fr/themes/agriculture-peche/exploitations-agricoles-et-horticoles#figures>

⁹⁷ Poux, X. et al. 2018 "Une Europe agroécologique en 2050 : une agriculture multifonctionnelle pour une alimentation saine ». https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20iddri/Etude/201809-ST0918-tyfa_1.pdf



Le site « resiliencealimentaire.be » propose un calcul similaire pour l'ensemble des communes de Wallonie et classe Ottignies-Louvain-la-Neuve dans un score très faible en termes d'autoapprovisionnement humain (voir *Figure 30*).

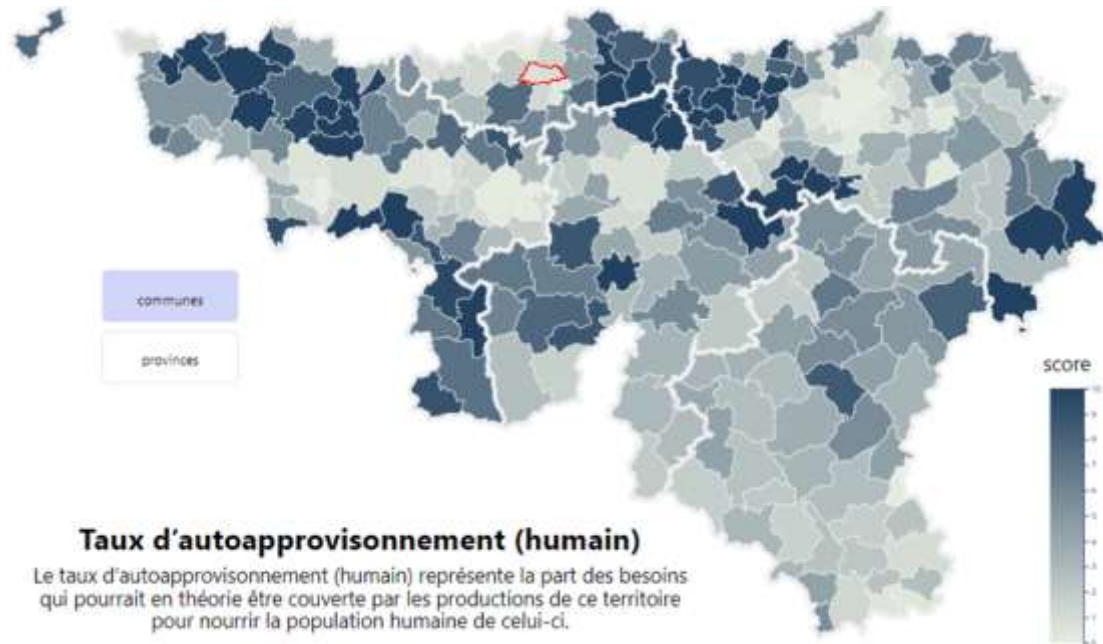


Figure 30. Taux d'autoapprovisionnement humain par commune (resiliencealimentaire.be)

Le besoin en surfaces agricoles pour nourrir la population d'Ottignies-Louvain-la-Neuve est estimé à 3.391 hectares (pour une consommation « saine »). La superficie actuelle des terres agricoles permettrait donc, au mieux (en rééquilibrant les types de culture), de répondre à un peu moins de 40% de la sécurité alimentaire.

En restant à un niveau de réflexion et à une échelle exclusivement communale, alors qu'il faudrait - selon les estimations précédentes - presque tripler la surface agricole tout en diversifiant les cultures (fruits, légumes et légumineuses), c'est malheureusement l'inverse qui se produit avec la surface agricole qui risque de diminuer de près de moitié. En effet, sur les 1275 hectares de terres agricoles, **près de 200 hectares sont potentiellement menacées car situées en zone à bâtir**, résidentielles, d'activités économiques ou d'aménagements communal concerté.⁹⁸

⁹⁸ Croisement des couches SIGEC et Plan de Secteur. Traitement ICEDD.

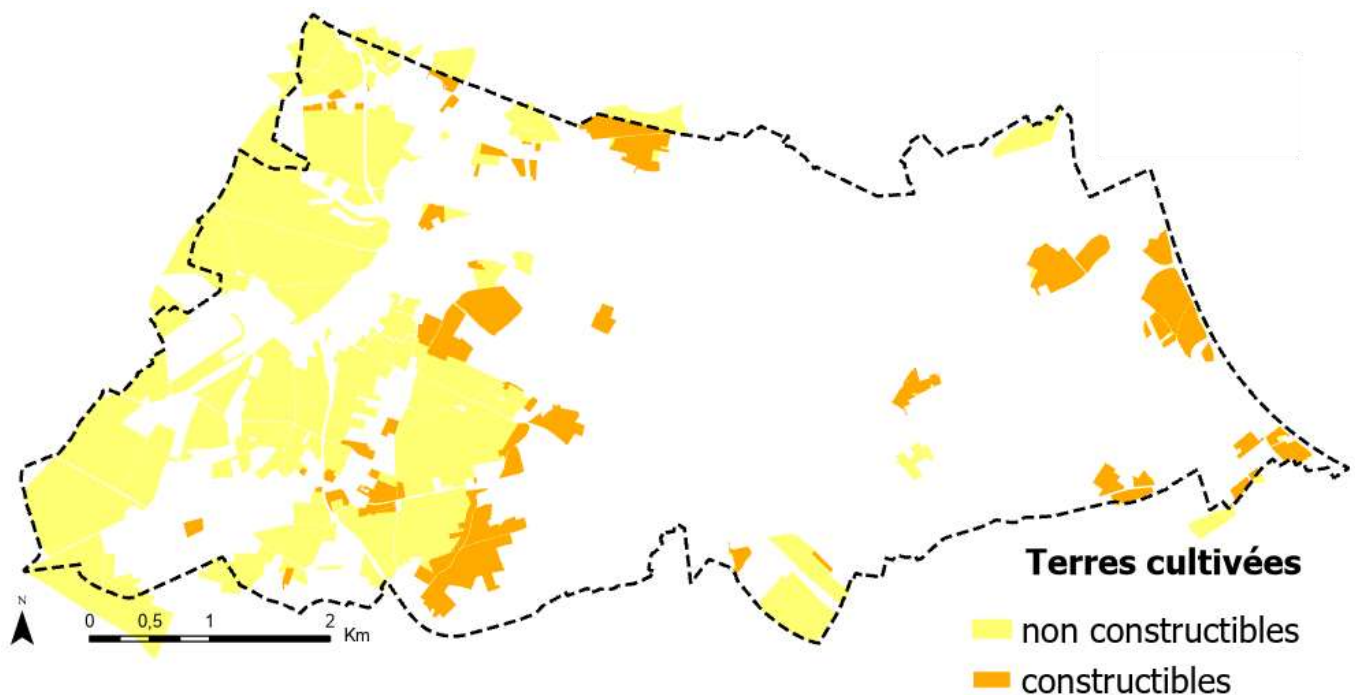


Figure 31. Terres cultivées à risque d'urbanisation (zone constructible au plan de secteur)

D'un point de vue physiologique, une culture a besoin pour son développement et sa croissance de rayonnement, de CO₂, d'une accumulation de températures, d'eau et d'un sol riche et vivant. Tous les paramètres climatiques (et leurs modifications) sont donc importants quand il s'agit d'agriculture : les précipitations (quantité et variabilité), les températures moyennes, maximum, minimum, les périodes de sécheresse, de gel. Chaque culture s'épanouit dans des plages plus ou moins étroites de ces paramètres et de leur succession. Or comme nous l'avons vu au Chapitre sur l'évolution du climat (Figure 8), le climat va devenir beaucoup plus variable (températures et pluviosités), ce qui va fortement impacter l'agriculture à plusieurs niveaux :

- **L'impact sur ce cycle des cultures.** Les étés avec plus de risques de sécheresses et de canicules vont amener à choisir des variétés qui se seront développées plus vite au printemps afin d'y résister. Par exemple la Bintje qui était la principale pomme de terre cultivée en Belgique a peu à peu disparu au profit de la Fontane pour résister aux sécheresses estivales⁹⁹. Avec des variétés plus précoces, il y a également un risque que les gelées tardives causent plus de problèmes à l'avenir, même si le nombre de jours de gel devrait diminuer.
- **Des stress hydriques** liés à une pluviométrie aléatoire, ce qui va nécessiter des coûts plus importants d'irrigation des cultures et des baisses de rendements. Les terres agricoles d'Ottignies-Louvain-la-Neuve se situant presque exclusivement sur des sols limoneux à drainage naturel favorable (l'eau s'infiltrerait rapidement en profondeur et n'est plus disponible dans les couches superficielles), les stress hydriques pourraient apparaître assez rapidement lors de jours de canicule, qui risquent justement de devenir de plus en plus nombreux.¹⁰⁰ Certaines cultures très gourmandes en eau, comme le maïs, sont donc vouées à disparaître.

⁹⁹ Commission Nationale Climat 2020 « Evaluation of socio-economic impact of climate change in Belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf

¹⁰⁰ Fiche agriculture « Adaptation au changement climatique de la Wallonie » (AWAC, 2011)



- **Des pertes de rendement de la photosynthèse.** Deux facteurs opposés jouent ici : les concentrations plus importantes de CO₂ dans l’atmosphère favorisent la photosynthèse et pourraient faire augmenter la croissance des végétaux. Toutefois, pour la photosynthèse de type C3 qui concerne la plupart des plantes cultivées (par exemple le blé, la pomme de terre, les tomates, les pommiers), les rendements chutent lorsque la température augmente.
- Le dérèglement climatique peut amener des **maladies et ravageurs** inexistants auparavant ou bien devenant plus virulents si les conditions favorisent leur développement. A notre connaissance, il n’y a toutefois pas d’étude indiquant que c’est le cas pour les principales cultures sur le territoire d’Ottignies-Louvain-la-Neuve (blé, fourrage, maïs, pomme de terre, betterave). Cela reste un sujet d’étude à surveiller étroitement.¹⁰¹
- **Les hautes températures constitueront également un risque direct pour le bétail.** Au-delà de 25°C pour les bovins¹⁰² et 30°C pour les porcs¹⁰³, les taux de mortalité augmentent significativement, dû à la déshydratation ou l’insolation, particulièrement chez les jeunes animaux. Pour les vaches laitières, le Centre Wallon de Recherche Agronomique (CRA-W) mentionne également une baisse de la production et de la qualité du lait.¹⁰³

En outre et comme vu dans les chapitres précédents, les terres agricoles seront potentiellement impactées par une augmentation des inondations et de l’érosion des sols.

Sensibilité

L’étude socio-économique de la Commission Nationale Climat¹⁰⁴ estime que les pertes maximales pour le secteur agricole pourraient s’élever à 378 millions d’euros par an (valeur de 2019) pour la Belgique à l’horizon 2050. **Ramené à la surface agricole utile d’Ottignies-Louvain-la-Neuve, cela représente des pertes d’un peu plus de 350.000 euros/an.**

Notons également que derrière le secteur agricole se trouvent les agriculteurs, qui seront les premiers impactés par les pertes de production. Or **de nombreux agriculteurs sont déjà en difficulté financière** : 10% sont en faillite et environ 30% disposent d’un revenu annuel inférieur à 10.000€. De plus, les fonds publics alloués aux calamités agricoles se réduisent chaque année afin de pousser les agriculteurs vers des mécanismes assurantiels plutôt que des subventions publiques.

Au-delà de la population très spécifique des agriculteurs, les impacts du changement climatique sur l’agriculture (mondiale) pourraient avoir comme conséquence une hausse du prix des aliments et se répercuter de manière proportionnellement plus impactante sur le budget des ménages plus précaires.

Capacité de gestion

Comme pour les précédentes vulnérabilités, les remarques en matière de **limitation de l’imperméabilisation des sols** (évoquées au Chapitre 1) sont toujours pertinentes car elles signifient généralement des pertes de surfaces agricoles.

¹⁰¹ <https://www.cra.wallonie.be/fr/gecomara>

¹⁰² Morignat, E. et al “Impact de la température sur la mortalité bovine – brève revue ». https://be.anses.fr/sites/default/files/N-003_2018-12-28_Mortalite-bovine_Morignat_VF.pdf

¹⁰³ CRA-W. <https://www.cra.wallonie.be/fr/effets-changement-climatique-gestion-risques-production-wallonie#:~:text=Le%20changement%20climatique%20offre%20C3%A0,des%20dommages%20qu'ils%20occasionnent.>

¹⁰⁴ Commission Nationale Climat 2020 « evaluation of socio-economic impact of climate change in belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf



Outre cet aspect d'aménagement du territoire, le niveau communal ne dispose pas de pouvoir contraignant, mais peut agir en matière de sensibilisation et coordination des acteurs afin d'orienter vers des pratiques agricoles plus résilientes.

Conclusion

Etant donné que la surface agricole d'Ottignies-Louvain-la-Neuve est relativement faible, ce secteur ne participe que faiblement à l'économie d'Ottignies-Louvain-la-Neuve et on pourrait en déduire un peu rapidement que ce secteur n'est pas à considérer comme prioritaire.

Notons toutefois que si on se place sous l'angle de la sécurité alimentaire du territoire, le manque de terres agricoles devient alors lui-même problématique et les risques de calamités qui pèseront sur cette production déjà insuffisante renforceront l'insécurité alimentaire.



6. Biodiversité

Introduction

La diversité des espèces vivantes (biodiversité) présentes sur un territoire dépend du climat exactement selon les mêmes principes que pour l'agriculture. Chaque espèce, qu'elle soit animale ou végétale, s'épanouit dans des plages plus ou moins étroites des paramètres climatiques : précipitations (quantité et variabilité), températures moyennes, maximum, minimum, périodes de sécheresse, de gel.

La biodiversité joue un rôle multiple dans une stratégie d'adaptation au changement climatique :

- Elle est en soi un secteur impacté par le dérèglement climatique et à ce titre mérite (tant pour des raisons éthiques que socio-économiques) qu'on mette en place des mesures de gestion lui permettant de s'adapter au mieux ;
- Elle est une source de résilience pour les autres secteurs impactés par le dérèglement climatique du fait des **services écosystémiques** qu'elle produit (gestion de l'eau, réduction des risques d'inondation, limitation des effets de chaleur, qualité de l'air, ...). Bien évidemment, à l'inverse, si la biodiversité continue de décliner, ces autres secteurs en seront d'autant plus impactés par le dérèglement climatique ;
- Elle constitue également une réserve de carbone et contribue ainsi (quand on l'augmente) à **l'atténuation du changement climatique**, ou à l'inverse (quand elle décline) à l'augmentation des teneurs en gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère.

Exposition

Le **Plan Communal de Développement de la Nature** décrit les éléments de biodiversité suivants à Ottignies-Louvain-la-Neuve:

- Les **bois de feuillus**, en particulier le bois de Lauzelle au Nord et Nord-Ouest de LLN sur près de 200 hectares et possédant une belle diversité d'essences et qualité écologique. Une petite dizaine d'autres bois existent sur le territoire de la commune ;
- Les fonds de **vallée et zones humides**, dans la partie aval de la vallée de la Dyle, la presque totalité de la vallée du Pinchart, ainsi que la vallée de la Malaise avec le lac de Louvain-La-Neuve ;
- Les **anciennes carrières** du Bois du Corbeau et de Mousty sont également des sites intéressants à préserver.

Les **plaines agricoles fertiles à l'Ouest, qui étaient déjà à l'époque en 1996 moins intéressantes d'un point de vue écologique**, ont continué à se dégrader depuis. Elles mériteraient un renforcement du maillage écologique (mesures agro-environnementales et climatique – MAEC, haies, bandes fleuries, mares naturelles, ...).

L'effondrement de la biodiversité est une crise majeure, mondiale et largement en cours au même titre que celle induite par le dérèglement climatique. La plateforme scientifique intergouvernementale pour la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) publiait le 6 mai 2019 un rapport éclairant la catastrophe qui est déjà largement en cours.¹⁰⁵ Selon ce rapport, à l'échelle mondiale, 1 espèce sur 8 est menacée d'extinction tandis que **les populations d'espèces communes ont diminué de 20%** depuis le début du XXe siècle. Une récente étude¹⁰⁶ sur les facteurs climatiques d'extinction ou de survie des

¹⁰⁵ IPBES 2019 - Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_fr.pdf

¹⁰⁶ C. Roman-Palacios & J. Wiens 2020 "Recent responses to climate change reveal the drivers of species extinction and survival".



espèces conclut que si le scénario RCP 8.5 est suivi, nous passerions de 1 espèce sur 8 à 1 espèce sur 3 menacée d'extinction d'ici à 2070.

En Belgique, le rapport « Planète Vivante Belgique »¹⁰⁷ suggère que c'est déjà près d'1 espèce sur 3 qui est menacée (Figure 32). Selon ce rapport, la situation est très préoccupante en Wallonie pour les :

- Oiseaux communs (Figure 33) : diminution de 1,3 % par an en moyenne des populations, soit 57,4% sur les 28 dernières années ;
- Oiseaux des milieux agricoles en particulier avec une diminution moyenne de 5,7% par an sur la dernière décennie, soit 60,9% en 28 ans ;
- Espèces des milieux forestiers avec une diminution de 1,2 % par an des populations de ces espèces, particulièrement celles qui vivent dans des zones de transition (ex. lisières de forêts) et des forêts humides.

