



**HAL**  
open science

# État des lieux de l'agriculture en zone inondable et péri-urbaine à l'échelle européenne

Lucile Rolland

► **To cite this version:**

Lucile Rolland. État des lieux de l'agriculture en zone inondable et péri-urbaine à l'échelle européenne : Rapport de stage - Délivrable de la tâche T 4.3. Sciences de l'environnement. 2023. hal-04279614

**HAL Id: hal-04279614**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04279614>**

Submitted on 10 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**HAL**  
open science

# État des lieux de l'agriculture en zone inondable et péri-urbaine à l'échelle européenne

Lucile Rolland

► **To cite this version:**

Lucile Rolland. État des lieux de l'agriculture en zone inondable et péri-urbaine à l'échelle européenne. G-eau. 2023. hal-04275432

**HAL Id: hal-04275432**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04275432>**

Submitted on 8 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# État des lieux de l'agriculture en zone inondable et péri-urbaine à l'échelle européenne

Rapport de stage - Délivrable de la tâche T 4.3

Date : Septembre 2023

**Auteurs** : Lucile Rolland

**Référent pédagogique** : Laurent Pérochon

**Tutrice** : Pauline Brémond

**Relecteurs** : Laurent Pérochon, Pauline Brémond, Maxime Modjeska

Travail réalisé dans le cadre du projet CAFRUA sur le cas d'étude du système d'observation so-ii

Ce travail a bénéficié d'une aide du Labex AGRO 2011-LABX-002 dans le cadre du projet CAFRUA n°2101-027 et coordonnée par Agropolis Fondation.

# VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

## État des lieux de l'agriculture en zone inondable et péri-urbaine à l'échelle européenne

Lucile Rolland

Option Ecoterr

2023

# VetAgro Sup

## Mémoire de fin d'études d'ingénieur

### État des lieux de l'agriculture en zone inondable et péri-urbaine à l'échelle européenne

Lucile Rolland

Option Ecoterr

2023

Structure d'accueil : UMR G-eau, INRAE

Tutrice de stage : Pauline Brémond

Référent pédagogique : Laurent Pérochon

L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup.

---

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps remercier mes tuteurs de stage Pauline Brémond et Maxime Modjeska, pour leur aide précieuse, leur patience, leur accompagnement tout au long de ma mission et leur bonne humeur.

Je remercie également Frédéric Grelot pour le temps qu'il a consacré à m'aider, sa supervision et ses conseils.

Je désire aussi remercier Laurent Pérochon pour son aide lors de la rédaction de ce mémoire et son partage d'expérience.

Je souhaite exprimer ma reconnaissance à tous mes collègues pour leur soutien, leurs conseils et les bons moments passés ensemble.

Enfin, je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à mes proches pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements.

## Table des matières

	<b>I</b>
<b>Table des figures</b>	<b>V</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>VII</b>
<b>Liste des acronymes</b>	<b>IX</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Contexte et enjeux</b>	<b>7</b>
1.1 Cadre réglementaire européen et implications sur les données . . . . .	7
1.2 Enjeux et gestion des inondations en milieu urbain et péri-urbain . . . . .	9
1.3 L’agriculture en zone péri-urbaine, un espace aux multiples utilités mais vulnérable . . . . .	11
1.4 L’agriculture en zone inondable, contraintes et opportunités . . . . .	13
1.5 Problématique . . . . .	15
<b>2 Matériel et méthode</b>	<b>17</b>
2.1 Méthode générale de caractérisation de l’exposition aux inondations et à l’urbanisation . . . . .	17
2.2 Choix des villes et présentation des zones d’étude . . . . .	17
2.3 Collecte et traitements des données en contexte français . . . . .	25
2.4 Collecte et traitement des données en contexte européen . . . . .	31
<b>3 Résultats et discussion</b>	<b>39</b>
3.1 Étude de l’agriculture en zone inondable et péri-urbaine d’une métropole française . . . . .	39
3.2 Comparaison de l’exposition de l’agriculture à l’urbanisation et aux inondations dans les métropoles européennes . . . . .	47
3.3 Analyse des données européennes collectées . . . . .	57
3.4 Discussion et limites . . . . .	59
<b>Conclusion</b>	<b>65</b>
<b>A Annexe : Comptes rendus d’entretiens</b>	<b>67</b>
A.1 Compte rendu de l’entretien avec Joël Privot et Benjamin Dewals . . . . .	67
A.2 Compte rendu de l’entretien avec Sébastien Foudi . . . . .	69
A.3 Compte rendu de l’entretien avec Alessio Domeneghetti . . . . .	69



A.4	Compte rendu de l'entretien avec Antonio Ferreira, Carla Ferreira et Anne-Karine Boulet	72
A.5	Compte rendu de la réunion avec Joe Morris et Marine Poncet . . . . .	76
<b>B</b>	<b>Annexe : Tableau de correspondance des cultures du LPIS de Belgique et groupes de cultures du RPG</b>	<b>83</b>
<b>C</b>	<b>Annexe : Présentation générale des données à l'échelle européenne</b>	<b>85</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>89</b>

## Table des figures

1	Carte du territoire so-ii et ses deux bassins versants principaux (source : Modjeska et al. 2023) . . . . .	2
1.1	Schéma conceptuel de la méthode (source : personnelle) . . . . .	16
2.1	Localisation des villes étudiées (source : personnelle) . . . . .	18
2.2	Représentation du tampon de 500 m autour de la zone urbaine (CLC) de Lille (source : personnelle) . . . . .	28
3.1	Agriculture sur le territoire de Lille (source : personnelle, données : RPG) . . . . .	42
3.2	Zone potentiellement inondable sur le territoire de Lille (source : personnelle, données : EAIP) . . . . .	44
3.3	Exposition de la surface agricole utile (SAU) aux inondations sur le territoire de Lille (source : personnelle, données : EAIP, RPG) . . . . .	44
3.4	Étude de l'exposition des exploitations aux inondations dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG, EAIP) . . . . .	45
3.5	Caractérisation de l'agriculture en zone urbaine et péri-urbaine et inondable dans le territoire de Lille (source : personnelle, données : RPG, CLC, EAIP) . . . . .	48
3.6	Proportion de la surface des cultures en zone inondable (source : personnelle, données : RPG, EAIP) . . . . .	52
3.7	Proportion des exploitations ayant au moins une parcelle en zone inondable par ville et par OTEX principales (source : personnelle, données : RPG, EAIP) . . . . .	52
3.8	Proportion de la SAU des exploitations en zone inondable par ville (source : personnelle, données : RPG, EAIP) . . . . .	54
3.9	Proportion de la surface des cultures en zone urbaine et péri-urbaine par type de culture et par ville étudiée (source : personnelle, données : RPG, CLC) . . . . .	54
3.10	Proportion de la surface de la zone d'étude en zone inondable, urbaine et péri-urbaine par type de culture (source : personnelle, données : RPG, EAIP, CLC) . . . . .	56



## Liste des tableaux

2.1	Résumé des pays envisagés, de la prise de contact et des entretiens réalisés . . . . .	18
2.2	Caractéristiques générales des villes traitées (source : personnelle) . . . . .	20
2.3	Variables ajoutées au RPG lors des pré-traitements effectués avant analyse des villes françaises (source : personnelle et Modjeska et al. (2023)) . . . . .	24
2.4	Correspondance regroupement de cultures du RPG (source : Modjeska et al. (2023)) . . . . .	26
2.5	Correspondance des cultures du PBS et groupes de cultures du RPG (source : Modjeska et al, 2023) . . . . .	28
2.6	Entretiens réalisés auprès de contacts européens (source : personnelle) . . . . .	30
2.7	Variables ajoutées au LPIS lors des pré-traitements effectués avant analyse (source : personnelle) . . . . .	36
2.8	Récapitulatif des jeux de données et leur mobilisation dans le cadre de l'étude (source : personnelle) . . . . .	38
3.1	Surfaces et pourcentages des différentes zones dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG, ADMIN-EXPRESS) . . . . .	42
3.2	Surfaces agricoles totales et en zone inondable et nombre d'exploitations associées à chaque groupe de culture (noté N exploitations) dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG, EAIP) . . . . .	42
3.3	Surface des cultures détaillées de la catégorie Divers, dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG) . . . . .	43
3.4	Surface et nombre de bâtis dans le territoire et en zone inondable par type de bâtiment et OTEX dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG, BD TOPO, EAIP) . . . . .	46
3.5	Surface de l'agriculture en zone urbaine, péri-urbaine et inondable, dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données RPG, CLC) . . . . .	46
3.6	Comparaison globale des surfaces de territoires en Europe (source : personnelle, données : RPG, EAIP) . . . . .	50
3.7	Surface et proportion de chaque culture dans la zone d'étude (source : personnelle, données : RPG) . . . . .	50
3.8	Surface et proportion de chaque culture dans la zone d'étude, où 'dpt' signifie département et 'pr' province (source : personnelle, données : RPG) . . . . .	50
3.9	Données d'occupation du sol et bâti collectées en contexte européen (source : personnelle) . . . . .	56
3.10	Données agricoles collectées en contexte européen (source : personnelle) . . . . .	58
3.11	Données d'inondation collectées en contexte européen (source : personnelle) . . . . .	58
B.1	. . . . .	84



## Liste des acronymes

ASP : Agence de services et de paiement

BD TOPO : Base de données topographiques

CAFRUA : Challenges of Agriculture adaptation to Flood Risk in Urban Areas

CLC : Corine Land Cover

DIREN : Directions Régionales de l'Environnement

DRAAF : Direction régionale de l'alimentation de l'agriculture et de la forêt

DREAL : Directions Régionales, de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EAIP : Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles

EPCI : Établissements Publics de Coopération Intercommunale

EPRI : Evaluation préliminaire des risques d'inondation

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques

LPIS : Land Parcel Identification System

OTEX : Orientation technico-économique de l'exploitation

PAC : Politique Agricole Commune

PBS : Production Brute Standard

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PPR : Plans de Prévention des Risques

PU : Péri-urbain(e)

RPG : Registre Parcellaire Graphique

SAU : Surface Agricole Utile

so-ii : Système d'observation des impacts des inondations

UMR : Unité Mixte de Recherche

ZI : Zone inondable

ZU : Zone Urbaine

## Introduction

Les inondations sont les catastrophes naturelles les plus fréquemment rapportées en Europe <sup>1</sup>. Elles peuvent avoir des conséquences importantes dans les secteurs de l'agriculture et du tourisme (Ciscar et al., 2011). Le réchauffement climatique est un facteur aggravant des inondations en Europe, en augmentant la récurrence des phénomènes extrêmes <sup>2</sup>.

Les précipitations sont plus fréquentes et intenses, (Alfieri et al., 2015), ce qui génère des inondations plus régulières et importantes (Frei et al., 2006). Or l'aggravation des inondations peut aussi trouver son origine dans les activités humaines, notamment par l'urbanisation qui engendre de l'imperméabilisation des sols (Miller et al., 2014, ; Barraqué and Gressent, 2004, ; Camarasa Belmonte et al., 2011). Les conséquences des inondations sur le milieu urbain et agricole sont indéniables en termes matériels (destruction d'infrastructures, perte de cultures) (Brémond et al., 2013) et sur la santé humaine (stress, évacuation de population) (Beucher and Reghezza-Zitt, 2008). Elles génèrent aussi des conséquences à plus long termes sur les sols (Brémond et al., 2013), souvent moins mises en avant, comme de l'érosion ou la baisse de biodiversité.

Les territoires urbains et agricoles sont de plus en plus considérés en interaction, pour des problématiques de sécurité alimentaire (Orsini et al., 2013, Filippini et al., 2018), et de limitation des effets du réchauffement climatique sur les villes. En effet, la présence d'agriculture proche des villes peut favoriser la biodiversité, un meilleur cadre de vie, avec la limitation des îlots de chaleur (Kumar et al., 2017), et apporter des fonctions environnementales intéressantes notamment pour la limitation des inondations (Barbedo et al., 2015, Pribadi et al., 2018). Mais la compatibilité de ces espaces reste à discuter. La pollution générée par les activités agricoles et urbaines (Aubry and Pourias, 2012) et la pression foncière (Marino et al., 2023) sont des problématiques courantes en milieu péri-urbain.

Le rôle de l'agriculture dans les inondations peut être ambivalent (Morris et al., 2010). Il dépend du contexte pédo-climatique et des pratiques agricoles. Si elle est parfois vecteur d'inondations à cause de certaines pratiques menant à de l'intensification (Morris et al., 2010), elle peut parfois être utilisée comme potentiel récepteur des inondations. Mais la résilience et la capacité d'adaptation de l'agriculture face à ce type d'aléa ne sont pas encore clairement comprises. L'agriculture paraît comme étant à la fois une solution et une victime face aux inondations et à l'urbanisation. La double pression des inondations et de l'urbanisation est très peu étudiée dans les articles scientifiques où la réflexion est sectorisée.

---

<sup>1</sup>Statista, "Distribution of weather-related disaster incidents in Europe between 2001 and 2020, by type", In [statista.com](https://www.statista.com/statistics/1269886/most-common-natural-disasters-in-europe/), 2023, [Consulté le 10/08/2023], [URL] <https://www.statista.com/statistics/1269886/most-common-natural-disasters-in-europe/>

<sup>2</sup>Le Monde and AFP. Les inondations de juillet en Allemagne et en Belgique sont bien liées au changement climatique. Le Monde, 2021



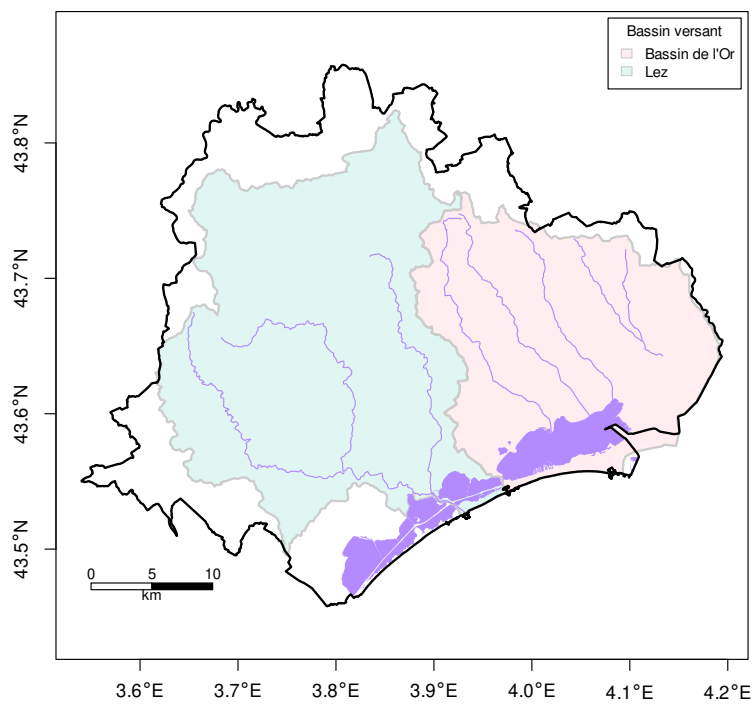


Fig. 1 : Carte du territoire so-ii et ses deux bassins versants principaux (source : Modjeska et al. 2023)

Le stage s'inscrit dans ce contexte et s'effectue au sein de l'Unité Mixte de Recherche (UMR) G-eau (Gestion de l'Eau, Acteurs, Usages) qui étudie les territoires et leur gestion de l'eau par une approche pluridisciplinaire. Elle analyse "les processus hydrologiques, techniques, sociaux, économiques et politiques au sein d'un territoire lié à l'eau et leurs conséquences". Le stage a été réalisé dans l'équipe Adaptation et Inondations de l'UMR, qui étudie les risques des territoires de l'eau et les adaptations possibles, sur les milieux urbains et agricoles et plus particulièrement dans le projet CAFRUA (Challenges of Agriculture adaptation to Flood Risk in Urban Areas). Ce projet questionne l'urbanisation sur les terres agricoles et ses conséquences en lien aux inondations. Le projet a d'abord comme visée d'étudier "comment les activités agricoles situées en zone inondable peuvent contribuer à l'adaptation des territoires aux impacts du changement climatique"<sup>3</sup> au sein du système d'observation des impacts des inondations nommé so-ii. Ce territoire comporte les bassins versants du Lez et de l'Or autour de Montpellier (Figure 1). Le projet CAFRUA aborde cette thématique avec une approche pluridisciplinaire incluant "l'agronomie, l'économie, la géographie et l'urbanisme" avec des UMR spécialisées dans le développement du territoire (UMR ART-Dev), les innovations des systèmes agricoles (UMR Innovation), la géographie et la gestion des territoires (UMR Lagam)<sup>4</sup>. Des méthodes différentes que sont les enquêtes, les ateliers participatifs, la modélisation et l'analyse des documents d'urbanisme sont utilisées. La spécificité du stage réside dans l'ouverture du projet à des territoires au niveau national et international, et la préparation d'un séminaire international qui aura lieu à la fin du projet.

Un premier travail d'inventaire des surfaces agricoles du territoire so-ii a permis d'obtenir une vision de l'exposition de l'agriculture face aux inondations et à la pression urbaine (Modjeska et al., 2023). Il s'agit de caractériser l'exposition de l'agriculture à ces deux pressions en développant une méthodologie qui permet d'utiliser des données tierces. Le territoire est particulièrement exposé aux inondations avec des risques de ruissellement, de débordement de cours d'eau, de submersion marine et d'épisodes d'inondations réguliers dues aux épisodes cévenols<sup>5</sup>. Ce travail a montré que sur le territoire so-ii, un tiers de la surface en agriculture et 37% de cette surface est exposée aux inondations (Modjeska et al., 2023). De plus, si l'agriculture est majoritairement de l'herbage, des vignes et des grandes cultures, les cultures les plus exposées aux inondations en termes de surface sont les grandes cultures, le maraîchage et l'arboriculture (Modjeska et al., 2023). De plus, 5% des zones agricoles sont en zone potentiellement inondable et péri-urbaine (200m autour de la zone urbaine) (Modjeska et al., 2023). Ce premier travail permet d'avoir une meilleure connaissance du territoire et de l'agriculture exposée. Le stage se base sur ces premiers travaux pour étudier la répliquabilité de l'analyse sur d'autres territoires. Les missions de mon stage sont :

- l'identification de nouveaux cas d'étude et récupération des données agricoles, d'inondation et d'occupation des sols associées
- l'analyse des données en adaptant la méthode établie précédemment sur so-ii aux nouveaux jeux de données avec comparaison de l'exposition des zones agricoles et zones péri-urbaines et inondables dans les différents cas d'étude

---

<sup>3</sup>UMR G-eau, L'UMR G-EAU, In :g-eau.fr, s.d., [Consulté le 05/08/2023], [URL] <https://g-eau.fr/index.php/fr/umr-geau>

<sup>4</sup>so-ii, In so-ii.org, [URL] <https://so-ii.org/challenges-of-agriculture-adaptation-to-flood-risk-in-urban-areas-cafrua/>

<sup>5</sup>Météo France, Épisodes méditerranéens, In pluiesextremes.meteo.fr, s.d., [Consulté le 05/08/2023], [URL] <http://pluiesextremes.meteo.fr/france-metropole/Episodes-mediterraneens.html>



- une réflexion sur les données récupérées et sur la répliquabilité de la méthode à l'échelle nationale et internationale
- l'identification de contacts pour récupérer des informations et des données et anticiper l'organisation d'un séminaire international pour mettre en discussion les résultats et créer une dynamique de recherche autour des questionnements du projet

Par ces différents objectifs principaux, nous essaierons de répondre aux questions : Comment caractériser l'exposition de l'agriculture à l'urbanisation et aux inondations en utilisant des données tierces ? Dans quelle mesure cette caractérisation peut-elle s'appliquer à des territoires différents en France et en Europe ? En quelle mesure ces territoires sont-ils comparables de part l'exposition de leur agriculture aux pressions d'urbanisation et d'inondation ?

Nous étudierons dans un premier temps les enjeux de l'agriculture en zone péri-urbaine et inondable en Europe et le contexte global de l'étude menant aux questionnements principaux auxquels le stage essaiera de répondre. Puis nous verrons quelles méthodes et quels moyens seront mobilisés pour l'étude de l'exposition de l'agriculture en zone péri-urbaine et inondable. Enfin nous présenterons les principaux résultats de l'étude de métropoles européennes, ainsi que les discussions, limites et perspectives qui font suite à ce travail.



# Chapitre 1 – Contexte et enjeux

## 1.1 Cadre réglementaire européen et implications sur les données

Les pays européens sont tenus de construire certaines bases de données dans le cadre des directives européennes qui régissent les inondations et l'utilisation du sol. Ainsi, dans le cadre d'une méthode d'analyse utilisant des jeux de données existants, la connaissance du cadre réglementaire et des données générées semble indispensable pour identifier les données disponibles qui ont le plus de chance d'être homogènes entre les pays.

L'Union européenne organise le cadre qui permet d'évaluer, cartographier et réduire les risques d'inondations. La directive inondations exige aux pays européens une évaluation des risques d'inondation dans les régions côtières et les bassins hydrographiques <sup>1</sup>. Il s'agit de fournir des informations sur l'historique des inondations, l'utilisation des terres et la topographie. Puis un travail prospectif de probabilité de futures inondations est effectué. Les pays européens sont tenus de produire des cartes pour identifier les zones exposées à des risques significatifs d'inondations. Elles incluent des scénarios de probabilités plus ou moins élevées d'inondation, ce qui rend compte des zones avec un fort risque d'inondation, et celles qui sont moins à risque. Cette directive demande également l'instauration de plans de gestion des risques d'inondation. Ils régissent la prévention, la protection, et la préparation face aux risques d'inondations. Tout cela se coordonne avec la directive-cadre sur l'eau, qui vise à protéger les masses d'eau en Europe, restaurer les écosystèmes, réduire la pollution et garantir une utilisation durable de l'eau <sup>2</sup>.

En ce qui concerne l'agriculture, la réglementation principale en Europe est la Politique Agricole Commune (PAC). Suite à l'instauration de celle-ci, pour représenter spatialement les activités des agriculteurs, le Land Parcel Identification System (LPIS) a été mis en place. La PAC se base sur des subventions aux agriculteurs, qui dépendent de leur surface agricole utile (SAU) et de leur production. Le LPIS est constitué de données spatialisées basées sur des photos aériennes et satellites pour identifier les parcelles et les déclarations des agriculteurs donnent les informations sur les productions à l'échelle de la parcelle (Copernicus and EEA, 2016).

Enfin, les données de cartographie du sol sont également disponibles en Europe dans le cadre du programme d'observation de la Terre de l'Union européenne nommé Copernicus. Il utilise des données satel-

---

<sup>1</sup>EUR-Lex, Gestion des risques d'inondation au sein de l'Union européenne, In eur-lex.europa.eu, 22/04/2015, [Consulté le 05/08/2023], [URL] <https://eur-lex.europa.eu/FR/legal-content/summary/flood-risk-management-in-the-eu.html>

<sup>2</sup>EUR-Lex, La bonne qualité de l'eau en Europe (directive-cadre sur l'eau), In eur-lex.europa.eu, 09/09/2021, [Consulté le 05/08/2023], [URL] <https://eur-lex.europa.eu/FR/legal-content/summary/good-quality-water-in-europe-eu-water-directive.html>



lites et in situ pour créer des services d'informations<sup>3</sup> et notamment des cartes d'utilisation du sol nommées CORINE Land Cover (CLC). L'occupation du sol est catégorisée pour rendre compte du type d'utilisation de celui-ci (agriculture, milieu urbain, forêt...) <sup>4</sup>.

Ainsi, le cadre européen peut fournir des avantages en termes de données produites. Ce sont des données qui peuvent avoir leurs limites en termes de fiabilité et d'informations fournies, mais qui existent ou sont en train d'être générées dans tous les pays européens. Cette échelle semble être la plus pertinente pour une réplique de la méthode à l'international. L'instauration de ces programmes semble témoigner d'un intérêt de connaître les territoires et leur objectif est d'aider à la préservation des territoires et une gestion durable de ceux-ci. Or si CLC est une base de données d'utilisation des sols et est en partie conçue pour l'analyse scientifique, les données de la PAC et de la directive inondations ont des visées plus opérationnelles et nous verrons que cela peut apporter certaines limites dans leur utilisation (Partie 3.4.1).

## 1.2 Enjeux et gestion des inondations en milieu urbain et péri-urbain

Dans le cadre de ce mémoire, nous définissons le milieu péri-urbain par un espace proche de la ville ou sous l'influence de celle-ci.

Les inondations en Europe sont de plus en plus fréquentes et intenses, comme dit précédemment. Elles ont un impact considérable sur les milieux urbains par les dégâts qu'elles peuvent causer. Les inondations de la Province de Liège en 2021 ont montré les effets d'inondations intenses sur des territoires qui ne sont pas préparés. Le gouvernement de Wallonie estime à 2,8 milliards d'euros le coût des dommages avec 100 000 personnes sinistrées<sup>5</sup>.

L'anthropisation augmente le risque d'inondation (Kochilakis et al., 2016), à cause de l'imperméabilisation des sols et des systèmes de drainages et d'endiguement des cours d'eau, qui favorisent le ruissellement (Miller et al., 2014). L'environnement autour des villes est aussi un facteur important, comme le type de sol, sa capacité d'absorption de l'eau, la topographie, la présence de pentes fortes ou non (Braud et al., 2013). Ces facteurs peuvent réduire ou augmenter les risques en fonction des cas. La gestion des inondations en milieu urbain semble donc être d'une grande importance pour limiter les risques. Or la province de Liège est un bon exemple d'un schéma classique de prise en compte tardive du risque, lorsque les dommages sont importants et que le risque est donc déjà grand (Miller et al., 2014). Les terres inondées ou humides sont souvent transformées en terres agricoles puis urbanisées et la prise de conscience des impacts environnementaux de cette transformation ne sont pas anticipés (Barraqué and Gressent, 2004). Alors seulement une gestion spécifique est mise en place pour limiter les risques et réguler l'utilisation du sol sur les zones humides (Barraqué and Gressent, 2004). La gestion est d'autant plus complexe car la vulnérabilité est forte face aux inondations. En effet, la limitation de l'étendue des villes sur les zones humides est souvent difficilement réalisable, pour des raisons socio-économiques, pour les villes entièrement en zone inondable par exemple (Beucher and Reghezza-Zitt, 2008). De plus, la gestion du risque est très inégale, si certaines

---

<sup>3</sup>Programme of the european union, Copernicus en bref, web : <https://www.copernicus.eu/fr/propos-de-copernicus/copernicus-en-bref>

<sup>4</sup>Copernicus programme, CORINE Land Cover, In [land.copernicus.eu](https://land.copernicus.eu), 09/08/2023, [Consulté le 09/08/2023], [URL] <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

<sup>5</sup>Ministre-Président de Wallonie Elio Di Rupo, Inondations de juillet 2021 : Bilan et perspectives, 04/07/2022, [Consulté le 05/08/2023], [URL] <https://dirupo.wallonie.be/home/presse--actualites/communiques-de-presse/presses/inondations-de-juillet-2021--bilan-et-perspectives.html>





villes ont des réglementations et une fréquence d'inondations importante qui dissuadent l'expansion des villes en zone inondable (Dupont et al., 2008), des politiques de compensation financière ou l'installation d'infrastructures peuvent l'encourager dans certains cas (Maret and Goeury, 2008). Certains flous juridiques rendent la tâche d'autant plus délicate, comme la gestion des bâtiments déjà installés sur des zones inondables (Dupont et al., 2008). Enfin, la réversibilité de l'urbanisation peut être largement discutée et la question n'est pas encore beaucoup étudiée.