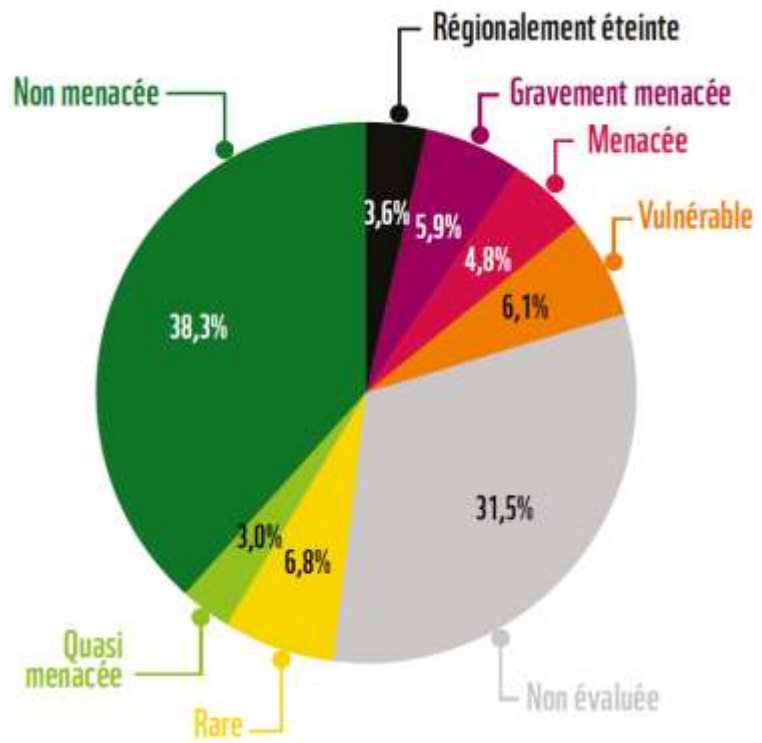
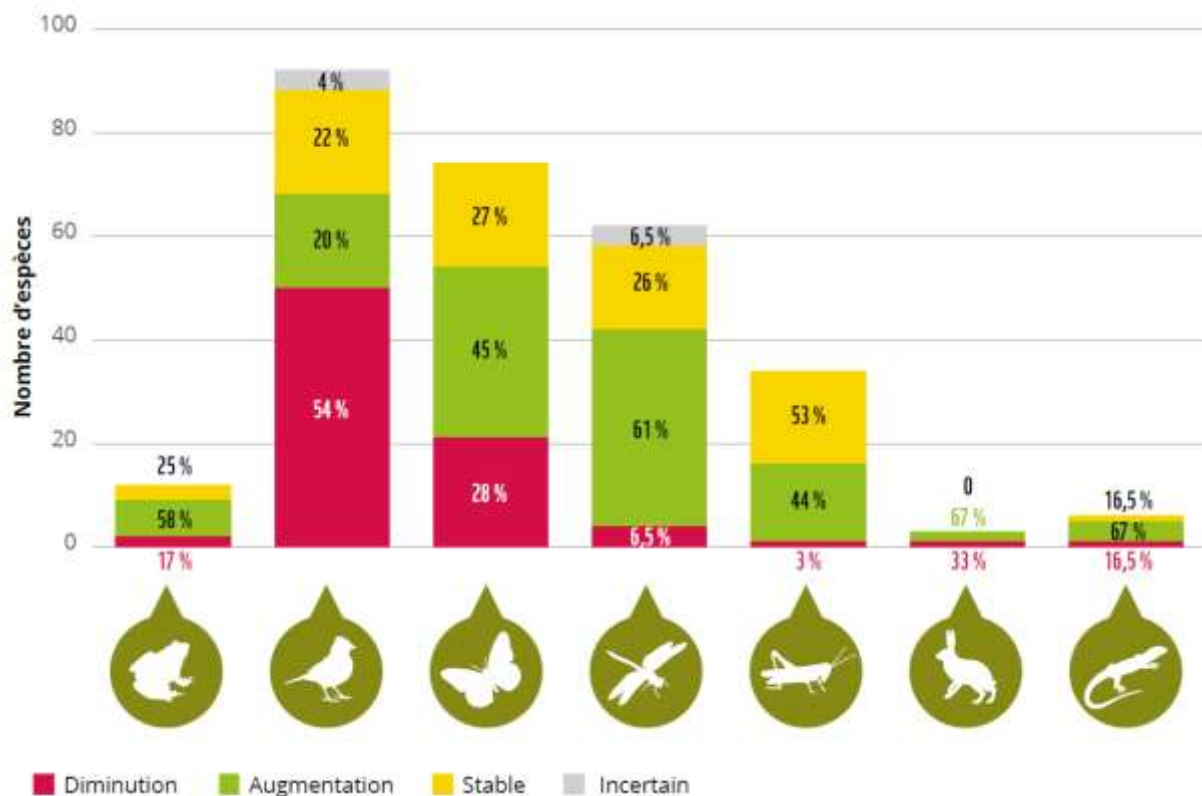


Figure 32: Proportion des espèces menacées en Belgique¹⁰⁷



¹⁰⁷ WWF 2020 « Rapport Planète Vivante – La nature en Belgique » <https://lpr.wwf.be/fr>

Figure 33: Tendances par taxonomique des espèces en Belgique

Les menaces principales autres que le dérèglement climatique qui pèsent actuellement sur la biodiversité sont :

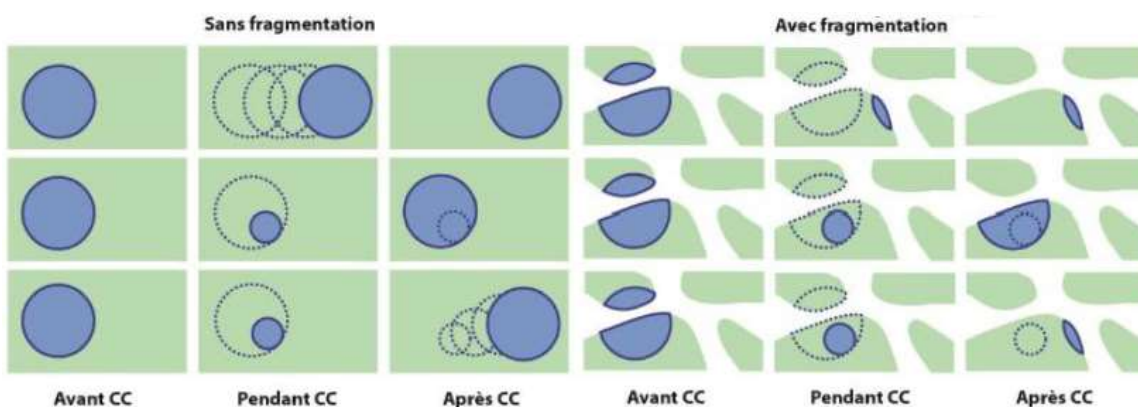
- La fragmentation des habitats ;
- L'exploitation excessive des ressources naturelles ;
- La pollution ;
- Les espèces exotiques envahissantes (EEE).

Le dérèglement climatique quant à lui devrait modifier progressivement le type d'espèces présentes sur nos régions (globalement avec le réchauffement les espèces se déplacent vers le Nord), ce qui n'implique pas nécessairement de perte en biodiversité, mais une modification de la composition de celle-ci. Toutefois, **les changements prévus sont trop rapides par rapport à la capacité de déplacement des espèces**, notamment des espèces végétales dont les populations se déplacent via la dissémination de leurs graines et la croissance des nouvelles générations. **De plus, le dérèglement climatique vient renforcer l'impact de chacune des autres menaces précitées.**

La **fragmentation** des habitats est considérée comme la première cause de perte de biodiversité au niveau mondial.

Sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, cette fragmentation est très marquée en raison de l'étalement urbain le long des axes hydrologiques (Sambre et Meuse) et viaries (E411, N4, ...). La perte d'habitats due à l'artificialisation des terres ou à l'altération de l'occupation du sol (forêt, agriculture) non seulement **réduit la superficie nette disponible pour la nature, mais crée également des barrières écologiques difficilement franchissables pour les espèces**. Le déclin des espèces est ainsi intensément lié au taux de progression de l'urbanisation ces 20 dernières années.

La perte et la fragmentation d'habitats sont également induites par des pratiques agricoles et sylvicoles non adaptées¹⁰⁸. L'agrandissement des parcelles et le remembrement ont par exemple conduit à une importante diminution des éléments du maillage écologique tels que haies et talus. La *Figure 34* ci-dessous schématise les effets combinés de la fragmentation et du changement climatique : on peut voir sur la partie gauche de la figure, que l'aire de répartition d'une espèce (soit la zone géographique où elle est présente) se déplace et/ou se rétrécit sous l'effet d'une pression climatique (ponctuelle comme un évènement extrême ou à long terme comme un déplacement de la température moyenne). Dans le cas d'un rétrécissement, si l'évènement climatique est ponctuel, l'espèce reprend ensuite une aire de taille similaire. Les **barrières dues à la fragmentation (sur la partie droite de la figure) empêchent les espèces de se déplacer pour faire face au climat inadéquat et freinent le redéveloppement de l'espèce lorsque le climat redevient favorable.**


 Figure 34: Effets combinés du changement climatique et de la fragmentation sur la biodiversité¹⁰⁹

¹⁰⁸ SPW 2018 – Rapport sur l'état de l'environnement wallon 2017.

¹⁰⁹ Adapté de Hof et al, 2011 par Sordello, R. dans « Changement climatique et biodiversité : focus sur les réseaux écologiques »



L'exploitation excessive des ressources naturelles est marquée à l'Ouest du territoire de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve par une zone agricole intensive qui réduit la qualité écologique globale de cette zone. En ce qui concerne l'exploitation forestière, Ottignies-Louvain-la-Neuve est par contre moins impactée que le reste de la Wallonie dans la mesure où le rendement économique de la production de bois et de la chasse n'est pas jugé prioritaire dans les grands massifs forestiers communaux, privés et domaniaux. La plupart des grandes superficies de forêts d'Ottignies-Louvain-la-Neuve ont un caractère récréatif comme première fonction d'usage. L'exploitation intensive de résineux est par exemple relativement limitée sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, qui a donc peu souffert des épidémies de Scolyte en 2019. De manière générale, l'exploitation intensive des ressources amène une perte de biodiversité au profit de grandes étendues dédiées à des cultures mono-spécifiques. Celles-ci seront alors d'autant plus sensibles à un événement climatique extrême et l'apparition de ravageur ou peste.

La **pollution** des milieux naturels est marquée à Ottignies-Louvain-la-Neuve avec les apports d'engrais azotés qui percolent dans la nappe phréatique et contaminent les cours d'eau. Cette perturbation du cycle de l'azote constitue une des causes majeures de l'érosion de la biodiversité par la création de déséquilibres nutritionnels pour la végétation et une perte de biodiversité liée à la régression des espèces des milieux pauvres au profit des espèces nitrophiles (des milieux riches en azote). **Pour les espèces défavorisées, le stress engendré par la pollution déforcera leur capacité à résister aux conditions climatiques qui ne sont pas leur optimum.**

Les **espèces exotiques envahissantes (EEE)** sont des espèces végétales ou animales, introduites en-dehors de leur aire de distribution naturelle, généralement pour des raisons ornementales, alimentaires ou accidentelles. La plupart ne persistent pas, mais quelques-unes peuvent devenir très envahissantes. Il en découle alors des effets négatifs de trois types : perturbation du milieu (compétition avec les espèces indigènes), impacts socio-économiques (détérioration des infrastructures, coûts de gestion), impacts sanitaires (brûlures, allergies). L'Union Européenne liste 37 espèces jugées préoccupantes pour l'Europe et 29 sont présentes en Wallonie¹¹⁰. Pour plusieurs d'entre-elles des observations d'individus ont été faites sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve. Comme pour beaucoup de communes wallonnes, les plus présentes et difficile à maîtriser sont la renouée, la Balsamine de l'Himalaya (qui fait l'objet d'un programme d'éradication par le contrat de rivière Dyle-Gette) et la berce du Caucase (qui fait également l'objet d'actions d'éradication). Il est à noter que le cerisier tardif (*prunus serotina*) ne fait pas partie des espèces préoccupantes reprises sur le site biodiversité de la Wallonie, mais la réflexion est en cours sur l'importance de lutter contre cette espèce¹¹¹. Quelques observations d'individus de cerisier tardif ont pu être faites dans le bois de Lauzelle et à l'ouest d'Ottignies-Louvain-la-Neuve¹¹². Les espèces exotiques envahissantes ont généralement un avantage compétitif marqué pour coloniser les milieux perturbés. **Les perturbations engendrées par le dérèglement climatique vont donc favoriser leur développement.**

¹¹⁰ <http://biodiversite.wallonie.be/fr/especes-preoccupantes-pour-l-union.html?ID=6022>

¹¹¹ <http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/?ID=28799>

¹¹² https://observations.be/species/7269/maps/?start_date=2022-10-30&interval=15552000&end_date=2023-04-28&map_type=heat



Sensibilité

Les premiers individus exposés par la perte de biodiversité, ce sont toutes les populations d'espèces autres qu'humaines. Pour eux, perte de biodiversité signifie chaque jour un nombre de morts qui, s'il s'appliquait à nous les humains, serait qualifié de génocide. La Commission européenne étudie d'ailleurs actuellement la possibilité de réviser la Directive sur les crimes environnementaux et d'y inscrire l'écocide (destruction des milieux naturels). Depuis cette perspective, toute estimation de coût est impossible. Lorsqu'une espèce disparaît, il est impossible de la faire revenir.

Essayer de chiffrer l'impact économique de la perte de biodiversité au regard des services écosystémiques qui nous sont offerts (et qui diminueront à l'avenir) est donc anthropocentré. Pour garder une certaine cohérence à l'étude et déforcer les logiques économiques qui contribuent aux pertes de biodiversité, nous traduisons ici à l'échelle d'Ottignies-Louvain-la-Neuve les chiffres avancés par l'étude de la Commission Nationale Climat¹¹³ de pertes de fourniture écosystémiques à l'horizon 2050 sous un scénario RCP 8.5 :

| | Estimation pour la Belgique (euro/an valeur 2019) | Facteur de mise à l'échelle | Estimation pour OLLN (euro/an valeur 2019) |
|---------------------------------------|--|---------------------------------|---|
| Production de bois | 150.000.000 | Superficie des forêts | 82.000 |
| Stockage de carbone | 172.000.000 | Superficie totale du territoire | 133.000 |
| Filtration de l'air, loisirs et santé | 218.000.000 | Superficie totale du territoire | 168.000 |
| Pollinisation | 24.000.000 | Surface agricole utile | 15.000 |
| Eau douce | 695.000.000 | Surfaces des plans d'eau | 16.000 |

Figure 35. Estimation de la valeur économique des services écosystémiques

Capacité de gestion

Comme pour les précédentes vulnérabilités, les remarques en matière de limitation de l'imperméabilisation des sols (évoquées au Chapitre 1) sont toujours pertinentes. **L'artificialisation des terres, grignotant des espaces encore riches en biodiversité et augmentant la fragmentation, continue à faire décliner la qualité biologique globale sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve.**

Une action forte en matière de préservation de la biodiversité est de donner un statut de protection légal. La commune d'Ottignies-Louvain-la-Neuve compte **2 sites Natura 2000** (vallée et source de la Dyle) pour un total de **305 ha**. Il existe **8 sites de grand intérêt biologique (SGIB)**, voir Figure 36 pour leur localisation. Ceux-ci totalisent une superficie de 313 ha. Toutefois une part importante de cette superficie se recouvre avec la superficie Natura 2000. La superficie additionnelle (qui se trouve dans les SGIB, mais hors Natura 2000) est de **182 ha**. Ces zones pourraient être propices pour un statut de protection (le statut de SGIB n'est pas un statut de protection). Enfin, plusieurs parcelles forestières, dont des propriétés de la Ville et de l'UCL, verraient leur biodiversité augmenter si elles étaient protégées par un statut de réserve forestière intégrale. Une réserve intégrale est un lieu où on laisse les phénomènes naturels et les organismes s'exprimer librement pour une période de temps très longue

¹¹³ Commission Nationale Climat 2020 « evaluation of socio-economic impact of climate change in belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf

(des centaines d'années) et indéfinie. Ce n'est pas nécessairement un endroit dont l'homme est tenu à l'écart, mais son impact sur le milieu ne doit pas être tangible¹¹⁴. Ceci doit se faire en collaboration avec le département des forêts de l'administration régionale.

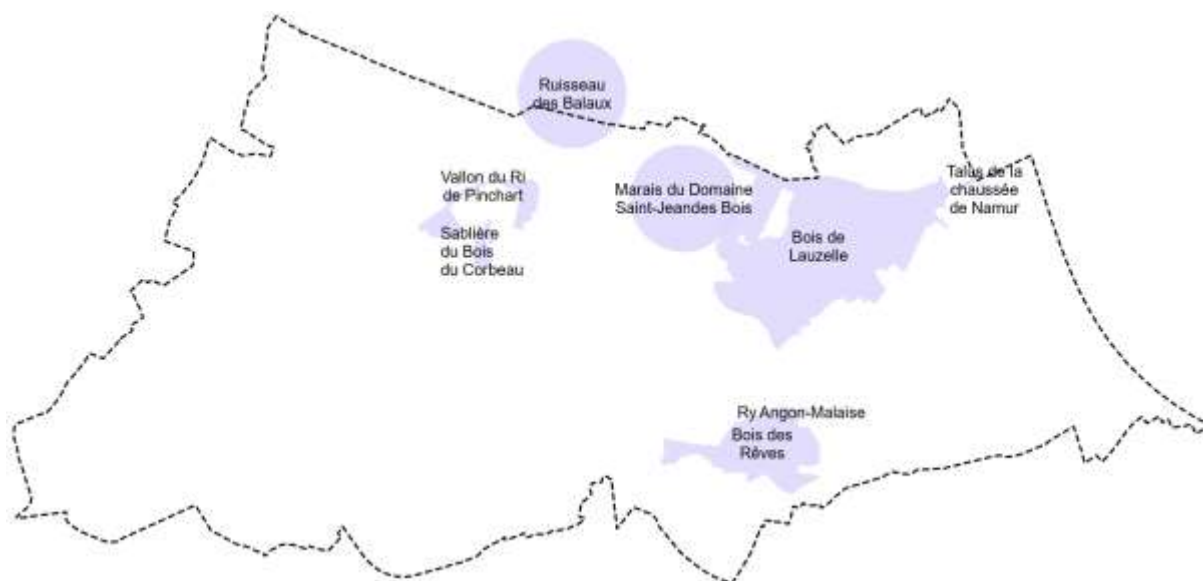


Figure 36. Localisation des 8 sites de grand intérêt biologique (SGIB) d'Ottignies-Louvain-la-Neuve

Le **réseau écologique** élaboré à l'occasion du Plan Communal de Développement de la Nature en 1996 est complété aujourd'hui par une suggestion de liaisons de maillage écologique par la Province. Ce maillage écologique devrait faire l'objet d'une proposition plus fine à l'échelle communale afin d'actualiser le réseau écologique. Idéalement, il devrait ensuite être intégré aux outils de planification de l'aménagement du territoire afin de devenir contraignant.

Conclusion

L'analyse qui précède met en évidence que (i) la biodiversité à Ottignies-Louvain-la-Neuve subit déjà un déclin majeur, (ii) la biodiversité à Ottignies-Louvain-la-Neuve fait face à des pressions (fragmentation, exploitation, pollution, espèces envahissantes) qui vont s'aggraver avec le dérèglement climatique, (iii) nous avons une responsabilité éthique vis-à-vis des autres espèces à stopper ce déclin, (iv) à titre égoïste ce déclin représente des pertes économiques importantes liées aux services écosystémiques alors que (v) ces mêmes services écosystémiques pourraient atténuer les autres vulnérabilités au dérèglement climatique si la biodiversité était protégée et restaurée.

Pour toutes ces raisons, et considérant que le niveau communal dispose de leviers d'action importants en matière d'aménagement du territoire et via son réseau écologique et son plan de développement communal de la nature, ce secteur devrait être considéré avec une très forte priorité. Mettre ce niveau de priorité nécessitera pour l'administration une augmentation conséquente des ressources financières et humaines dédiées à cette thématique.

¹¹⁴ Forêt & Naturalité « Plaidoyer pour une grande réserve forestière intégrale en Wallonie » https://www.foret-naturalite.be/wp-content/uploads/2021/02/2016_01_Foret-Naturalite-Opinion1-Plaidoyer_pour_une_grande_re%CC%81serve_inte%CC%81grale_en_Wallonie-jan2016-Re%CC%81serve-4.pdf



7. Energie

Introduction

La question de l'énergie est généralement le point central en matière d'atténuation du changement climatique puisque les émissions de gaz à effet de serre sont principalement dues aux énergies fossiles que nous consommons dans les différents secteurs d'activité. On regarde alors comment notre production et consommation d'énergie affectent le climat. Dans le cadre de cette étude toutefois, nous nous concentrons sur l'aspect **d'adaptation** aux effets du changement climatique, nous allons donc analyser exactement l'inverse, c'est à dire **comment le climat affectera notre production, distribution et consommation d'énergie**.

Pour ce secteur, il sera intéressant d'évaluer la vulnérabilité sous l'angle de la sécurité énergétique du territoire, c'est-à-dire sa capacité à se fournir l'énergie dont il a besoin.

Exposition

Consommation

Deux paramètres sont particulièrement importants pour caractériser la consommation. D'une part la **quantité globale qui est consommée**, qui va notamment se confronter aux limites de production. D'autre part la **répartition dans le temps de cette consommation**. En cas de pic de demande à un moment précis, c'est alors la capacité de production (y compris les capacités de stockage) ainsi que le dimensionnement du réseau de distribution qui pourront devenir limitants.

Actuellement, l'énergie consommée sur tout le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve se situe aux alentours de **800 GWh** (800 millions de kWh) d'énergie par an et est restée relativement stable depuis 2006¹¹⁵. A noter qu'Ottignies-Louvain-la-Neuve a par ailleurs baissé ses émissions de gaz à effet de serre par habitant d'environ 8% entre 2006 et 2019¹¹⁶. Ottignies-Louvain-la-Neuve envisage de poursuivre cette réduction avec un objectif premier de réduire de 40% ses émissions à l'horizon 2030 (par rapport à 2006)¹¹⁷ et un objectif d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. En octobre 2022, la Ville a choisi de réhausser son ambition et de s'aligner sur l'objectif européen de -55% à l'horizon 2030. Si Ottignies-Louvain-la-Neuve y parvient, la consommation annuelle à l'horizon 2030 serait d'environ **400 GWh/an**.¹¹⁸

Vis-à-vis de cet objectif, **le dérèglement climatique en cours devrait paradoxalement faciliter les choses en raison de la part importante d'émissions liées au chauffage des bâtiments, or la hausse des températures devrait réduire les besoins de chauffage en hiver**. Cela sera tempéré par une augmentation des besoins de refroidissement en été, mais les estimations de l'étude de la Commission Nationale Climat¹¹⁹ montrent que l'énergie thermique non-consommée en hiver serait plus importante que le surplus d'énergie électrique pour la climatisation en été. Ce transfert de l'hiver vers l'été et du thermique vers l'électrique s'adapte par ailleurs assez bien avec une volonté d'augmenter la production photovoltaïque.

¹¹⁵ Estimation de la consommation basée sur l'évolution des bilans énergétiques communaux d'Ottignies-Louvain-La-Neuve entre 2006 et 2019. <https://lampspw.wallonie.be/dgo4/conventiondesmaires/bilan-energetique-communal>

¹¹⁶ Ce chiffre plus élevé s'explique par le fait que la baisse des émissions de gaz à effet de serre est induite par une réduction de consommation d'énergie, mais aussi par un transfert de consommation depuis des énergies fossiles vers des énergies moins émettrices de gaz à effet de serre.

¹¹⁷ PAEDC d'OLLN. Juin 2022.

¹¹⁸ Estimation rapide sur base des réductions de consommations/émissions. En effet il n'y a pas d'objectif fixé en ce qui concerne la consommation, et les réductions d'émissions dépendent de la part de la réduction qui sera amenée par une utilisation de sources d'énergies moins émettrices

¹¹⁹ Commission Nationale Climat 2020 « evaluation of socio-economic impact of climate change in belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf



Production

En termes de sources d'énergie, l'inventaire des émissions d'Ottignies-Louvain-la-Neuve montre que l'énergie consommée provient principalement de produits pétroliers (35%), électricité (31%) et gaz naturel (27%)¹²⁰, sachant que pour l'électricité, le mix énergétique de production belge en 2020 est le suivant : nucléaire (39%), gaz (34%), renouvelable (21%) et autres (6%).¹²¹ Vu l'arrêt programmé du nucléaire en 2025 et le souhait de développer le renouvelable, ce mix devrait toutefois se modifier. Une étude de EnergyVille¹²² suggère un mix énergétique de l'électricité à l'horizon 2030 où, pour compenser l'arrêt du nucléaire, les énergies renouvelables montent à une part de 55% (principalement grâce à l'éolien) et la production par les centrales au gaz et l'importation d'électricité depuis les pays voisins augmenteraient également.

L'électricité provenant des sources d'énergie renouvelable et nucléaire sont les seules à être produites sur le territoire belge. **D'un point de vue sécurité énergétique, la Belgique est donc dépendante à près de 90% de sources d'énergie importées** et elle le resterait à l'horizon 2030.

Si on se place à l'échelle d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, la production locale d'énergie représente environ **10% de la consommation** (dont 85% par cogénération et 10% par du solaire photovoltaïque/thermique)¹²³. L'ambition de la Ville dans son PAEDC est d'atteindre une production 2 fois plus importante en 2030.

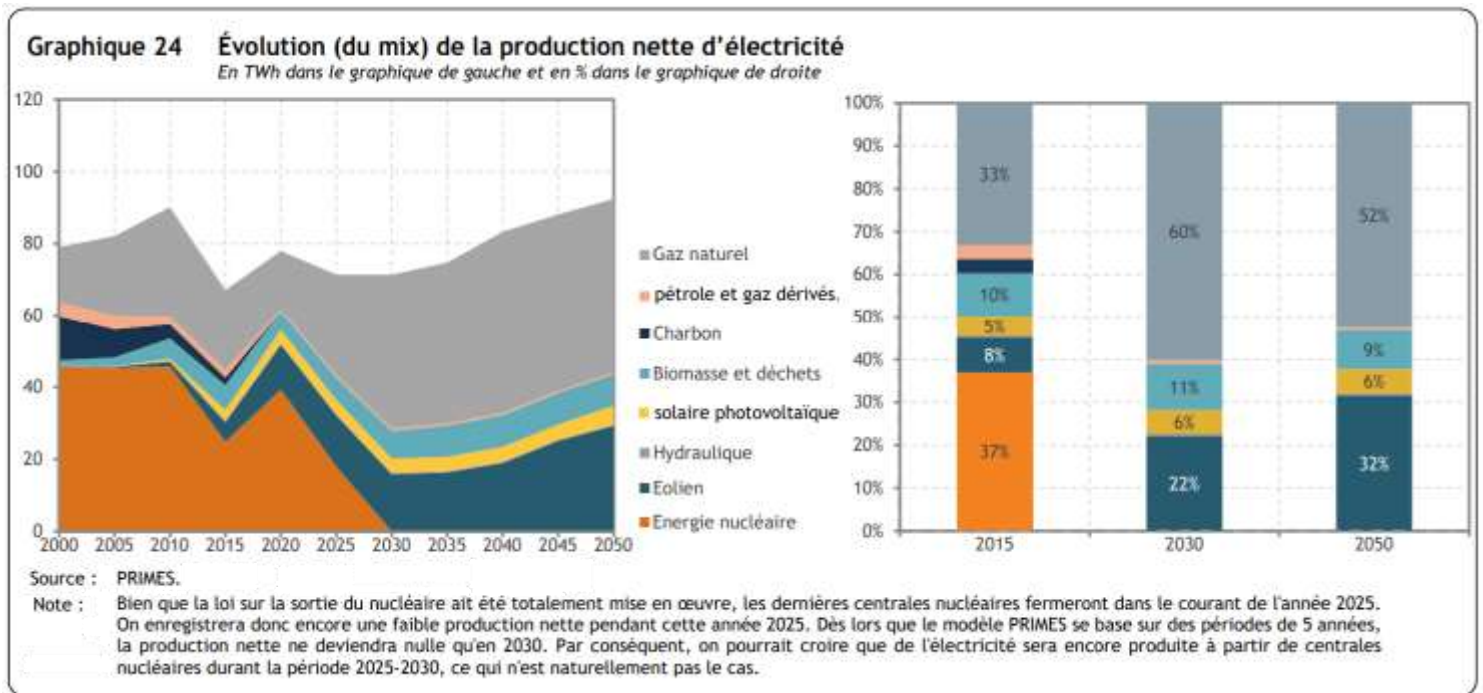


Figure 37: Evolution 2000-2050 du mix électrique en Belgique en production nette (TWh) à gauche et en % à droite¹²²

Tous ces scénarios envisagent une **part plus importante de l'électricité** dans le mix énergétique global à l'avenir (dans le transport avec les véhicules électriques et dans le chauffage avec l'utilisation de pompes à chaleur) et une production basée sur du **renouvelable qui est intermittent**. Cela implique des **besoins de flexibilité de la part des usagers et/ou de stockage de l'électricité**. Les scénarios prévoient également une augmentation des importations, du moins dans la période de transition après la sortie du nucléaire. Importations qui comportent elles-mêmes un risque dans la mesure où actuellement nos importations

¹²⁰ SPW DGO4. Bilans Communaux – Ottignies-Louvain-La-Neuve.

¹²¹ Elia. https://www.elia.be/fr/actualites/communiqués-de-presse/2020/01/20200108_press-release_mix-electrique-2019

¹²² Evolution du mix de production électrique belge (D. Gusbin et D. Devogelaer 2017. "Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050")

¹²³ SPW DGO4. Bilans Communaux – Ottignies-Louvain-La-Neuve.



majeures viennent de la France et la Hollande. Or la France envisage de sortir également du nucléaire et compte donc peut-être sur une baisse des exportations.

Au regard des changements climatiques, **les rendements de production de l'hydroélectrique et du photovoltaïque vont baisser** à cause de la réduction du débit des cours d'eau pour le premier et de l'efficacité moindre des cellules solaires quand la température augmente pour le photovoltaïque (ainsi qu'en cas de couverture nuageuse plus importante). Cette **perte de rendement est également importante pour les centrales au gaz et nucléaires** qui utilisent de l'eau pompée dans les cours d'eau pour refroidir la vapeur qui actionne les turbines. En raison du débit moins important des cours d'eau et de la température plus élevée de ceux-ci, le processus de refroidissement sera moins efficace. Pour la production éolienne, le vent, intimement lié aux paramètres climatiques, aura bien entendu un impact sur la production. La dynamique des vents est toutefois beaucoup trop complexe pour être modélisée dans un avenir qui dépasse quelques jours.

Sensibilité

L'étude de la Commission Nationale Climat¹²⁴ estime l'impact économique des pertes et gains évoqués ci-dessus dans le secteur énergie. Nous reprenons et adaptons ici à Ottignies-Louvain-la-Neuve les estimations selon le scénario RCP 8.5 à l'horizon 2050 :

- La **réduction des besoins de chauffage en hiver**, résultant dans des gains estimés à 220 M€/an pour la Belgique, soit **0,7M€/an** pour Ottignies-Louvain-la-Neuve selon une mise à l'échelle par la consommation de chauffage résidentiel OLLN/Belgique. Ces gains compensent globalement les pertes encourues par ailleurs.
- L'**augmentation des besoins en climatisation l'été**, résultant dans des pertes estimées à 88M€/an pour la Belgique, soit **0,24M€/an** pour Ottignies-Louvain-la-Neuve selon une mise à l'échelle par la consommation globale d'électricité OLLN/Belgique.
- Les **pertes énergétiques sur les lignes de transport de l'électricité**, plus importantes quand la température augmente. Le coût pour la Belgique est estimé à 91M€/an, soit **0,24M€/an** pour Ottignies-Louvain-la-Neuve selon une mise à l'échelle par rapport à la consommation globale d'électricité OLLN/Belgique.
- Les **pertes de rendement des centrales électrique au gaz**, dues à une moindre efficacité du processus de refroidissement à la suite de la réduction des débits des cours d'eau et l'augmentation de la température. Il en résulte une perte estimée à 44M€/an pour la Belgique. Ceci ne concerne toutefois pas Ottignies-Louvain-la-Neuve qui n'a aucune centrale de ce type sur son territoire.
- Les **pertes de rendement des panneaux photovoltaïques**, dues à une température de l'air plus élevée et une couverture nuageuse estimée plus importante. Il en résulte une perte de 17M€/an à l'échelle de la Belgique, soit **25.000 €/an** pour Ottignies-Louvain-la-Neuve selon une mise à l'échelle par rapport à la production photovoltaïque envisagée à OLLN/Belgique¹²⁵ à l'horizon 2050.
- Une **perte de rendement des centrales hydroélectriques**, due à un débit moins important des cours d'eau. Le coût pour la Belgique est estimé à 2M€/an. Ceci ne concerne toutefois pas Ottignies-Louvain-la-Neuve qui n'a aucune centrale hydroélectrique sur son territoire.

¹²⁴ Commission Nationale Climat 2020 « evaluation of socio-economic impact of climate change in belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf

¹²⁵ Selon les objectifs de production renouvelable fixés dans le Plan Climat Energie d'Ottignies-Louvain-La-Neuve https://mycovenant.eumayors.eu/docs/document/13741_1457949499.pdf



D'un point de vue social, la relation entre changement climatique et le secteur de l'énergie **impacte de manière plus prononcée les populations précarisées** et ce à plus d'un titre.

Tout d'abord, les rendements moindres dans le futur auront pour conséquence d'augmenter le **coût de l'électricité** ce qui se répercutera de manière proportionnellement plus importante sur le budget d'un ménage précaire. Il existe toutefois un mécanisme de tarif social qui permet d'atténuer ce souci pour les personnes les plus précarisées. Une étude européenne estimait ainsi que le coût de la facture énergétique des ménages augmenterait entre 2015 et 2030 de 21% soit en moyenne en Europe près de 600€ (valeur euro 2013) en plus par ménage.¹²⁶ On a pu voir en 2022 que d'autres facteurs tels que la raréfaction des énergies fossiles et les conflits géopolitiques autour de celles-ci ont des impacts encore plus grands puisque la facture énergétique des ménages a doublé, voir triplé en un an.

Ce surcoût peut être compensé par des investissements dans une production renouvelable personnelle du ménage. Ceci mène toutefois à un autre impact important qui est que seuls les ménages ayant les moyens pourront réaliser cet investissement. De surcroît, ils bénéficient alors parfois des **mécanismes de soutien** (prime aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique). Il est également difficile pour des personnes n'étant pas propriétaires de leur habitation (ce qui proportionnellement est plus le cas parmi les populations précarisées) d'installer des infrastructures de production de renouvelable (ex : photovoltaïques). **Le principe de communauté d'énergie pourrait toutefois venir modifier ce cadre et permettre à des personnes non-propriétaires de participer et bénéficier d'une production locale renouvelable.**

Le deuxième impact vient renforcer le premier selon un mécanisme appelé la « **spirale de la mort** »¹²⁷. Les personnes ayant les moyens d'investir dans une production renouvelable ne consomment plus l'énergie du réseau. Pour maintenir le réseau en place, les coûts d'entretien se reportent alors sur ceux qui consomment encore l'énergie du réseau et le prix augmente donc pour eux. Comme le prix de l'électricité augmente, il devient d'autant plus rentable d'investir dans l'autoproduction et de nouvelles personnes investissent et ne consomment plus l'énergie du réseau dont le prix continue à augmenter. Le tarif prosumer vient tenter de réguler cet aspect en ce qui concerne le photovoltaïque. Cela poussera toutefois à des investissements dans des capacités de stockage (batteries domestiques) afin d'augmenter l'autoconsommation qui sont de nouveau des investissements importants inaccessibles pour les ménages précarisés.

Enfin la tendance générale à l'électrification nécessite également des investissements dans l'équipement fonctionnant à l'électricité et qui peuvent également représenter des investissements inaccessibles (voiture électrique, pompe à chaleur, ...).

Capacité de gestion

Tous les leviers d'action de la commune en ce qui concerne le secteur énergie sont largement développés dans les objectifs et les **plans d'actions d'atténuation**. Il ne s'agit pas ici de s'y substituer, mais d'y ajouter le point de vue de la sécurité énergétique et de la sensibilité du mix énergétique et des infrastructures visées dans ce plan d'atténuation face aux paramètres climatiques changeant.

Conclusion

La priorité première pour s'adapter au changement climatique c'est de limiter au maximum celui-ci. Pour y parvenir, les engagements en matière de réduction de la consommation sont également très positifs en ce qu'ils réduisent la vulnérabilité du secteur énergie et augmentent la sécurité énergétique du territoire. Augmenter la production renouvelable a aussi des effets positifs sur la sécurité

¹²⁶ Analyse détaillée en soutien à la communication de la commission européenne COM(2018)773 – « Une planète propre pour tous – Une vision européenne stratégique à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et neutre pour le climat ». 2018

¹²⁷ Castaneda, M. et al 2017 « Myths and facts of the utility death spiral ». <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421517304949>



énergétique, puisque cela diminue les besoins d'importation. Par contre cela augmente la sensibilité du secteur énergie face aux pertes de rendement induites par le dérèglement climatique. Cela souligne donc l'importance de **prioriser dans les plans d'atténuation les actions qui réduisent la consommation d'énergie avant les actions visant à décarboner l'énergie consommée.**



8. Qualité de l'air

Introduction

Attention à ne pas confondre les émissions de gaz à effet de serre avec la pollution de l'air. Les polluants dont nous parlons dans ce chapitre ne sont pas le CO₂ et autres gaz ayant un effet sur l'effet de serre. Il s'agit des substances gazeuses ou particulaires présente dans l'air ambiant susceptibles d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine. **Les principales activités humaines source de pollution de l'air sont : le chauffage résidentiel, l'industrie, le transport et l'agriculture.**¹²⁸

Si nous nous intéressons à cette pollution de l'air dans le cadre d'une étude de vulnérabilité au changement climatique, c'est parce que les paramètres météorologiques peuvent influencer la qualité de l'air¹²⁹ :

- La pluie va « nettoyer » l'air de certains polluants, elle entraîne au sol les polluants les plus lourds comme les particules fines et elle peut également aider à la dissolution de certains polluants solubles comme le dioxyde de soufre ;
- Une température élevée va favoriser certains processus chimiques comme la formation d'ozone.

Les polluants atmosphériques les plus problématiques aujourd'hui pour la santé humaine sont :

Les particules fines (PM)

Les **particules fines** peuvent être solides ou liquides, elles proviennent des activités humaines ou à la suite d'incendies. Leur temps de présence dans l'air dépend de leurs caractéristiques propres et des conditions météorologiques (dispersion par le vent, précipitées au sol par la pluie). On distingue trois types de particules fines qui ne sont pas arrêtées par les défenses de l'organisme : les PM₁₀ (diamètre inférieur à 10 µm), les PM_{2.5} (diamètre inférieur à 2,5 µm) et le black carbon.¹³⁰ Ils sont responsables d'une **augmentation des risques cardio-vasculaires** (corrélation démontrée entre l'augmentation de la pollution en PM et l'augmentation de la mortalité cardiovasculaire), des **risques pulmonaires et respiratoires** (cancer du poumon, asthme, bronchite chronique), des **risques neurologiques et des risques pendant la grossesse**.