Il existe des méthodes de gestion plus vertueuses qui restaurent les zones humides (Maret and Goeury, 2008), prévoient des matériaux et bâtiments spécifiques dans les zones à risque, et l'évacuation des personnes (Braud et al., 2013). Mais la question de la responsabilité et de l'échelle dans ces actions est aussi sujette à discussions. Certaines politiques reposent majoritairement sur des moyens techniques et non la capacité de réaction des populations (Beucher and Reghezza-Zitt, 2008). De plus, certains pays établissent des plans de prévention à des échelles considérées comme trop larges, or les échelles locales et régionales peuvent être considérées comme plus pertinentes pour évaluer les effets du changement climatique sur les systèmes fluviaux en lien aux spécificités du territoire (Saint-Laurent and Hähni, 2008). La gestion des espaces urbains et péri-urbains est donc essentielle pour prévoir un avenir durable dans les villes dans un contexte de réchauffement climatique.

### **1.3 L'agriculture en zone péri-urbaine, un espace aux multiples utilités mais vulnérable**

L'agriculture péri-urbaine joue un rôle essentiel en établissant des liens entre les zones rurales et urbaines. Elle revêt une importance sociale, économique et environnementale qui peut s'avérer cruciale selon les circonstances. Cette forme d'agriculture offre la possibilité de renforcer la résilience des villes face aux aléas climatiques, mais elle est également soumise à une vulnérabilité particulière due à l'urbanisation excessive qui grignote les espaces ruraux.

Comme évoqué précédemment, l'agriculture a un rôle important pour la sécurité alimentaire et le cadre de vie dans les villes. Elle participe à donner une identité au territoire avec des productions spécifiques définissant un terroir et qui apportent une valeur paysagère typique d'un lieu (Marino et al., 2023). Mais elle valorise aussi des espaces inaptes à l'urbanisation (Morisseau, 2012), dont font partie les zones inondables. Ainsi les espaces urbains ont de nombreux avantages à préserver les zones agricoles péri-urbaines. Mais l'agriculture peut pâtir de la proximité des villes. En effet, l'agriculture est confrontée à une forte pression foncière, ce qui complique l'installation et la pérennité des exploitations, faisant d'elle l'un des secteurs les plus menacés par l'urbanisation (Marino et al., 2023). L'expansion des villes entraîne une augmentation du coût et une moindre accessibilité des terrains agricoles (Orsini et al., 2013). Par ailleurs, la valeur des terres en périphérie urbaine dépend davantage de l'influence de la ville que de leur qualité agricole, ce qui encourage la conversion des zones rurales en zones urbaines (Lawton and Morrison, 2022). Les agriculteurs ne disposent parfois pas de garanties de conserver leurs terres (Ruiz-Martínez et al., 2022). Le manque de soutien et les difficultés d'installation près des villes (Dugué et al., 2016), ainsi que le manque de ressources, telles que l'eau (Orsini et al., 2013), limitent les initiatives agricoles (Dugué et al., 2016). En outre, la pollution des villes peut engendrer des problèmes sanitaires pour l'agriculture (Orsini et al., 2013, Aubry and Pourias, 2012) et des conflits de proximité avec les habitants.



L'environnement urbain constitue une menace pour la qualité et la préservation des terres agricoles. En effet, la transition d'un territoire rural à un territoire urbain peut avoir un impact environnemental significatif (Marino et al., 2023). Un développement urbain non contrôlé, sans pratiques durables de conservation des terres, peut considérablement augmenter la surface de ruissellement et l'étendue des zones inondées (Recanatesi and Petroselli, 2020). Ainsi l'agriculture est doublement menacée par la ville qui diminue la surface disponible et rend les terres restantes plus sujettes aux inondations.

## **1.4 L'agriculture en zone inondable, contraintes et opportunités**

Si l'agriculture peut être considérée comme un milieu de régulation des inondations en milieu urbain, elle en subit également les conséquences. En effet, comme évoqué précédemment, les inondations peuvent être responsables de la destruction des cultures, des bâtiments et des stocks, ce qui représente déjà de forts dommages pour une exploitation (Brémond et al., 2013). Elles peuvent aussi causer des dégâts environnementaux avec une réduction de la valeur agronomique des terres en réduisant la fertilité (Brémond et al., 2013). L'érosion des sols et leur perte de structure diminuent les récoltes et renforcent la précarité des agriculteurs (Barraqué and Gressent, 2004). Sur certains territoires, notamment en zone péri-urbaine, la majorité des terres agricoles se trouvent en zone inondable (Camarasa-Belmonte and Soriano-García (2012)). L'agriculture est donc soumise à un fort aléa. Il est de surcroît possible que les schémas d'inondations puissent changer, c'est-à-dire que certaines zones qui n'étaient pas inondables le deviennent et inversement (Camarasa-Belmonte and Soriano-García, 2012). Cela s'ajoute aux événements extrêmes et imprévisibles dus au changement climatiques qui renforcent la vulnérabilité des territoires (Camarasa-Belmonte and Soriano-García, 2012).

Les pratiques agricoles peuvent aussi être la cause de l'augmentation du risque d'inondation avec l'intensification des cultures (Morris et al., 2010) ou le manque de diversité (Marino et al., 2023). Le drainage représente aussi un enjeu sur la gestion de l'eau sur un territoire où l'on accentue aussi des situations extrêmes entre inondations et sécheresses. Suite aux inondations, le drainage intense assèche les terres (Etienne, 2023). Les dommages des inondations sur les cultures dépendent du type de culture et du stade végétatif au moment de l'inondation (Morris et al. (2010); Agenais et al. (2013)). Par exemple, la destruction de cultures pérennes peut engendrer des coûts bien plus importants (arrachage des pieds, délais avant retour à la production normale...) que sur des cultures annuelles (Agenais et al., 2013). Les dommages dépendent aussi des paramètres de l'inondation (vitesse, étendue, profondeur, durée) (Agenais et al., 2013).

Les politiques d'incitation à la réduction de la pollution des terres et de l'érosion des sols participent à la régulation des inondations et réduisent la vulnérabilité avec des systèmes d'alertes par exemple (Morris et al., 2010). Les tentatives de réduction des aléas en relocalisant et en utilisant la fonctionnalité écologique des cours d'eau peuvent également valoriser les zones inondables (Morisseau, 2012). Les meilleures solutions à long termes seraient les mesures qui cumulent la réduction des inondations avec d'autres fonctions, comme la favorisation de la biodiversité (Morris et al., 2010). Le développement de compensations pour les agriculteurs qui font de la rétention d'eau dans leurs champs favorisera ces pratiques (Morris et al., 2010).



## **1.5 Problématique**

Ainsi, les zones urbaines sont particulièrement vulnérables aux inondations et pourraient profiter de la présence de zones agricoles pour réduire le risque d'inondation. Or les contraintes sur l'agriculture dans un milieu péri-urbain et inondable semblent très importantes. De plus, l'agriculture peut aussi être un vecteur d'inondations en fonction des pratiques réalisées et de la topographie du milieu. Les conditions de compatibilité de l'agriculture avec le milieu urbain et inondable sont encore inconnues et il manque de références sur le sujet pour apporter une analyse complète des effets de cette double pression. Les sujets sont traités de manière sectorielle, que ce soit dans la communauté scientifique ou pour la gestion de ce type d'espaces. La capacité d'adaptation et de résilience des zones agricoles à ces contraintes est encore peu étudiée et exploitée. Mais les données actuelles pourraient permettre de faire de premières analyses sur l'exposition de l'agriculture à ces contraintes et de caractériser l'agriculture exposée. La caractérisation de ces espaces s'inscrit dans un des objectifs du projet CAFRUA qui est d'identifier les contraintes et les opportunités pour l'agriculture en zone urbaine et inondable pour diminuer les risques pour le milieu urbain tout en préservant la viabilité des exploitations.

Nous tenterons donc de répondre aux questions : Comment caractériser l'exposition de l'agriculture à l'urbanisation et aux inondations en utilisant des données tierces ? Dans quelle mesure cette caractérisation peut-elle s'appliquer à des territoires différents en France et en Europe ? En quelle mesure ces territoires sont-ils comparables de part l'exposition de leur agriculture aux pressions d'urbanisation et d'inondation ?

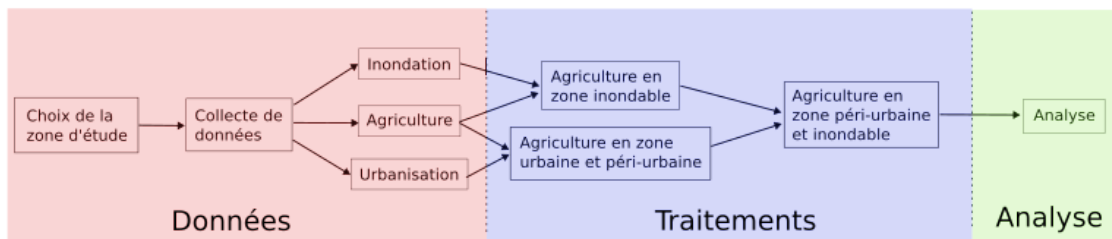


Fig. 1.1 : Schéma conceptuel de la méthode (source : personnelle)

## Chapitre 2 – Matériel et méthode

L'étude de ces questionnement requiert une méthode permettant de trouver les données nécessaires et d'avoir l'analyse la plus fiable possible au sein des différents cas d'étude envisagés.

### 2.1 Méthode générale de caractérisation de l'exposition aux inondations et à l'urbanisation

La méthode consiste en 3 étapes (Figure 1.1) :

- La collecte de données par le biais de prise de contact et de recherche (Parties 3.1.1 et 2.4.2)
- Le traitement des données en faisant une adaptation et un croisement de celles-ci (Parties 2.3.1 et 2.4.3)
- L'analyse des résultats et la comparaison des cas d'étude (Partie 3)

Le croisement des données réalisé sur R est l'étape qui permet d'aboutir aux résultats tels qu'ils seront présentés avec d'abord l'analyse de l'agriculture sur le territoire, puis le croisement avec les données d'inondations et d'urbanisation.

Les traitements dans le détail seront présentés dans les prochaines parties. En fonction des données et des cas considérés, cette méthode peut fluctuer, notamment entre les villes françaises et européennes.

### 2.2 Choix des villes et présentation des zones d'étude

#### 2.2.1 Choix des villes

En France nous avons choisi d'étudier des villes qualifiées de métropoles. Il s'agit d'une qualification qui regroupe des grandes aires urbaines de plus de 300 000 habitants<sup>1</sup>. Ce regroupement de communes est politique, économique et fonctionnel. Cela permet de repérer les grands ensembles urbains de France pour étudier des zones comparables à so-ii où la pression urbaine est présente. Les villes sont de taille et de territoires différents pour vérifier la pertinence de la méthode sur plusieurs types de territoires. Comme le cas d'étude doit être comparable à so-ii, nous avons éliminé les villes de très grande envergure en France comme Paris et Lyon. La ville de Lille fait partie de nos choix de cas d'étude car elle est sous le statut de

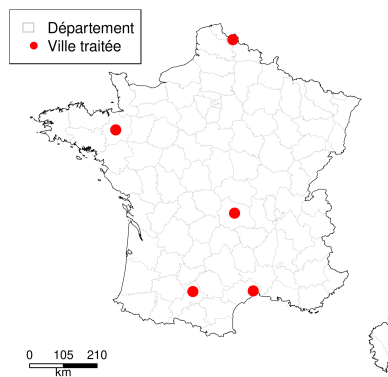
---

<sup>1</sup>Ministère de l'intérieur et des Outre-Mer, Qu'est-ce qu'une métropole?, In : interieur.gouv.fr, 02/11/2010, [Consulté le 17/08/2023], [URL] <https://www.interieur.gouv.fr/Archives/Archives-sous-sites/Reforme-des-collectivites-territoriales/La-reforme/Qu-est-ce-qu-une-metropole>



Tab. 2.1 : Résumé des pays envisagés, de la prise de contact et des entretiens réalisés

Pays	Réponse du contact	Entretien
Allemagne	oui	non
Belgique	oui	oui
Canada	non	non
Croatie	oui	non
Espagne	oui	oui
Grèce	non	non
Italie	oui	oui
Pays-Bas	oui	non
Portugal	oui	oui
Rép Tchèque	oui	non
Royaume-Uni	oui	oui



(a) En France



(b) En Belgique

Fig. 2.1 : Localisation des villes étudiées (source : personnelle)

métropole européenne et représente un intérêt d'ouverture sur l'Europe. De plus, la zone d'étude choisie a permis d'avoir un périmètre d'étude comparable à soi-même, sans prendre en compte la partie de la métropole en dehors de la France. Le choix des villes françaises a été guidé par les données disponibles et l'envergure des villes et de la zone d'étude possible. En définitive, nous avons gardé pour l'étude en France, les villes de Lille, Rennes, Clermont-Ferrand, Toulouse et Montpellier (Figure 2.1).

En Europe, les pays et les villes ont été identifiés sur la base de la bibliographie servant au contexte de ce mémoire et des entretiens menés avec des personnes ayant étudié nos problématiques sur des zones en Europe. Les villes repérées sont aussi considérées comme des grandes villes dans le pays et en Europe. Les entretiens et les données ont abouti à une sélection des villes en fonction de l'accessibilité des données et de leur pertinence, et des possibilités de collaboration avec des personnes sur place pour partager nos travaux et discuter des résultats.

Sur les 11 pays envisagés (Tableau 2.1) une sélection a été effectuée suite aux réponses données. Les cas où nous n'avons pas eu de réponses n'ont pas été gardés pour la suite de l'étude (Canada, Québec, Grèce). Le Canada a été envisagé car des contacts étaient déjà connus de l'équipe.

Dans d'autres cas, nous avons eu des réponses mais les informations envoyées n'ont pas permis d'identifier des cas d'étude ou des données pertinentes (Pays-Bas, Allemagne, Portugal).

Les données ont été récoltées entièrement et un cas d'étude a été identifié pour 6 pays (Belgique, Italie, Croatie, Espagne, République Tchèque, Royaume-Unis). Nous avons privilégié le traitement des cas où nous avons eu un entretien. La discussion sur les données à utiliser, le périmètre à étudier et les potentiels résultats que nous pourrions avoir rendent l'analyse plus fiable.

Le cas de Liège en Belgique sera le seul traité à l'échelle européenne par manque de temps et car les données récoltées et la zone d'étude établie sont pertinentes. En effet, au vu du contexte récent des inondations en Belgique, de la complétude des données et des discussions en entretiens, ce cas semblait être parmi les plus intéressants et pertinents à traiter. (Figure 2.1)

### 2.2.2 Choix de la zone d'étude

Le zonage de la métropole étant souvent trop restreint et limité en termes de cohérence du territoire, les différents zonages existants ont été comparés. Un zonage doit comporter entre 25 et 120 communes, (voir tableau 2.2), et la ville principale ne doit pas se situer à une extrémité du périmètre. Le bassin de vie a été retenu. Cela correspond au plus petit territoire sur lequel les habitants ont accès aux équipements et services les plus courants<sup>2</sup>. Un zonage de ce type permet d'identifier les zones péri-urbaines où la ville principale a le plus d'influence, et donc où la pression urbaine sera probablement la plus forte. Certaines zones s'étendent plus d'un côté ou de l'autre de la ville principale, et cela montre l'influence de la ville qui est plus tournée vers un certain territoire. Dans certains cas, le bassin de vie dépasse le département de la ville principale et nous avons donc décidé, dans ce cas, de ne pas garder les villes qui étaient en dehors de ce département. Ainsi, deux villes ont été retirées du bassin de vie de Toulouse. De plus, si la ville principale se situe à une extrémité du bassin de vie, la ou les communes limitrophes manquantes ont été rajoutées, pour que la métropole soit forcément entourée d'au moins une commune. Cela évite de

<sup>2</sup>INSEE, Base des bassins de vie 2022, In : insee.fr, 09/05/2023, [Consulté le 17/08/2023], [URL] <https://www.insee.fr/fr/information/6676988>

Tab. 2.2 : Caractéristiques générales des villes traitées (source : personnelle)

	Rennes	Lille	Toulouse	Montpellier	Clermont-Ferrand	Liège
Zone d'étude (ha)	49 078	62 634	46 432	132 817	105 190	79 591
Population	1 059 768	482 219	392 069	1 038 192	334 551	625 000
Nb communes	70	34	26	114	71	24

perdre trop d'informations sur le territoire autour de la métropole, notamment sa potentielle influence sur l'agriculture. La commune de Mauguio a été rajoutée au bassin de vie de Montpellier, et la commune de Rheu au bassin de vie de Rennes.

Pour les cas européens le zonage ne sera pas identique à celui de France, car il dépend des données récoltées, des potentiels zonages administratifs du pays, mais surtout de la discussion des cas en entretiens. Dans le cas de Liège, la zone d'étude est le périmètre de la métropole qui correspond aussi à l'arrondissement de Liège. La province de Liège, est une zone trop large et comprends une grande zone d'espaces protégés au Sud-Est de la ville qui peut rendre l'analyse des données complexe et peu pertinente.

Les bassins de vie des cas traités sont présentés dans le tableau 2.2. La diversité de taille, en termes de surface, de population, et de nombre de communes rend compte de la diversité des cas choisis.

### 2.2.3 Présentation des cas d'étude

En France, les villes choisies pour les traitements sont réparties entre le Nord et le Sud de la France et dans des contextes pédo-climatiques différents. Lille est une ville de la région des Hauts-de-France. Elle se situe dans un climat tempéré et humide avec des précipitations importantes tout au long de l'année<sup>3</sup>. Elle se situe à altitude basse, 35 m en moyenne. D'un point de vue hydrographique, la Deûle et la Marque sont les principales rivières aux alentours de la ville. Les inondations sont considérées comme un risque important du territoire, elles seraient causées par du ruissellement, des remontées de nappes et des débordements de rivières. La ville a été construite sur d'anciens marécages et présente donc un risque d'inondation important (Boisson, Bertrand and Rotsaert, S., 2019).

Rennes est une ville du Nord-Ouest de la France avec des précipitations importantes, et un climat global semblable à celui de Lille<sup>4</sup>. Le relief est également plat et bas, avec une altitude moyenne de 42 m<sup>5</sup>. Le fleuve de La Vilaine passe au centre de la ville et est régulièrement sujet aux crues (Rennes Métropole, 2019). De récents évènements en 2022 rendent compte d'une problématique encore bien présente<sup>6</sup>.

Montpellier est une ville située sur le littoral méditerranéen. Le climat est donc qualifié de Méditerranéen avec des étés chauds et secs<sup>7</sup>. La ville est en moyenne à 41 m d'altitude mais se situe entre -1 m et 129 m d'altitude, ce qui montre un relief inégal sur la ville. Le Lez traverse la ville et la Mosson passe à l'Ouest, ces deux cours d'eau font tous deux partis du bassin versant du Lez et se jettent dans le Méditerranée. Les précipitations mal réparties dans l'année causent régulièrement des inondations suite aux débordements de ce cours d'eau<sup>8</sup>. De plus, des étangs d'eau saumâtre séparent la ville de la Méditerranée, ainsi le risque de submersion et de débordement est présent au Sud de Montpellier.

<sup>3</sup>Climat Lille (France), [Consulté le 17/08/2023], [URL] <https://fr.climate-data.org/europe/france/nord-pas-de-calais/lille-353/>

<sup>4</sup>Climat Rennes (France), [Consulté le 17/08/2023], [URL] <https://fr.climate-data.org/europe/france/bretagne/rennes-343/>

<sup>5</sup>Carte topographique Rennes, In :topographic-map.com, [Consulté le 17/08/2023] [URL] <https://fr-fr.topographic-map.com/map-2557/Rennes/>

<sup>6</sup>Thierry Peigné, Orages à Rennes. L'état de catastrophe naturelle "inondations et coulées de boue" reconnu, In : france3-regions.francetvinfo.fr, 16/08/2022, [Consulté le 17/08/2023], [URL] <https://france3-regions.francetvinfo.fr/bretagne/ille-et-vilaine/rennes/orages-a-rennes-l-etat-de-catastrophe-naturelle-inondations-et-coulee-de-boue-reconnu-2597056.html>

<sup>7</sup>Climat Montpellier (France), [Consulté le 17/08/2023], [URL] <https://fr.climate-data.org/europe/france/languedoc-roussillon/montpellier-1126/>

<sup>8</sup>Syndicat du Bassin du Lez, Présentation du bassin versant, [Consulté le 17/08/2023], [URL] <http://www.syble.fr/syble/presentation-du-bassin-versant/>



Toulouse est une ville du Sud-Ouest de la France. Le climat y est chaud et relativement humide avec des précipitations moyennes assez importantes sur toute l'année<sup>9</sup>. La ville de Toulouse est située en moyenne à 155 m d'altitude, avec une hauteur qui peut varier de 117 m à 262 m<sup>10</sup>. Des épisodes de crues de la Garonne et ses affluents sont apparus en 2022, et des inondations par ruissellement ont déjà été déclarées en 2014. Les inondations ne sont pas considérées comme majeures, mais l'urbanisation en zone inondable est déplorée par l'Agglomération toulousaine<sup>11</sup>.

Clermont-Ferrand, situé au centre de la France, a un climat dit "semi-continental" comparable à Lille et Rennes. L'amplitude thermique est élevée et les étés chauds sont souvent accompagnés d'orages violents et localisés qui peuvent causer des inondations. La ville est située à 470 m d'altitude en moyenne, et le point le plus haut est à 899m<sup>12</sup>. Il s'agit donc de la ville à plus haute altitude de notre échantillon. Elle se situe à l'Est de la chaîne des Puys et à l'Ouest de la plaine de la Limagne, se trouvant ainsi dans une "demi-cuvette". La pente à proximité de la ville, causée par le massif, peut augmenter le risque d'inondation<sup>13</sup>. Les cours d'eau traversant Clermont-Ferrand, comme la Tiretaine, sont partiellement enterrés, mais cela ne neutralise pas le risque d'inondation.

Liège se situe dans la région de la Wallonie en Belgique. Son climat est semblable à celui de Lille, donc humide et tempéré, avec beaucoup de précipitations toute l'année<sup>14</sup>. La ville est située à l'est d'un massif et entre 53 m et 286 m d'altitude avec une altitude moyenne de 147 m. La Meuse passe au centre de la ville et le développement de la ville se fait sur la plaine alluviale de la Meuse, l'Ourthe et de la Vesdre<sup>15</sup>. Les inondations de 2021 en Belgique, notamment par débordement de la Meuse et de la Vesdre à cause de fortes précipitations sur la zone, ont surpris le gouvernement de Wallonie et de fortes mesures ont été prises suite à cet événement avec des contraintes à l'urbanisation en zone inondable, la restauration des zones naturelles, la reconstruction durable<sup>16</sup>.

Dans toutes les villes un ou plusieurs cours d'eau traversent ou passent à proximité. Ils sont en général très aménagés mais les risques d'inondations sont toujours présents et des récents événements dans certaines villes le prouvent. Dans certains cas, l'urbanisation en zone inondable est identifiée comme un problème et a des conséquences importantes, comme pour Liège. Les climats diffèrent entre les villes mais elles ont toutes déjà enregistré des inondations plus ou moins importantes. Des événements récents sont souvent présents en adéquation avec l'augmentation des inondations à cause du changement climatique

---

<sup>9</sup>Climat Toulouse (France), In : climate-data.org, [URL] : <https://fr.climate-data.org/europe/france/midi-pyrenees/toulouse-341/>

<sup>10</sup>Carte topographique Toulouse, In : topographic-map.com, [Consulté le 17/08/2023] [URL] <https://fr-fr.topographic-map.com/map-lz4/Toulouse/>

<sup>11</sup>Agglomération toulousaine, "Ensemble, réduisons les risques liés aux inondations!", In : inondations-agglo-toulousaine, s.d., [Consulté le 17/08/2023], [URL] : <https://inondations-agglo-toulousaine.fr/>

<sup>12</sup>Carte topographique Clermont-Ferrand, In : topographic-map.com, [Consulté le 21/08/2023] <https://fr-fr.topographic-map.com/map-g4s/Clermont-Ferrand/>

<sup>13</sup>Clermont Auvergne Métropole, Prévention des inondations, [Consulté le 21/08/2021], [URL] <https://www.clermontmetropole.eu/preserver-recycler/cycle-de-leau/informations-generales/gestion-des-milieus-aquatiques-et-prevention-des-inondations/prevention-des-inondations/>

<sup>14</sup>Climat Liège (France), In : climate-data.org, [URL] : <https://fr.climate-data.org/europe/belgique/wallonie/liege-6396/>

<sup>15</sup>Carte topographique Liège, In : topographic-map.com, [Consulté le 17/08/2023] [URL] <https://fr-be.topographic-map.com/map-vt6/Liege>

<sup>16</sup>Ministre-Président de Wallonie Elio Di Rupo, Inondations de juillet 2021 : Bilan et perspectives, 04/07/2022, [Consulté le 05/08/2023], [URL] <https://dirupo.wallonie.be/home/presse--actualites/communiques-de-presse1/presses/inondations-de-juillet-2021--bilan-et-perspectives.html>

Tab. 2.3 : Variables ajoutées au RPG lors des pré-traitements effectués avant analyse des villes françaises (source : personnelle et Modjeska et al. (2023))

Variable	Type	Description
year	numeric	année du RPG
area	numeric	surface calculée à partir du périmètre des polygones
eaip	logical	intersection de la parcelle avec l'eaip
eaip_area	numeric	surface calculée de la parcelle étant en zone potentiellement inondable (EAIP)
commune	character	code INSEE de la commune avec laquelle la parcelle possède la plus grande proportion de surfaces
area_commune	numeric	surface de la parcelle comprise dans la commune principale
prop_commune	numeric	proportion de la surface de la parcelle comprise dans la commune principale par rapport à la surface de la parcelle totale
group	character	code de groupe du rpg
culture_label_fr	character	label de la culture
group_label_fr	character	label du groupe du rpg
group_01	character	groupe plus agrégé que les codes du rpg (8 groupes)
group_01_label_fr	character	label des groupes
col_01	character	couleur des groupes pour la représentation cartographique
nom de la métropole	logical	intersection de la parcelle avec le périmètre d'étude
nom de la métropole_area	numeric	surface calculée de la parcelle contenue dans le périmètre d'étude
prod_pbs_1	character	label en anglais de la culture principale de l'exploitation définie avec le coefficient de production brute standard
prod_pbs_1_fr	character	label en français de la culture principale de l'exploitation définie avec le coefficient de production brute standard

(Frei et al., 2006).