Les oxydes d'azote (NO_x)

Les **oxydes d'azote** regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂), il s'agit de composés issus de la combustion. Les sources principales de NO_x sont la production d'énergie, le transport routier, l'industrie et le chauffage. Ils sont **irritants pour les voies pulmonaires** et interviennent dans la formation d'ozone troposphérique.

L'ozone troposphérique¹³¹ (O₃)

L'ozone n'est pas directement émis dans l'air, il s'agit d'un **polluant secondaire** issu d'une réaction chimique entre les NO_x et les composés organiques volatils. A partir de 180 µg / m³, l'ozone est dangereux, surtout pour les enfants, personnes âgées et personnes en insuffisance respiratoire. **Les effets sur la santé sont la toux, irritation des muqueuses, maux de tête, difficulté respiratoire.**

¹²⁸ <https://www.wallonair.be/>

¹²⁹ <https://atmo-france.org/les-effets-de-la-meteo-sur-lair/>

¹³⁰ Sous-catégorie des particules fines qui reprend uniquement les particules issues de la combustion et qui est donc un très bon indicateur des émissions du trafic routier et du chauffage.

¹³¹ A ne pas confondre avec l'ozone stratosphérique (couche d'air située entre 20 et 50km du sol) également formé de trois atomes d'oxygène O₃, mais issu de l'effet de la lumière sur l'oxygène présent dans l'air. Cet ozone stratosphérique forme ce qu'on appelle la couche d'ozone, qui protège la terre d'un trop fort rayonnement ultra-violet (UV).

Exposition

L'agence wallonne de l'air et du climat nous a transmis des modélisations des valeurs moyennes des polluants sur l'année 2018¹³². En ce qui concerne le territoire de la Ville d'Ottignies-Louvain-la-Neuve :

Pour les particules fines, la moyenne annuelle 2021 dans les zones les plus polluées étaient considérées comme « très bonne » ($9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max pour les $\text{PM}_{2.5}$ et $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10}), selon la classification de l'échelle de concentration utilisée par le programme CELINE.¹³³ Ces moyennes sont également sous les valeurs limites fixées par l'Union Européenne ($<40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10} et $<25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les $\text{PM}_{2.5}$). Elles sont toutefois à la limite des valeurs guides de l'organisation mondiale de la santé qui préconise $<15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10} et $<10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les $\text{PM}_{2.5}$.

En moyenne annuelle, le dioxyde d'azote (NO_2) est à maximum $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les zones les plus polluées, le long de la E411, ce qui est en dessous de la limite européenne de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mais au-dessus des recommandations de l'OMS qui préconise $<10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

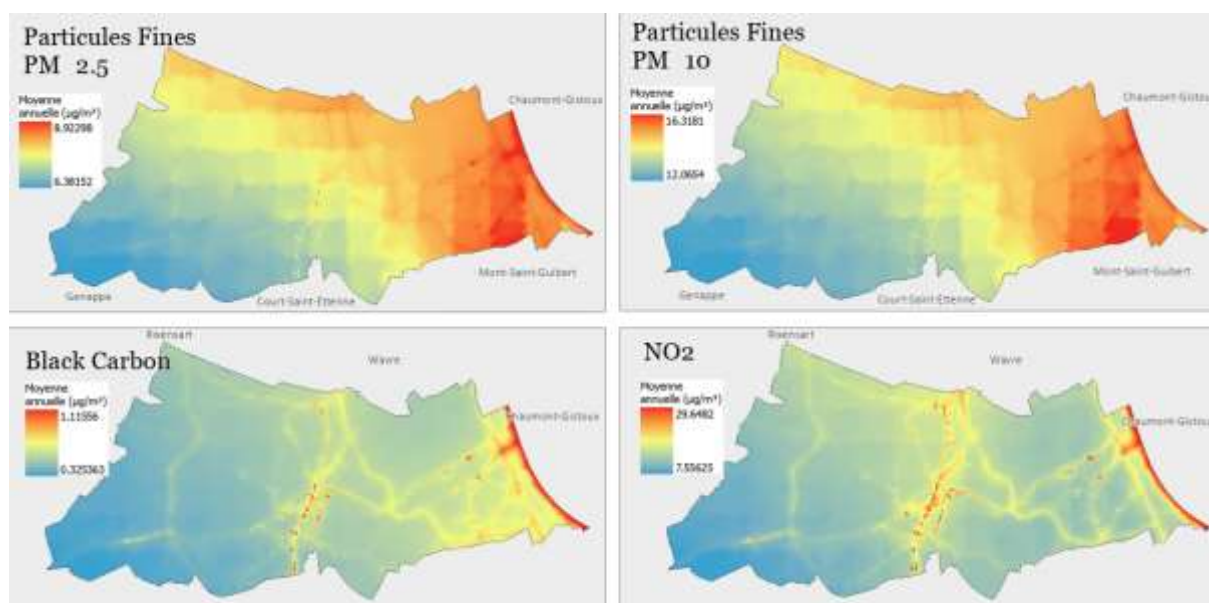


Figure 38. Modélisation spatiale des concentrations moyennes des différents polluants atmosphériques en 2018 ¹³².
 Les valeurs représentent les minimas (bleu) et maximas (rouge) des moyennes annuelles

En ce qui concerne l'ozone, la limite européenne d'exposition est un maximum de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 25 fois par an sur des moyennes glissées de 8 heures. Le nombre de jours de dépassement à la station de Corroy-Le-Grand (la plus proche d'Ottignies-Louvain-La-Neuve) est sensiblement plus élevé en 2018, 2019 et 2020 (34, 15 et 24) que les autres années depuis 2008 (en moyenne 8 jours de dépassement par an). Ceci est dû aux fortes chaleurs enregistrées ces années-là.

On observe bien sur les cartes ci-dessus que les différents polluants sont concentrés autour des axes routiers (surtout pour le NO_2 et Black Carbon) et des centres urbains (surtout pour les particules fines).

Comme nous l'avons vu plus haut, la pluie et les températures ont un effet sur les polluants atmosphériques. Considérant les projections mentionnées au chapitre sur l'évolution du climat (Figure 8), il est probable que pour Ottignies-Louvain-la-Neuve :

- La baisse attendue du nombre de jours de pluie aura pour effet de moins contribuer au « nettoyage » de l'air et donc augmenter en moyenne la pollution atmosphérique.

¹³² AWAC 2020. Données transmises par Virginie Hutsemekers. Modélisation basée sur le modèle Atmostreet.

¹³³ <https://www.irceline.be/fr>

- En été, les températures plus élevées et vagues de chaleur seront favorables à l'apparition de pics d'ozone.
- La baisse des besoins en consommation d'énergie pour le chauffage en hiver devrait toutefois réduire la pollution par les particules fines et NO_x durant cette saison.

Ces effets seront toutefois **négligeables par rapport aux effets des changements attendus (réduction de la pollution) en matière de mobilité et de chauffage** si les engagements en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont suivis.

Sensibilité

La pollution de l'air est un des premiers facteurs de mortalité en Belgique avec environ 11.000 décès prématurés par an¹³⁴. Rapporté à la population d'Ottignies-Louvain-la-Neuve, cela représente environ **30 décès prématurés par an**. Ces évaluations ne prennent toutefois pas en compte le dérèglement climatique en le distinguant d'autres aspects, nous ne sommes donc pas en mesure de les recouper pour quantifier économiquement l'impact spécifique du changement climatique sur la qualité de l'air.

Les données cartographiques nous ont permis de situer dans la zone où la moyenne annuelle du dioxyde d'azote (NO₂) est **>12 µg/m³** (voir Figure 39) :

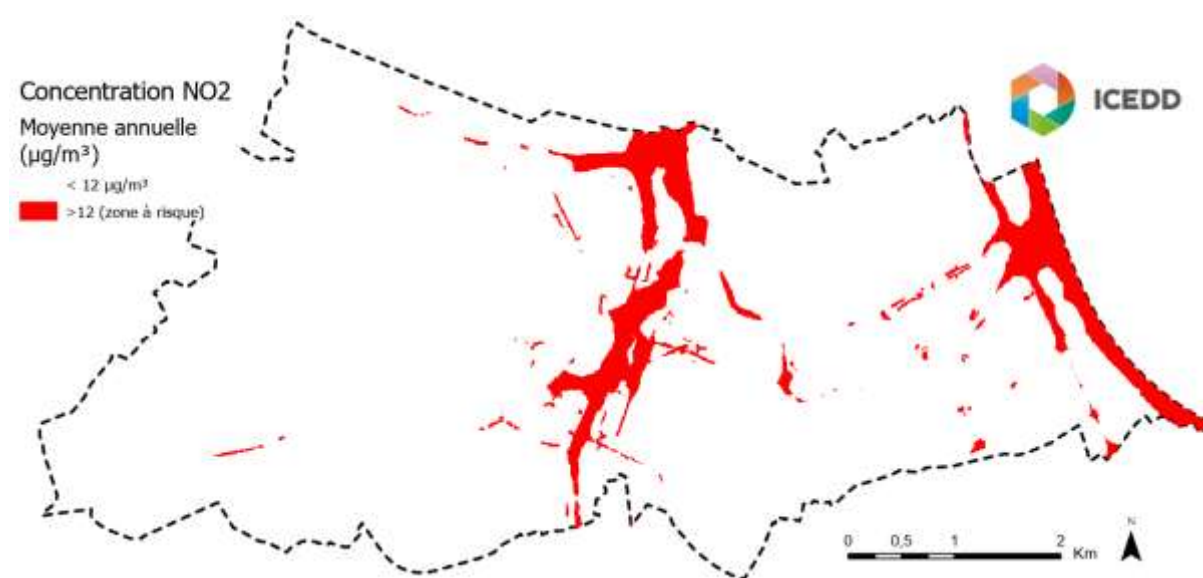


Figure 39. Zone à risque de mauvaise qualité de l'air (concentration NO₂ >12 µg/m³)

- **4.637 citoyens, soit 15% de la population.**
- Il est à noter que cette zone de moins bonne qualité de l'air se recouvre avec la zone d'aléa d'inondation et la zone d'ilot de chaleur.
- **9 bâtiments sensibles** (hôpitaux, crèches, écoles, maisons de repos)¹³⁵, ce qui représente **6%** de ce type de bâtiments à Ottignies-Louvain-la-Neuve.

En reprenant le classement des secteurs statistiques selon l'indice synthétique de difficulté (voir chapitre « inondations ») on constate, comme pour les inondations, que la population plus en difficulté d'un point de vue économique n'est pas plus exposée à un air de moins bonne qualité.

¹³⁴ Agence Européenne de l'Environnement (<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/>)

¹³⁵ Ces bâtiments sont considérés sensibles car ils abritent généralement une proportion plus importante de personnes plus vulnérables (enfants de <5ans, personnes âgées de plus de 65 ans, malades, personnes porteuses de handicap, ...).

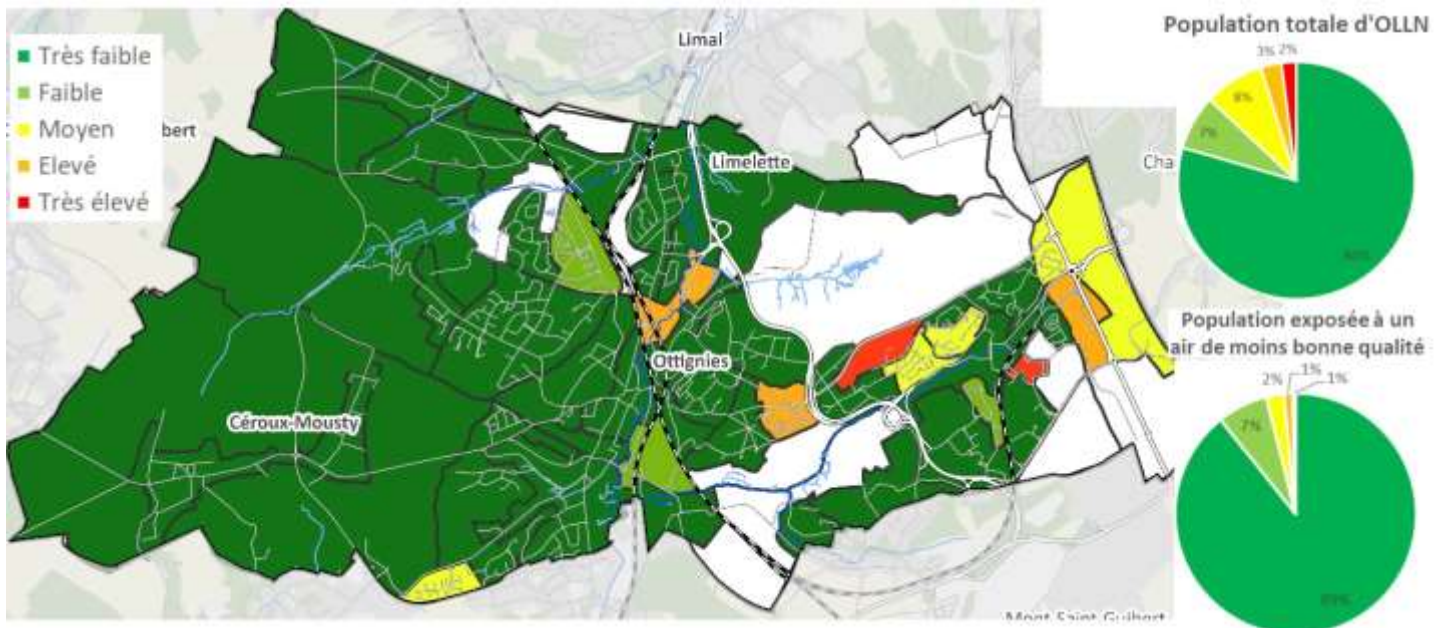


Figure 40. Indice synthétique de difficulté par secteur statistique et répartition de la population totale/soumise à un air de moins bonne qualité à Ottignies-Louvain-la-Neuve selon le niveau de difficulté financière

Capacité de gestion

Tous les leviers d'actions de la commune en ce qui concerne le développement d'une mobilité bas carbone et la réduction des consommations de chauffage résidentiel sont largement développés dans les objectifs et les **plans d'actions d'atténuation**. Il ne s'agit pas ici de s'y substituer, mais d'y ajouter le point de vue de la pollution atmosphérique.

Conclusion

Les réductions d'émissions de gaz à effet de serre visées pour les secteurs transport et chauffage résidentiel dans les plans d'atténuation seront également très positives sur la qualité de l'air. Cela souligne donc l'importance de **prioriser ces secteurs dans les plans d'atténuation**.



9. Economie

Introduction

Contrairement à ce que le schéma classique des trois piliers du développement durable a pu laisser penser et à l'importance que nous accordons à l'économie, celle-ci n'est pas un pilier séparé et indépendant du social et de l'environnement. Au contraire, l'économie est une partie des activités d'une société qui s'intègre elle-même dans un environnement.



Celle-ci est donc totalement dépendante de l'état de l'environnement et de notre société. Croire que l'économie peut continuer à croître en dehors des limites planétaires, autrement dit sans considération du caractère limité des ressources que la planète peut nous offrir et sans considération de sa capacité/son besoin de régénération, n'est aujourd'hui plus réaliste. L'espoir dans la « croissance verte » sur base d'un découplage entre croissance économique et consommation d'énergie (et donc, actuellement, émissions de gaz à effet de serre) n'a malheureusement jamais pu être observé dans la réalité. Ce principe même de « ressources illimitées » qui a fondé les bases de notre économie actuelle est donc à la base des diverses crises actuelles (dérèglement climatique, déclin de la biodiversité, pollutions) et atteint ses limites. On rejoint ici la notion d'anthropocène (époque géologique où l'humain impacte significativement le système terre) et d'entrée dans une période « VICA » : un environnement où les paramètres sont **Volatils, Incertains, Complexes et Ambigus**. Autrement dit, les bouleversements majeurs créés par les impacts de nos activités vont en retour mettre à mal les rouages de notre économie et amplifier ses dysfonctionnements.

Nous avons exposé au fil des chapitres précédents comment chaque aléa ou secteur pouvait être considéré sous l'angle de la sensibilité économique. Nous prenons ici une perspective plus large en termes de résilience économique territoriale.

Exposition

Les consommations d'énergie que nous avons évoquées dans le Chapitre 7 sont celles effectuées à l'intérieur des limites du territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve.

La consommation de biens et services sur le territoire implique toutefois de nombreuses consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre qui se produisent en-dehors du territoire, notamment dans les processus de fabrication ou de traitement des biens. C'est ce qu'on appelle les **émissions indirectes** ou aussi « scope 3 ». Il est difficile de les calculer et plus difficile également d'agir sur leur réduction que pour les émissions directes. C'est pourquoi elles sont souvent absentes des inventaires d'émissions des territoires.

Ces émissions représentent toutefois une part très importante, récemment estimées à 70% des émissions de la consommation des ménages belges.¹³⁶ Nous avons vu que l'énergie consommée sur le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve était déjà largement importée (près de 90%), à cela s'ajoute toute cette énergie consommée en-dehors du territoire. Or **les consommations d'énergie vont drastiquement diminuer dans les années à venir**. Que ce soit **de manière volontaire** pour suivre les engagements en matière d'atténuation du changement climatique, **ou subie** en raison de l'épuisement des ressources pétrolières, de conflits géopolitiques, de trop grands dégâts causés par les aléas climatiques impactant les flux d'approvisionnement, voire de combinaisons de ces différents facteurs. Cette

¹³⁶ Zsuzsa Lévy et al. 2019 « the association between the carbon footprint and the socio-economic characteristics of Belgian households ». https://medialibrary.uantwerpen.be/oldcontent/container2601/files/CSBWP2020/CSBWP2020_05.pdf



réduction drastique d'énergie va donc s'accompagner d'une **réduction importante des biens et services et une réorganisation des échanges au sein de notre économie territoriale.**

La grande proportion d'émissions en-dehors du territoire reflète également la dépendance de notre économie territoriale aux importations venant du reste du monde. Outre les soucis de disponibilité de l'énergie à l'avenir, **cette dépendance augmente également les risques de crise locale en cas de rupture dans les flux d'échanges mondiaux**, qui peuvent également survenir à la suite d'événements climatiques extrêmes dans d'autres régions du monde. Cela concerne bien entendu des produits alimentaires suite à diverses sécheresses dans le monde, mais également d'autres biens manufacturés à l'échelle mondiale, comme les disques durs en 2011 suite aux inondations en Thaïlande, ou plus récemment, divers produits chimiques, smartphone, masques médicaux suite aux tempêtes de neige au Texas en 2021.

Sensibilité

On parle donc ici de possibles carences pour certains biens et services dans notre économie, d'autant plus marquées que ces biens et services nécessitent beaucoup d'énergie dans leur production, traitement ou transport. Il est donc impossible de chiffrer **économiquement** l'impact puisque notre référentiel (notre économie aujourd'hui) est précisément l'objet des impacts. Il s'agit donc de prendre un autre référentiel, celui des besoins vitaux. C'est ce que nous avons tenté dans certains chapitres précédents en évoquant des aspects de résilience tels que l'autonomie alimentaire, énergétique et en eau du territoire.

D'un point de vue **social**, dans son étude sur les liens entre les émissions de gaz à effet de serre et les caractéristiques socio-économiques des ménages, le centre de politique sociale de l'Université d'Anvers¹³⁶ a montré que **les émissions liées à la consommation des ménages à hauts revenus émettent 4 fois plus de gaz à effet de serre que la consommation des ménages à bas revenu**. Toutefois, les émissions par € dépensé sont plus élevées pour les ménages à bas revenu car une proportion beaucoup plus importante de leurs dépenses est liée au logement et à la consommation alimentaire¹³⁷ qui sont deux secteurs fort émetteurs de gaz à effet de serre. Des secteurs plus émetteurs sont liés à des consommations d'énergie plus importantes qui impliquent un plus grand choc face à la descente énergétique à venir. **Cela souligne une triple injustice profonde : la part de la population contribuant le moins à la problématique de l'épuisement des ressources énergétiques et du changement climatique sera également celle qui sera la plus touchée et qui a le moins de moyens pour faire face aux impacts.** Ceci est malheureusement vrai à l'échelle de la Belgique tout comme à l'échelle planétaire.¹³⁸ Nous pouvons supposer que c'est également le cas pour Ottignies-Louvain-la-Neuve même si les données manquent à ce niveau de détail.

Un autre aspect social est l'impact que le dérèglement climatique (tant les actions en matière d'atténuation que les actions d'adaptation et les dommages subis) va avoir sur l'emploi. Nous n'avons pas pu obtenir de données détaillées au niveau local, mais plusieurs études mentionnent **l'augmentation significative des emplois en agriculture, foresterie, production d'énergies renouvelables, mobilité décarbonée et à l'inverse une contraction importante des emplois dans les secteurs des industries aéronautique, automobile, raffineries et constructions neuves.**¹³⁹ et ¹⁴⁰ Sur cet aspect, le Rapport au

¹³⁷ Selon le site français <https://www.inegalites.fr/Les-depenses-des-menages-selon-les-revenus> : les ménages plus précaires dépensent en moyenne 17,5% de leurs revenus pour l'alimentation et 24% pour le logement. Pour les ménages les plus riches l'alimentation représente 13% de leurs revenus et le logement 11%.

¹³⁸ Jouzel, J. et Michelot, A. « La justice climatique : enjeux et perspectives pour la France ». <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/164000685.pdf>

¹³⁹ Commission Nationale Climat 2020 « evaluation of socio-economic impact of climate change in belgium ». https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf

¹⁴⁰ Shift Project, Rapport de synthèse : vers un plan de transformation de l'économie française en faveur du climat et de la résilience. <https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2020/10/201016-Rapport-de-Synthese-Vision-globale1-PTF.pdf>



parlement européen sur les femmes et le dérèglement climatique¹⁴¹ souligne que les métiers « d’avenir » cités ci-dessus sont déjà massivement occupés par des hommes et qu’il est donc vital pour des questions de justice mais également d’efficacité¹⁴² de prendre en compte les femmes dans la transition requise en matière d’emploi. De nouveau, les données à l’échelle d’Ottignies-Louvain-la-Neuve en termes d’emploi ne sont pas suffisamment robustes que pour analyser plus en détail l’impact.

Capacité de gestion

La présence d’une grande Université sur le territoire d’Ottignies-Louvain-la-Neuve offre l’opportunité d’envisager un partenariat afin de mettre en œuvre les actions d’atténuation et d’adaptation en cohérence avec une requalification des compétences, de l’innovation et un accompagnement en matière de transition d’emploi de la population du territoire. Par exemple, les écoles d’ingénieurs polytechniciens de Nantes et Grenoble ont récemment développé une option « low-tech » avec un fort accent de recherche-action ancré dans le territoire local.

En termes de sensibilité des biens et services face à la réduction des consommations à l’échelle mondiale, tout ce qui pourra être mis en œuvre en amont en matière de **sobriété** sera crucial. Des concepts comme la **relocalisation** des chaînes de valeur et la **circULARITÉ** de l’économie pourront également contribuer à limiter les impacts sur les consommations de biens et services qui ne peuvent être évités.

Conclusion

Outre les impacts économiques abordés pour chaque aléa/secteur, l’économie locale elle-même subira des impacts majeurs liés à la crise climatique. Il s’agit de s’y préparer en réduisant notre consommation et en la relocalisant ainsi qu’en accompagnant les transitions nécessaires en matière d’emploi et de formation. Cette approche est à considérer comme une priorité transversale pour la bonne mise en œuvre et l’amplification des effets des autres mesures d’adaptation.

¹⁴¹ Kiil-Nielsen (2011/2197(INI)) « Rapport sur les femmes et le dérèglement climatique » https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-7-2012-0049_FR.html

¹⁴² EIGE 2012. Bilan sur l’égalité des genres et le dérèglement climatique dans l’UE https://eige.europa.eu/sites/default/files/documents/Gender%20Equality%20and%20Climate%20Change%20-%20Main%20Findings_FR.PDF

10. Autres vulnérabilités

Nous abordons brièvement ici les autres vulnérabilités liées au changement climatique qui n'ont pas été explorées en détail parce qu'elles étaient jugées a priori non significatives pour le territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve ou dont l'exploration détaillée n'a pas permis de caractériser la vulnérabilité sur la commune.

Maladies à vecteurs

Certaines maladies sont transmises à l'homme par des vecteurs (par exemple les insectes). Le dérèglement climatique peut alors induire un déplacement de l'aire de répartition de ce vecteur et devenir ainsi un risque pour la population d'Ottignies-Louvain-la-Neuve.

A l'heure actuelle il existe déjà un **risque de transmission de la maladie de Lyme par les tiques présentes à Ottignies-Louvain-la-Neuve**. A l'avenir, la hausse des températures devrait augmenter la présence des tiques et donc les risques de contracter la maladie de Lyme.

Les **moustiques de type Aedes** : *Aedes albopictus* (plus connu sous le nom de moustique tigre) et de *Aedes japonicus* ont de très forte probabilité de s'implanter dans le futur à Ottignies-Louvain-la-Neuve, favorisés par les hauses de température. Ils sont **vecteurs de la dengue, du Zika, de la fièvre jaune et du chikungunya**. Les incertitudes sont toutefois très fortes car l'installation durable de ces maladies nécessiterait à la fois l'installation des populations de vecteur, mais également un taux de population infectée conséquent.



Figure 41. Risque potentiel de transmission du Chikungunya aujourd'hui et à la fin du siècle selon le scénario RCP 6¹⁴³.
Le risque est évalué selon le nombre de mois possible de transmission du virus sur l'année gris=0, rouge foncé = >5.

Ces dernières années ont vu augmenter aussi le nombre de zoonoses, il s'agit de maladies initialement impactantes pour des animaux mais qui sont transmises à l'homme. Celles-ci ne sont pas nécessairement transmises par des vecteurs et l'impact du changement climatique est donc moindre. Toutefois un récent rapport du Fonds mondial pour la nature (WWF)¹⁴⁴ souligne l'effet de la destruction des espaces naturels et notamment des forêts sur ce risque sanitaire. La réduction des espaces naturels réduit la capacité des écosystèmes à réguler ces zoonoses et augmente les interactions et risques de transmission à l'homme ou aux espèces animales domestiquées. Nos systèmes d'élevage intensifs, homogènes et centralisés deviennent alors un terreau fertile à une transmission rapide de la maladie et l'augmentation du risque de transmission à l'homme.¹⁴⁵ Or nous l'avons vu au Chapitre 6, le dérèglement climatique renforce la perte de biodiversité.

Mouvements de terre et effondrement de terrains

Les conditions climatiques peuvent avoir un impact sur les sols amenant à des catastrophes de type glissement de terrain, mouvements de masse ou effondrements qui ont bien sûr des conséquences très graves sur les infrastructures, y compris en surface (bâtiments, routes). Un premier facteur de risque à

¹⁴³ Fischer et al. 2013 : les effets du changement climatique sur la transmission du Chikungunya en Europe. doi:10.1186/1476-072X-12-51

¹⁴⁴ WWF 2020 « Ecosystems destruction and the rise of pandemics – protect human health by preserving biodiversity ». <https://wwf.be/sites/default/files/articles/files/IMAGES-2/BLOG/COVID-19/WWF-Italy-full-report-EN.pdf>

¹⁴⁵ Wallace, R. 2016 « Big Farms make Big Flu : Dispatches on infectious disease, agribusiness, and the nature of Science ».

ce sujet est la présence de certaines argiles qui gonflent sous l'effet de fortes pluies et se rétractent en cas de sécheresse. Celles-ci ne sont toutefois pas présentes à Ottignies-Louvain-la-Neuve.

Tempêtes

Selon le SPF Environnement¹⁴⁶, les analyses menées en Belgique depuis 1940 ne montrent pas de tendance à l'augmentation des risques de tempête. Quant aux projections, les dynamiques des vents étant trop complexes à modéliser à si long terme, il n'y a aucune donnée disponible sur l'augmentation du risque.

Feux de forêts et de broussailles

Les feux de forêt ont régulièrement fait l'actualité mondiale ces dernières années. En France, des études montrent que les zones à risque actuellement limitées à la zone méditerranéenne pourraient s'étendre à plus de la moitié des forêts françaises d'ici 2060.¹⁴⁷ En Belgique, il existe déjà des départs de feux lors des périodes de canicule-sécheresse et ce risque augmentera donc selon les projections climatiques. **Cela concerne toutefois plus les forêts de résineux¹⁴⁸, proportionnellement moins présentes à Ottignies-Louvain-la-Neuve.** Après les incendies qui ont détruit 1399 hectares dans les Fagnes wallonnes en 2011, un plan d'action a été élaboré. La province du Brabant wallon n'est pas considérée dans les plus à risque. Ce plan d'action a également mené à la mise en place d'une formation pour les pompiers wallons à la gestion de feux de forêts.



Figure 42. Risques de feux de forêt en Europe dans des scénarios à +2°C et +4°C¹⁴⁹.

Migrations

Vu les impacts beaucoup plus marqués encore du changement climatique dans les pays du Sud, mais aussi la hausse du niveau des mers en Europe, les migrations vont augmenter drastiquement. Estimées à 200 millions de migrants à l'horizon 2050¹⁵⁰, soit 6 fois plus qu'en 2019¹⁵¹. Aucune donnée n'a toutefois pu être trouvée pour chiffrer cela à une échelle aussi locale.

¹⁴⁶ <https://climat.be/changements-climatiques/changements-observees/tempetes>

¹⁴⁷ Vogel, JP. « Rapport d'information au Sénat fait au nom de la commission des finances sur la lutte contre les feux de forêts ». <http://www.senat.fr/rap/r18-739/r18-7391.pdf>

¹⁴⁸ Hugues Claessens Gembloux Agro-biotech, Le Soir, 19/01/2020.

¹⁴⁹ Le Soir du 19/01/2020. <https://plus.lesoir.be/273984/article/2020-01-19/le-rechauffement-accroît-les-risques-d-incendies-aussi-en-europe>

¹⁵⁰ MYERS N., 2005, Environmental refugees: An emergent security issue.

¹⁵¹ <https://climat.be/changements-climatiques/consequences/migrations-climatiques>

Conclusion



Le dérèglement climatique à Ottignies-Louvain-la-Neuve est déjà en cours et les perturbations futures, principalement en termes de hausse de température et de variabilité de la pluviométrie, auront des impacts majoritairement négatifs sur de nombreux secteurs.

Impact socio-économique

Les différentes vulnérabilités explorées (inondations, îlots de chaleur, ressource eau, érosion, coulées de boues, agriculture, biodiversité, énergie, qualité de l'air et économie) ont montré une sensibilité économique relativement importante du territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve. L'ensemble des coûts annuels envisagés représente un montant (~30 millions d'euros/an) qui s'approche des dépenses annuelles de la commune d'Ottignies-Louvain-la-Neuve (~50 millions d'euros). L'évaluation économique des coûts liés au changement climatique est un exercice délicat à plusieurs titres :

- Tout d'abord en raison des incertitudes à chaque étape préalable à la quantification d'un aléa : émissions futures, variabilité des paramètres climatiques à l'échelle mondiale, interactions et variabilité à l'échelle locale ;
- Pour chaque secteur, certains impacts seront traductibles en termes monétaires (parfois de manière éthiquement discutable comme pour le prix d'une vie humaine), mais d'autre pas, qui pourraient dès lors être oubliés si on ne se focalise que sur l'évaluation économique ;
- L'évaluation pour chaque secteur est basée sur une revue de diverses études spécifiques ayant adopté des méthodes différentes. Il en résulte des montants qui ne devraient pas être comparés ni additionnés les uns aux autres ;
- Ces méthodes d'évaluation se basent toutes sur un scénario dit « à économie constante ». Cela signifie qu'on répond à la question suivante : « quelles seraient les conséquences du changement climatique attendu pour 2050 s'il se produisait aujourd'hui sans que les acteurs économiques ne s'y adaptent ? ». Cette approche permet d'isoler l'impact du changement climatique de celui d'autres évolutions et de ne pas ajouter des incertitudes macro-économiques aux incertitudes relatives aux aspects climatiques. Cela implique de travailler avec des prix fixes. De ce fait, les coûts risquent d'être sous-estimés ou surestimés. Par ailleurs, cela peut donner un poids disproportionné à un secteur au regard des adaptations nécessaires.

Outre les impacts économiques importants, l'analyse montre des disparités sociales en termes de sensibilité, mais également d'exposition (îlot de chaleur). Ceci appelle à un devoir de justice climatique et un besoin d'intégrer les besoins spécifiques de ces populations dans les mesures d'adaptation.

Le résumé de ces impacts socio-économiques est présenté à la *Figure 43*. Rappelons encore l'importance de ne pas s'y limiter et d'éviter autant que possible les additions et comparaisons de coûts.

Une dimension du « coût » de l'inaction qui n'a pas pu être explorée par thématique réside dans les aspects de gouvernance. Au milieu du 19^{ème} siècle, on découvrait le potentiel des énergies fossiles, il s'agissait alors de choisir ou non la rapide mais brève grandeur.¹⁵² Dans les années 1970, on découvre l'inadéquation entre les modèles économiques et les ressources planétaires limitées, c'est l'opportunité d'infléchir le cours des choses en modifiant la compréhension des mécanismes.¹⁵³ Début des années 2000, il est encore possible d'envisager d'influencer les comportements en utilisant les mécanismes du marché via, par exemple, l'instauration d'une taxe carbone. Aujourd'hui, face aux échecs de ces tentatives pour orienter nos sociétés vers une sobriété bas carbone et appréhendant de mieux en mieux l'urgence de la situation, il est probable que seules des mesures contraignantes fortes puissent réduire les chocs à venir. En cas d'inaction, comment se restreindront encore les choix de gouvernance ? Une étude australienne récente craint la généralisation des conflits en cas de « scénario du pire ».¹⁵⁴

¹⁵² Jevons 1865 « la question charbonnière ».

¹⁵³ Meadows 1972 « The limits to growth »

¹⁵⁴ National Centre for Climate Restoration 2019 "Existential climate-related security risk : a scenario approach". https://docs.wixstatic.com/ugd/148cb0_90dc2a2637f348edae45943a88da04d4.pdf



| Vulnérabilité | Coûts (M€/an) | Méthode et limites des coûts estimés | Sensibilité sociale |
|--------------------------|---------------|--|---|
| Inondations | 0,08 | Basé sur les dégâts aux infrastructures et rapporté à l'année selon une probabilité d'occurrence. Cela ne reflète pas le caractère très soudain des dégâts de grande ampleur. | |
| Ilots de chaleur urbains | 29,3 | Basé pour une grande part sur le PIB selon une perte de productivité. A cause du principe d'estimation « à économie constante », cela ne prend pas en compte les très probables adaptations des modes de travail. Une autre part est basée sur des pertes en vies humaines estimées sur base des coûts assurantiels qui ne prennent pas en compte les autres dimensions du deuil. | Populations précarisées plus touchées en raison de leur situation géographique. |
| Ressource Eau | 5 | Basé sur un scénario possible de pénurie, mais non quantifié d'un point de vue probabilité. | Populations précarisées plus touchées en raison d'une hausse probable du prix de l'eau. |
| Coulées de boues | 0,04 | Basé sur les coûts actuels dans une commune voisine. Ne reflète pas la dimension micro-locale des impacts de coulées de boues, ni l'impact des projections climatiques. | |
| Agriculture | 0,54 | Basé sur les comptes agricoles. Englobe de nombreuses incertitudes, notamment sur les prix du marché mondial. | Populations précarisées plus touchées. D'une part les agriculteurs déjà en difficultés et d'autre part les ménages à bas-revenu en raison d'une hausse probable du prix des aliments. |
| Biodiversité | 0,4 | Basé sur des estimations pour une série de services écosystémiques elles-mêmes basées sur diverses méthodes de calcul. Ne prend pas en compte la dimension éthique. | |
| Energie | -0,17 | Basé sur une estimation de la demande et des pertes de rendement de la production. Grandes incertitudes sur l'évolution des consommations et du mix énergétique. | Populations précarisées plus touchées en raison d'une hausse probable du prix de l'énergie et d'un manque de moyens d'investissement dans les équipements de la transition énergétique. |
| Qualité de l'air | | | |
| Economie | | | Injustice sociale face aux populations précarisées qui contribuent proportionnellement moins au changement climatique mais en subissent plus les effets négatifs. Déséquilibre de genre dans les métiers d'avenir liés à la transition climatique. |

Figure 43. Tableau récapitulatif des sensibilités socio-économiques d'Ottignies-Louvain-la-Neuve pour chaque vulnérabilité¹⁵⁵

¹⁵⁵ Les évaluations économiques viennent principalement de « Evaluation of socio-economic impact of climate change in Belgium » (https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf) tandis que les évaluations de la sensibilité sociale viennent principalement de traitement des données de l'Atlas des 12 villes FEDER. (https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/atlas_des_villes_feder.pdf). Pour l'ensemble de références, voir chapitres correspondants.



Priorisation

Si tous les secteurs impactés méritent de faire l’objet d’une stratégie et de mesures d’adaptation, les ressources limitées de la commune nécessiteront forcément de prioriser, étaler dans le temps et poser des choix en termes d’ambition.