De plus, les projets de territoires des villes incluent la sécurisation de l'agriculture, le développement des circuits courts et de la souveraineté alimentaire. Or certaines zones sont très spécialisées et les enjeux face aux changements climatiques et la sécurité alimentaire sont grands, par exemple les 2/3 des terres agricoles de la métropole de Toulouse sont dédiées aux céréales<sup>17</sup>.

## 2.3 Collecte et traitements des données en contexte français

Grâce au premier travail réalisé lors de la tâche 1.1 du projet CAFRUA, présenté lors de l'introduction, les données pour les villes françaises étaient déjà disponibles au sein de la structure de stage. Seules certaines données de zonages administratifs ont dû être collectées.

### 2.3.1 Homogénéisation et traitement des données

Pour rendre les traitements possibles et pouvoir appliquer les mêmes traitements sur chaque ville, les données ont eu un premier traitement visant à formater les jeux de données brutes pour qu'ils soient adaptés aux méthodes de traitements. Ces derniers sont semblables à ce qui a été fait par Modjeska et al. (2023), avec quelques modifications et adaptations pour correspondre à l'analyse de cas français et leur comparaison.

#### 2.3.1.1 Registre Parcellaire Graphique (RPG)

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) est la donnée fondamentale pour les analyses. Voici les différents traitements préalables pour que les différents RPG soient homogènes et aptes aux analyses.

##### Traitements géographiques

1. changement du crs (EPSG 4326), pour que toutes les données soient géolocalisées selon le même référentiel et croisées correctement spatialement
2. correction de la géométrie des polygones, pour éviter les anomalies qui peuvent fausser des intersections entre les couches

##### Ajout de variables et organisation du tableau d'attributs

1. homogénéisation des noms de variables
2. suppression des variables mal renseignées ou jugées non utiles, pour plus de lisibilité des données
3. ajout d'autres variables : "year", "area", "eaip", "eaip\_area", "commune", "area\_commune", "prop\_commune", "nom de la métropole", "nom de la métropole\_area" (Tableau 2.3)

---

<sup>17</sup>Toulouse Métropole, Agriculture & Agroalimentaire, [Consulté le 17/08/2023], [URL] <https://monentreprisepasapas.toulouse-metropole.fr/fiches/agriculture-agroalimentaire/>



Tab. 2.4 : Correspondance regroupement de cultures du RPG (source : Modjeska et al. (2023))

Initial (RPG)	Regroupement
Vergers	Arboriculture
Fruits à coques	Arboriculture
Oliviers	Arboriculture
Arboriculture	Arboriculture
Plantes à fibres	Divers
Semences	Divers
Autres cultures industrielles	Divers
Canne à sucre	Divers
Divers	Divers
Fourrage	Fourrage
Blé tendre	Grandes cultures
Maïs grain et ensilage	Grandes cultures
Orge	Grandes cultures
Autres céréales	Grandes cultures
Colza	Grandes cultures
Tournesol	Grandes cultures
Autres oléagineux	Grandes cultures
Protéagineux	Grandes cultures
Riz	Grandes cultures
Légumineuses à grains	Grandes cultures
Estives et landes	Herbages
Prairies permanentes	Herbages
Prairies temporaires	Herbages
Légumes ou fleurs	Légumes ou fleurs
Gel (surfaces gelées sans production)	Surfaces gelées
Gel industriel	Surfaces gelées
Autres gels	Surfaces gelées
Vignes	Vignes

### **Ajout de la nomenclature pour identifier les productions**

Le jeu de données brut contient uniquement les codes des cultures, donc nous avons procédé à l'ajout des catégories des groupes du RPG ("group") ainsi que les libellés correspondants ("culture\_label\_fr" et "group\_label\_fr") (Tableau 2.3).

Le groupement de culture du RPG est jugé trop exhaustif (28 groupes dans "group"). Nous avons donc fait une simplification afin de réduire son nombre à 8 ("group\_01") (Tableau 2.4).

Nous avons attribué de nouveaux libellés et couleurs aux nouveaux regroupements ("group\_01"), en vue de leur utilisation pour les représentations graphiques. Ces attributs sont définis par les champs "group\_01\_label\_fr" et "col\_01", comme spécifié dans le tableau 2.3.

### **Attribution des productions principales par exploitation**

Nous avons souhaité représenter la valeur économique des cultures des exploitations en associant une production principale à chacune, qui représente une orientation technico-économique (OTEX). Pour ce faire, nous avons calculé SAU x coefficient PBS (présenté en partie 2.3.1.3), pour chaque production d'une exploitation, et celle ayant la valeur la plus grande est la production principale de l'exploitation (Modjeska et al., 2023). Nous obtenons donc les variables "prod\_pbs\_1" "prod\_pbs\_1\_fr" du tableau 2.3.

### **Calcul des surfaces totales**

"Les surfaces agricoles totales sont définies à partir de tous les polygones du RPG ayant au moins une intersection avec le périmètre d'étude. Les surfaces agricoles potentiellement inondables sont définies à partir de tous les polygones résultant de l'intersection entre l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles (EAIP) et le RPG. Pour toutes les analyses nous utilisons les surfaces calculées et non celles renseignées par le RPG dans la variable "SURF\_ADM" car nous avons constaté qu'elle était mal renseignée. En effet, un écart de 10 000 hectares entre les superficies administratives et les superficies calculées a conduit à observer un grand nombre de polygones avec des valeurs nulles pour la superficie administrative (37% des polygones présentant des valeurs nulles). Par conséquent, cette variable semble être incomplète et inutilisable." (Modjeska et al., 2023)

### **Surfaces des exploitations agricoles (PACAGE)**

Afin d'étudier les caractéristiques à l'échelle des exploitations, nous avons extrait à partir du numéro pacage de celles-ci (numéro identifiant les exploitations lors de la déclaration à la PAC) toutes les informations nécessaires à l'analyse (surfaces, nombre de parcelles, production principale). Pour l'analyse de la SAU nous avons sélectionné les numéros pacages correspondant aux exploitations ayant au moins une parcelle dans la zone d'étude, pour avoir un réel aperçu de la surface des exploitations. Il est donc possible que cette analyse inclue des parcelles en dehors de la zone d'étude.

### **Périmètre d'étude**

Le RPG est généré au niveau régional et est fourni par la DRAAF à l'échelle départementale. Ainsi un premier traitement a été réalisé pour obtenir le nom des communes appartenant à la zone d'étude (définie à la partie 2.2). Les données d'ADMIN-EXPRESS ont permis d'associer une géométrie à ces communes et donc le croisement avec le RPG. Nous avons donc obtenu l'intersection des parcelles avec le périmètre d'étude et la surface calculée de la parcelle contenue dans celui-ci.

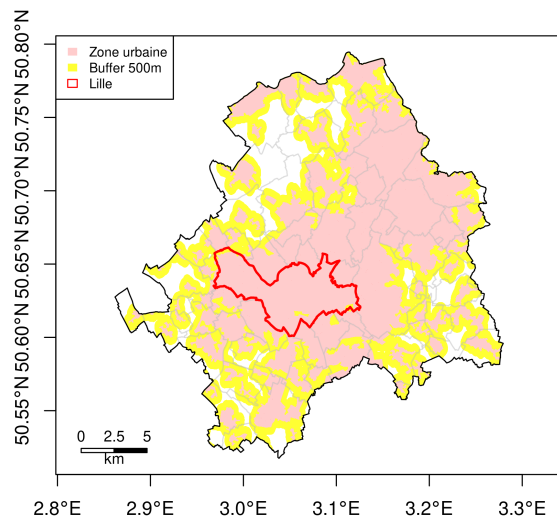


Fig. 2.2 : Représentation du tampon de 500 m autour de la zone urbaine (CLC) de Lille (source : personnelle)

Tab. 2.5 : Correspondance des cultures du PBS et groupes de cultures du RPG (source : Modjeska et al, 2023)

group_01	group_PBS
Grandes cultures	Autres cultures de terres arables, Blé tendre et épeautre, Blé dur, Seigle, Orge, Avoine, Maïs grain (non irrigué), Autres céréales, Riz, Semences et plants de terres arables, Colza ou navette, Tournesol, Soja, Lin oléagineux, Coton, Autres plantes oléagineuses ou textiles, Lin textile, Chanvre, Autres plantes textiles
Fourrage	Total fourrages, Prairies temporaires, Légumineuses, Maïs fourrage, Autres plantes fourragères annuelles
Herbages	Total prairies et pâturages permanents, Prairies permanentes hors pâturages pauvres, Pâturages pauvres, Prairies permanentes non exploitées à des fins de production et donnant droit au versement de subventions
Arboriculture	Oliveraies, Agrumeraies, Fruits, Espèces fruitières d'origine tempérée, fruits à pépins, Espèces fruitières d'origine subtropicale, Baies, Fruits à coque
Légumes ou fleurs	Légumes frais, melons, fraises (sous serre), Légumes frais, melons, fraises (plein champ), Légumes frais, melons, fraises (culture maraichère)
Viticulture	Vignes-total, Raisins pour le vin, Raisins pour les vins d'appellation d'origine protégée (AOP), Raisins pour les vins sous IGP, Raisins pour les autres vins (sans AOP ni IGP), Vignes pour raisins de table, Vignes pour raisins secs

### 2.3.1.2 Corine Land Cover

#### Représentation des zones péri-urbaines

Afin de représenter la pression péri-urbaine, un tampon de 500m a été fait à partir de la “Zone urbaine” définie par le CLC 2018. La distance de 500m a été retenue pour élargir cette zone comparé au premiers travaux sur la zone so-ii, où le tampon était de 200m, et considéré comme trop restrictif (Modjeska et al., 2023). Afin d’éviter les recouvrements entre plusieurs polygones, une union a été faite (Figure 2.2).

#### Croisements

CLC a été recoupé avec le RPG pour identifier les surfaces agricoles en zone urbaine et péri-urbaine, les types de cultures et les numéros PACAGE associés ainsi qu’avec l’EAIP pour obtenir les surfaces potentiellement exposées aux inondations (Modjeska et al., 2023). Le croisement avec CLC et l’EAIP permet d’étudier uniquement les parcelles ayant une intersection avec la zone d’étude contrairement au calcul des SAU totales des exploitations, où des parcelles en dehors de la zone pouvaient être incluses.

### 2.3.1.3 Coefficient de Production Brute Standard (PBS)

Les coefficients de PBS de la région où se situe la métropole ont été adaptés pour correspondre aux groupes de culture (“group\_01”) du RPG, le regroupement figure dans le tableau 2.5. Des moyennes de PBS/ha ont été définies pour chaque groupe de culture à partir des coefficients de PBS de chaque culture. Pour les catégories Divers et Surfaces gelées, une valeur de PBS de 0 a été assignée pour exclure au maximum ces deux catégories des OTEX des exploitations. En effet, il semble peu probable que des exploitations vivent grâce à des surfaces gelées et il n’est pas possible d’identifier quelles cultures correspondent à “divers”, ce qui compliquerait les analyses.

### 2.3.1.4 Base de données topographiques (BD TOPO)

Les bâtiments agricoles hors périmètre mais pour lesquels il y a une intersection entre un polygone du RPG et un polygone de la Base de données topographiques (BD TOPO) sont intégrés à l’étude.

Seuls les bâtiments d’usage agricole ont été gardés et nous avons relevé leur nature (“Serre”, “Silo” ou “Moulin à vent”).

#### Croisement avec l’EAIP

Nous avons pu identifier les bâtiments étant situés entièrement ou en partie dans une zone potentiellement inondable en croisant l’EAIP et la BD TOPO. Cette information a été attribuée à une variable logique nommée “eaip”.

#### Calcul des surfaces des polygones

La surface des polygones a été calculée et attribuée à la variable “area” pour pouvoir comparer les surfaces de bâtiments en fonction de leur nature. (Modjeska et al., 2023)

#### Croisement avec le RPG

Pour associer les bâtiments à des types de cultures ainsi qu’aux exploitations agricoles, une étape d’intersection a été réalisée en utilisant le RPG de niveau 2 de l’année 2021. Chaque bâtiment en intersection avec une parcelle agricole s’est vu attribué le numéro PACAGE de cette parcelle, ce qui permet d’identifier le

Tab. 2.6 : Entretiens réalisés auprès de contacts européens (source : personnelle)

Nom	Prénom	Pays	Institution	Origine du contact
Dewals	Benjamin	Belgique	Université de Liège	séminaire
Privot	Joël	Belgique	Université de Liège	séminaire
Foudi	Sebastien	Espagne	Centre basque pour le changement climatique	collaborateur
Domeneghetti	Alessio	Italie	Université de Bologne	séminaire
Boulet	Anne-Karine	Portugal	Institut polytechnique de Coimbra	articles
Ferreira	Antonio	Portugal	Institut polytechnique de Coimbra	articles
Ferreira	Carla	Portugal	Institut polytechnique de Coimbra	articles
Morris	Joe	Royaume-Uni	Université de Cranfield	articles
Poncet	Marine	Royaume-Uni	Université de Cranfield	collaboratrice de Joe Morris

propriétaire du bâtiment. En parallèle, la production associée à la parcelle en question a été utilisée pour établir un lien avec le secteur d'activité du bâtiment.

## 2.4 Collecte et traitement des données en contexte européen

### 2.4.1 Prise de contact et entretien

Dans le cadre des cas d'étude en Europe, une étape de prospection et de recherche de contacts et de données a été réalisée. La recherche de contacts s'est jointe au travail bibliographique de contexte en repérant les études les plus proches des objectifs du stage et les plus récentes possibles. L'article de Copernicus and EEA (2016) a fait un recensement des pays ayant un LPIS en Europe et des contacts associés, et à participer largement à l'identification de contacts. La recherche bibliographique et les connaissances de l'équipe ont aidé à établir une liste de pays avec des cas d'étude potentiels. Pour chacun de ces pays, des contacts ont été identifiés, par le biais d'articles scientifiques, de l'article de Copernicus and EEA (2016), ou des contacts déjà pris par l'équipe de travail. Ainsi, 31 personnes en rapport à 11 pays différents ont été contactées, et 22 ont répondu. Les contacts identifiés pourront être remobilisés lors du séminaire international à la fin du projet CAFRUA, pour partager et mettre en discussion les résultats.

Des entretiens ont été réalisés pour présenter en détail le projet, établir des cas d'étude en Europe et avoir des informations sur les données disponibles. 5 entretiens ont été réalisés pour parler de cas possibles en Europe et avoir des informations sur les données disponibles dans le pays (Tableau 2.6).

Un entretien a été réalisé avec des contacts par notre demande ou par la leur en fonction des échanges et de leur intérêt pour le projet. Nous n'avions pas pour ambition de faire un entretien par cas d'étude envisagé mais d'en faire quelques uns pour certains cas qui semblaient intéressants et où les contacts semblaient particulièrement motivés à nous aider. Ils n'incluent pas de grilles avec des questions spécifiques.

Les entretiens ont été réalisés en distanciel avec d'abord une présentation des travaux réalisés sur le territoire so-ii puis une discussion sur la compréhension de nos objectifs et des cas et données intéressants dans le ou les pays où le contact a des connaissances.

Nous nous sommes donc entretenus avec :

- Joël Privot et Benjamin Dewals pour le cas de la Wallonie en Belgique. Ils travaillent tous les deux à l'université de Liège. Joël Privot travaille dans l'ingénierie urbaine et environnementale. Il étudie l'adaptation des territoires aux changements climatiques sur la région de Liège. Benjamin Dewals est ingénieur en hydraulique, dans le domaine civil et environnemental. Ils ont été contactés suite à un séminaire. Des travaux très détaillés sur la vallée de la Vesdre ont été réalisés par Joël et sa vision du territoire wallon rend compte de sa connaissance sur le terrain. Or la vallée de la Vesdre est trop loin de Liège ou d'une grande ville pour que ce cas soit étudié en tant que tel. Mais la ville de Liège est ressortie comme un cas tout à fait compatible avec notre étude par la présence d'agriculture, avec une répartition intéressante de celle d'un côté et de l'autre de la Meuse. De plus, les inondations récentes montrent l'enjeu de leur régulation dans ce territoire. (Compte rendu en annexe A.1)
- Sébastien Foudi pour la cas de l'Espagne. Chercheur en économie dans les domaines de l'agriculture, des ressources naturelles, de l'évaluation des risques et leur gestion et il a notamment travaillé en



Espagne dans le bassin versant de l'Èbre. Il est également un contact déjà identifié par l'équipe. L'entretien a abouti à des pistes de données sur la région de Saragosse. (Compte rendu en annexe A.2)

- Alessio Domeneghetti pour le cas de l'Italie. Il travaille sur la modélisation hydrologique et hydraulique à l'Université de Bologne. Il a été identifié suite à un séminaire. Nous avons d'abord pensé utiliser Bologne comme cas d'étude, mais Alessio Domeneghetti nous a orienté vers la province d'Émilie-Romagne, car l'agriculture y est plus développée. Les villes de Parme et Modène semblent être de la même envergure que Montpellier et plusieurs épisodes d'inondations sont survenus dans la dernière décennie. (Compte rendu en annexe A.3)
- Antonio Ferreira, Carla Ferreira, Anne-Karine Boulet pour le cas du Portugal. Ils travaillent à l'Université de Coimbra. Antonio Ferreira est chercheur en hydrologie, urbanisme, environnement et agriculture, Carla Ferreira est chercheuse en sciences de l'environnement et ingénierie et Anne-Karine Boulet est chercheuse en science du sol, hydrologie et agronomie. Leurs contacts ont été récupérés suite à des recherches bibliographiques, car ils ont publié plusieurs articles sur les inondations dans la région de Coimbra. L'entretien a abouti à des pistes de données et un possible cas d'étude à Coimbra, qui est une ville très agricole, où l'agriculture se situe principalement dans le lit majeur du Mondego. De plus, il existe au Portugal une cartographie des zones agricoles protégées. Cette donnée peut être intéressante dans le cadre de la conservation de l'agriculture, notamment en zone péri-urbaine. L'indisponibilité des données agricoles semble malheureusement limiter les analyses possibles pour ce cas d'étude. (Compte rendu en annexe A.4)
- Joe Morris et Marine Poncet pour le cas de l'Angleterre. Ils travaillent tous les deux à l'université de Cranfield. Joe Morris est économiste dans les domaines de l'eau, de l'agriculture et des risques et dommages associés et Marine Poncet est chercheuse en technologies de l'eau et sciences sociales. Le cas de l'Angleterre semble différent dans sa perception du rôle de l'agriculture dans les inondations, il s'agit du seul entretien à questionner cela. En effet, dans certains cas elle peut être considérée comme vecteur d'inondations et provoque des dégâts pour les villes voisines. L'Angleterre fournit également des données de notation des sols en fonction de leur qualité agronomique, ce qui peut compléter les analyses du sol. La ville de Cambridge pourrait être un cas intéressant car elle n'est pas trop grande, avec de l'agriculture péri-urbaine suffisamment développée et des inondations récurrentes. (Compte rendu en annexe A.5)

## 2.4.2 Collecte des données

Les exigences en termes de traitements sont moins élevées pour les cas d'étude en Europe, car même si on sait que les données sont censées être disponibles, nous ne pouvons pas garantir la même fiabilité et accessibilité que pour les données françaises. Donc lors de la recherche de données, une priorisation a été établie en fonction de l'importance qu'ont les données dans les traitements.

Les données agricoles de niveau 1 (anonymes, ne permettant pas d'identifier les exploitations), les données d'inondations et Corine Land Cover ont été identifiées comme les données les plus importantes dans le cadre de cette étude. Ainsi les données sur le bâti et l'économie de l'agriculture sont secondaires. Les données agricoles de niveau 2 (avec identification du propriétaire des parcelles), n'ont pas été explicitement demandées, et n'ont pas souvent été fournies spontanément par les contacts pris. Un travail de recherche spécifique pour leur obtention serait intéressant à édifier pour affiner les analyses.





Plusieurs méthodes ont été utilisées pour collecter des données :

- par mail suite à la prise de contact
- suite à l'entretien, par envoi direct de données ou de liens pour les obtenir
- par prospection sur des bases de données, comme INSPIRE<sup>18</sup>

À noter que les entretiens rendent la compréhension des données plus simple et l'analyse plus facile de celles-ci grâce aux discussions et aux explications fournies.

Les données européennes collectées ne sont pas exhaustives de toutes les données disponibles en termes de cartographie de l'utilisation du sol et des inondations. Les entretiens ont orienté les recherches ou abouti à des bases de données directement envoyées par les contacts, dans ce cas nous avons simplement cherché les informations complètes de ces données lorsqu'il en manquait. De plus, parmi ce qui a pu être trouvé lorsque nous n'avons pas eu les données directement fournies, une sélection a été faite de ce qui semblait être le plus pertinent et proche des données utilisées pour les cas français.

Les données Corine Land Cover sont les mêmes que celles utilisées pour la France présentées plus tôt (Partie 2.3.1.2). Un résumé plus complet des données européennes autres que celles de Belgique se trouve en annexe C.

De plus, si les données sont générées dans le cadre de directives européennes, nous verrons que dans certains cas, l'homogénéité, l'accessibilité et la pertinence des données n'est pas toujours compatible avec notre étude.

### 2.4.3 Traitement des données pour le cas de Liège

Les traitements réalisés pour la ville de Liège sont inspirés de la méthode décrite pour les villes françaises et les outils utilisés sont les mêmes.

#### 2.4.3.1 Zone inondable

Les données d'inondations sont constituées de plusieurs couches qui séparent les zones inondables liées aux ruissellements et aux débordements. Le scénario extrême (pas de période de retour précisée) a été utilisé pour avoir la plus grande étendue possible en faisant une union de ces couches pour avoir l'étendue globale des inondations par débordement et ruissellement sur le territoire.

#### 2.4.3.2 Land Parcel Identification System (LPIS)

Le LPIS de la Wallonie a été harmonisé pour que la méthode d'analyse soit la plus proche possible de ce qui a été fait sur les villes françaises. Seule l'année 2021 a été traitée, comme en France. Comme le LPIS est de niveau 1, il n'est pas possible d'identifier à quelle exploitation appartiennent les parcelles. C'est pourquoi les traitements liés aux exploitations n'ont pas pu être réalisés.

#### Traitements géographiques

Comme pour les cas français le CRS a été changé (EPSG 4326) et nous avons découpé le LPIS avec contour de la zone d'étude correspondant à la métropole de Liège.

---

<sup>18</sup>Commission Européenne, INSPIRE GEOPORTAL, [URL] <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/>

Tab. 2.7 : Variables ajoutées au LPIS lors des pré-traitements effectués avant analyse (source : personnelle)

Variables	Type	Description
zi	logical	intersection de la parcelle avec la zone inondable
zi_area	numeric	surface calculée de la parcelle étant en zone inondable
commune	character	code de la commune avec laquelle la parcelle possède la plus grande proportion de surfaces
area_commune	numeric	surface de la parcelle comprise dans la commune principale
prop_commune	numeric	proportion de la surface de la parcelle comprise dans la commune principale par rapport à la surface de la parcelle totale
group_01_label	character	label des groupes
col_01	character	couleur des groupes pour la représentation cartographique
liege	logical	intersection de la parcelle avec le périmètre d'étude
liege_area	numeric	surface calculée de la parcelle contenue dans le périmètre d'étude

### **Ajout de variables et organisation du tableau d'attributs**

Nous avons ajouté des variables : “liege”, “liege\_area”, “zi”, “zi\_area”, “commune”, “area\_commune”, “prop\_commune”, “group\_01\_label” (Tableau 2.7)

Les dénominations de cultures n'étant pas les mêmes qu'en France, nous avons fait une nouvelle table de correspondance des cultures (Table en annexe B). La donnée brute comporte 140 types de cultures différents. Des regroupements ont été faits dans la donnée brute, mais ils n'étaient pas cohérents avec ceux établis pour les cas français. Nous avons donc fait un nouveau regroupement avec les dénominations utilisées pour les cas français pour que les analyses soient semblables à celles faites sur les villes françaises. La variable créée s'appelle group\_01\_label (Tableau 2.7).

### **Calcul des surfaces totales**

Le calcul est réalisé de la même manière que pour le RPG. La variable “liege\_area” correspond à la surface des parcelles ayant au moins une intersection avec le périmètre de la métropole. De la même manière, la variable “zi\_area” est le calcul des surfaces pour les parcelles ayant au moins une intersection avec le périmètre d'étude et la couche de la zone inondable.

#### **2.4.3.3 Corine Land Cover**

Tout comme pour les cas en France, la représentation de la zone de pression d'urbanisation est représentée par un tampon de 500 m autour de la zone urbaine de Liège identifiée par CLC.

### **Croisements**

De la même manière qu'avec le RPG, CLC est croisé avec le LPIS pour identifier les surfaces agricoles en zone urbaine et péri-urbaine avec les cultures associées. Le croisement avec la couche de zone inondable permet d'identifier les surfaces en zone inondable.