Malgré tous les éléments de contextualisation et de quantification fournis, ces choix et priorités seront forcément subjectifs. Il n’existe pas d’unité de mesure objective standard à tous les risques. Nous proposons donc une approche de l’évaluation et la priorisation des vulnérabilités basée sur la méthode ImpactClimat de l’ADEME.¹⁵⁶ Celle-ci propose d’évaluer chaque vulnérabilité selon son degré d’exposition et sa sensibilité. Une note de 1 à 4 est donnée pour l’exposition et pour la sensibilité. La multiplication de la note d’exposition par la note de sensibilité donne une évaluation globale de la vulnérabilité sur une échelle de 1 à 16. L’exercice est réalisé pour la vulnérabilité actuelle, puis pour la vulnérabilité future. Il ne s’agit pas ici d’une notation scientifique précise. Il n’est donc pas nécessaire de posséder une expertise climatique spécifique, mais il est préférable de bien connaître le territoire concerné. En effet, le résultat ne servira pas à comparer des territoires entre eux, le référentiel de jugement étant spécifique à chaque collectivité. Il ne faut donc pas s’arrêter au manque de précision de données, mais chercher à identifier les événements climatiques qui ont le plus d’impacts sur le territoire en les priorisant entre eux. Afin d’aider à l’évaluation voici des suggestions d’échelles de valeur :

| Valeur | Exposition | Sensibilité |
|-----------------------|---|--|
| 1 – Faible | L’aléa existe mais concerne très peu mon territoire (très peu fréquent ou très localisé). C’est pratiquement un « non-sujet » pour les acteurs du territoire. | Quand l’aléa survient il ne cause pas de problème ou qui s’estompe de lui-même rapidement. |
| 2 – Moyenne | L’aléa concerne mon territoire et est un sujet de débat. Il est toutefois soit peu étendu, soit peu fréquent. | Lorsque l’aléa survient cela nécessite une gestion mais qui n’a pas de conséquence à long terme. |
| 3 – Forte | L’aléa concerne fortement mon territoire et est source d’inquiétude. | L’aléa entraîne des impacts importants en termes économiques, sanitaires et/ou sur les ressources |
| 4 – Très forte | Il s’agit d’un aléa très récurrent qui touche tout le territoire. Il prend une place majeure en matière de gestion. | Dès que l’aléa survient l’impact économique, sanitaire ou sur les ressources est immédiat et très conséquent |

Figure 44. Tableau de suggestion d’échelle de valeur pour l’évaluation des vulnérabilités

¹⁵⁶ ADEME 2019 « Diagnostiquer l’impact du changement climatique sur un territoire ».



Au terme de cette étude, nous proposons notre propre évaluation des neuf vulnérabilités explorées en détail (voir Figure 45 et Figure 46). Rappelons qu'il réside une part de subjectivité dans cette évaluation malgré notre bonne appropriation des données récoltées sur la vulnérabilité. Il serait intéressant de disposer du même type d'évaluation par :

- Les services techniques de la Ville
- Les citoyens d'Ottignies-Louvain-La-Neuve
- Les élus

| Valeur | Vulnérabilité actuelle (2020) | | | Vulnérabilité future (2050) | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | Exposition | Sensibilité | Score (E*S) | Exposition | Sensibilité | Score (E*S) |
| Inondations | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 9 |
| Ilots de chaleur urbains | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 9 |
| Ressource eau | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 6 |
| Erosion et coulées de boues | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Agriculture | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 6 |
| Biodiversité | 3 | 3 | 9 | 3 | 4 | 12 |
| Energie | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Qualité de l'air | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Economie | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 |

Figure 45. Evaluation par les auteurs de l'étude des vulnérabilités d'Ottignies-Louvain-La-Neuve aujourd'hui et à l'horizon 2050 - tableau

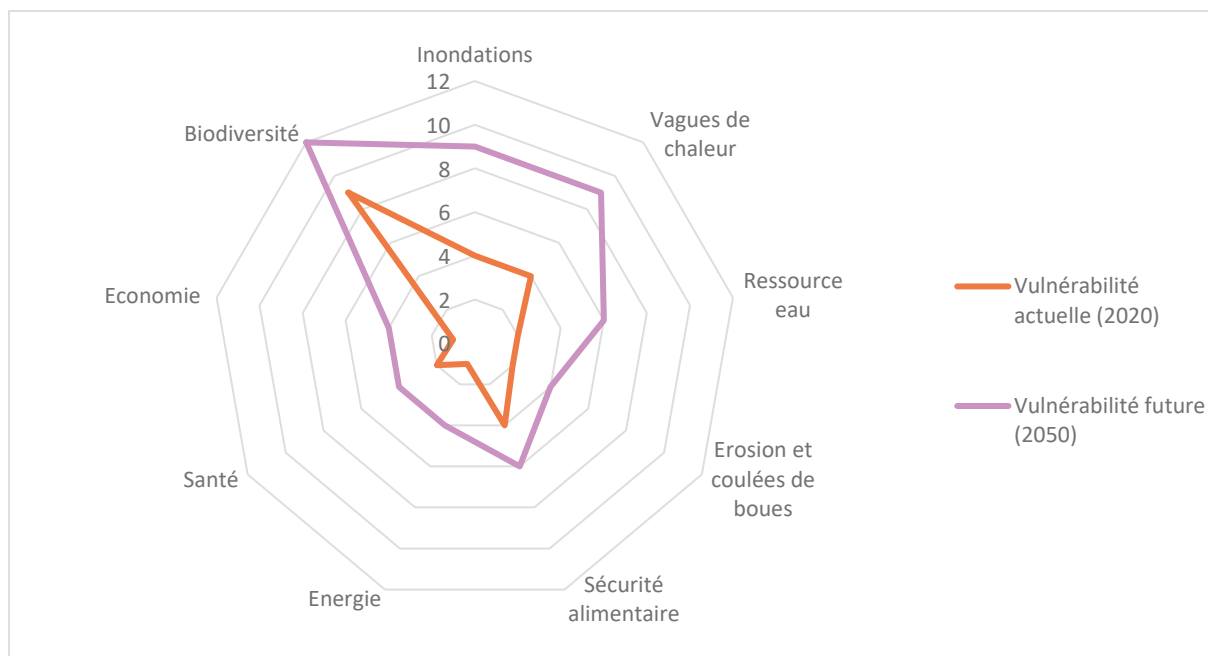


Figure 46. Evaluation par les auteurs de l'étude des vulnérabilités d'Ottignies-Louvain-La-Neuve aujourd'hui et à l'horizon 2050 - graphique

Selon notre perception il y a en effet un impact important du changement climatique et une urbanisation croissante du territoire d'Ottignies-Louvain-la-Neuve qui font que les inondations et les



vagues de chaleur vont s'aggraver substantiellement et doivent être pris en considération fortement dans les perspectives de développement territoriales. Ceci semble toutefois déjà bien intégré dans les ressources et l'attention allouées par l'administration communale au travers des bureaux d'études de la ville. L'enjeu sera donc principalement l'arbitrage politique entre la limitation de ces risques et l'accroissement de la population de la commune.

La biodiversité par contre est un secteur qui pâti également fortement de l'urbanisation croissante du territoire. Pour celle-ci, les ressources allouées par la ville sont beaucoup moins importantes et sans doute insuffisantes pour inverser la tendance actuelle et assurer la préservation de la biodiversité du territoire communal. Pour des raisons éthiques et pour l'importance que jouent les services écosystémiques dans l'adaptation et l'atténuation des différents risques, il nous paraît crucial de mettre la première priorité et l'allocation de ressources suffisantes sur cette thématique.

Les autres secteurs (économie, énergie, santé, sols, alimentation et ressource eau) ne sont pas à négliger. Les risques qui pèsent sur eux sont toutefois plus diffus car, dans notre société actuelle, ils opèrent à une échelle plus large que le territoire communal. Nous recommandons dès lors plutôt de les adresser au travers des actions pour régénérer la biodiversité de la commune, ainsi qu'au travers des actions d'atténuation (sobriété, réduction des émissions de gaz à effet de serre, ...).



Annexe 1 – Projections

Table 1

Projected changes for precipitation and temperature based on different climate (low, mean and high) and emission/concentration (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 and RCP8.5) scenarios for Belgium over 100 years (numbers in parenthesis show changes for hourly extreme precipitation and temperature derived from Belgian LAMs under RCP8.5).

| Variable | Season | Index name | Description | Climate change signal ^a | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------|---|--|------------------------------------|---------|---------|---------|----------------------------------|---------|----------------------------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------|---------|---------|-------------------|-------------------|---|
| | | | | CMIP5 | | | | EURO-CORDEX (0.44 ^b) | | EURO-CORDEX (0.11 ^b) | | MAR | ALARO | | | CClM | | | | |
| | | | | Low | Mean | High | RCP2.6 | RCP4.5 | RCP6.0 | RCP8.5 | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP8.5 | RCP2.6 | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP8.5 | |
| Temperature | Winter ¹ | T _m | Mean monthly temperature | +1 °C | +2.6 °C | +5.2 °C | +1.7 °C | +2.4 °C | +2.4 °C | +3.8 °C | - | - | - | - | +2.7 °C | +0.7 °C | +2 °C | +3.6 °C | +2.7 °C | |
| | | T15 | Daily temperature extremes with T = 15 y | +0.4 °C | +2.2 °C | +5.8 °C | +1.4 °C | +1.7 °C | +2.1 °C | +3.2 °C | - | - | - | - | +0.9 °C (+1.8 °C) | +1.5 °C | +1.6 °C | +2.7 °C | +2.4 °C (+2.1 °C) | |
| | | T10 | Daily temperature extremes with T = 10 y | +0.4 °C | +2.1 °C | +5.5 °C | +1.4 °C | +1.7 °C | +1.9 °C | +3.2 °C | - | - | - | - | +1.9 °C (+1.4 °C) | +0.8 °C | +1.6 °C | +2 °C | +2.6 °C (+2.1 °C) | |
| | | T5 | Daily temperature extremes with T = 5 y | +0.4 °C | +1.9 °C | +5.4 °C | +1.3 °C | +1.6 °C | +1.8 °C | +3 °C | - | - | - | - | +2.6 °C (+1.4 °C) | +0.5 °C | +1.1 °C | +2 °C | +2.7 °C (+2 °C) | |
| | | T1 | Daily temperature extremes with T = 1 y | +0.4 °C | +1.9 °C | +4.2 °C | +1.3 °C | +1.6 °C | +1.8 °C | +2.8 °C | - | - | - | - | +2.8 °C (+1.7 °C) | +1.1 °C | +1.9 °C | +3.2 °C | +2.5 °C (+2.1 °C) | |
| | | T _{FD} | Number of frost days ³ per year | -3 | -12 | -36 | -12 | -12 | -13 | -16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | T _m | Mean monthly temperature | +1 °C | +3.7 °C | +7.9 °C | +2.6 °C | +3.3 °C | +3.4 °C | +5.6 °C | - | - | - | - | +4.4 °C | +0.6 °C | +1.6 °C | +2.7 °C | +3.6 °C | |
| Summer ² | T15 | Daily temperature extremes with T = 15 y | +1.2 °C | +4.4 °C | +9.1 °C | +3.2 °C | +3.6 °C | +3.8 °C | +6.4 °C | - | - | - | - | +5.5 °C (+5.5 °C) | +0.4 °C | +3.1 °C | +4.6 °C | +6.3 °C (+7.3 °C) | | |
| | T10 | Daily temperature extremes with T = 10 y | +1 °C | +4.4 °C | +9.1 °C | +3.1 °C | +3.5 °C | +3.8 °C | +6.3 °C | - | - | - | - | +5.3 °C (+5.5 °C) | +0.8 °C | +3.3 °C | +4.1 °C | +4.6 °C (+7.3 °C) | | |
| | T5 | Daily temperature extremes with T = 5 y | +0.9 °C | +4.3 °C | +9 °C | +2.7 °C | +3.5 °C | +3.7 °C | +6.3 °C | - | - | - | - | +5.8 °C (+5.4 °C) | +0.6 °C | +3.4 °C | +3.4 °C | +4.5 °C (+6.9 °C) | | |
| | T1 | Daily temperature extremes with T = 1 y | +0.8 °C | +3.9 °C | +8.2 °C | +2.6 °C | +3.2 °C | +3.7 °C | +6 °C | - | - | - | - | +5.3 °C (+5.7 °C) | +0.8 °C | +3.2 °C | +2.7 °C | +4.2 °C (+6.3 °C) | | |
| | T _{HW} | Total number of heat waves ⁴ | 0 | +42 | +74 | +28 | +33 | +48 | +51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | T _{SD} | Number of summer days ⁵ per year | +2 | +33 | +77 | +22 | +24 | +45 | +58 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | T _{TD} | Number of tropical days ⁶ per year | 0 | +14 | +39 | +7 | +12 | +19 | +34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |

(continued on next page)



Table 1 (continued)

| Variable | Season | Index name | Description | Climate change signal ⁸ | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|---|--|------------------------------------|------|------|--------|--------|--------|---------------------|--------|---------------------|--------|---------------|----------------|--------|--------------|----------------|----------------|
| | | | | CMIP5 | | | | | | EURO-CORDEX (0.44°) | | EURO-CORDEX (0.11°) | | MAR | ALARO | | | CCLM | |
| | | | | Low | Mean | High | RCP2.6 | RCP4.5 | RCP6.0 | RCP8.5 | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP8.5 | RCP2.6 | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP8.5 |
| Precipitation | Winter | P _{mi} | Mean monthly precipitation | -1% | +12% | +41% | +9% | +11% | +13% | +22% | +11% | +22% | +12% | +25% | +14% | +2% | +13% | +20% | +22% |
| | | R15 | Daily precipitation extremes with T = 15 y | -18% | +11% | +52% | +6% | +10% | +12% | +19% | +8% | +20% | +25% | +49% | -26% (+19%) | +29% | +39% | +74% (+79%) | -5% (+14%) |
| | | R10 | Daily precipitation extremes with T = 10 y | -13% | +10% | +48% | +6% | +10% | +11% | +19% | +8% | +19% | +20% | +45% | +22% (+23%) | +30% | +31% | +66% (+70%) | -5% (+27%) |
| | | R5 | Daily precipitation extremes with T = 5 y | -11% | +10% | +40% | +5% | +9% | +10% | +18% | +8% | +19% | +18% | +43% | +42% (+30%) | +1% | +28% | +62% (+69%) | -3% (+38%) |
| | | R1 | Daily precipitation extremes with T = 1 y | -3% | +10% | +36% | +5% | +8% | +10% | +18% | +7% | +18% | +12% | +32% | +41% (+41%) | +10% | +19% | +24% (+24%) | +14% (+32%) |
| | | R _{WD} | Total number of wet days ⁷ | -5% | 3% | 14% | +3% | +3% | +4% | +4% | +1% | +3% | +2% | +1% | -0.1% | +0.4% | +6% | 0.03% | +5% |
| | Summer | P _{mi} | Mean monthly precipitation | -59% | -16% | +37% | -6% | -12% | -28% | -30% | -9% | -13% | -10% | -11% | -3% | +6% | +1% | +5% | -19% |
| | | R15 | Daily precipitation extremes with T = 15 y | -27% | +13% | +63% | +13% | +23% | +26% | +7% | +2% | +6% | +17% | +17% | +31% (-18%) | +37% | +32% | +47% (+49%) | +34% (+16%) |
| | | R10 | Daily precipitation extremes with T = 10 y | -27% | +11% | +57% | +11% | +14% | +22% | +6% | +2% | +5% | +11% | +14% | +41% (-15%) | +28% | +23% | +40% (+41%) | +33% (+23%) |
| | | R5 | Daily precipitation extremes with T = 5 y | -20% | +8% | +43% | +10% | +9% | +9% | +6% | +2% | +5% | +9% | +13% | +55% (-7%) | +22% | +14% | +31% (+32%) | +24% (+20%) |
| | R1 | Daily precipitation extremes with T = 1 y | -17% | +4% | +25% | +6% | +4% | +6% | +2% | +2% | +4% | +7% | +6% | +11% (+4%) | +1% | +9% | +3% (+8%) | +17% (+10%) | |
| | R _{WD} | Total number of wet days | -49% | -18% | 8% | -5% | -14% | -28% | -29% | -11% | -17% | -7% | -16% | -8% | -2% | -10% | -8% | -32% | |

¹ Winter: December-January-February.

² Summer: June-July-August.

³ Frost days are defined as days with minimum daily temperature lower than 0 °C.

⁴ Heat wave is defined as a period of minimum five consecutive days with a maximum temperature of at least 25°C, where the maximum temperature is greater than or equal to 30 °C for at least three days.

⁵ Summer days are defined as days on which the maximum temperature is 25 °C or more.

⁶ Tropical days are defined as days on which the maximum temperature is 30 °C or more.

⁷ Wet days are defined as days when the precipitation amount is > 0.1 mm.

⁸ Climate change signal for precipitation is defined as a ratio between the values for the scenario period over those for the control period. For temperature signals, the absolute difference is used.



Annexe 2 - Liste des bâtiments accueillant des personnes sensibles situés dans les zones à risque

Maisons de repos :

| Institution | Risque d'ICU | Risque d'inondation | Risque NO2 |
|---------------------|--------------|--------------------------|------------|
| Résidence du Moulin | +1°C | Aléa moyen (débordement) | Faible |
| Le Chenoy | +1°C | | Faible |

Hopitaux :

| Institution | Risque d'ICU | Risque d'inondation | Risque NO2 |
|----------------------------|--------------|---------------------|------------|
| Maison Médicale du Biereau | +2°C | | |
| Centre Médical Maya | +1°C | | |
| Clinique St Pierre | +1°C | | |

Crèches :

| Institution | Risque d'ICU | Risque d'inondation | Risque NO2 |
|--------------------|--------------|--------------------------------|------------|
| Crèche la pyramide | +1°C | Aléa très faible (débordement) | Faible |
| Fort Lapin | +1°C | | |

Ecoles :

| Institution | Risque d'ICU | Risque d'inondation | Risque NO2 |
|--|--------------|----------------------------|------------|
| Collège du Christ-Roi | | Aléa élevé (ruissellement) | |
| Ecole du centre | +1°C | | Moyen |
| Ecole Communale de Lauzelle | +2°C | | |
| Lycée Martin V | +2°C | | |
| Collège du Biereau | +2°C | | |
| Athénée Royale Paul Delvaux | +1°C | | Faible |
| Ecole communale de La Croix | +1°C | | Faible |
| Ecole communale de Mousty - Coquerées | +1°C | | Faible |
| Ecole communale de Jassans | | | Faible |
| Ecole Communale Fondamentale de Blocry | +1°C | | |
| Ecole Fondamentale Martin V | +1°C | | |
| Ecole des Bruyères | +1°C | | |
| Ecole Notre-Dame de Céroux-Mousty | +1°C | | |
| Ecole communale de Limauges | +1°C | | |