Tab. 2.8 : Récapitulatif des jeux de données et leur mobilisation dans le cadre de l'étude (source : personnelle)

Domaine	Dataset	Producteur	Couverture	Échelle	Millésimes
Inondation	EAIP	DIREN	France	1 :100 000	2011
Occupation du sol	RPG	ASP	France	Cadastre	2015-2020
Occupation du sol	CLC	IGN	Europe	1 :100 000	2018
Agriculture	PBS	Agrete	France	Région	2017
Batiment	BD TOPO	IGN	France	Cadastre	2022
Administratif	ADMIN-EXPRESS	IGN	France	1 :25 000 à 1 :300 000	2023

## **Chapitre 3 – Résultats et discussion**

### **3.1 Étude de l’agriculture en zone inondable et péri-urbaine d’une métropole française**

Dans une première partie, le traitement au complet pour une métropole de France, Lille est réalisé. Nous présentons donc le détail des données et des analyses produites que nous pouvons atteindre. Puis l’étude de la comparaison entre les différents cas d’étude européens, avec des analyses moins poussées mais donnent une vue d’ensemble des différentes villes étudiées et des résultats qui permettent de mettre en discussion la répliquabilité de la méthode. Le résumé est dans le tableau 2.8.

#### **3.1.1 Présentation des données utilisées**

##### **3.1.1.1 Les données de zonage administratif**

Pour obtenir la zone définie de manière spatialisée, nous avons utilisé les données de l’Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) pour récupérer les codes INSEE des communes selon leur appartenance administrative, et ADMIN-EXPRESS a permis d’en extraire les données spatialisées.

ADMIN-EXPRESS est une base de données qui donne le “découpage administratif du territoire métropolitain”. Elle est issue de l’Institut national de l’information géographique et forestière (IGN). Elle est constituée du découpage des communes avec leur géométrie, ainsi que des informations sur la commune comme la population, l’EPCI, département, région... Cela permet de spatialiser les communes et de faire des traitements à échelle communale (IGN (2021); Modjeska et al. (2023))

##### **3.1.1.2 Les données d’occupation du sol**

###### **RPG de niveau 2 : Registre parcellaire graphique**

Le RPG est une base de données géographiques qui est renseignée par les chefs d’exploitations lors de leur déclaration à la PAC. Ils fournissent des informations sur l’occupation de leur sol et la structure foncière de leur exploitation. Le RPG de niveau 1 est anonyme et en libre accès, mais celui de niveau 2 associe un numéro PACAGE des exploitations, ce qui permet d’associer les parcelles étudiées à un propriétaire. Le RPG niveau 2 n’est pas en libre accès et peut être demandé à la Direction régionale de l’alimentation de l’agriculture et de la forêt (DRAAF) ou au comité de secret statistique. Le RPG correspond au LPIS (présenté dans la partie 1.1) en France (IGN and ASP (2021); Modjeska et al. (2023)).



### **CLC : Corine Land Cover**

La base de données géographique Corine Land Cover constitue une collection d'informations biophysiques sur l'occupation des sols, générée par l'interprétation visuelle d'images satellitaires provenant du programme Copernicus. Cette interprétation catégorise les types d'utilisation des sols en suivant une nomenclature composée de 44 éléments qui peuvent être regroupés en cinq catégories principales : les zones urbanisées, les zones agricoles, les zones forestières et semi-naturelles, les zones humides et les zones aquatiques (Gouvernement français<sup>1</sup> ; Modjeska et al. (2023)). Dans notre cas, CLC est utilisé pour repérer la zone urbaine dans le territoire d'étude.

#### **3.1.1.3 Les données d'inondations**

##### **EAIP : Enveloppe approchée des inondations potentielles**

Ce jeu de données a été élaboré dans le cadre de l'Évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), avec pour objectif d'identifier les zones à risque d'inondation en prenant en considération deux types d'événements : les débordements de cours d'eau et les submersions marines. L'objectif est de cartographier approximativement l'étendue des événements d'inondations extrêmes. Les effets des ouvrages hydrauliques tels que barrages et digues de protection ne sont pas pris en compte. Cette représentation est issue de la fusion de différentes sources d'information de diverses échelles et précisions, telles que des atlas et des cartes d'aléas provenant des Plans de Prévention des Risques (PPR). En raison de cette variété de sources, des incertitudes significatives sont présentes, limitant ainsi son application à des échelles inférieures à 1/100 000ème. (Aspar (2020); Modjeska et al. (2023)).

#### **3.1.1.4 Les données économiques agricoles**

##### **Coefficients de Production Brute Standard (PBS)**

Les coefficients de PBS représentent la « valeur de la production potentielle par hectare ou par tête d'animal présent hors toute aide ». Les coefficients utilisés sont ceux de 2017, et sont obtenus par une moyenne des années 2015 à 2019. Les valeurs changent par région et devront donc être adaptées à chaque métropole étudiée (Agreste<sup>2</sup>, Modjeska et al. (2023)). Le PBS est utilisé pour obtenir la culture principale des exploitations, le calcul est détaillé à la partie 2.3.1.3.

#### **3.1.1.5 Les données de bâtiments agricoles**

##### **BD TOPO : Base de données topographiques**

Cette base de données offre des renseignements sur divers sujets, notamment les aspects du “bâti” et de “l'occupation du sol”. Étant donné que les informations sur l'occupation des sols sont moins précises que celles fournies par le Registre Parcellaire Graphique (RPG), notre intérêt se concentre uniquement sur la couche “bâtiment”. Elle fournit des détails sur le type de structures bâties ainsi que sur la nature des activités qui y sont associées. Elle est utilisée dans la méthode pour étudier l'exposition des bâtiments agricoles aux inondations, comme détaillé dans la partie 2.3.1.4. (Modjeska et al. (2023); IGN (2020))

---

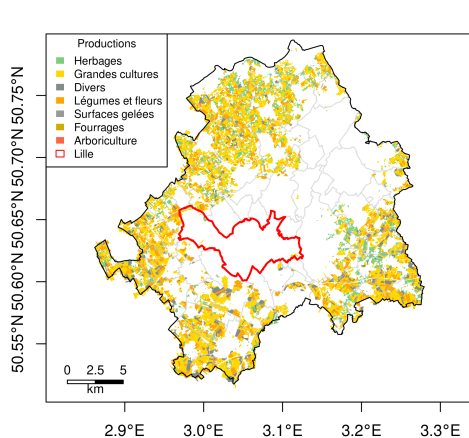
<sup>1</sup>Gouvernement français, Corine Land Cover, In [artificialisation.developpement-durable.gouv.fr](https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr), s.d., [Consulté le 10/08/2023], [URL] <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/bases-donnees/corine-land-cover>

<sup>2</sup>Agreste, Production brute standard (PBS), In [agreste.agriculture.gouv.fr](https://agreste.agriculture.gouv.fr), s.d., [Consulté le 10/08/2023], [URL] <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/methodon/N.3/!searchurl/listeTypeMethodon/>

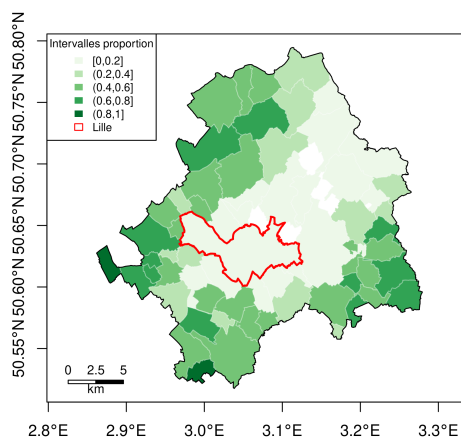


Tab. 3.1 : Surfaces et pourcentages des différentes zones dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG, ADMIN-EXPRESS)

Zone	Surface (ha)	% Surface
Bassin de vie Lille	49 078	100
Inondable	21 922	45
Agricole	17 641	36
Agricole et inondable	7 689	16



(a) Répartition des cultures



(b) Proportion de surface agricole par commune

Fig. 3.1 : Agriculture sur le territoire de Lille (source : personnelle, données : RPG)

Tab. 3.2 : Surfaces agricoles totales et en zone inondable et nombre d'exploitations associées à chaque groupe de culture (noté N exploitations) dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG, EAIP)

Cultures	N exploitations (OTEX)	Surface (ha)		Proportion de la surface	
		RPG	EAIP	dans le RPG	dans l'EAIP
Grandes cultures	80	9 757.0	4 100.0	0.55	0.42
Légumes ou fleurs	426	3 533.2	1 415.5	0.20	0.40
Herbages	15	2 481.2	1 349.1	0.14	0.54
Divers	7	1 527.9	661.6	0.09	0.43
Fourrage	0	203.1	96.8	0.01	0.48
Surfaces gelées	1	132.6	61.3	0.01	0.46
Arboriculture	1	6.1	4.4	0.00	0.73
Total	530	17 641.1	7 688.7	1.00	0.44

### 3.1.2 Analyse de l'agriculture en zone inondable

Le tableau 3.1 montre que le bassin de vie est composé à 45% de surfaces inondables, 36% de surfaces agricoles et de 16% de terres agricoles qui sont également en zone potentiellement inondable.

Les cartes de la figure 3.1 montrent la répartition de l'agriculture sur le territoire du bassin de vie de Lille. Les zones principalement agricoles du territoire sont à la périphérie du territoire, avec une zone très pauvre en agriculture au centre et au Nord-Est de celui-ci.

Les productions majoritairement représentées en termes de nombre d'exploitations sont les grandes cultures et les légumes et fleurs, donc le maraîchage, avec respectivement 80 et 426 exploitations. Les grandes cultures sont fortement majoritaires en termes de surface sur le territoire (55% des surfaces totales recensées au RPG), mais le maraîchage représente un nombre d'OTEX des exploitations beaucoup plus important (Tableau 3.2). De plus, toutes les cultures sont exposées au risque d'inondation à pas moins de 40% de la surface qu'elles occupent dans le RPG. 73% des terres en arboriculture sont en zone potentiellement inondable, or il n'y a qu'une exploitation qui est arboricole. Une seule exploitation a comme OTEX les surfaces gelées, et a 46% de sa surface en zone inondable. Ces cultures semblent avoir un poids économique faible, mais une forte exposition aux inondations. L'étude du regroupement de classes montre que la catégorie Divers est majoritairement représentée par des cultures industrielles (1149 ha) (Tableau 3.3). Ce groupe est moyennement exposé et représente une part moins importante que les grandes cultures et les légumes et fleurs dans le territoire.

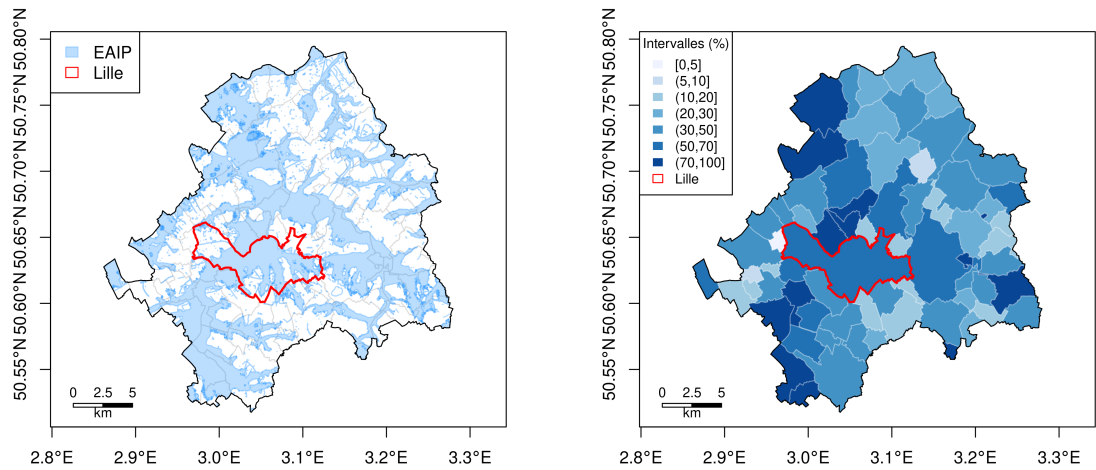
Tab. 3.3 : Surface des cultures détaillées de la catégorie Divers, dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG)

Détail des cultures	Surface (ha)	Groupe
Autres cultures industrielles	1 149	Divers
Divers	125	Divers
Plantes à fibres	254	Divers

Les cartes de la figure 3.2 rendent compte de l'étendue de l'EAIP sur le bassin de vie de Lille ainsi que les communes les plus exposées. La zone d'étude est globalement exposée aux inondations, certaines villes le sont fortement, notamment sur l'Ouest du territoire.

Selon la figure 3.3 un nombre important d'exploitations (151) ont une forte proportion de leur SAU en zone inondable (entre 0.6 et 1). Autrement dit, environ un tiers des exploitations du territoire ont plus de la moitié de leur surface agricole en zone inondable. Ce risque concerne donc de manière importante de nombreux agriculteurs. Ces exploitations sont réparties sur la zone agricole du territoire et une part importante semble se trouver au Nord de Lille. (Figure 3.3)

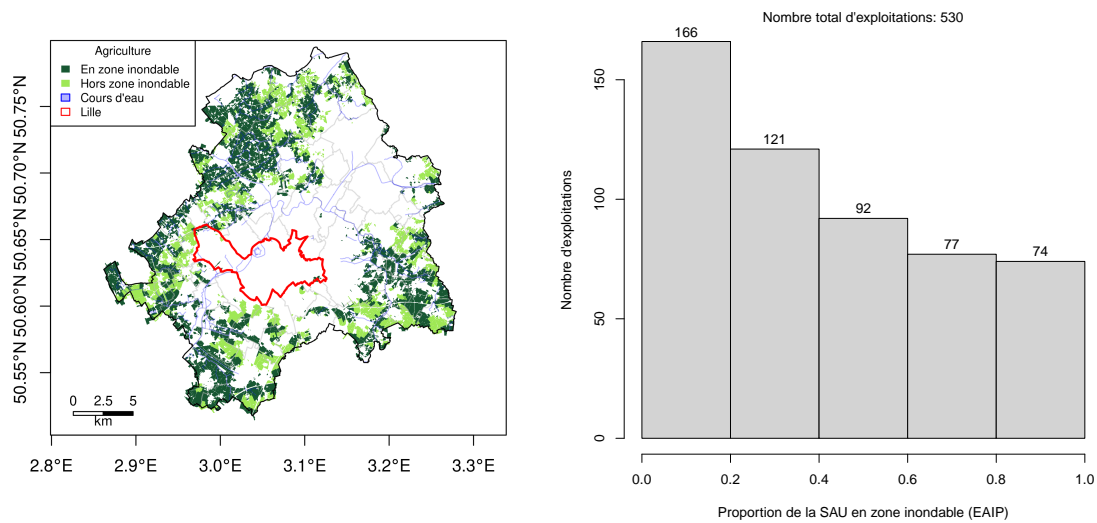
La figure 3.4 représente des boîtes à moustache accompagnées de violon, des nuages bleus qui montrent les effectifs. La surface exposée aux inondations dans les exploitations en fonction de leur OTEX (figure 3.4.a) semble moindre pour les cultures de type Divers, or il n'y a que 7 exploitations de cultures diverses, comme le montre le tableau 3.2, donc le violon est peu étendu. Pour les autres cultures ayant le plus d'exploitations, le maraîchage et les grandes cultures, on observe une médiane aux alentours de 0.4. Cela signifie que plus de la moitié des exploitations a moins de 40% de leur surface en zone inondable. Ces cultures sont donc relativement peu exposées. Le nuage permet de distinguer qu'il y a un plus grand nombre d'effectifs qui



(a) Étendue de l'EAIP

(b) Proportion de surface dans l'EAIP par commune

Fig. 3.2 : Zone potentiellement inondable sur le territoire de Lille (source : personnelle, données : EAIP)



(a) Répartition des parcelles

(b) Proportion de surface des exploitations dans l'EAIP

Fig. 3.3 : Exposition de la surface agricole utile (SAU) aux inondations sur le territoire de Lille (source : personnelle, données : EAIP, RPG)

ont une proportion avoisinant les 100% pour les exploitations en maraîchage qu'en grandes cultures. Il y a peu d'exploitations en herbages, mais il s'agit du type de cultures avec la médiane la plus haute, environ 0.55. Donc la moitié des exploitations en herbages a plus de la moitié de sa surface en zone inondable. Cet OTEX est donc relativement plus exposé aux inondations en termes de surface.

La proportion de parcelles exposées (c'est-à-dire avec au moins une intersection avec l'EAIP) est représentée dans la figure 3.4.b. Les légumes et fleurs et les grandes cultures ont une part importante d'exploitations qui ont une grande majorité de leurs parcelles exposées, le nuage est décalé vers la droite. Les effectifs des herbages sont plus répartis, mais le dernier quartiles est très proche de 100% de surface de parcelles en zone inondables. On peut donc en déduire qu'au moins un quart des exploitations ont plus de 80% de leur parcelles exposées. Donc les herbages qui sont plus exposés que les autres cultures en termes de surfaces, ont moins d'exploitations qui sont très exposées. Les exploitations en grandes cultures et en maraîchage ont un nombre relativement important d'exploitations fortement concernées par les inondations. Pour les OTEX de type Divers, la grande partie des exploitations a environ 50 % de ses parcelles qui sont exposées aux inondations. C'est celle qui est la moins exposée.

En ce qui concerne le bâti agricole dans le territoire, le tableau 3.4 montre qu'au total, il y a 842 bâtiments sur le territoire si l'on additionne le nombre total de bâtiments agricoles et de serres, dont 163 qui sont dans le RPG et qui sont étudiés dans la suite de l'argumentaire. En effet, la plupart du bâti ne croise pas des parcelles agricoles du RPG et a donc été associé à la catégorie "Hors RPG". Le groupe des légumes et fleurs est l'OTEX principal qui a le plus de bâtis associé, que ce soit en termes de nombre avec 153 bâtiments, dont 116 serres, ce qui est en cohérence avec l'activité de maraîchage, et de surface avec environ 79 000 m<sup>2</sup>. Les 2/3 de la surface de bâtis environ sont des serres, dont au moins 77 700 m<sup>2</sup> appartiennent au maraîchage contre moins de 2 000 m<sup>2</sup> associé aux autres OTEX. Environ la moitié des bâtiments sont en zone inondable, que ce soit les serres ou les autres bâtiments agricoles. L'exposition aux inondations identifiée sur les cultures se retrouve donc sur le bâti associé à ces cultures.

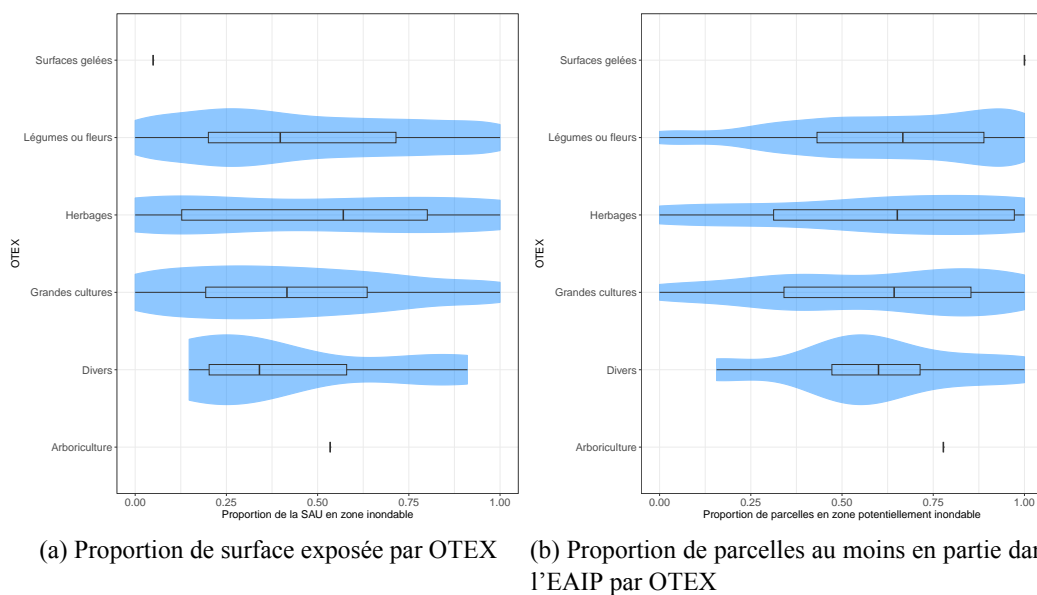


Fig. 3.4 : Étude de l'exposition des exploitations aux inondations dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG, EAIP)

Tab. 3.4 : Surface et nombre de bâtis dans le territoire et en zone inondable par type de bâtiment et OTEX dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données : RPG, BD TOPO, EAIP)

Cultures	Nombre				Surface (m2)			
	RPG		EAIP		RPG		EAIP	
	Agricole	Serres	Agricole	Serres	Agricole	Serres	Agricole	Serres
Divers	0	4	0	0	0	1 002	0	0
Grandes cultures	1	5	0	2	32	696	0	249
Légumes ou fleurs	37	116	16	50	1 415	77 708	696	36 761
Hors RPG	273	406	136	184	257 089	391 345	124 436	190 824
Total	311	531	152	236	258 536	470 752	125 131	227 834

Tab. 3.5 : Surface de l'agriculture en zone urbaine, péri-urbaine et inondable, dans le bassin de vie de Lille (source : personnelle, données RPG, CLC)

Cultures	RPG total	ZU et PU		ZU, PU et ZI	
		Surface (ha)	Proportion du RPG	Surface(ha)	Proportion de la ZU et PU
Total	17 641.1	12 459.2	0.71	4 804.7	0.39
Grandes cultures	9 757.0	6 822.4	69.92	2 476.0	25.38
Légumes ou fleurs	3 533.2	2 421.0	68.52	815.2	23.07
Herbages	2 481.2	1 828.2	73.68	941.3	37.94
Divers	1 527.9	1 131.5	74.06	471.0	30.83
Fourrage	203.1	136.2	67.04	48.9	24.06
Surfaces gelées	132.6	115.0	86.76	48.1	36.27
Arboriculture	6.1	4.9	80.86	4.3	70.96

### 3.1.3 Analyse de l'agriculture en zone urbaine, péri-urbaine et inondable

Nous appellerons la zone péri-urbaine, celle correspondant au buffer de 500 m autour de la zone urbaine de CLC. Il s'agit d'une zone où la pression d'urbanisation est considérée comme importante. Les parcelles en zone urbaine correspondent aux parcelles du RPG qui sont dans la zone urbaine de CLC.

Sur le territoire, tous les différents types de cultures sont sous pression d'urbanisation de manière significative en termes de proportion de surface. Tous les groupes ont plus de 60 % de leur surface dans la zone urbaine et péri-urbaine. La pression d'urbanisation menace une grande partie de l'agriculture du territoire. De plus, certaines cultures sont exposées fortement aux deux pressions. L'arboriculture, même si c'est une culture peu présente sur le territoire, comme dit plus tôt, est fortement exposée avec 83% en zone urbaine et péri-urbaine. 50 % de la surface en herbages est soumise à la fois aux inondations et à l'urbanisation. Globalement, pas moins d'un tiers de la surface des cultures est présente sur une zone à la fois inondable et péri-urbaine. Les cultures les plus importantes sur le territoire, le maraîchage et les grandes cultures, ont respectivement des proportions de 0.34 et 0.36 de leur surface en zone urbaine qui est également en zone inondable. Elles sont relativement peu exposées à la double pression mais cette proportion n'est toute fois pas négligeable. (Tableau 3.5)

La figure 3.5.b, montre la répartition des exploitations soumises aux deux pressions et il ne semble pas y avoir une partie du territoire plus exposée que les autres. Le graphique de la figure 3.5.a expose la proportion des exploitations étant à la fois en zone inondable et sous pression urbaine. Les exploitations étant peu exposées (entre 0 et 0.2) représentent la majorité de l'effectif (351 sur 517), or il y a un certain nombre qui sont très exposées, dont 18 ayant la totalité ou presque (entre 0.8 et 1) de leur SAU en zone inondable et péri-urbaine. Nous avons vu que l'exposition aux inondations était importante pour ce territoire, mais la double exposition l'est moins et montre qu'il y a peu d'exploitations qui sont en danger face aux pressions d'urbanisation et d'inondations. En effet, un nombre restreint est exposé au delà d'une proportion de 0.4 (75 sur 517, donc moins de 20% des exploitations). Ainsi, si la pression d'urbanisation et d'inondations représente une partie non négligeable de l'agriculture sur le territoire (comme dit dans le paragraphe précédent), elle semble moins importante à l'échelle de l'exploitation, où une partie restreinte est vraiment mise en danger face à ces pressions. La pression semble globalement répartie sur la majorité des exploitations, avec quelques unes qui sont sous forte pression.

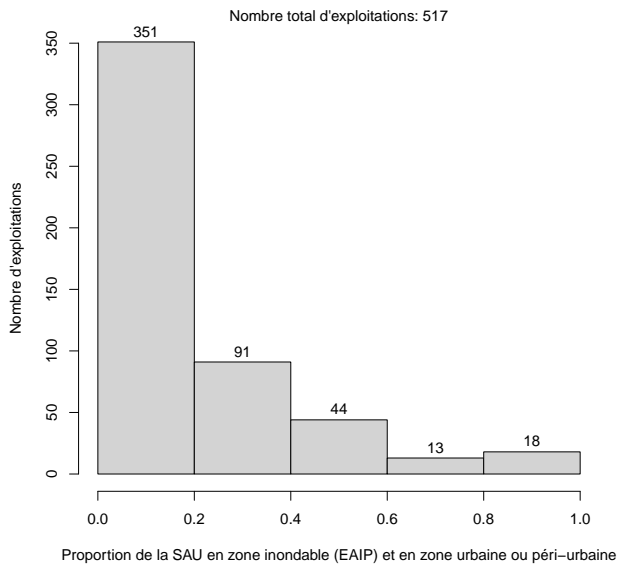
## 3.2 Comparaison de l'exposition de l'agriculture à l'urbanisation et aux inondations dans les métropoles européennes

La ville de Liège ne peut pas être étudiée comme les autres car les données fournies ne permettent pas d'avoir des analyses à l'échelle de l'exploitation. Ainsi, nous incluons cette ville lorsque nous discutons de l'agriculture en termes de surfaces et les analyses au niveau des exploitations se font uniquement avec des villes françaises.

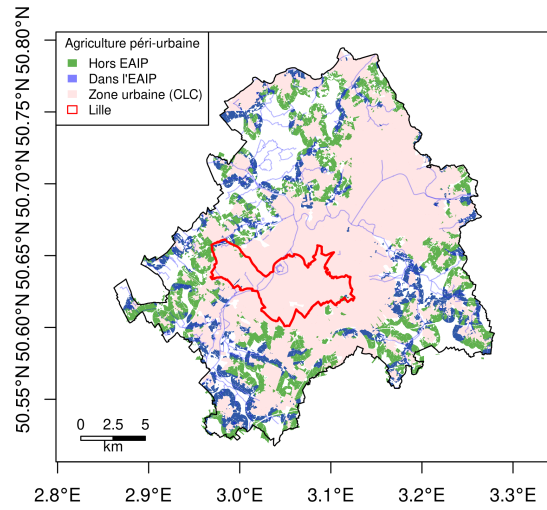
### 3.2.1 Données de Belgique

Parmi tous les cas envisagés en Europe, nous ne présentons en détail que les données de Belgique, car c'est la seule ville hors de France qui a été traitée.

### 3.2 Comparaison de l'exposition de l'agriculture à l'urbanisation et aux inondations dans les métropoles européennes



(a) Proportion de surface exposée par exploitation



(b) Répartition des parcelles

Fig. 3.5 : Caractérisation de l'agriculture en zone urbaine et péri-urbaine et inondable dans le territoire de Lille (source : personnelle, données : RPG, CLC, EAIP)

### **Agriculture**

- Parcelle Agricole Anonyme

Le parcellaire agricole anonyme cartographie l'utilisation des sols dans les zones agricoles et forestières. Cette donnée correspond au LPIS de niveau 1 de la Wallonie. Elle permet donc de cartographier les parcelles et de savoir quelle culture a été principale sur celle-ci lors de l'année considérée. Les cultures sont regroupées en 8 groupes (Géoportail de la Wallonie, 2022).

### **Inondation**

- Cartographie des zones inondables

La cartographie des zones inondables de Wallonie rassemble des informations sur les zones inondables en fonction de 4 scénarios de période de retour (25 ans 50 ans, 100 ans et extrême). Il s'agit de données imposées par la Directive européenne. Les risques de débordement et de ruissellement sont représentés (Géoportail de la Wallonie, 2021).

- EPRI

L'Évaluation préliminaire des risques d'inondations répond aux exigences de la directive inondations. Elle permet d'identifier les zones à risque potentiel significatif d'inondations en Wallonie. Cette base de données est composée d'une couche qui représente les événements d'inondations passés, de 1993 à 2016, une autre qui représente les zones inondables sur base de scénario de modélisation QExtrême (Q100+30%). Elle contient aussi la localisation des bassins versants ayant un risque significatif d'inondations, tous les bassins versants de Wallonie sont donc identifiés (Metawal - Catalogue pour l'information géographique de Wallonie, 2018).

### **Utilisation du sol et bâti**

- WALOUS

La base de données WALOUS rassemble plusieurs couches d'utilisation du sol en Wallonie toutes datant de l'année 2018. Une vingtaine de données spatialisées sont intégrées pour fournir des informations à l'échelle parcellaire cadastrale mais aussi sur les espaces non cadastrés. Pour chaque parcelle, des indicateurs statistiques (présence/absence, nombre d'éléments, proportion...) synthétisent l'occupation du sol et son utilisation. Les informations retenues dans le cadre de notre étude sont celles qui relèvent de la proportion en revêtement artificiel, en constructions artificielles hors sol, qui peuvent donner une indication sur les bâtiments présents et l'artificialisation des sols en agriculture (Metawal - Catalogue pour l'information géographique de Wallonie, 2020).

Deux données d'inondations différentes ont été présentées car les deux ont été envisagées pour les traitements. Or selon Joël Privot, le scénario QExtrêmes de l'EPRI, qui correspondrait à une étendue large et une hypothèse proche de l'EAIP, serait basée sur un scénario obsolète. Nous avons donc décidé d'utiliser la deuxième donnée la plus large trouvée, la cartographie des zones inondables avec le scénario extrême. Mais celle-ci ne correspond pas totalement aux données d'inondations utilisées pour la France, car elle prend en compte le ruissellement pluvial, ce qui n'est pas le cas dans l'EAIP. Les données ne sont pas équivalentes car la Wallonie ne prend pas en compte la submersion marine dans les scénarios d'inondations. De plus, les données agricoles ne sont pas regroupées selon les mêmes catégories que le RPG et les dénominations de cultures ne sont pas les mêmes. Ainsi il a fallu refaire ces groupements pour



### 3.2 Comparaison de l'exposition de l'agriculture à l'urbanisation et aux inondations dans les métropoles européennes

Tab. 3.6 : Comparaison globale des surfaces de territoires en Europe (source : personnelle, données : RPG, EAIP)

Surface	Lille		Montpellier		Rennes		Toulouse		Clermont-Ferrand		Liège	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Zone d'étude	49 078	100	62 634	100	46 432	100	132 817	100	105 190	100	79 591	100
Zone inondable	21 922	45	20 401	33	8 952	19	23 436	18	17 722	17	7 331	9
Agriculture	17 641	36	13 579	22	22 797	49	57 627	43	51 290	49	31 241	39
Agri-inondable	7 689	16	4 701	8	3 567	8	10 822	8	8 242	8	1 284	2

Tab. 3.7 : Surface et proportion de chaque culture dans la zone d'étude (source : personnelle, données : RPG)

Cultures	Lille		Montpellier		Rennes		Toulouse		Clermont-Ferrand		Liège	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Arboriculture	6.06	0.03	321	2.4	74.31	0.33	52	0.09	62	0.12	591	1.89
Divers	1527.94	8.66	894	6.6	246.2	1.08	1 116	1.94	240	0.47	2 750	8.80
Fourrage	203.13	1.15	517	3.8	1028.22	4.51	3 002	5.21	1 350	2.63	443	1.42
Grandes cultures	9757.01	55.31	2 088	15.4	13656.48	59.91	41 659	72.31	13 148	25.64	8 799	28.17
Herbages	2481.22	14.06	6 582	48.5	7616.17	33.41	6 624	11.50	35 499	69.22	16 361	52.37
Légumes ou fleurs	3533.17	20.03	248	1.8	106.5	0.47	320	0.56	267	0.52	2 202	7.05
Surfaces gelées	132.6	0.75	316	2.3	67.01	0.29	4 474	7.77	571	1.11	52	0.17
Vignes	<0.01	<0.01	2 611	19.2	<0.01	<0.01	366	0.64	150	0.29	42	0.13

Tab. 3.8 : Surface et proportion de chaque culture dans la zone d'étude, où 'dpt' signifie département et 'pr' province (source : personnelle, données : RPG)

Cultures	dpt 59		dpt 34		dpt 35		dpt 31		dpt 63		pr de Liège	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Arboriculture	386.3	<0.01	2 529	0.01	1 652.38	<0.01	110	<0.01	155	<0.01	1 760	0.01
Divers	32 542.0	0.09	13 054	0.07	5 485.09	0.01	1 793	0.02	1 955	<0.01	12 407	0.07
Fourrage	3 725.9	0.01	5 616	0.03	18 677.86	0.04	4 773	0.05	10 134	0.03	1 815	0.01
Grandes cultures	186 013.1	0.53	16 154	0.08	284 303.11	0.61	70 091	0.74	95 501	0.24	40 462	0.23
Herbages	76 420.0	0.22	89 462	0.45	152 094.71	0.32	9 494	0.1	287 560	0.72	106 360	0.6
Légumes ou fleurs	46 992.5	0.14	1 918	0.01	5 175.96	0.01	438	<0.01	1 359	<0.01	12 633	0.07
Surfaces gelées	1 620.3	<0.01	4 267	0.02	1 303.73	<0.01	6 632	0.07	2 979	0.01	342	<0.01
Vignes	4.5	<0.01	66 735	0.33	0.58	<0.01	768	0.01	346	<0.01	103	<0.01
Total	347 704.6	0.6	199 734	0.32	468 693.43	0.69	94 099	0.15	399 989	0.5	175 882	0.46

les analyses. Enfin, la base de données WALOUS est semblable à la BD TOPO, elle permet d'associer des constructions à une activité, de les localiser et d'avoir leur utilité globale. Or, on ne peut pas savoir la nature exacte du bâti.

### 3.2.2 Comparaison générale de l'agriculture et des inondations des territoires

Le tableau 3.6 expose les aires globales des zones d'études des villes. Les zones d'études sont d'envergures différentes en termes de surface, allant de 46 432 ha pour le bassin de vie de Rennes à 132 817 ha pour celui de Toulouse. La ville ayant la plus grande part de zone inondable dans sa zone d'étude est Lille avec 45 % de zone inondable. Les zones les plus agricoles en termes de surfaces sont Rennes et Clermont-Ferrand avec 49% d'agriculture dans le territoire. Lille est également la ville avec la plus grande proportion de surface en zone à la fois inondable et agricole (16 % du territoire). À l'inverse, Liège est la ville avec le moins de surface inondable, avec 9 % de la métropole en zone inondable. Les autres territoires sont constitués à 8% d'agriculture en zone inondable, ce qui représente une part non négligeable. La zone la moins agricole est le bassin de vie de Montpellier (22 % de surface agricole). Les zones ont donc chacune des caractéristiques différentes en termes de taille et de répartition du territoire.

Le tableau 3.7, montre la surface que représente chaque groupe de culture au sein des zones d'étude. L'agriculture des territoires de Rennes, Toulouse et Lille est constituée majoritairement de grandes cultures, qui constitue respectivement 55%, 60% et 72% du RPG. Les villes de Montpellier, Clermont-Ferrand et Liège sont en majorité des herbages. La ville de Lille est notable par sa grande proportion de légumes et fleurs comparé aux autres villes, car cette culture représente 20% du RPG alors qu'elle est de 7% à Liège et à moins de 3% pour les autres villes. Le territoire de Rennes est fortement spécialisé en grandes cultures et en herbages, qui représentent à eux deux 93% de la surface agricole de la zone d'étude. La seconde plus grande surface cultivée de Montpellier est la vigne, les autres territoires en ont pas ou très peu, 1% ou moins. Les surfaces gelées, l'arboriculture et le fourrage représentent en général 5% ou moins des territoires, ce qui en font des cultures de surface limitée dans les zones d'étude.

Le tableau 3.8 donne les surfaces de cultures des départements français où se situent les zones d'études et de la province de Liège, où se situe la métropole de Liège. Ce tableau permet de comparer la zone d'étude avec une zone à plus grande échelle. La comparaison avec le tableau 3.7 montre que les proportions des groupes de cultures des villes entre ces deux zones d'échelles différentes sont assez similaires. Les zones d'étude sont donc représentatives du territoire plus large en termes de surfaces de cultures sur le territoire.

### 3.2.3 Comparaison de l'exposition de l'agriculture aux inondations

La figure 3.6 représente la surface des cultures en zone inondable dans le territoire d'étude. Les villes de Montpellier, Toulouse et Clermont-Ferrand ont une grande part de leur maraîchage en zone inondable, avec respectivement 80%, 50% et 70% environ de surface en zone inondable. À Montpellier, la plus grande part de surface en zone inondable est en surface gelée. À Lille, l'arboriculture est à 70% de surface en zone inondable, ce qui en fait sa culture la plus exposée. À Rennes, ce sont les surfaces gelées qui sont les plus exposées avec presque 70% de leur surface en zone inondable. On note que le fourrage, les grandes cultures, les surfaces gelées et l'arboriculture sont aussi significativement exposés dans la zone de Montpellier avec environ 50% voire plus de la surface en zone inondable. Ainsi l'agriculture autour de cette ville semble particulièrement soumise au risque d'inondation en termes de proportion de surface. Il en est de même pour la ville de Lille où toutes les cultures, sont exposées à environ 40% ou plus de leur surface aux

### 3.2 Comparaison de l'exposition de l'agriculture à l'urbanisation et aux inondations dans les métropoles européennes

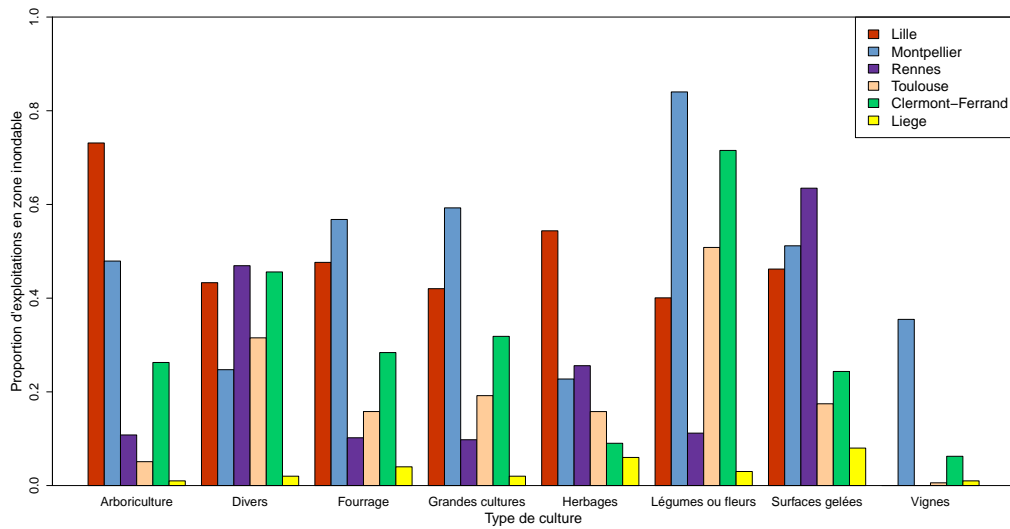


Fig. 3.6 : Proportion de la surface des cultures en zone inondable (source : personnelle, données : RPG, EAIP)

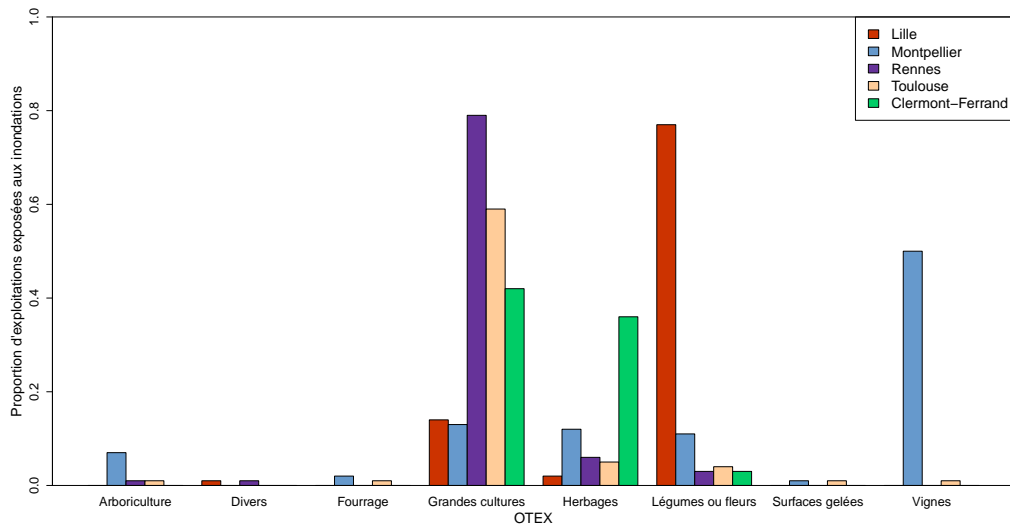


Fig. 3.7 : Proportion des exploitations ayant au moins une parcelle en zone inondable par ville et par OTEX principales (source : personnelle, données : RPG, EAIP)

inondations. Ici, le risque d'inondation n'est pas concentré sur une culture en particulier, mais globalement toutes les cultures. La ville de Liège a une part très faible de sa surface agricole en zone inondable de manière générale. Les surfaces gelées sont les plus exposées avec environ 10% de leur surface en zone inondable, ce qui en fait le territoire le moins exposé. Montpellier a la part de vignes la plus exposée, avec une proportion d'un peu moins de 0.4 en zone inondable, les autres étant à moins de 0.1, ce qui est logique au vu de la différence de représentation de ce type de culture auprès des autres villes, comme vu précédemment.

La figure 3.7 représente la proportion d'exploitations ayant au moins une parcelle qui a une intersection avec la zone potentiellement inondable par OTEX. Les villes de Rennes, Toulouse et Clermont-Ferrand sont les villes où les exploitations en grandes cultures sont les plus exposées aux inondations. Elles ont entre 40% et 80% de leurs exploitations en grandes cultures qui ont au moins une parcelle qui est en partie en zone inondable. Dans le cas de Lille, c'est les exploitations en légumes et fleurs qui sont les plus exposées. La ville de Montpellier a environ 50 % d'exploitations en vignes qui sont exposées aux inondations, ce qui la différencie grandement des autres métropoles. De plus, Clermont-Ferrand a presque 40% d'exploitations en herbages qui ont un risque d'inondation. Les autres OTEX, l'arboriculture, le Fourrage, les surfaces gelées et les cultures diverses, ont une proportion inférieure à 0.2 d'exploitations exposées. Ce sont donc des OTEX qui sont peu soumises aux risques d'inondation en termes de nombre d'exploitations. Les valeurs les plus élevées sont obtenues pour les surfaces en maraîchage, en surfaces gelées et en arboriculture.

À l'échelle des exploitations, les proportions de SAU en zone inondables sont en général plus importantes pour les villes de Montpellier et de Lille, qui ont des médianes un peu supérieures à 0.4. Les nuages des autres villes sont plus déplacés vers la gauche, et témoignent d'un grand nombre d'exploitations avec pas ou peu de surface en zone inondable, même si certaines exploitations ont la totalité ou presque de leur surface en zone inondable dans toutes les villes. (Figure 3.8)

La comparaison générale de l'agriculture et des inondations a montré que les territoires sont majoritairement constitués de grandes cultures et d'herbages, comme vu dans la partie précédente (3.2.2), or les cultures les plus exposées en termes de proportion de surface sont, en fonction des territoires, les légumes et fleurs, les surfaces gelées et l'arboriculture. Pour certaines villes, une ou deux cultures sont majoritairement exposées et les autres moins, comme à Montpellier, Toulouse, Rennes et Clermont-Ferrand. Pour d'autres, les cultures sont exposées de manière plutôt uniforme, comme pour Lille et Liège. Enfin, les exploitations en grandes cultures pour les villes de Rennes, Toulouse et Clermont-Ferrand, légumes et fleurs pour Lille, herbages pour Clermont-Ferrand et vignes pour Montpellier sont ressorties comme étant les OTEX avec le plus d'exploitations concernées. Les exploitations sont généralement plus exposées en termes de surface à Montpellier et à Lille, que dans les autres villes.

3.2 Comparaison de l'exposition de l'agriculture à l'urbanisation et aux inondations dans les métropoles européennes

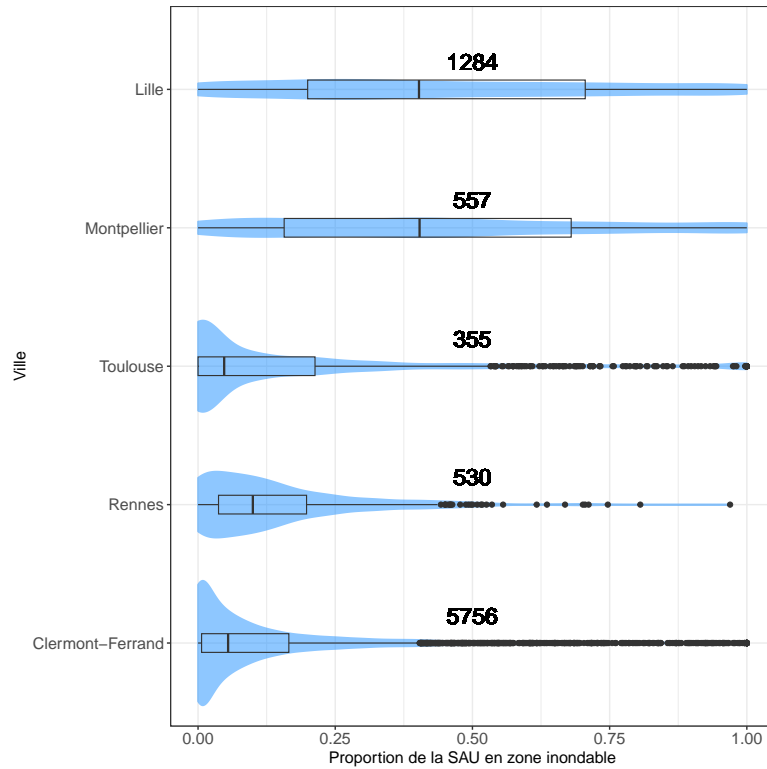


Fig. 3.8 : Proportion de la SAU des exploitations en zone inondable par ville (source : personnelle, données : RPG, EAIP)

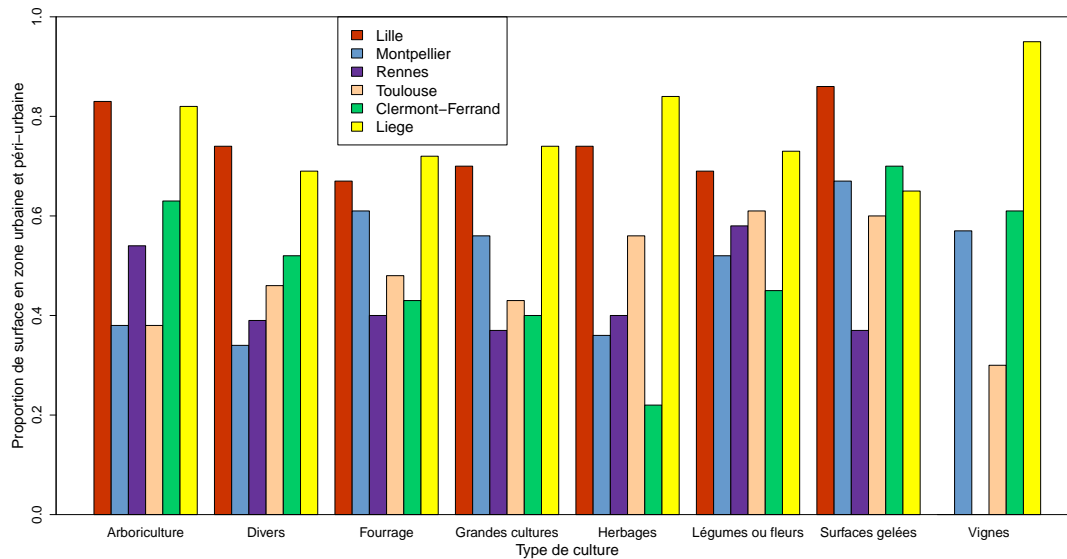


Fig. 3.9 : Proportion de la surface des cultures en zone urbaine et péri-urbaine par type de culture et par ville étudiée (source : personnelle, données : RPG, CLC)

### 3.2.4 L'agriculture en zone inondable et péri-urbaine

Le graphique 3.9 représente la part de la surface de culture en zone péri-urbaine dans le RPG. Liège et Lille sont les villes ayant la plus grosse part de leur surface agricole en zone urbaine et péri-urbaine, avec pas moins d'une proportion de 0.6 de surface en zone péri-urbaine par culture. Les villes de Montpellier, Clermont-Ferrand, Rennes et Toulouse ont une proportion moindre de surface en zone péri-urbaine. De manière globale, en excluant les vignes, seuls les herbages à Clermont-Ferrand n'ont pas au moins un tiers de leur surface en zone péri-urbaine. Les différentes cultures sont exposées au risque d'urbanisation, sans qu'une culture se différencie particulièrement des autres.

Enfin, la proportion de surface des groupes de cultures en zone urbaine, péri-urbaine et inondable est représentée dans le graphique de la figure 3.10. Certaines cultures se démarquent ici, avec une proportion de presque 0.8 d'arboriculture exposée à Lille, environ 0.85 et 0.75 de légumes et fleurs respectivement à Montpellier et Clermont-Ferrand. À Rennes, les surfaces gelées et les cultures diverses sont les plus exposées. Liège a une proportion de surface exposée aux deux pressions très limitée, ce qui vient certainement de la faible étendue de zone inondable, comme observé plus tôt (Partie 3.2.2). Les vignes, les fourrages et les productions diverses semblent moins soumises à l'urbanisation et aux inondations que les autres cultures, car elles sont à moins de 50% exposées.

Les productions sont globalement significativement soumises à la pression de l'urbanisation. Or lorsque l'on rajoute le facteur d'inondation, certaines cultures et certains territoires se différencient. Le risque d'urbanisation étant plutôt uniforme, celui d'inondation creuse les écarts entre les zones d'étude. En effet, les graphiques des figures 3.6 et 3.10 sont très semblables. Ainsi, la pression d'urbanisation semble uniforme entre les cas et les types de cultures alors que celle d'inondation est très différente en fonction de ces mêmes variables.

### 3.2 Comparaison de l'exposition de l'agriculture à l'urbanisation et aux inondations dans les métropoles européennes

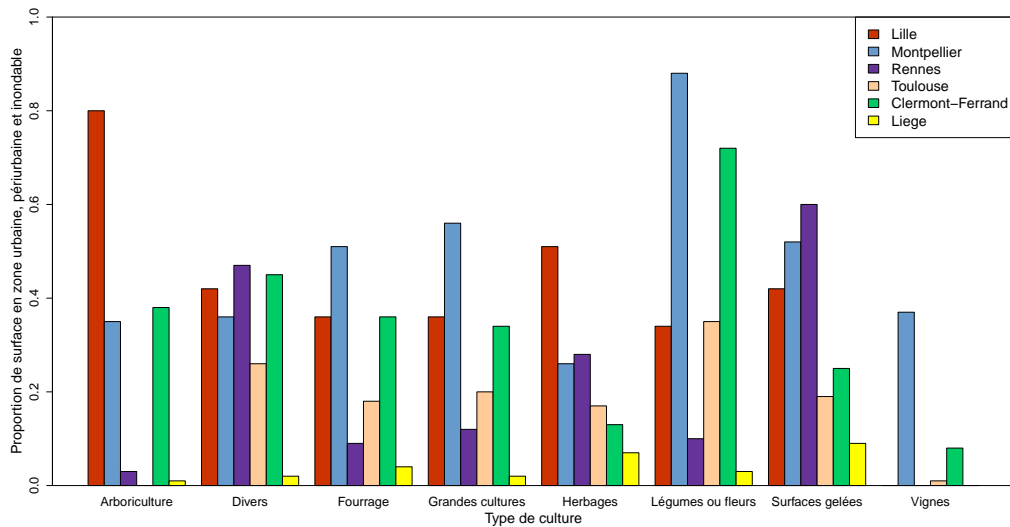


Fig. 3.10 : Proportion de la surface de la zone d'étude en zone inondable, urbaine et péri-urbaine par type de culture (source : personnelle, données : RPG, EAIP, CLC)

Tab. 3.9 : Données d'occupation du sol et bâti collectées en contexte européen (source : personnelle)

Pays	Nom	Zonage	Échelle	Millésimes	Description	Origine
Belgique	WALOUS	Wallonie	1m	2020	regroupement de couches d'utilisation du sol	mail
Italie	DBTR	Commune	5000	2021	Cartographie du bâti et aires associées	entretien
Europe	Corine Land Cover	Europe	1 :100000	2018	inventaire biophysique de l'occupation du sol	prospection

### 3.3 Analyse des données européennes collectées

Les données collectées pour étudier l'accessibilité et la fiabilité des données en Europe, dans le cadre de l'adaptation de la méthode à des territoires étrangers sont présentées ci-après. Elles correspondent aux données des tableaux 3.10, 3.11 et 3.9, présentés dans la partie 2.4.2. Une présentation plus en détail des données est présente en annexe C.