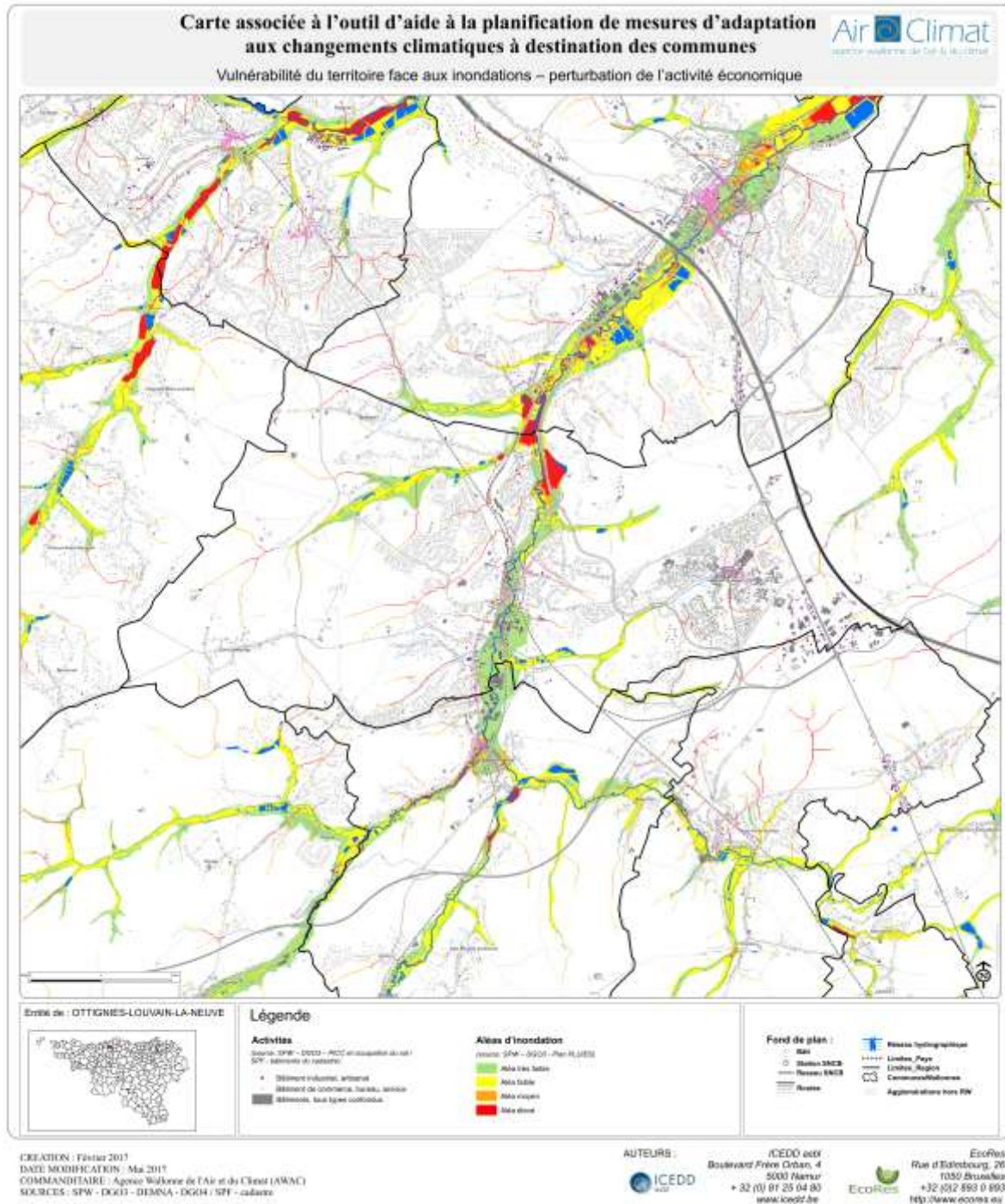


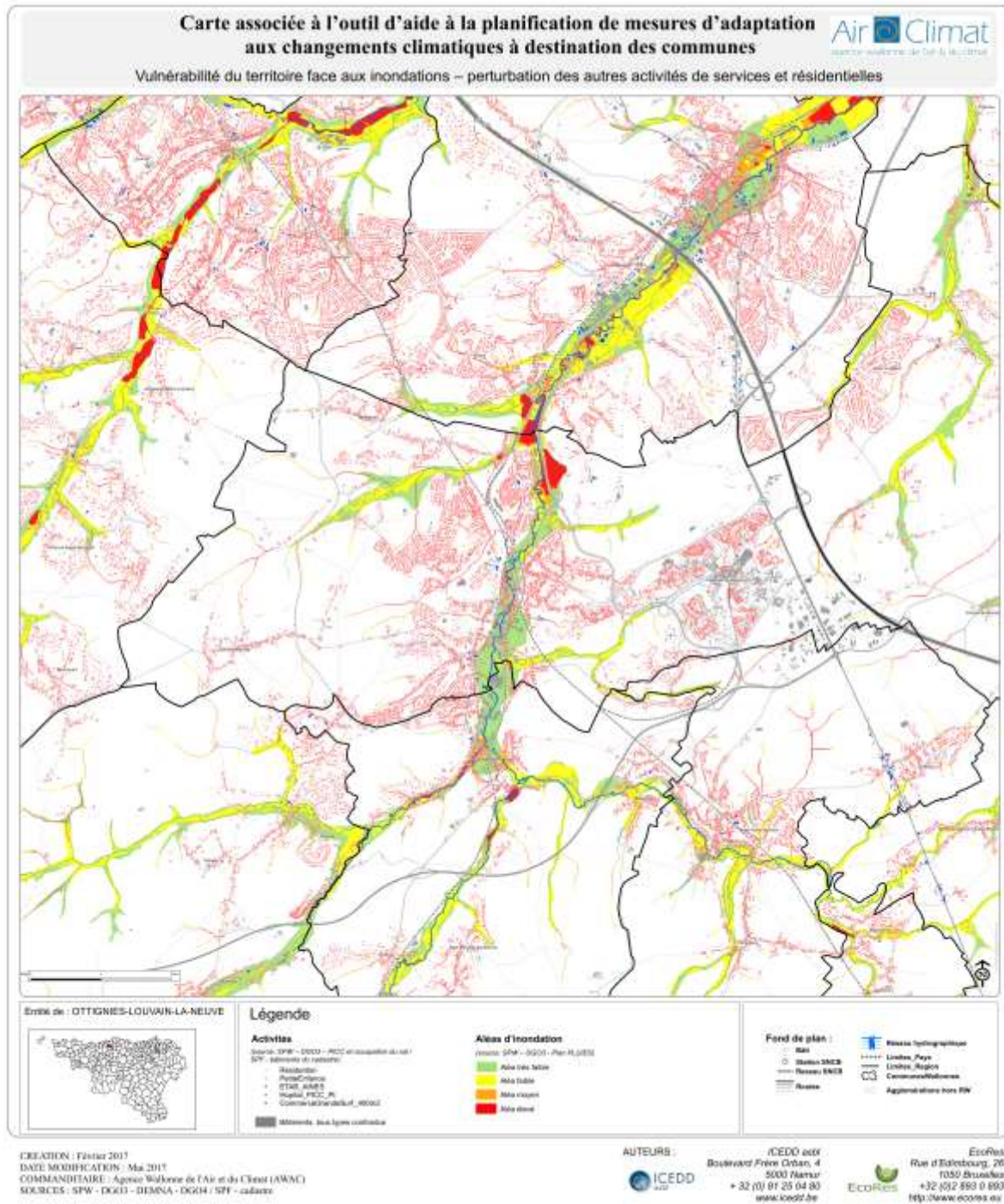
Autres :

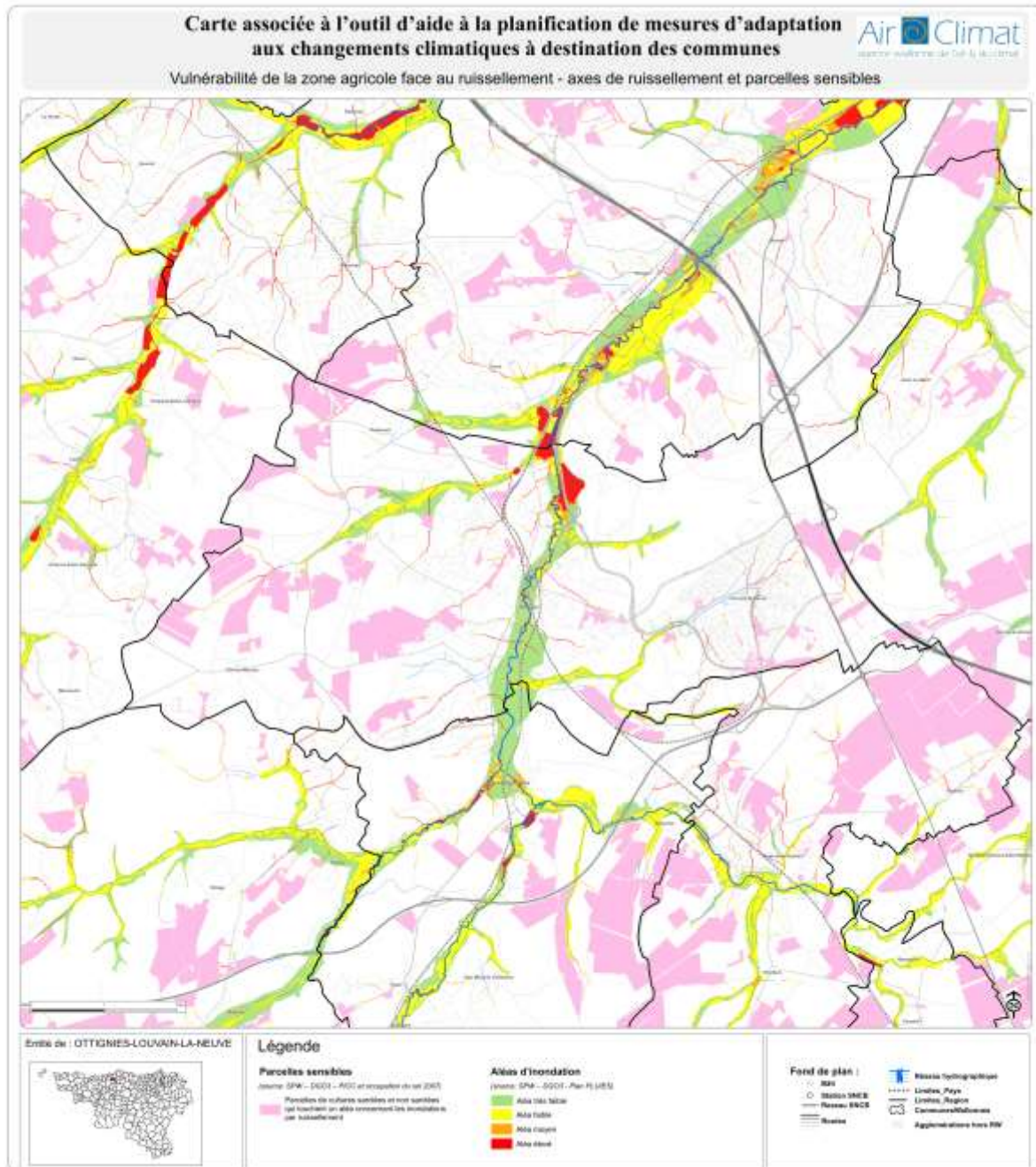
| Institution | Risque d'ICU | Risque d'inondation | Risque NO2 |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|
| Ecole des devoirs Eureka-Imagimonde | +2°C | | Faible |
| Ecole fondamentale Escalpade | +1°C | Aléa faible (ruissellement) | |
| Collectif des Femmes | +1°C | | |



Annexe 3 – Cartes du prédiagnostic de vulnérabilité







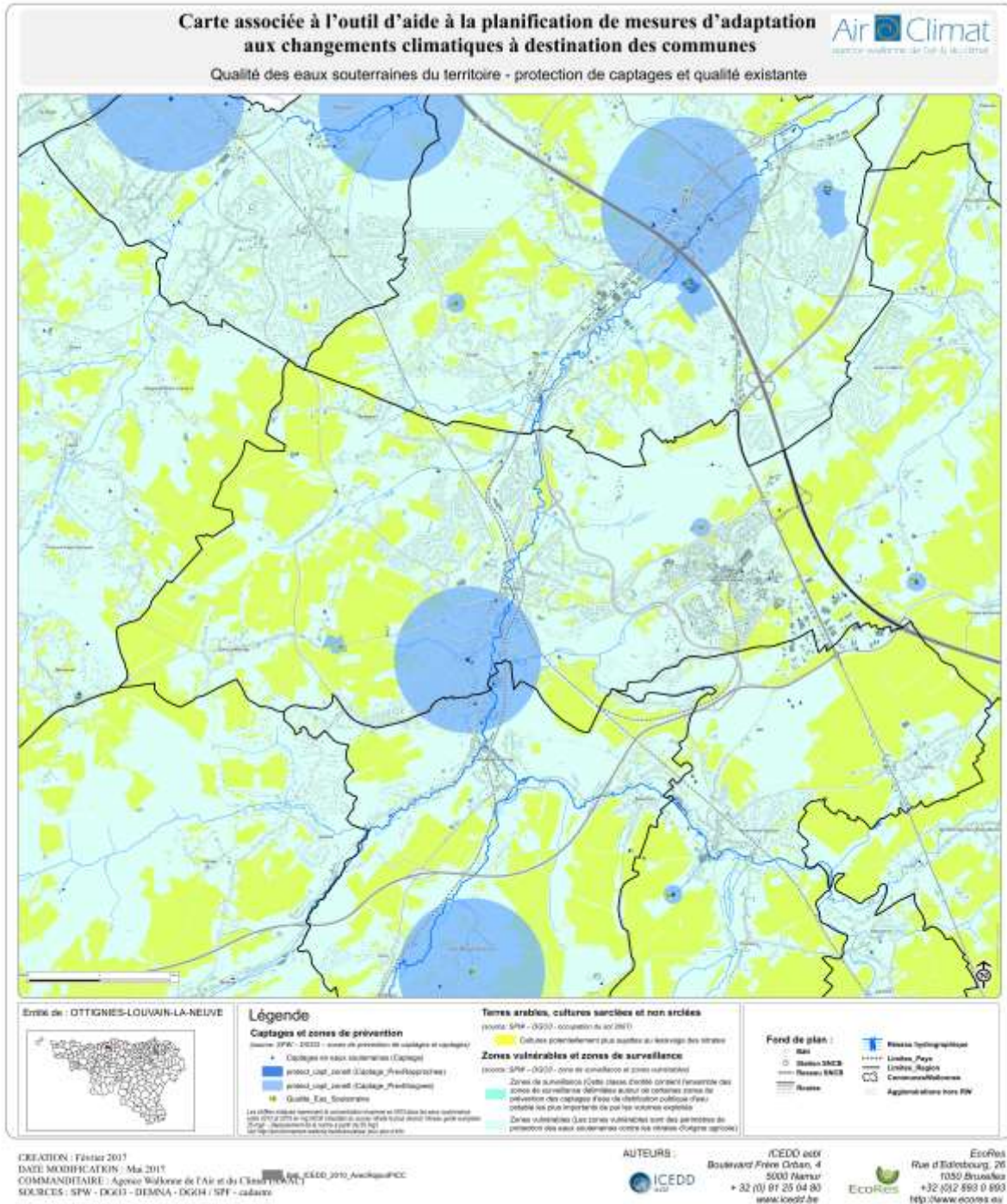
CRÉATION : Février 2017
 DATE MODIFICATION : Mai 2017
 COMMANDITAIRE : Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC)
 SOURCES : SPW - DG03 - DEMNA - DG04 / SPT - cadastre