Malgré sa sortie de l'UE, l'Angleterre garde des outils de cartographie de l'utilisation du sol et d'étendue du risque d'inondation. Elle génère, de plus, une carte de la notation de la valeur agronomique des terres. Lors de l'entretien avec Joe Morris et Marine Poncet, il a été spécifié que cette notation était prise en compte dans la gestion des territoires et que des terres ayant une bonne note étaient protégées et donc ont moins de risque d'être urbanisées. Il est à noter qu'une carte de ce type n'existe pas en France à l'échelle nationale.

Les données agricoles de Croatie sont le LPIS de niveau 1. Il est précisé que les données d'inondations correspondent au plan de gestion des bassins de rivière de l'Union européenne correspondant aux années 2022 - 2027, ce qui assure d'avoir des données qui reflètent des événements probables dans le futur. La vision des événements par bassin versant permet peut-être une meilleure approche en cohérence avec les réalités du terrain pour la gestion du risque d'inondation.

Le SIGPAC, l'équivalent du LPIS en Espagne, répond aux exigences de la PAC mais ajoute certaines informations sur l'utilisation du sol, notamment sur les aires urbaines. Les données en Espagne peuvent donc permettre de lier plus facilement l'agriculture avec la pression urbaine.

Pour le cas de l'Italie, des données agricoles de niveau 2 ont pu être récupérées grâce à des contacts italiens. Elles ne sont pas facilement accessibles sans l'aide de contacts. Elles sont complétées par des données d'utilisation du sol et peuvent permettre de réaliser une analyse analogue à celle de la France avec une réflexion à l'échelle de l'exploitation, et l'utilisation du sol (présence de serres par exemple). L'Italie est le seul pays où il est envisageable d'avoir le même degré de traitements qu'en France pour l'étude de l'exposition de l'agriculture aux inondations et à l'urbanisation. Les données de bâti sont limitées, mais le croisement avec les données du LPIS peuvent permettre une première analyse de l'exposition du bâti aux inondations.

Nous n'avons pas pu accéder au LPIS du Portugal ou à une donnée de cartographie des parcelles et de leur utilisation au Portugal malgré l'entretien avec Antonio Ferreira, Carla Ferreira et Anne-Karine Boulet. Il est possible seulement de visualiser les données mais pas de les récupérer et de les utiliser. C'est le seul pays qui n'a pas pu fournir de données agricoles. La carte d'inondation du Portugal a une étendue très restreinte. En effet, il semble que les effets des structures hydrauliques soient très importants, réduisant drastiquement les zones inondables, même pour la période de retour de 1000 ans. Ainsi les données pour ce pays semblent très limitées telles qu'elles sont actuellement et ne pourront pas faire l'objet d'une analyse. Seules les principales rivières sont représentées dans les cartes d'inondations. Elles sont probablement les causes de la majorité des inondations, mais les petits cours d'eau peuvent aussi provoquer de gros dégâts avec un débit fort et un débordement très soudain. Cette donnée est donc probablement limitée.

Pour la République Tchèque, il manque d'informations sur la création des données d'inondations. En effet, une explication concrète aurait montrer comment sont faits les scénarios et aurait pu expliquer pourquoi la couche qui représente la période de retour la plus grande, 500 ans est plus limitée que celle qui représente



Tab. 3.10 : Données agricoles collectées en contexte européen (source : personnelle)

Pays	Nom	Zonage	Échelle	Millésimes	Description	Origine
Angleterre	CROME	Comté	NA	2020	parcelles et cultures associées	entretien
Angleterre	ALC	Angleterre	1 :250,000	2020	notation de la qualité du terrain	entretien
Belgique	parcellaire agricole anonyme	Wallonie	1 :5000	2015-2022	LPIS de Wallonie	mail
Croatie	arkod	Croatie	1 :5000	2015-2022	registre de l'utilisation des terres agricoles	mail
Espagne	SIGPAC	Commune	1 :5000	2022	LPIS de l'Espagne	prospection
Italie	Appe_Azi_PCG	Province Emilie-Romagne	NA	2020-2023	LPIS d'Italie	entretien
Rép Tchèque	LPIS	Rép Tchèque	NA	2015-2022	LPIS de Rép Tchèque	mail

Tab. 3.11 : Données d'inondation collectées en contexte européen (source : personnelle)

Pays	Nom	Zonage	Échelle	Millésimes	Description	Origine
Angleterre	RoFRS	Angleterre	50m	2023	carte risque d'inondation (débordement mer et rivière)	entretien
Belgique	Carto zones inondables	Wallonie	1 :40000	2021	zones inondables (débordement et ruissellement)	mail
Belgique	EPRI	Wallonie	1 :50000	2018	évaluation des risques d'inondation (Directive Inondation)	mail
Croatie	OPASNOST	Comté De Zagreb	1 :25000	2019	aléas d'inondation (3 scénarios de probabilité)	mail
Espagne	Zonas inundables	Espagne	NA	2020-2011-2011	zone inondable période retour 10, 100 et 500 ans	prospection
Italie	Apsfr	Rivière Majeure	NA	NA	Carte d'inondations des 3 rivières principales, 3 scénarios de probabilité	entretien
Portugal	Carta de zonas inundáveis	Portugal	1 :25000	2021	carte des zones inondables (période de retour 20, 100 et 1000 ans)	entretien
Rép Tchèque	UZ	Rép Tchèque	1 :10000	2023	Zone inondable période de retour 5,20,100,500 ans	mail

une période de retour de 100 ans. C'est cette dernière qui représente donc la surface la plus étendue. En revanche le LPIS de niveau 1 semble fiable.

## 3.4 Discussion et limites

### 3.4.1 Questionnement sur l'homogénéité des données au sein de l'Europe

Les données ne sont pas aussi homogènes et accessibles qu'attendu. En effet, le cadre européen est identique, mais les données générées ne le sont pas toujours et peuvent être adaptées en fonction des spécificités des pays et leur manière de gérer leur territoire. Il peut donc s'agir de conséquences de la gestion des données dans le pays même, et non d'un cadre général européen. L'inclusion de pays hors de l'Europe pourrait augmenter l'hétérogénéité des données et la difficulté à appliquer nos traitements. Mais pour l'instant cette piste n'a pas été explorée.

Pour les données agricoles, certains pays ajoutent des informations sur l'occupation des sols et sa valeur agronomique, pour compléter les données de base que demande l'Union européenne. Cela permet une ouverture des analyses possibles dans les territoires, pour affiner les résultats. Au Portugal, des zones agricoles protégées sont définies en fonction de critères de valeur agronomique du terrain. Cela ressemble au système de notation en Angleterre, mais ici, les zones sont clairement identifiées comme étant protégées et donc comme ayant moins de risque d'être urbanisées. Or cette donnée n'est disponible qu'en visualisation. Ces données peuvent affiner les analyses de la vulnérabilité de l'agriculture face à l'urbanisation.

De manière général, le LPIS de niveau 1 est disponible en Open data, et la version niveau 2, avec identification des parcelles, peut aussi être disponible en contactant les bonnes personnes, sauf au Portugal.

Les pays font souvent un premier regroupement des cultures au sein du LPIS qui représentent des groupes pertinents pour le pays mais ne sont pas homogènes. Une révision de ces groupes est donc nécessaire, comme pour les traitements de la ville de Liège, pour pouvoir comparer les résultats.

Les données d'inondations ne sont pas toujours identiques dans leur accessibilité et la méthode de modélisation. Nous utilisons des données qui prévoient les futurs événements d'inondations et les hypothèses ne semblent pas être toutes identiques. De plus, il n'est pas toujours spécifié quels types d'inondation (ruissellement, débordement de cours d'eau...) sont pris en comptes. Il est possible que sur le terrain, les infrastructures hydrauliques (barrages, digues...) n'aient pas la même importance, mais aussi que leurs effets ne soient pas représentés de la même manière. Par exemple, la carte d'inondation au Portugal n'est pas du tout comparable à l'EAIP sur ce point, car les effets des infrastructures n'est pas représenté dans cette dernière, alors que l'étendue des inondations au Portugal semble très limitée à cause de cela. Selon Sébastien Foudi des données d'inondations en Espagne existent à l'échelle du bassin versant mais nous n'avons pas pu les récupérer. Nous ne pourrions pas les comparer avec les données générées dans le cadre de la directive européenne, mais cela aurait pu compléter les données d'inondations.

Les données de bâtis n'ont pas été demandées en priorité car il ne s'agit pas de la principale étude d'exposition, mais les contacts d'Italie et de Belgique nous ont fourni des données. En Italie, elles ne sont pas comparables à la BD TOPO française et ne permettent pas d'associer les bâtiments directement à un usage. La base de données WALOUS, venant de Belgique, se rapproche de la BD TOPO en faisant un état des lieux large et relativement complet de l'utilisation du sol.



Les prises de contacts et les entretiens ont grandement participé à l'obtention des données et leur compréhension. Ils ont aussi ouvert les possibilités de données à inclure dans le projet pour affiner les analyses sur la vulnérabilité de l'agriculture en zone inondable et péri-urbaine. Les données anglaises de notation de la valeur des terres et la cartographie des zones agricoles protégées au Portugal seraient des données pertinentes pour ajouter une analyse de vulnérabilité moindre ou accrue de certaines parcelles et peut-être de certaines cultures face aux inondations et à l'urbanisation.

### 3.4.2 Problèmes d'analyse et de comparaison des cas d'étude

L'analyse des données montre qu'une réplique de la méthode semble possible à l'échelle nationale en France, mais que celle à échelle internationale comporte beaucoup de limites. Les données ne sont pas homogènes et si une analyse individuelle peut faire ressortir des tendances dans l'exposition de l'agriculture aux inondations et à l'urbanisation, la comparaison des cas est potentiellement biaisée par les données. Dans notre cas, la zone inondable de la ville de Liège est bien plus restreinte que pour les villes françaises. Or cela peut venir des données en elles-mêmes qui ne considèrent pas une surface aussi large d'inondations possible que l'EAIP, ce qui est fortement probable. À priori il n'existe pas d'équivalent de l'EAIP disponible à l'étranger. Peut-être qu'une autre données d'inondation serait plus pertinente pour la comparaison avec les cas étrangers.

La comparaison n'est pas évidente à cause des différences de territoires. La comparaison entre la zone d'étude et une zone plus large (le département et la province de Liège) montre que les zonages sont représentatifs d'une région plus large. Donc la zone péri-urbaine n'influence pas le type de cultures. Or, il est difficile d'identifier un réel schéma ou de typologie de cultures ou d'exploitations plus exposées que d'autres car les différences de cas d'étude sont significatifs et influencent les résultats. Cela peut être dû à l'échantillon faible, mais aussi à la diversité de territoires qui rendent difficile la comparaison et la généralisation des résultats. La limite du regroupement de cultures peut aussi rendre la comparaison plus difficile avec certaines cultures importantes mises dans "Divers", et l'absence de vignes dans certains territoires. La représentation n'est donc pas adaptée à tous les territoires et peut-être qu'il faudrait plus détailler les groupes pour avoir une meilleure interprétation des résultats.

Le zonage du bassin de vie et de la métropole aboutit à une diversité de territoires représentés et termes de taille, de population, de contexte pédo-climatique. Ces différences complexifient l'harmonisation et la comparaison de territoires. Une amélioration de la méthode serait de ne pas chercher à vouloir comparer les villes entre elles mais d'apporter les informations les plus précises possibles sur un territoire et l'exposition de son agriculture à l'urbanisation et aux inondations.

### 3.4.3 Les traitements réalisés

Les traitements se basent sur certaines hypothèses qui peuvent avoir leurs limites. La zone d'étude, définie par le bassin de vie et la métropole à Liège peut aussi être établie d'une manière différente. Il serait possible par exemple, se tracer un cercle d'un certain rayon autour des villes et de sélectionner uniquement les communes qui ont une intersection avec ce cercle. Ce zonage prendrait en compte uniquement la proximité géographique avec la ville principale, et non les réelles interactions, comme le fait le bassin de vie. Mais il assure que la ville centrale est au centre de la zone d'étude et que celle-ci est relativement équivalente pour toutes les villes. De plus, la correction du bassin de vie sur 3 villes françaises sur 5 pour que la zone



soit comprise dans un seul département et que la ville principale ne soit pas à une extrémité du territoire montre bien la limite de ce zonage en termes de cohérence géographique.

La zone de pression urbaine, représentée par le buffer de 500m autour de la zone urbaine de CLC, est un choix qui peut être discuté. Le premier travail sur so-ii (Modjeska et al., 2023) a été réalisé avec un buffer de 200m, et il a semblé intéressant de l'agrandir, car 200 m semblait trop restrictif. Or il serait possible de définir tout autrement la zone de potentielle d'expansion urbaine, notamment en utilisant le Plan Local d'Urbanisme (PLU) des villes françaises, et peut-être un équivalent dans les pays étrangers. Les zones qualifiées de "à urbaniser" dans les PLU français, sont celles qui représentent les vrais risques d'urbanisation. L'étude bibliographique n'a pas abouti à une définition claire du zonage soumis au risque d'urbanisation.

Comme expliqué dans matériel et méthode (Partie 2), les regroupements de cultures ont été refait lors des traitements. Les mêmes groupes de cultures que pour le premier travail sur le territoire so-ii ont été réutilisés. Or, ils ont été réalisés pour améliorer la visibilité des résultats pour la région de Montpellier, et ne représentent pas les spécificités agricoles des autres territoires. Par exemple, la vigne est une des cultures les plus représentées dans le territoire so-ii, mais pas dans les autres régions. Le regroupement de cultures peut potentiellement changer l'interprétation des résultats, et une amélioration de la méthode serait de trouver un groupement qui représente une plus grande diversité de territoires.

Les données de notation de la valeur agronomique du sol, comme fait en Angleterre, et de répartition des zones agricoles protégées, comme au Portugal, seraient intéressantes à intégrer dans les traitements. Ces données affinent l'analyse de la vulnérabilité des territoires à l'urbanisation notamment.

Étant donné les limites du LPIS, des traitements de vérification de la fiabilité pourraient être ajoutés. Notamment la comparaison avec le recensement agricole, qui est également réalisé à l'échelle européenne et qui offre un complément des informations du LPIS. On peut donc voir si le LPIS est bien représentatif des parcelles réellement cultivées sur un territoire ou s'il y a un grand manque à cause de l'absence de déclaration de celles-ci. En France, une donnée nommée le RPG complété (Lardot et al., 2021) a été réalisée en complément du RPG pour avoir des données plus fiables et précises. Nous ne savons pas si de telles initiatives ont été prises dans d'autres pays qu'en France.

De plus, l'hypothèse d'une culture principale basée sur le coefficient PBS peut avoir des limites car la culture qui a la plus grande valeur économique n'est pas forcément celle qui a la plus grande superficie dans une exploitation. Ainsi, si une exploitation avec un OTEX a beaucoup de surface en zone inondable, il est possible que ces surfaces soient associées à un autre type de cultures que l'OTEX, donc la culture principale d'une exploitation n'est pas ou peu touchée par le risque d'inondation. Ainsi l'attribution d'une culture secondaire pourrait affiner les résultats. Le rapport de Modjeska et al. (2023) envisage également d'attribuer une valeur de production économique additionnant les coefficients de PBS. Cela pourrait permettre de dresser des catégories d'exploitations (micro, petite, moyennes, grandes) en fonction de leur poids économique.



## Conclusion

En conclusion, le travail effectué a permis d'approfondir et appliquer une méthode de caractérisation de l'agriculture face aux inondations et à l'urbanisation, qui repose sur des données déjà existantes. Celle-ci repose sur l'accès, l'homogénéité et la fiabilité des données. Les données tierces d'agriculture, d'inondation et d'utilisation du sol sont disponibles dans la plupart des pays européens. Mais leur hétérogénéité nécessite une adaptation de la méthode de caractérisation de l'exposition de l'agriculture aux inondations et à l'urbanisation. Toutes les données ne permettent pas le même degré de précision d'analyse, notamment à l'échelle de l'exploitation. Les différents degrés d'analyse sont essentiels pour prendre en considération tous les aspects possibles de l'exposition de l'agriculture aux inondations et à l'urbanisation.

Pour vérifier la pertinence et l'application de cette méthode à différents territoires, plusieurs cas d'études en Europe ont été analysés (5 en France et 1 en Belgique). L'analyse à l'échelle du territoire de Lille a été détaillée pour montrer l'envergure des analyses possibles. Celle-ci a montré que les légumes et fleurs et les grandes cultures correspondent à la majorité de l'agriculture du bassin de vie de Lille. Les exploitations ayant ces OTEX sont fréquemment concernées par le risque d'inondation, avec beaucoup de parcelles au moins en partie en zone inondable. Le maraîchage est associé à beaucoup de bâti, avec la moitié de ceux-ci est en zone inondable. Mais la surface exposée semble plus importante pour les exploitations en herbages. De plus, la double pression urbanisation et inondations est forte pour les surfaces arboricoles (même si elles sont peu nombreuses). Elle est aussi relativement importante pour les herbages où 50% de la surface est exposée.

L'étude des métropoles à l'échelle européenne, montre que les grandes cultures sont en général parmi les cultures les plus présentes en termes de surfaces sur le territoire mais ne sont pas celles qui sont les plus exposées au risque d'inondation et d'urbanisation. Les surfaces en maraîchages sont relativement plus exposées que les autres types de cultures. Mais étant donné leur prévalence dans certains territoires, un grand nombre d'exploitations dans les villes françaises sont concernées. Or, les différentes villes étudiées à travers l'Europe ont des cultures majoritaires différentes et l'échantillon est trop restreint pour pouvoir aboutir à une généralisation de la typologie de cultures les plus exposées aux inondations et à l'urbanisation.

La méthode permet donc une bonne analyse d'un territoire mais leur comparaison serait à étoffer. En effet, un échantillon plus grand de villes semble pertinent pour consolider les résultats. La comparaison des différents cas d'étude dans un même pays est complexe par la diversité de territoires qu'il peut inclure et l'inclusion de cas étrangers ne semble pas pertinente si les données trouvées ne sont pas comparables. L'apport d'informations des contacts du pays envisagé semble indispensable pour avoir le recul et les informations nécessaires pour étudier des villes étrangères que ce soit en amont ou en aval des traitements et des analyses. Les discussions pour l'établissement des données utilisées et sur l'analyse des traitements avec des experts peut permettre de gagner en fiabilité et en pertinence. Le séminaire international à la fin



du projet CAFRUA peut aider à consolider la méthode et de prendre du recul sur les résultats.

## **Chapitre A – Annexe : Comptes rendus d’entretiens**

### **A.1 Compte rendu de l’entretien avec Joël Privot et Benjamin Dewals**

#### **A.1.1 Tour de table**

- Joël Privot : ingénierie urbaine et environnementale à l’université de Liège, formation d’architecte et travaille sur l’adaptation des territoires aux changements climatiques sur la région de Liège
- Benjamin Dewals : ingénierie en hydraulique dans le domaine civil et environnemental à l’université de Liège travaille sur de la modélisation hydrologique
- Frédéric Grelot : chercheur ingénieur en économie à G-eau, coordinateur de l’UMR G-eau
- Pauline Brémond : chercheuse ingénieure en économie à G-eau, coordinatrice du projet CAFRUA
- Lucile Rolland : stagiaire à G-eau en école d’ingénieur agronome (Vetgaro Sup, Clermont-Ferrand), travaille sur l’état des lieux des zones agricoles et péri-urbaines en zone inondable en France et en Europe

#### **A.1.2 Présentation CAFRUA (cf diapo : cafrua-2023-05-26-wallonie)**

#### **A.1.3 Discussion**

##### **A.1.3.1 Les traitements de données agricoles**

- Est-ce que l’on prend en compte la filière derrière ?
  - non, pas de prise en compte des impacts au delà de l’exploitations agricole en elle-même dans notre projet

##### **A.1.3.2 Les données inondations**

- Gros changements sur la considération des inondations en Belgique depuis 2021 :
  - changement des données inondations (car réalisées sur des bases statistiques)
  - l’équipe de J.Privot a réalisé une cartographie de l’exposition aux inondations en incluant les données 2021, que pour la vallée de la Vesdre
- utilisent l’aléa d’inondations en général pour leurs traitements (et pas EPRI)
- le scénario Q100 + 30%, dans EPRI semble désuet
- voir avec B.Dewals

### **A.1.3.3 Les données agricoles**

- Demande de parcellaire agricole non anonyme possible auprès de l'Organisme Payeur de Wallonie

### **A.1.3.4 Discussion répartition dans le territoire**

- La Vesdre :
  - rive droite : bocage, prairies pommes et poires, sols riches
  - rive gauche : grandes prairies, quelques cultures, sol pauvre
- Différence entre les rives de la Meuse aussi, mais surtout entre l'Est (diversifiés) et l'Ouest et le Sud de Liège (beaucoup de prairies et zones protégées)

### **A.1.3.5 La zone d'étude autour de Liège**

- Échelle du bassin versant de la Vesdre exclu le Nord Est de Liège
- Échelle de la Province (cf carte diapo), trop large, trop de diversité de territoire
- **Essayer à l'échelle de la métropole de Liège**, qui correspondrai environ à 10km autour de la ville
- échelle de la métropole inclue l'Ourthe et la Meuse
- J.privot peut nous fournir la liste des communes de la métropole de Liège (sûrement trouvable sur internet aussi?)
- Il est aussi possible d'identifier de la pression foncière sur le bassin de Vesdre (donc hors métropole)
- La gestion des territoires en Belgique :
  - équivalent PLU en Belgique = Plan de Secteur
  - plan au niveau national réalisé dans les années 80
  - grande liberté accordée pour la construction sans prise en compte des risques d'inondations
  - difficulté à revenir en arrière à cause des compensations qui doivent être versées aux personnes qui perdent du terrain constructible
  - le plan de secteur ne limite pas les constructions en zone inondables et ne protège pas les surfaces agricoles
  - étalement de périmètres de centralité où les permis de construire sont plus accordés, et de limiter leur accord en dehors

### **A.1.3.6 Les données d'urbanisation**

- J.Privot : papier sur l'histoire de l'étalement urbain en Belgique qui pourrait être intéressant
- Données WALLOUS à étudier pour avoir des informations précises sur l'occupation du sol

### A.1.3.7 Pistes cas d'études et contacts

- Martina Barcelloni
  - professeure à la fac d'architecture de Liège
  - a travaillé sur l'urbanisme et les inondations en Italie
- Cas de la Hollande :
  - projet Room for the river : gestion des cours d'eau pour limiter les inondations
  - article de Frédéric Rossano (demander référence à J.Privot)

## A.2 Compte rendu de l'entretien avec Sébastien Foudi

### A.2.1 Tour de table

- Sébastien Foudi : Chercheur en économie dans les domaines de l'agriculture, des ressources naturelles, de l'évaluation des risques et leur gestion
- Frédéric Grelot : chercheur ingénieur en économie à G-eau, coordinateur de l'UMR G-eau
- Pauline Brémond : chercheuse ingénieure en économie à G-eau, coordinatrice du projet CAFRUA
- Lucile Rolland : stagiaire à G-eau en école d'ingénieur agronome (Vetgaro Sup, Clermont-Ferrand), travaille sur l'état des lieux des zones agricoles et péri-urbaines en zone inondable en France et en Europe

### A.2.2 Présentation CAFRUA (cf diapo : cafrua-2023-05-26-wallonie)

### A.2.3 Discussions

- les données inondations sont réalisées à l'échelle des bassins versants, par les agences de bassin versant
- Possibilité d'étude sur la vallée de l'Ebre
- **Données inondations sur SiteEbro**
- Métropole visée : Saragosse
- **Données agricoles sur SIGPAC**
- il faut encore étudier comment elles sont récoltées et comment obtenir les données brutes
- contact de Marcella Brun

## A.3 Compte rendu de l'entretien avec Alessio Domeneghetti

### A.3.1 Participants

- Alessio Domeneghetti : professeur Université de Bologne; modélisation hydrologique et hydraulique, estimation des dommages des inondations
- Pauline Brémond : chercheuse en économie

- Maxime Modjeska : agronome
- Lucile Rolland : stagiaire ingénieur agronome

### **A.3.2 Présentation de CAFRUA, étude sur so-ii et état des données récoltées pour l'Italie(cafrua-06-20-international-italie)**

### **A.3.3 Discussion**

#### **A.3.3.1 Définition de l'agriculture péri-urbaine**

- Alessio : Qu'entendez-vous par agriculture péri-urbaine dans le territoire so-ii ?
  - Maxime : buffer de 200 m autour de la zone urbaine (identifiée sur CLC et la tâche urbaine du 34) → ce buffer peut-être considéré comme très restrictif
  - Pauline : ne pas confondre la caractérisation de la pression urbaine, ce qu'a décrit Maxime, avec notre considération de l'agriculture péri-urbaine, donc proche des villes → ici l'agriculture autour de Montpellier dans so-ii est considérée comme péri-urbaine, proche et certainement sous influence de la ville

#### **A.3.3.2 Données et cas d'études en Italie**

- Alessio : réplique de la méthode en Italie possible
  - les données sont certainement disponibles
  - ils les ont ou elles sont disponibles pour téléchargement
  - peut nous fournir les données inondations produites pour la directive inondations → peut aider à trouver des cas intéressants niveau inondations
  - peut fournir données agriculture
- Alessio : Pourquoi vouloir choisir Bologne ? D'autres cas dans la province Emilia-Romagna seraient peut-être meilleurs
  - des données sont disponibles
  - Bologne pas un cas évident : collines au Sud, pas très agricole, plus dans les plaines au Nord, pas de rivières qui traverse la ville, les pluies ruissellement à l'Ouest, pas vraiment dans une zone inondable, ne sait pas si données d'inondations précises existent
  - Parma, Reggio Emilia ou Modena peut-être plus intéressants, plus d'agriculture, plus d'informations sur les inondations
  - Chercher des cas avec un vrai risque d'inondations dans la ville et pas que dans sur l'agriculture autour de la ville
  - Pauline : avoir des villes comparables, des métropoles mais pas trop grandes
  - Alessio : Est-ce qu'on peut considérer Milan ou Turin ?
  - Pauline : trop grand
    - \* Maxime : exemple de Liège : 200 000 hab, Montpellier 300 000 hab
  - Alessio : Bologne : 400 000 hab, Modena : 200 000 hab
  - Pauline : Modena bien, un peu moins grand que Montpellier
  - Alessio : Parma, Reggio Emilia, Modena, Ferrara et Bologne sont plutôt intéressantes, car grandes villes d'Emilia-Romagna, mais Bologne moins

- Pauline : on recherche notamment des villes qui s'étalent dans des zones inondables où l'agriculture pourrait jouer un rôle dans la limitation des inondations
- Pauline : Quelle agriculture dans cette région ?
  - Alessio : agriculture intensive, diversité de cultures
- Alessio : Est-ce qu'il y a besoin d'avoir des villes avec des inondations dans le passé ?
  - Modena et alentours ont été inondés au moins 2 fois dans la dernière décennie
  - Des données sont disponibles sur l'étendue des inondations et les dommages notamment sur l'agriculture
- Pauline :
  - \* pas obligé
  - \* c'est mieux s'il y a eu des inondations récemment, plus facile de discuter avec des partenaires locaux et des chercheurs
  - \* pas de comparaison entre les données de dommages déjà réalisés et nos travaux
- Alessio :
  - Nord Ouest de l'Italie fait partie du bassin versant du Po
  - lui et des collègues incluent dans un projet par l'état pour mettre à jour les données carto d'inondation et estimation des risques dans le bassin versant pour la directive inondations
  - ont évalué les zones et dommages pour différents scénarios : ont inclue les batiments privés et maisons, mais aussi les bâtiments agricoles → à vérifier
  - ont les données d'utilisation du sol (typologie des cultures, tissu urbain), mais peut-être pas sur les exploitants → à vérifier
- Alessio : est-ce qu'il y a besoin de données évolutives sur la région ?
  - Maxime : ce serait bien de voir l'évolution des surfaces agricoles (à quel point elles ont pu réduire par exemple), mais pas obligé
- Pauline : Les données agricoles liées à la PAC
  - normalement le LPIS est présent pour tous les pays d'Europe
  - on ne sait pas si c'est homogène partout
  - échange avec Elisa Marraccini a travaillé sur une méthode d'analyse du RPG avec l'INRAE
  - évolution des cultures vue en France dépend peut-être pas des cultures mais de la déclaration des agriculteurs
  - il peut-être bien de pouvoir comparer les données LPIS et d'autres données agricoles pour vérifier la qualité des données

### A.3.3.3 Implication d'Alessio dans le projet

- Alessio : Quelle est l'implication demandée pour le projet ?
  - Pauline :
    - \* Nous demandons des données, Lucile fera quelques traitements mais surtout étude sur l'homogénéité des données et voir ce qu'il est possible de faire ou non, description des données
    - \* nous avons besoin d'échanger et de récupérer des données, savoir quelles données sont les plus pertinentes
    - \* discussion sur nos travaux durant le séminaire
    - \* peut-être faire une publication mais pas dans un premier temps, peut-être plus tard

#### **A.3.3.4 Les récentes inondations en Italie**

- Alessio : Récents évènements en Italie
  - autorités sont dans l'urgence pour reconstructions de bâtiments et routes liés aux récents évènements
  - groupe de chercheurs pour récolter données et comprendre ce qu'il s'est passé point de vue géologique, hydraulique, dommages et agriculture
  - très gros évènement
  - 23 rivières qui ont débordé, avec des régions en dessous du niveau de la mer, pas d'eau salée, mais polluée et est restée 1 ou 2 semaines, difficultés sanitaires, voir l'impact des sédiments et d'un évènement aussi long sur les plantes

#### **A.3.3.5 Suite à la réunion**

**Envoyer un mail avec :**

- Envoyer la présentation
- Résumé de la réunion
- Rappeler les cas discutés, les données attendues

**Consultation entre Alessio et ses collègues sur le projet**

## **A.4 Compte rendu de l'entretien avec Antonio Ferreira, Carla Ferreira et Anne-Karine Boulet**

### **A.4.1 Présentation générale**

- Antonio Ferreira : chercheur en hydrologie, urbanisme, environnement, agriculture, à l'Université de Coimbra, coordinateur du centre de recherche
- Carla Ferreira : chercheuse en sciences de l'environnement et ingénierie, université de Coimbra à Stockholm
- Anne-Karine Boulet : chercheuse en science du sol, hydrologie et agronomie, Université de Coimbra
- Pauline Brémond : chercheuse en économie
- Frederic Grelot : chercheur en économie
- Maxime Modjeska : agronome
- Lucile Rolland : stagiaire ingénieur agronome
- Centre de recherche au Portugal
  - plus de 120 chercheurs, la plupart professeurs
  - Peu de chercheurs permanents

## A.4.2 Présentation de CAFRUA, étude sur so-ii (cafrua-06-22-international-portugal)

- Carla : Quel est le but principal du projet? Développer une méthode ou utiliser es résultats pour faire une analyse sur plusieurs cas?
  - Pauline :
    - \* projet court (2ans), partenaire en Europe et dans Montpellier
    - \* voir les contraintes et les opportunités de l'agriculture en zone inondable et peri-urbaine
    - \* voir ce qu'il est possible de faire sur des cas où on ne peut pas faire des entretiens etc et que l'on a juste des données
    - \* caractériser l'agriculture dans ces zones
    - \* et si possible d'étudier à l'échelle de l'exploitation (lien avec le niveau de RPG)
    - \* identifier d'autres cas d'études
    - \* étudier les bases de données homogènes ou non? ; méthode répliquable ou non?
    - \* produire des résultats si possible : étudier l'agriculture en zone urbaine et péri-urbaine, est-elle la même qu'ailleurs?
    - \* initier des discussions avec des partenaires qui connaissent les cas d'études
    - \* identifier des personnes intéressées par ces problématiques → séminaire international

## A.4.3 Discussion

### A.4.3.1 Le cas d'étude de Coimbra et de la vallée du Mondego

- Antonio : le bassin versant étudié dans les articles fait 7 km<sup>2</sup>
  - dans l'aire urbaine de Coimbra, sujet à l'expansion de Coimbra
  - Coimbra est la plus grande ville de la région centrale du Portugal
  - 150 000 habitants
  - mi-chemin entre Porto et Lisbonne
  - vieille ville, plus vieille université
  - inondations : beaucoup avant car ont la plus grosse rivière du Portugal
  - située juste à flanc de montagne dans une plaine
  - constructions de barrages et mesures hydrauliques pour limiter les inondations, notamment pour la plaine agricole à côté de Coimbra et la zone urbaine
  - dans les 20 dernières années 2 inondations créées pour éviter le débordement des barrages, ont acheminé l'eau dans les espaces ruraux autour des barrages
  - la plupart des inondations viennent de petits bassins versants dans des espaces urbains, à cause de l'imperméabilité des sols
- Carla : bassin versant étudié est petit
  - très proche du centre ville : de 40% à 5% ou moins d'agriculture sur cette zone en 50 ans
  - Il y a de plus en plus d'inondations, notamment soudaines
  - agriculture familiale, de subsistance
  - le bassin versant en soit n'est pas adapté à notre étude
  - mais la ville de Coimbra en entier peut-être, avec un zonage plus ou moins équivalent à ce qu'on étudie
  - agriculture dans la vallée du Mondego → surface agricole importante juste à côté de la ville



- (maïs et riz)
  - plutôt sujet aux inondations
  - surtout cultivé en printemps et été car en hiver trop de risques d'inondations, niveau de l'eau trop élevé dans le Mondego en hiver
  - inondations qui affectent aussi les villages environnants
- Antonio : présentation google maps des zones
  - aire industrielle de Coimbra
  - campus université de Coimbra
  - enregistreur de hauteur d'eau
  - montagnes et barrages (à l' Est et au Nord-Est de Coimbra)
  - vallée du Mondego
  - zone constamment inondée avant, accessible en bateau la plupart du temps au Sud Ouest de Coimbra, avant la construction du barrage
  - zones urbaines inondées par temps de pluie
- Pauline : Peu d'urbanisation dans la vallée car l'agriculture est productive ou à cause des problèmes d'inondations
  - Carla : plan d'utilisation du sol de la municipalité interdit de construire, ce sont des zones uniquement agricoles
    - \* aussi lié au risque d'inondations
    - \* donc pas vraiment menacée par l'urbanisation à priori
    - \* plus de pression d'urbanisation sur des petites zones agricoles
  - Antonio : ils protègent les sols qui sont fertiles
    - \* au Portugal il y a la réserve nationale agricole qui protège les terres fertiles et la réserve nationale écologique, qui limite les constructions sur les zones à risque
- Carla :
  - municipalité de Coimbra 400 km<sup>2</sup>, inclue la vallée de Mondego et le centre ville et les montagnes
  - à cette échelle on peut peut-être observer des changements d'utilisation du sol
  - mais les données d'inondations ne sont peut-être pas faciles à avoir, notamment données hauteur d'eau
  - dans la ville des zones d'agriculture urbaine
- Antonio :
  - quelques endroits de la ville inondés quand il pleut beaucoup
  - projets à long termes d'enregistrer les hauteurs d'eau des inondations

#### A.4.3.2 Les données disponibles

- Maxime : Est-ce qu'on a l'étendue des inondations plutôt que les hauteurs d'eau ?
  - c'est tout ce dont nous avons besoin pour notre projet
  - Carla : carte des zones inondées disponible auprès de la municipalité
  - Pauline : avec la directive européenne de prévention des risques, les pays européens devraient avoir des données données carto des inondations,
  - Carla : CLC pour l'utilisation des sols, et pour les inondations, les cartes préparées pour la directive inondations existent

- Pauline : Qu'est-ce qui est disponible en données agricoles ?
  - Carla : problème au Portugal avec le cadastre agricole, n'ont pas accès aux données de surface agricoles et de propriétaire des terres
  - donc l'analyse de l'utilisation du sol et de l'agriculture se fait sur CLC
  - Anne-Karine : les statistiques donnent une idée du parcellaire et des cultures
  - Carla : mais pas de données cartographiées
  - Anne-Karine : ça existe dans certaines endroits, peut-être que les régions les plus développées, il faudrait regarder
  - Carla : certaines études développent ce type des données, certains chercheurs voudraient le faire avec des drones etc... Mais ce ne sera pas disponible prochainement
- Pauline bon à savoir, pour qualifier les cas d'études, leur taille, les zones concernées par les inondations, le type de données disponibles
- Carla : besoin de savoir quand ont eu lieu les inondations ?
  - Pauline : seulement l'étendue des inondations dans un premier temps
    - \* mais aussi besoin de savoir la fréquence d'inondations et où elles ont lieu pour caractériser les cas d'études, mais besoin d'un modèle très détaillé
- Anne-Karine : vallée de Mondego, irriguée et cas intéressant
  - beaucoup de remembrement et très organisée maintenant
  - lieu complètement dédié à l'agriculture maintenant
  - Carla : les données inondations devraient exister à cette échelle

#### **A.4.3.3 Implication dans le projet et projets potentiels futurs**

- Pauline :
  - on aura sûrement besoin d'aide pour trouver les données et les étudier
- Carla : projet intéressant mais quelle serait la valeur ajoutée pour nous ?
  - Pauline : nous avons déjà eu des réunions avec des personnes en Belgique, Italie, Espagne, la semaine prochaine avec une personne du Royaume-Uni
  - ce sujet est grandissant
  - après le projet on pourrait faire un projet ensemble, actuellement un prépare un cas d'étude
  - si on arrive à traiter plusieurs cas, cela peut constituer un bon article
  - La charge de travail ne serait pas énorme : possibilité de faire répliquer la méthode par des stagiaires, en collaboration
  - projets européens prennent beaucoup de temps à préparer
  - s'il y a une bonne dynamique et que nous trouvons les données, il est possible de travailler ensemble pour un prochain projet
- Antonio : Est-ce que vous faites partie de SUDOE interreg ?
  - oui
  - voudrait soumettre un article en mars sur un sujet complètement différent
  - mais peut-être que pour le prochain article qu'ils pourraient soumettre serait en lien avec ce projet là
  - SUDOE aime bien l'inclusion d'entreprises et d'institutions

- possibilité de se rejoindre à la réunion SUDOE de l'année prochaine pour discuter d'idées sur un projet en collaboration
- Pauline : intéressant d'en parler avec des collègues, travaux sur la pollution par exemple
- Anne-Karine : à propos des entretiens auprès des exploitants?
  - Pauline : seulement la cartographie pour l'instant

#### **A.4.4 Suite à la réunion**

##### **Envoyer un mail avec :**

- la présentation
- un résumé des principales informations partagées
- rappeler les données dont nous avons besoin, le lien de l'évènement SUDOE

## **A.5 Compte rendu de la réunion avec Joe Morris et Marine Poncet**

### **A.5.1 Présentation générale**

- Joe Morris : économiste, domaines : eau, agriculture, environnement, risques et dommages liés aux inondations
- Marine Poncet : technologies de l'eau et sciences sociales
- Pauline Brémond : chercheuse en économie
- Frederic Grelot : chercheur en économie
- Maxime Modjeska : agronome
- Clémentine Amiot : stagiaire M2 (INRAE, UMR INNOVATION)
- Lucile Rolland : stagiaire ingénieur agronome

### **A.5.2 Présentation de CAFRUA, étude sur so-ii (cafrua-06-30-international-angleterre)**

#### **A.5.2.1 Questions lors de la présentation**

Joe : est-ce que l'étude se porte sur les zones agricoles peri-urbaines et inondables à la fois? - oui

Joe : Quelle est la taille moyenne des exploitations? En maraîchages notamment? - Pauline : pas de taille standard, il peut y avoir des exploitations de 1ha et d'autres de plus d'une centaine d'ha, même au sein d'un même type de cultures

### **A.5.3 Discussion**

#### **A.5.3.1 Les questions initiales**

- Joe : Est-ce qu'on se base sur des visualisations anciennes de la gestion des inondations?
  - nous utilisons uniquement des données de surface inondable, pas de scénarios de hauteur d'eau

ni de dommages, ni sur des événements passés, seulement des données cartographiques d'inondations potentielles

- Joe : Comment est-ce que les dommages et pertes sont classifiées ?
- Joe : Comment sont distingués les dommages et pertes et les gains ? Est-ce qu'il y a une unification de la classification ?

### A.5.3.2 Les modalités des inondations en France

- Joe : Est-ce que les exploitations sont considérées comme des récepteurs de l'inondation ?
  - oui, on évalue l'exposition des exploitations aux inondations
- Joe : Quand il y a des inondations d'où vient l'eau ?
  - bonne proportion de so-ii est en zone inondable par submersion marine
- Joe : Quelle est l'importance des zones urbaines comme conducteur d'eau menant à des inondations ?
  - on considère la zone urbaine par sa pression d'extension sur les zones agricoles
  - en France on considère le milieu urbain plus souvent comme un vecteur d'inondations (imperméabilisation des sols)
- Joe : Est-ce qu'il y a des compensation pour les agriculteurs quand il y a des inondations ?
  - En France non, pas sous cette forme directement

### Début de la partie dans l'enregistrement

### A.5.3.3 Cas d'étude et comparaison France et Angleterre

- Joe : Quel type de cas d'étude cherchez vous ? Est-ce qu'il faut que ce soit similaire à ce qu'on a fait en France ?
  - Pauline : plutôt similaire, une ville assez grande
  - Maxime : pas trop large, ex : Lyon et Paris pas gardés pour nos traitements, car trop gros, et pas possible de les comparer avec so-ii
  - Pauline : en Italie, Parme, Modène, agriculture et grande ville qui peut s'étendre, et l'agriculture est sous pression d'urbanisation et inondation
- Joe : Quand on parle de zonage de parcelles agricole et d'utilisation des sols, on parle d'autres zonages que ceux pour les politiques de gestion des inondations
  - des zones agricoles peuvent avoir une utilité bien au delà de gestion des inondations autour des villes
  - elles peuvent avoir beaucoup de fonctions
- Joe : Qu'est-ce que vous faites quand vous intervenez avec les agriculteurs ? Quel est le but des stratégies de gestion avec les exploitations ?
  - protéger leur productions ? Leur moyen de subsistance ? Maintenir leur activité ?
  - Pauline : Pour so-ii ou en Angleterre ?
    - \* so-ii analyse plus poussée mais pas possible pour le cas en UK et autres cas
    - \* analyse moins profonde, juste identifier quels types d'agriculture sont concernés par les pression d'inondation et urbanisation
    - \* avoir différents exemples pour voir ce qui est possible d'implémenter comme agriculture dans ce type de villes

- \* voir où il serait possible de stocker l'eau des inondations par exemple sur des pâturages plutôt que sur les maraîchages si possible
- \* caractériser l'agriculture avec des données existantes
- Joe : donc d'abord caractériser l'agriculture et le risque d'inondations sur l'agriculture, vous l'évaluez, pour peut-être dans un second temps faire une analyse plus poussée avec l'ajout de gestion du territoire
- vous développez un cadre pour évaluer l'impact des inondations, dommages ou gain et pertes de production associés aux potentiels futurs évènements dans la zone péri-urbaine étudiée
- mentionne "FAO guidance" sur l'évaluation du risque de catastrophe naturelle sur l'agriculture
- Joe : on a des cas plutôt similaires à so-ii en Angleterre mais sans montagnes, plutôt sur des côtes planes, souvent au niveau de la mer, avec des aires urbaines autour, avec des productions à haute valeur ajoutée et intensives : patates, des crucifères (moutarde, choux...)
  - on peut réussir à trouver un cas pour explorer les méthodes, les vulnérabilités etc
- Joe : la zone péri-urbaine est vue différemment en Angleterre, ne veulent pas forcément encourager l'agriculture, notamment pour ramener des services écosystémiques
  - problématiques d'accès au public
  - sont sortis de l'UE et sont entrain de poursuivre leur propre stratégie environnementale d'utilisation du sol et veulent renforcer les mesures pour développer les services écosystémiques autour des villes, et il y a beaucoup d'hypothèses qui intègrent les inondations
  - ils essayent de ne pas gérer ces deux questions séparément, mais ensemble
  - pareil en France
  - Pauline : nous avons des subventions PAC, pour les agriculteurs, mais la rémunération pour les services écosystémiques n'est pas vraiment un sujet pour l'instant en France et ce n'est pas liés aux inondations
  - Joe : Normandie est peut-être plus sensible, car plus de terres à basse altitude
  - la problématique semble être plus due au manque d'eau pour les exploitations
  - difficultés à gérer le manque et l'excès à la fois

#### A.5.3.4 Étude de dommages et des risques

- Joe : les dernières études sur les dommages sont souvent des dommages saisonniers
  - fonction de dommages
  - Pauline : nous faisons aussi des fonctions de dommages
- Fred : L'étude de dommages ne sera pas étudiée sur les autres cas que so-ii pour l'instant
  - on développe des modèles du mee type que les vôtres, en étudiant ce qu'il se passe sur les parcelles et sur les bâtiments lors d'inondations
  - avec les données disponibles en France et qui permettent d'identifier les exploitations
  - c'est possible de vérifier sur le terrain à Montpellier mais pas ailleurs pour l'instant
  - cela ne fait pas partie de ce qu'on fera pour les cas à l'international
  - ici on parle plus de modèle de vulnérabilité
  - on utilise des fonctions de dommages pour savoir ce qu'il se passe sur les parcelles et ensuite on fait les liens avec les exploitations etc
- Joe : Est-ce que vous faites des entretiens avec des exploitants ayant eu des inondations ?
  - Fred : entretien avec des experts sur les dommages en agriculture
  - sur so-ii on fait des entretiens avec des personnes qui ont eu des inondations

- très détaillé sur les dommages et ce qui est fait après pour réparer
- Joe : notre département est environnement, alimentation et ruralité (“rural affairs”)
  - pas d’agriculture dans le nom
  - environnement : essaient de trouver des preuves de l’impact des inondations sur l’agriculture
  - Angleterre et Pays de Galles
  - avoir une revue objective et systémique
  - peut-être définir un cadre comme vous pour évaluer objectivement les impacts
  - évaluer les risques présents et futurs

#### A.5.3.5 L’accessibilité des données en Angleterre

- Pauline : En quoi le Brexit a pu affecter la disponibilité des données en agriculture ? Les données sont restées plus ou moins équivalentes ?
  - Joe : CLC, leur propre données d’utilisation du sol par image satellite, données sur les productions agricoles en lien aux subventions PAC également au standard européen, mais cela ne sera peut-être pas poursuivi
  - pour des fins académiques les données à l’échelle de la parcelle sont dispos
  - données d’estimation des dommages aux cultures risques et exposition aux inondations
  - est-ce que ce serait des données en lien à un événement d’inondation particulier ou des dommages moyens par exemple, la fréquence d’inondation...
  - Pauline : pour l’instant pas besoin de données avec scénarios et fréquences ?
    - \* on ne veut pas appliquer de fonctions de dommages et évaluer les dommages
    - \* juste voir l’agriculture exposée
    - \* en France : EAIP, juste l’étendu des inondations, pas du durée, hauteur, fréquence etc...
  - Joe : le plus simple serait de caractériser l’utilisation avec de la télédétection, lier aux données agricoles, combiner avec des données financières et ensuite lier à la classification du terrain (1 à 5), avec une bonne corrélation entre la note du terrain et l’intensité de la production agricole, et utiliser une carte de risques d’inondations

#### A.5.3.6 Le cas de Somerset

- Pauline : Somerset est un cas possible ?
  - Joe : pas en zone urbaine
  - productions de haute valeur autour de Cambridge, (Fenland et une autre ?)
  - des productions de patates, betterave sucrière
  - mais pas péri-urbain comme vous le décrivez
- C’est proche d’une grande ville ?
  - Joe : oui
    - \* beaucoup de problématiques émergent sur le changement climatique, utilisation du sol, subsistance des agricultures, sécurité alimentaire
- Pauline : la manière de considérer l’espace urbain et agricole est différente entre l’Angleterre et la France au regard des risques d’inondation
  - Joe : Même en France les territoires sont diverses

### A.5.3.7 Les partages de connaissances

- Pauline : Pour Clémentine, il faudrait avoir des articles ou des contacts pour des outils institutionnels ou des projets en concertation entre agriculteurs et institutions
  - Joe : veut aider, Marine aurait sûrement des informations aussi
- Pauline : Pour Marine : collecte d'infos sur des cas d'études, nous avons des fonctions de dommages à échelle nationale
  - nous avons rencontré beaucoup d'experts au niveau nationale
  - l'évaluation des risques d'inondations est obligatoire en France
  - Nous pouvons envoyer l'article qui découle de ces recherches
  - plutôt intéressée par les entretiens ou la méthode ?
  - Marine : intérêt pour la méthode si elle est déjà appliquée sur des cas où on a des résultats
    - \* aussi intéressés par méthode d'élaboration de réglementations
    - \* les questionnaires aussi seraient intéressants
    - \* plutôt intérêt pour données quantitatives
  - Pauline : C'est un questionnaire très détaillé pour collecter des données après un événement d'inondation dans so-ii
    - \* tous les dommages possibles sont détaillé à l'échelle de la parcelle
    - \* Maxime : pour chaque parcelle on pose les mêmes questions sur les impacts et la quantité de dommages etc
    - \* l'article est rédigé mais pas encore publié
  - Maxime : on peut fournir la synthèse des résultats qu'on a envoyé aux agriculteurs
- Marine : j'ai posé des liens de bases de données dans le chat
  - elle peut être complétée, par mail
  - <https://www.gov.uk/>
  - <https://flood-map-for-planning.service.gov.uk/>

### A.5.4 Présentation de Joe

#### Joe

- travaux terminés l'an dernier sur la production de preuves d'impacts d'inondations sur l'agriculture
- sur des inondations de moindre ampleur qu'étudiées précédemment et sur plusieurs secteurs
- intervenu dans le volet économique et agricole majoritairement
- coût des inondations sur l'agriculture
- soutien au manuel des risques d'inondations et érosion, notamment le chapitre sur l'agriculture
- différence entre impacts financiers et économiques
- différents modèles de coûts
- considération politique dans le domaine des inondations considère plus l'agriculture, notamment comme terres pour stocker l'eau des inondations
- Le "national farmer union" essaie de se défendre contre ça, en montrant leur rôle dans la sécurité alimentaire et l'importance de préserver l'agriculture

- différents types de systèmes agraires , et des réactions différentes aux épisodes d'inondations d'été
- impact des inondations sur l'élevage dans le Somerset
- dans ce cas, il y a des zones urbaines en amont et en aval
- confirmation d'estimation des dommages par entretiens avec les agriculteurs suite aux inondations
- estimation par fonctions de dommages, coûts par saisonnalité et durée de l'évènement
- combinaison entre données des exploitants, de bibliographie et d'experts
- nous avons des fonctions de pertes de production par culture, en fonction de la durée de l'inondation
- font la différence de saisonnalité d'inondations par mois
- la plupart des inondations sont en hiver
- on inclue donc la probabilité d'inondations dans la fonction de pertes de production par culture
- ce qui permet de donner les dommages
- les inondations d'été causent plus de 2 fois plus de dommages que celles en hiver
- on peut aussi avoir la moyenne du coût des inondations par année
- différentes utilisations du sol donnent différentes moyennes de coût des inondations
- un cas d'étude spécifique industriel, avec risque d'inondations par débordement de rivière
- caractérisation du terrain avec utilisation et notation du terrain, puis ajoute les données inondations
- but est d'estimer les dommages pour des évènements liés au changement climatique (montée du niveau de la mer...)
- sur le cas d'étude les terrains ont une bonne note en général, (1 et 2)
- les notes de 4 (terres avec peu de valeur agronomique), seraient potentiellement converties en zones humides et stockage d'eau en cas d'inondations
- Pauline : Comment fonctionne le zonage des terrains avec la note (1 - 5)?
  - Joe : surtout basé sur la capacité agraire : 1 est excellent , 5 mauvais car humide ou rocailleux
    - \* au niveau politique, les terres au meilleurs notes seront plus facilement préservées en terre agricole
    - \* mais le développement urbain passe parfois au dessus de ça
- Joe : possibilité d'avoir une surface comparable à la vôtre (150 000 ha) autour de Cambridge
  - ce sont des terres sous le niveau de la mer
  - protégée par digues au niveau de la côte