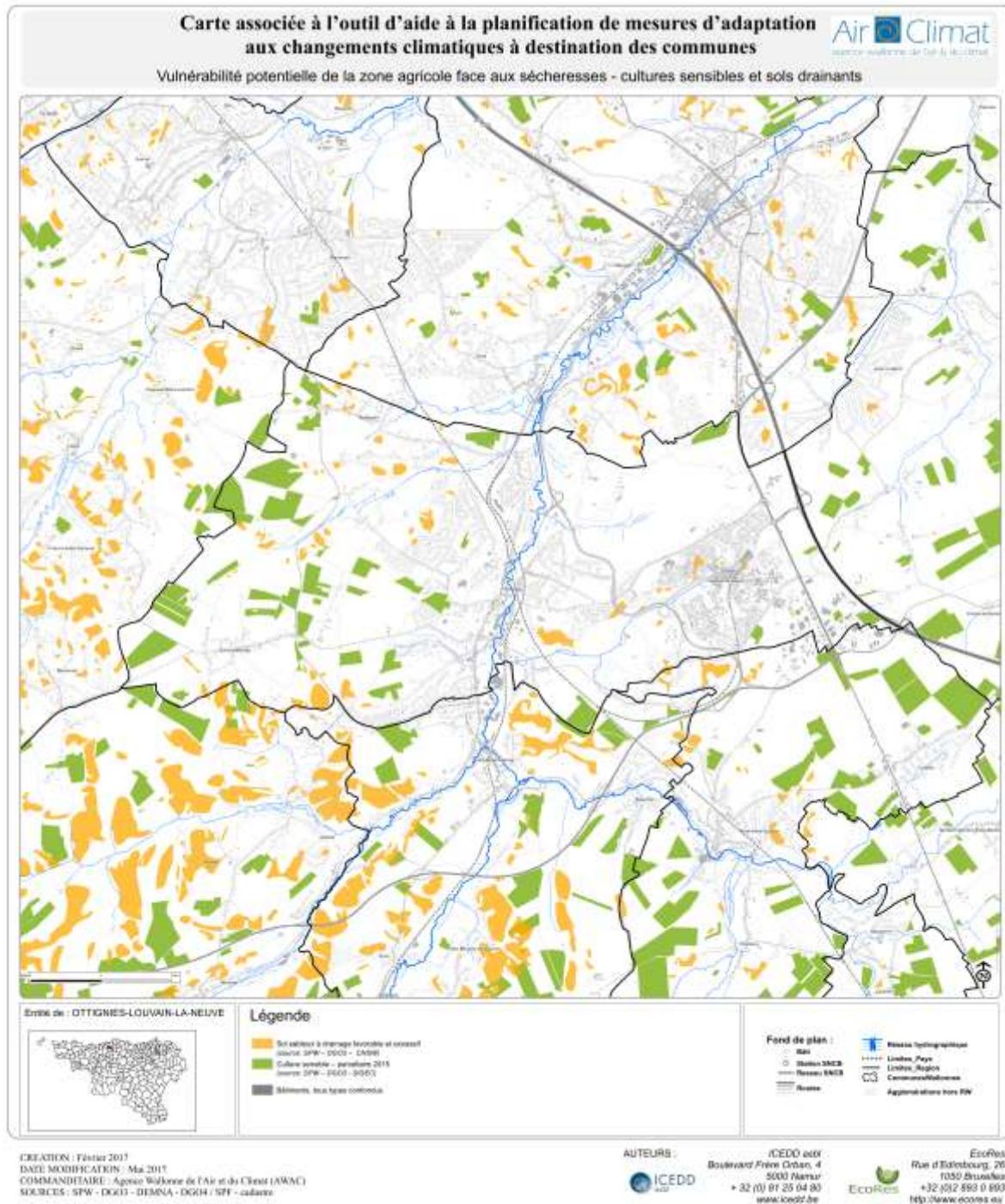


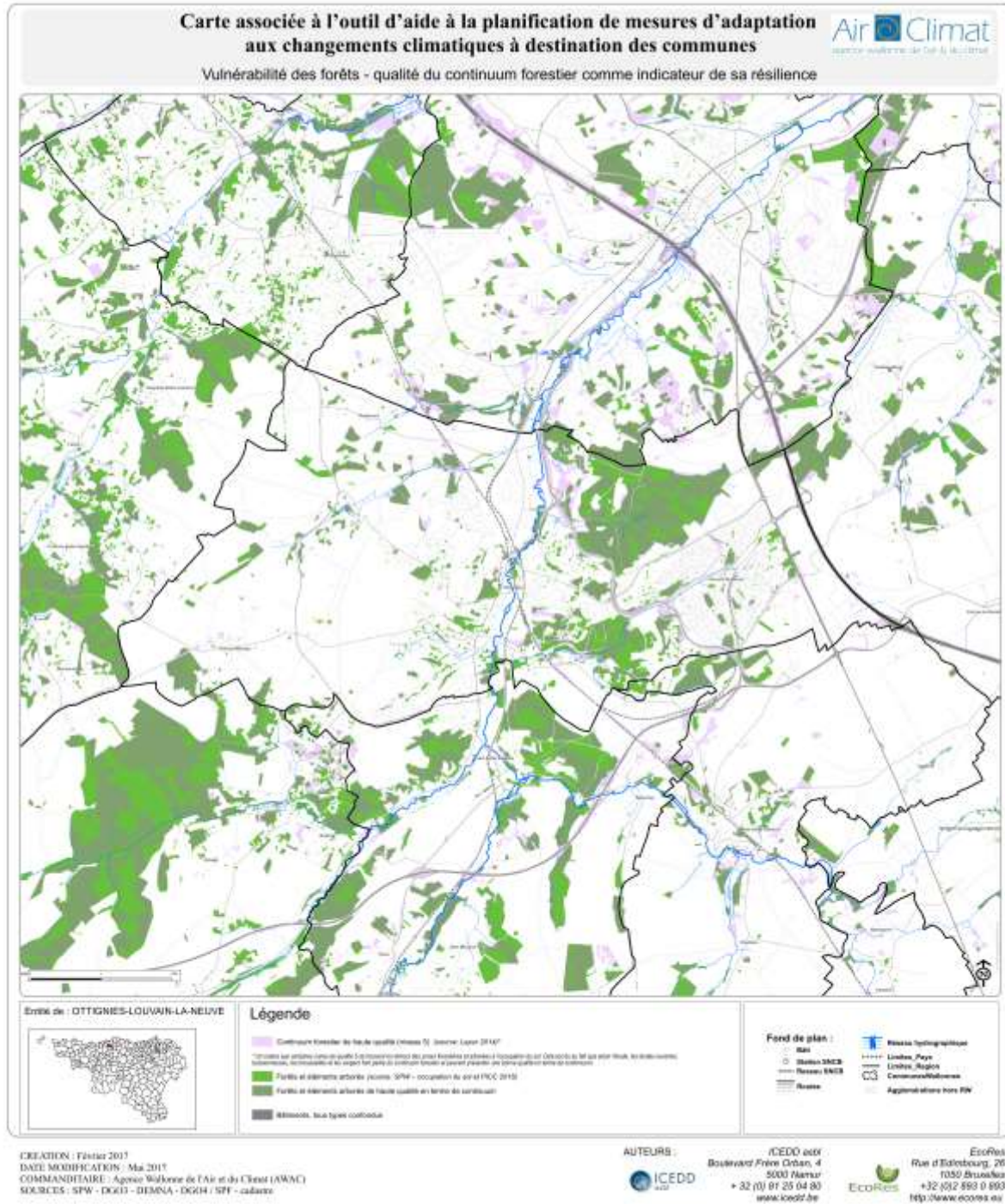
AUTEURS :
 ICEDO 6001
 Boulevard Prince Octave, 4
 5000 Namur
 +32 (0) 81 25 04 90
 www.icedd.be

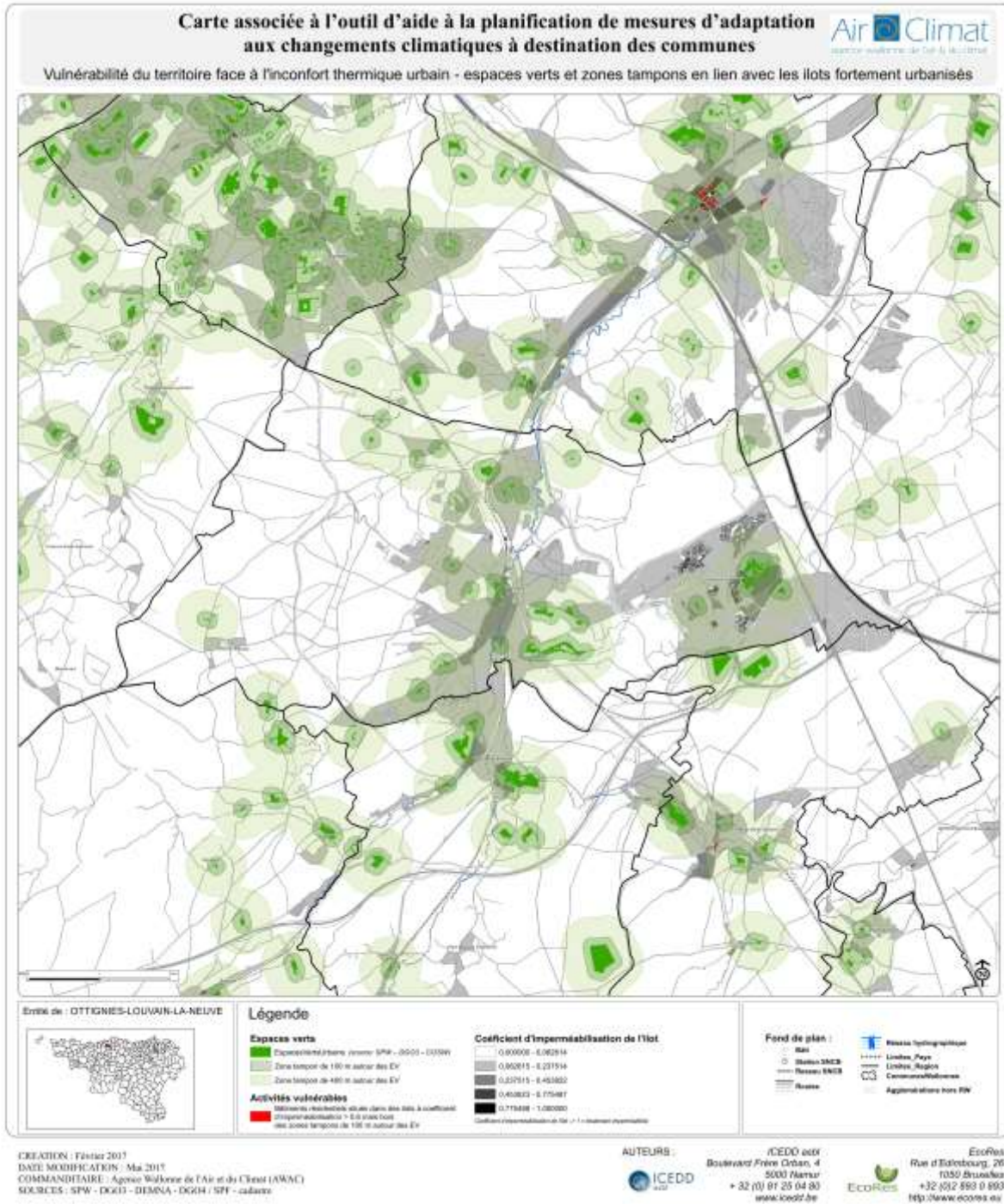


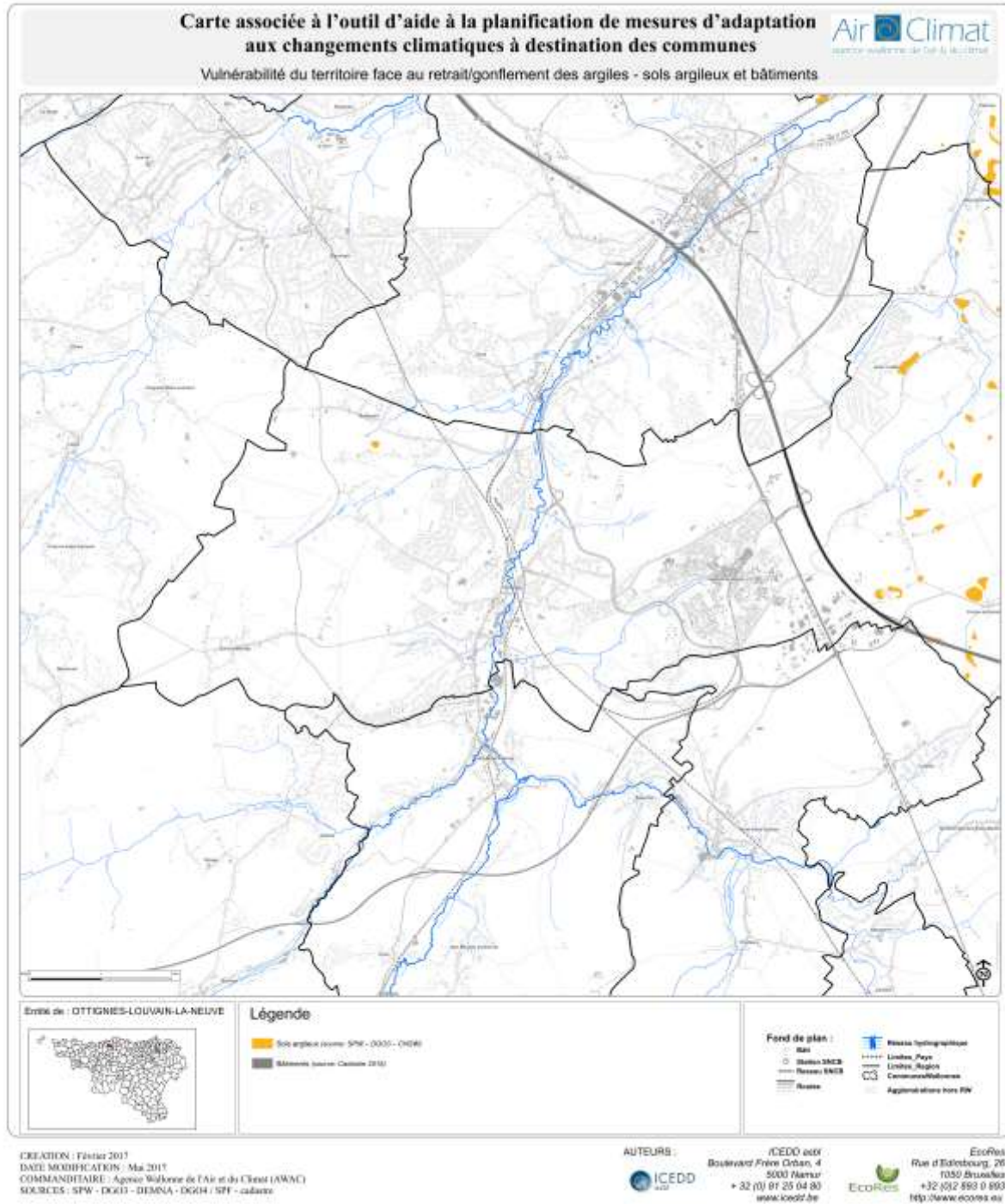
EcoRes
 Rue d'Estimberg, 26
 1050 Brussels
 +32 (0)2 893 0 893
 http://www.ecores.be

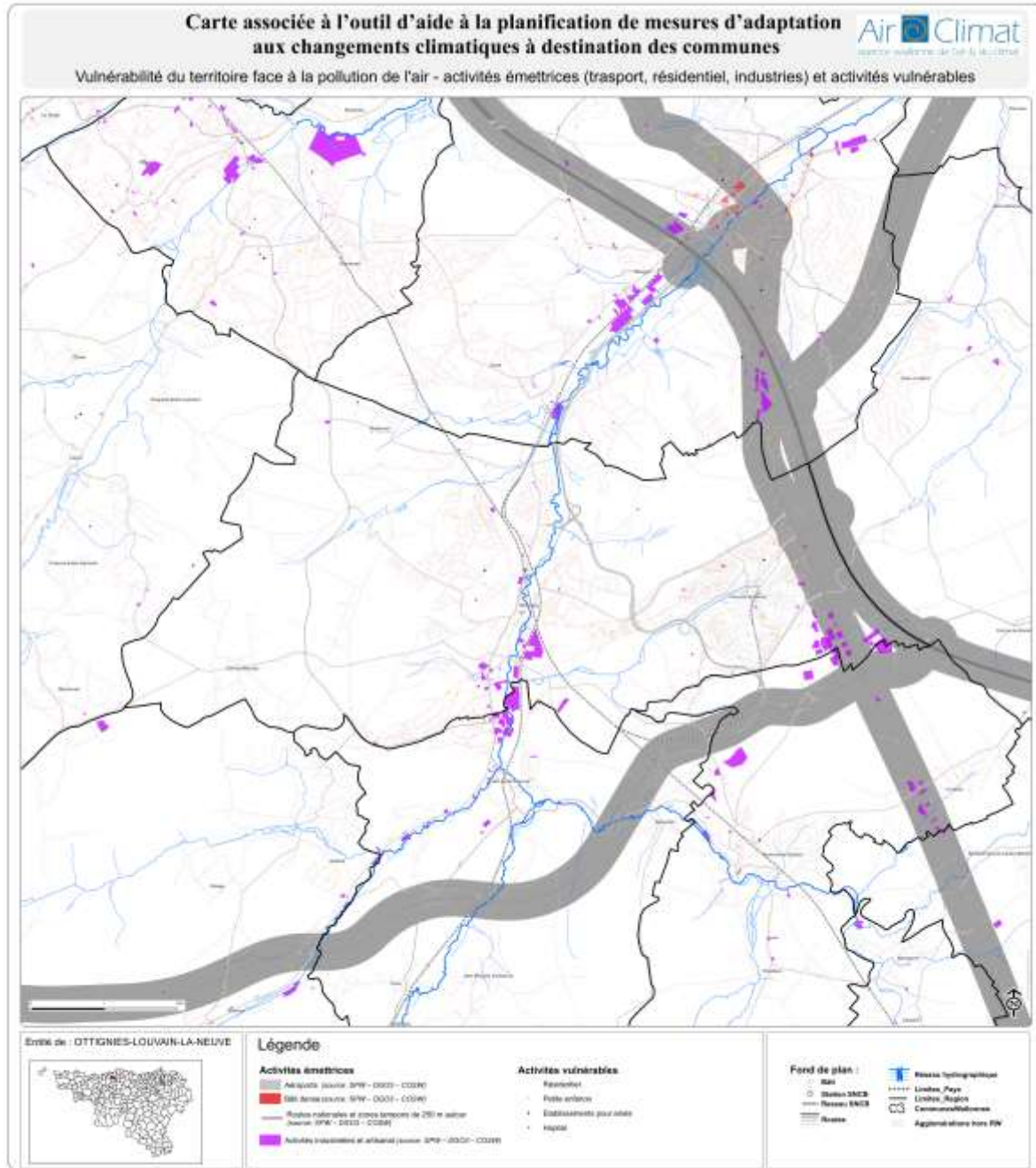












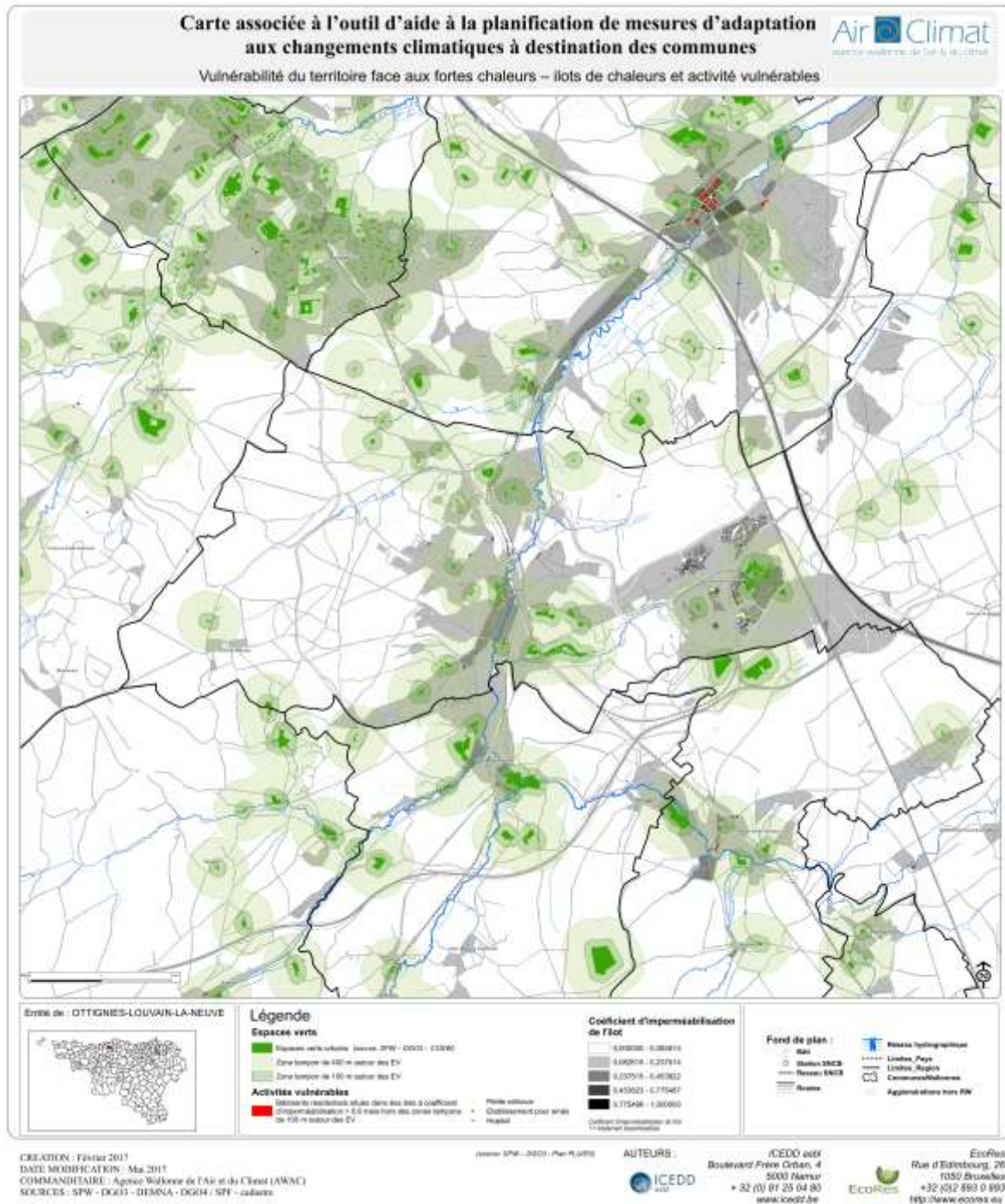
CREATION : Février 2017
DATE DE MODIFICATION : Mai 2017
COMMANDITAIRE : Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC)
SOURCES : SPW - D001 - DEMNA - DG4 / SPW - cadastre



AUTEURS :
ICEDD asbl
Boulevard Frère Octave, 4
5000 Namur
+32 (0) 81 25 04 80
www.icedd.be



EcoRes
Rue d'Eslenbourg, 26
1050 Brussels
+32 (0)2 893 0 893
http://www.ecores.eu





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