### A.5.5 Suite à l'entretien

- mail de résumé de l'entretien



- envoyer présentation
- avec Marine, envoyer les articles et garder contact
- transmettre à Marine tous les articles disponibles sur HAL, transmettre les prochains qui arriveront sur HAL
- possibilité de rencontrer Marine à Montpellier en août
- mail des questions de Clémentine
- Fred veut aller voir Somerset cet été

**Chapitre B – Annexe : Tableau de correspondance des cultures du  
LPIS de Belgique et groupes de cultures du RPG**

Tab. B.1

CULT_NOM	group_01_label
Cultures fruitière pluriannuelles-basses tiges	Arboriculture
Cultures fruitière pluriannuelles-hautes tiges	Arboriculture
cultures fruitières pluriannuelles (cerises) - basses tiges	Arboriculture
cultures fruitières pluriannuelles (cerises) -hautes tiges	Arboriculture
cultures fruitières pluriannuelles (poires) - basses tiges	Arboriculture
cultures fruitières pluriannuelles (poires) - hautes tiges	Arboriculture
cultures fruitières pluriannuelles (pommes) - basses tiges	Arboriculture
cultures fruitières pluriannuelles (pommes) -hautes tiges	Arboriculture
cultures fruitières pluriannuelles (prunes) - basses tiges	Arboriculture
cultures fruitières pluriannuelles (prunes) - hautes tiges	Arboriculture
Noisetier	Arboriculture
Noyer	Arboriculture
Pépinières de plants forestiers	Arboriculture
Pépinières de plants fruitiers ou de plantes ornementales	Arboriculture
Sapins de Noël/ Résineux	Arboriculture
Angélique	Divers
Autres	Divers
Autres couverts semés que ceux déjà listés	Divers
Betterave sucrière	Divers
Chanvre non textile (culture soumise à autorisation préalable au semis)	Divers
Chanvre textile (culture soumise à autorisation préalable au semis)	Divers
Chicorée à café	Divers
Chicorée à inuline	Divers
Couvert favorisant la faune	Divers
Cultures forestières à rotation courte (taillis à très courte rotation)	Divers
Houblon	Divers
Lin textile	Divers
Miscanthus	Divers
Ortie	Divers
Parcelle bâtie, ou zone artificialisée	Divers
Parcelle boisée présentant un couvert forestier	Divers
Tabac	Divers
Utilisation non agricole (stockage de grume, ..) ou terrain vague	Divers
Autres fourrages	Fourrage
Autres protéagineux	Fourrage
Betterave fourragère	Fourrage
Carottes fourragères	Fourrage
Fèves et Féveroles d'hiver	Fourrage
Fèves et Féveroles de printemps	Fourrage
Lupin doux	Fourrage
Luzerne	Fourrage
Luzerne lupuline	Fourrage
Mélange d'hiver de légumineuses prépondérantes (plus de 50%) et de céréales ou autres espèces	Fourrage
Mélange de printemps de légumineuses prépondérantes (plus de 50%) et de céréales ou autres espèces	Fourrage
Mélange légumineuses fourragères + céréales ou autres espèces	Fourrage
Pois protéagineux d'hiver	Fourrage
Pois protéagineux de printemps	Fourrage
Sainfoin (Onobrychis sativa)	Fourrage
Trèfles	Fourrage
Autres oléagineux	Grandes cultures
Avoine d'hiver	Grandes cultures
Avoine de printemps	Grandes cultures
Céréales et légumineuses	Grandes cultures
Colza d'hiver	Grandes cultures
Colza de printemps	Grandes cultures
Epeautre d'hiver	Grandes cultures
Epeautre de printemps	Grandes cultures
Froment d'hiver	Grandes cultures
Froment de printemps	Grandes cultures
Lin oléagineux	Grandes cultures
Maïs ensilage	Grandes cultures
Maïs grain	Grandes cultures
Navette d'hiver (graines)	Grandes cultures
Oléagineux	Grandes cultures
Orge d'hiver	Grandes cultures
Orge de brasserie	Grandes cultures
Orge de printemps	Grandes cultures
Quinoa	Grandes cultures
Sarrasin	Grandes cultures
Seigle d'hiver	Grandes cultures

## Chapitre C – Annexe : Présentation générale des données à l'échelle européenne

### C.0.0.1 Angleterre

#### Agriculture et sol

- CROME

CROME est l'acronyme de Crop map of England. Cette couche vecteur représente des hexagones, tous de même taille, et l'utilisation du sol sur chacun, parmi les 15 principales cultures du pays et les usages non-agricoles possibles (bois, eau, friches...). Elle se base sur des données satellites et complétées par des données collectées sur le terrain (RPA (2020)).

- ALC

La classification provisoire des terres agricoles (Provisional Agricultural Land Classification (ALC)) est une note sur 5 donnée à la qualité des terres. La note de 1 correspond aux meilleures terres, et la note de 5 aux plus pauvres. La classification prend en compte plusieurs critères de notation comme le climat (températures, risque de gelées...), le site (pente, risque d'inondations...), et le sol (profondeur, composition...). Les parcelles avec leur note associée ont été spialisées. (Gouvernement du Royaume-Uni<sup>1</sup>).

#### Inondation

- RoFRS

RoFRS est le sigle pour Risk of Flooding from Rivers and Sea. Il s'agit donc de la cartographie du risque d'inondations venant des rivières et de la mer. Elle est la combinaison d'expertise locales pour évaluer sur chaque cellule de 50m de coté une des 4 catégories de risque d'inondations (élevé, moyen, faible, très faible) (EA (2022)).

### C.0.0.2 Croatie

#### Agriculture

- ARKOD

---

<sup>1</sup>Gouvernement du Royaume-Uni, Provisional Agricultural Land Classification (ALC), In : data.gov.uk, 2020, [Consulté le 15/08/2023], [URL] <https://www.data.gov.uk/dataset/952421ec-da63-4569-817d-4d6399df40a1/provisional-agricultural-land-classification-alc>

---

ARKOD est l'équivalent du LPIS pour la Croatie. Il s'agit donc de cartographier les parcelles et de leur attribuer une culture principale sur l'année. La délimitation des parcelles s'effectue grâce à des photos aériennes, ces informations sont complétées par les déclarations des agriculteurs. Les cultures sont regroupées en 15 catégories (APRRR<sup>2</sup>)

### **Inondation**

- OPASNOST

OPASNOST représente l'étendu et la profondeur des inondations selon 3 scénarios de probabilité (élevée, moyenne et faible). Ces scénarios correspondent au plan de gestion des bassins de rivière de l'Union européenne correspondant aux années 2022 - 2027 (Hrvatzke Vode).

### **C.0.0.3 Espagne**

#### **Agriculture**

- SIGPAC

Le SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas) est l'équivalent du LPIS en Espagne. Ces données incluent l'utilisation du sol de manière plus générale (zone urbaine) en plus de cultures (FEGA<sup>3</sup>, Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation<sup>4</sup>)

#### **Inondation**

- Zones inondables

Les cartographies de zones inondables ont été produites dans le cadre de la directive européenne de la gestion des inondations. Cette base de données rassemble des cartes avec une période de retour de 10 ans, 100 ans ou 500 ans correspondant respectivement à des probabilités d'inondations forte, moyenne, et faible ou exceptionnelle. C'est cette dernière qui nous intéresse dans le cas de notre étude pour avoir l'étendue la plus large possible (Commission européenne<sup>5</sup>)

### **C.0.0.4 Italie**

#### **Agriculture**

- Plans de culture graphiques des données d'approvisionnement

Cette donnée correspond au LPIS en Italie de niveau 2 avec un identifiant pour l'exploitation à qui appartient la parcelle ainsi que des données sur les cultures et les pratiques plus précises (irrigation, densité de plantation, type de serre utilisée...). Ainsi les informations sur les serres peuvent compléter les données de bâti (AGREA (s.d.)).

#### **Inondation**

---

<sup>2</sup>APRRR, Prostorni podaci i servisi (Données et services spatiaux), In : [www.aprrr.hr](http://www.aprrr.hr), [URL] <https://www.aprrr.hr/prostorni-podaci-servisi/>

<sup>3</sup>FEGA, In : [fega.gob.es](http://fega.gob.es), Consulté le 16/08/2023, [URL] <https://www.fega.gob.es/atom/es.fega.sigpac.50.xml>

<sup>4</sup>FEGA, In : [mapa.gob.es](http://mapa.gob.es), Consulté le 16/08/2023, [URL] <https://www.mapa.gob.es/ide/metadatos/srv/api/records/52f538b0-95b6-439b-af1d-816763877366/formatters/xml>

<sup>5</sup>Commission européenne, INSPIRE GEOPORTAL, In : [inspire-geoportal.ec.europa.eu](http://inspire-geoportal.ec.europa.eu)

- 
- Apsfr

Cette donnée représente les zones inondables des 3 rivières majeures des provinces de Modène, Parme et Reggio d'Émilie, avec 3 scénarios de probabilité différents : probabilité élevée, moyenne et faible correspondant respectivement à des périodes de retour de 25-30 ans, 100 ans et 200 ans. Ces données ont été envoyées par Alessio Domeneghetti suite à notre entretien et n'auraient certainement pas été trouvables en libre accès sur internet (Alessio Domeneghetti, Annexe A.3)).

### **Bâti**

- Empreinte des bâtiments

La donnée d'empreinte des bâtiments donne la géométrie des bâtiments, ce qui permet de les localiser et de calculer leur aire. (Emilia-Romagna (2017))

### **C.0.0.5 Portugal**

#### **Inondation**

- Carte des zones inondables

Cette donnée est générée dans le cadre de la directive européenne. Elle comprend les zones selon 3 différentes périodes de retour : 20 ans, 100 ans et 1000 ans (Gouvernement portugais<sup>6</sup>).

### **C.0.0.6 République Tchèque**

#### **Agriculture**

- LPIS

Le LPIS de niveau 1 de la République Tchèque représente les parcelles et leur culture principale associée. Elles sont regroupées en 14 groupes de cultures. Les données sont à l'échelle de la parcelle mais on n'identifie pas le propriétaire de celle-ci (eAGRI<sup>7</sup>)

#### **Inondation**

- Zone inondable

Les données de zones inondables correspondent aux plaines inondables en République Tchèque par débordement. Elles incluent 4 périodes de retour, 5 ans, 20 ans, 100 ans et 500 ans. Elles sont établies dans le cadre de la directive européenne (VUVTGM (2021)).

---

<sup>6</sup>Gouvernement portugais, Jeux de données, In : dados.gov.pt, 2023, [Consulté le 16/08/2023], [URL] <https://dados.gov.pt/fr/datasets/carta-de-zonas-inundaveis-portugal-continental-velocidade-de-escoamento-periodo-de-retorno-de-20-anos-cdg-inspire/>

<sup>7</sup>eAGRI, Veřejný export dat LPIS (Exportation publique des données du LPIS), In : eagri.cz, 13/04/2022, [Consulté le 16/08/2023], [URL] <https://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/uzivatelske-priprucky/priprucky-pro-verejny-lpis/export-dat-lpis.html>

---

## Bibliographie

- Anne-Laure Agenais, Frédéric Grelot, Pauline Brémond, and Katrin Erdlenbruch. Dommages des inondations au secteur agricole. guide méthodologique et fonctions nationales. Groupe de travail national acb inondation, IRSTEA, 2013.
- AGREA. Descrizione fornitura dati piani culturali grafici. Technical report, Agenzia Regionale per le Erogazioni in Agricoltura per l'Emilia-Romagna, s.d.
- L. Alfieri, P. Burek, L. Feyen, and G. Forzieri. Global warming increases the frequency of river floods in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(5) :2247–2260, 2015. doi : 10.5194/hess-19-2247-2015. URL <https://hess.copernicus.org/articles/19/2247/2015/>.
- Juliette Aspar. Caractérisation de l'exposition aux inondations du secteur agricole sur le site so-ii. apport des bases de données disponibles au niveau national et évaluation des dommages. Mémoire de césure, AgroParisTech, 2020.
- Christine Aubry and Jeanne Pourias. L'agriculture urbaine fait déjà partie du "métabolisme urbain". *HAL*, page 432 p., 2012.
- José Barbedo, Marcelo Miguez, Dan van der Horst, Paulo Carneiro, Philip Amis, and Antonio Ioris. Policy dimensions of land-use change in peri-urban floodplains : the case of Paraty. *Ecology and Society*, 20(1), 2015. doi : 10.5751/ES-06482-190254. URL <http://www.jstor.org/stable/26269714>.
- Bernard Barraqué and Patricia Gressent. La Politique de Prévention du Risque d'Inondation en France et en Angleterre : de l'action publique normative à la gestion intégrée. Technical report, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2004.
- Stéphanie Beucher and Magali Reghezza-Zitt. Gérer le risque dans une métropole : le système français face à l'inondation dans l'agglomération parisienne. *Environnement Urbain / Urban Environment*, 2, 2008.
- Boisson, Bertrand and Rotsaert, S. Document d'information communal sur les risques majeurs. Technical report, Ville de Lille, 2019.
- I. Braud, P. Breil, F. Thollet, M. Lagouy, F. Branger, C. Jacqueminet, S. Kermadi, and K. Michel. Evidence of the impact of urbanization on the hydrological regime of a medium-sized periurban catchment in France. *Journal of Hydrology*, 485 :5–23, 2013. ISSN 0022-1694. doi : <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.04.049>. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169412003496>. Hydrology of peri-urban catchments : processes and modelling.



- Pauline Brémond, Frédéric Grelot, and Anne-Laure Agenais. Review article : "flood damage assessment on agricultural areas : review and analysis of existing methods". *Natural Hazards and Earth System Science*, 13 :2493–2512, 2013. doi : 10.5194/nhess-13-2493-2013.
- A.M. Camarasa-Belmonte and J. Soriano-García. Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain). *Landscape and Urban Planning*, 104(2) :189–200, 2012. ISSN 0169-2046. doi : <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.009>. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204611002970>.
- Ana M. Camarasa Belmonte, María J. López-García, and Julián Soriano-García. Mapping temporally-variable exposure to flooding in small Mediterranean basins using land-use indicators. *Applied Geography*, 31(1) :136–145, 2011. ISSN 0143-6228. doi : 10.1016/j.apgeog.2010.03.003. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622810000299>. Hazards.
- Juan-Carlos Ciscar, Ana Iglesias, Luc Feyen, László Szabó, Denise Van Regemorter, Bas Amelung, Robert Nicholls, Paul Watkiss, Ole B. Christensen, Rutger Dankers, Luis Garrote, Clare M. Goodess, Alistair Hunt, Alvaro Moreno, Julie Richards, and Antonio Soria. Physical and economic consequences of climate change in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7) :2678–2683, 2011. doi : 10.1073/pnas.1011612108. URL <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1011612108>.
- Copernicus and EEA. Task 11 - Feasibility study on the accessibility to LPIS data in a generalised format to be used as an ancillary data layer for various Copernicus land monitoring services - Draft final report -. Technical report, European Environment Agency, 2016.
- Patrick Dugué, Christophe Toussaint Soulard, Elisa Marraccini, Marie-France Houdart, Isabelle Michel, and Mohamed Rhaidour. Systèmes maraichers urbains et périurbains en méditerranée : une comparaison entre Meknès (Maroc), Montpellier (France) et Pise (Italie). *Organisation des agriculteurs et des systèmes agricoles dans les territoires urbains et périurbains : ouvrage universitaire transdisciplinaire à comité de lecture international.*, pages 57–78, 2016.
- Nadia Dupont, Janique Valy, and Jean-François Inserguet. Les logiques d'urbanisation dans les plaines alluviales du bassin versant de la Vilaine (Bretagne, France). *Environnement Urbain/Urban Environment*, 2 :21–32, 2008. doi : 10.7202/019219ar.
- EA. Flood and coastal erosion risk management appraisal. Technical guidance. Technical report, U.K., March 2022.
- Regione Emilia-Romagna. Metadati- DBTR - Edificio - (EDI-GPG). Technical report, DBTR, 2017.
- Julien Etienne. MSc Strategy and Design for the Anthropocene (2021-2022) - Dissertation- What strategy for redirecting food production in the Lincolnshire Fens? Master's thesis, ESC Clermont Business School, 2023.
- Rosalia Filippini, Sylvie Lardon, Enrico Bonari, and Elisa Marraccini. Unraveling the contribution of periurban farming systems to urban food security in developed countries. *HAL*, 2018. doi : 10.1007/s13593-018-0499-1.
- Christoph Frei, Regina Schöll, Sophie Fukutome, Jürg Schmidli, and Pier Luigi Vidale. Future change of precipitation extremes in Europe : Intercomparison of scenarios from regional climate models. *Journal*

- of Geophysical Research : Atmospheres*, 111(D6), 2006. doi : 10.1029/2005JD005965. URL <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2005JD005965>.
- Géoportail de la Wallonie. Cartographies des zones inondables (en vigueur) - Directive Inondation 2007/60/CE? Série. Technical report, Service publique de Wallonie, 2021.
- Géoportail de la Wallonie. Parcellaire agricole anonyme (situation 2021). Technical report, Service publique de Wallonie, 2022.
- IGN. BD TOPO® Version 3.0. Descriptif de contenu. Les bases vectorielles Version 3.0, Institut Géographique National, Paris, France, May 2020. LES BASES VECTORIELLES BD TOPO®Version 3.0 Descriptif de contenu.ign.frDate du document : Septembre 1994. Révision : Mai 2020.
- IGN. ADMIN EXPRESS Version 3.1. Descriptif de contenu et de livraison. Les bases vectorielles Version 3.1, Institut Géographique National, Paris, France, November 2021. Date du document : Juillet 2017. Révision : Novembre 2021.
- IGN and ASP. RPG Version 2.0 - Descriptif de contenu et de livraison. Technical report, Institut national de l'information géographique et forestière, Agence de services et de Paiement, DEC 2021. URL [https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-12/DC\\_DL\\_RPG\\_2-0.pdf](https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-12/DC_DL_RPG_2-0.pdf).
- Giorgos Kochilakis, Dimitris Poursanidis, Nektarios Chrysoulakis, Vassiliki Varela, Vassiliki Kotroni, Giorgos Eftychidis, Kostas Lagouvardos, Chrysoula Papathanasiou, George Karavokyros, Maria Aivazoglou, Christos Makropoulos, and Maria Mimikou. FLIRE DSS : A web tool for the management of floods and wildfires in urban and periurban areas. *Open Geosciences*, 8(1) :711–727, 2016. doi : 10.1515/geo-2016-0068. URL <https://doi.org/10.1515/geo-2016-0068>.
- Rahul Kumar, Vimal Mishra, Jonathan Buzan, Rohini Kumar, Drew Shindell, and Matthew Huber. Dominant control of agriculture and irrigation on urban heat island in India. *Nature*, 7, 2017. doi : 10.1038/s41598-017-14213-2.
- Benjamin Lardot, Pierre Cantelaube, Marie Carles, Claire Séard, and Camille Truche. Construction d'une base de données géographiques exhaustive à échelle fine sur l'occupation agricole du sol : le RPG complété. Technical report, INRAE, ODR, 2021.
- Amy Lawton and Nicky Morrison. The loss of peri-urban agricultural land and the state-local tensions in managing its demise : The case of Greater Western Sydney, Australia. *Land Use Policy*, 120 :106265, 2022. ISSN 0264-8377. doi : <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106265>. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837722002927>.
- Isabelle Maret and Romain Goeury. La Nouvelle-Orléans et l'eau : un urbanisme à haut risque. *Environnement Urbain / Urban Environment*, 2, 2008.
- Davide Marino, Margherita Palmieri, Angelo Marucci, Mariangela Soraci, Antonio Barone, and Silvia Pili. Linking Flood Risk Mitigation and Food Security : An Analysis of Land-Use Change in the Metropolitan Area of Rome. *Land*, 12(2), 2023. ISSN 2073-445X. doi : 10.3390/land12020366. URL <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/2/366>.
- Metawal - Catalogue pour l'information géographique de Wallonie. Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (EPRI) - Série. Technical report, Service publique de Wallonie, 2018.

- Metawal - Catalogue pour l'information géographique de Wallonie. Utilisation du Sol en Wallonie - WALLOUS 2018. Technical report, Service publique de Wallonie, 2020.
- James D. Miller, Hyeonjun Kim, Thomas R. Kjeldsen, John Packman, Stephen Grebby, and Rachel Dear-den. Assessing the impact of urbanization on storm runoff in a peri-urban catchment using historical change in impervious cover. *Journal of Hydrology*, 515 :59–70, 2014. ISSN 0022-1694. doi : 10.1016/j.jhydrol.2014.04.011. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169414002856>.
- Maxime Modjeska, Pauline Brémond, and Frédéric Grelot. Inventaire des systèmes agricoles exposés aux inondations et à la pression foncière sur le territoire de l'observatoire so-ii. Technical report, INRAE, July 2023. URL <https://hal.inrae.fr/hal-04171331>.
- Grégory Morisseau. Le quartier périurbain de la Bouillie (Blois)- Les nouveaux paysages du risque. *Projets de paysage*, 2012. doi : 10.4000/paysage.16660.
- Joe Morris, Tim M. Hess, and Helena Posthumus. Agriculture's Role in Flood Adaptation and Mitigation : Policy Issues and Approaches. Technical report, OECD, 2010.
- Francesco Orsini, Remi Kahane, Remi Nono-Womdim, and Giorgio Gianquinto. Urban agriculture in the developing world : a review. *HAL*, 33 :695–720, 2013. doi : 10.1007/s13593-013-0143-z.
- Didit Okta Pribadi, Derek Vollmer, and Stephan Pauleit. Impact of peri-urban agriculture on runoff and soil erosion in the rapidly developing metropolitan area of Jakarta, Indonesia. *Regional Environmental Change*, 18(7) :2129–2143, 2018. ISSN 1436-378X. doi : 10.1007/s10113-018-1341-7. URL <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1341-7>.
- Fabio Recanatesi and Andrea Petroselli. Land Cover Change and Flood Risk in a Peri-Urban Environment of the Metropolitan Area of Rome (Italy). *Water Resources Management*, 34(14) :4399–4413, 2020. ISSN 1573-1650. doi : 10.1007/s11269-020-02567-8.
- Rennes Métropole. Plan Climat-Air-Énergie Territorial 2019-2024. Technical report, Rennes Métropole, 2019.
- RPA. Crop Map of England Product Specification- v.2020.2. Technical report, Rural Payment Agency, 2020.
- Irune Ruiz-Martínez, Davide Martinetti, Elisa Marraccini, and Marta Debolini. Modeling drivers of farming system trajectories in Mediterranean peri-urban regions : Two case studies in Avignon (France) and Pisa (Italy). *Agricultural Systems*, 202 :103490, 2022. ISSN 0308-521X. doi : 10.1016/j.agsy.2022.103490.
- Diane Saint-Laurent and Marlies Hähni. Crues et inondations majeures des villes de l'Estrie : variations climatiques et modifications anthropiques (Québec, Canada). *Environnement Urbain / Urban Environment*, 2 :50–72, 2008. doi : 10.7202/019221ar.
- VUVTGM. Katalog evidencí ISVS VODA Vedených VÚV TGM, v.v.i. Technical report, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 2021.

# Mémoire de fin d'étude

Auteur : ROLLAND Lucile

Titre : État des lieux de l'agriculture en zone péri-urbaine et inondable à l'échelle européenne

Nombre de pages : 92

Lieu de soutenance : Vetagro Sup, 89 Avenue de l'Europe, 63370, Lempdes

Année : 2023

## STRUCTURE D'ACCUEIL ET INSTITUTIONS ASSOCIEES:

- ◆ Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE)
- ◆ Unité mixte de recherche Gestion de l'eau acteurs et usages (UMR G-eau)

## ENCADRANTS :

- ◆ Maître de stage : BRÉMOND Pauline (UMR G-eau)
- ◆ Tuteur pédagogique : PEROCHON Laurent

## OPTION : Ingénierie et stratégie du développement éco-territorial (Ecoterr)

### RÉSUMÉ

L'augmentation de la fréquence et de la violence des inondations sont une conséquence du réchauffement climatique et de l'artificialisation des sols. La présence d'agriculture en milieu péri-urbain pourrait réduire le risque d'inondation, selon les politiques publiques. Mais les milieux agricoles et péri-urbains sont particulièrement sensibles car les inondations et l'urbanisation constituent de fortes pressions, qui mettent en péril leur viabilité. Une méthode de caractérisation de l'exposition de l'agriculture aux inondations et à l'urbanisation à partir de données tierces a été établie. Elle est testée à l'échelle européenne, pour vérifier sa pertinence sur des territoires diversifiés, et la compatibilité de données venant de différents pays. Des données de parcellaire agricole, d'inondations et d'occupation du sol ont été collectées et croisées pour obtenir les surfaces agricoles en zone inondable et péri-urbaine ainsi que leurs caractéristiques (culture, surface...). L'analyse à l'échelle d'une ville (réalisée pour Lille), a permis de montrer des résultats précis et pertinents sur les cultures les plus exposées, le nombre d'exploitations concernées et leur orientation technique. Puis les différents cas d'études en Europe ont été comparés pour témoigner de la pertinence de cette méthode sur différents territoires. La comparaison des cas ne semble pas pertinente dans un premier temps à cause de la diversité des zones. La différence de précision et de fiabilité des données entre les villes de différents pays, malgré le cadre européen de production des données, ne permet pas d'avoir la même précision d'analyses pour tous les cas d'études.

---

**Mots clés :** agriculture, inondations, urbanisation, Europe, zone péri-urbaine

## ABSTRACT

The increase in the frequency and violence of floods is a consequence of global warming and soil artificialisation. The presence of agriculture in peri-urban areas could reduce the risk of flooding, according to public policy. However, agricultural and peri-urban environments are particularly sensitive, as flooding and urbanization represent strong pressures that jeopardize their viability. A method for characterizing agricultural exposure to flooding and urbanization using existing data has been established. It is being tested on a European scale, to verify its relevance to a variety of territories, and the compatibility of data from different countries. Data on agricultural parcels, flooding and land use were collected and cross-referenced to obtain agricultural areas in flood-prone and peri-urban zones, as well as their characteristics (crops, surface area, etc.). Analysis on the scale of a city (carried out for Lille), showed precise and relevant results on the most exposed crops, the number of farms concerned and their technical orientation. The various case studies in Europe were then compared to demonstrate the relevance of this method in different territories. The comparison of cases does not seem relevant at first because of the diversity of the areas. Differences in data accuracy and reliability between cities in different countries, despite the European framework for data production, mean that the same precision of analysis is not possible for all case studies.

---

**Key words : agriculture, floods, urbanization, Europe, peri-urban area**