

Spatialisation des ventes de produits phytosanitaires sur Grand Poitiers

PRSE -NA : Initiatives locales visant à la réduction des expositions de la population aux pesticides agricoles

Période : 2019

Commune et département d'étude : Grand Poitiers, Vienne (86)



Référence : R&D EXT 21 331

Version finale du : 07/03/2023

Auteur(s) : Agnès Hulin
Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine :
E-mail : contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Titre : Spatialisation des ventes de produits phytosanitaires sur Grand Poitiers



Reference : R&D EXT 21 331

Version : finale du – 07/03/2023

Délivré à : Grand Poitiers Communauté Urbaine

Selon offre n° : R&D EXT 21 331

Nombre de pages : 54 (couverture comprise)

	Rédaction	Approbation
Nom	A HULIN	P BOURQUIN
Qualité	Responsable Partenariat Innovations	Directeur délégué
Visa		

Conditions d'utilisation

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (www.atmo-nouvelleaquitaine.org)
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donné d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas prises en compte lors de comparaison à un seuil réglementaire

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : contact@atmo-na.org
- par téléphone : 09 84 200 100

Sommaire

1. Introduction et contexte	6
2. Données utilisées	7
2.1. Données agricoles et occupation du sol sur Grand Poitiers	7
2.1.1. Les régions agricoles (RA)	7
2.1.2. L'occupation du sol : Corine Land Cover	8
2.1.3. Le Registre Parcellaire agricole	9
2.2. Polluants suivis et méthodes d'évaluation	11
2.2.1. Le S-métolachlore	13
2.2.2. Le glyphosate	14
2.2.3. Le prosulfocarbe	14
2.2.4. Cyprodinil	14
2.2.5. Métazachlore	15
2.2.6. Le chlorothalonil	15
2.2.7. La pendiméthaline	16
2.3. BNVD : les quantités de substances phytosanitaires achetées	16
3. Méthodologie	17
3.1. Test des modèles	17
3.2. 1 ^{ère} étape : du code postal à la commune	21
3.3. 2 ^{ème} étape : de la commune à la parcelle et construction d'un indice d'exposition	23
4. Résultats	27
5. Conclusions	29

Annexes

Prosulfocarbe	32
S-métolachlore	34
Glyphosate	36
Métazachlore	38
Cyprodinil	40
Chlorothalonil	42
Données BNVD 2018-2021	44

Unités de mesure

- Fg femtogramme (= 1 millionième de milliardième de gramme = 10⁻¹⁵ g)
- pg picogramme (= 1 millième de milliardième de gramme = 10⁻¹² g)
- µg microgramme (= 1 millionième de gramme = 10⁻⁶ g)
- m³ Mètre cube

Abréviations

- OMS/WHO Organisation Mondiale pour la Santé / World Health Organization
- OTAN/NATO Organisation du Traité de l'Atlantique Nord / North Atlantic Treaty Organization
- CCE Commission des Communautés Européennes
- INERIS Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
- COFRAC COmité Français d'ACrréditation
- CIRC Centre International de Recherche sur le Cancer
- AOEL Niveau Acceptable d'Exposition pour l'Opérateur
- VTR Valeur Toxicologique de Référence
- BNVD Banque Nationale des Ventes des Distributeurs de produits phytosanitaires

Les estimations des émissions ont été réalisées à partir des données de la Banque Nationale des Ventes des Distributeurs de produits phytosanitaires et du registre parcellaire agricole (BNVD).

Les données de vente de phytosanitaires sont disponibles au code postal de l'acheteur. Par manque de données plus précises, elles sont assimilées aux données consommées. Les informations sont disponibles dans la BNVD 2019 pour plus de 1700 substances sur le territoire. Seule une sélection de 7 substances pertinentes est cartographiée.

Un travail préalable d'association des typologies de cultures, telles que définies dans la BNVD, avec les usages autorisés pour chacune des substances a été nécessaire, ainsi que l'identification des principales cultures cibles de chaque molécule sur le territoire.

Chaque substance a été répartie sur les cultures sur lesquelles elle est autorisée à l'aide de modèles statistiques et au prorata de la surface cultivée.

Les résultats sont fournis sous forme de cartes d'usage substance par substance ainsi que sous la forme d'un indice qui cumule les usages des molécules considérées. Les données spatialisées ont été ensuite croisées avec la couche bâtie de la BD TOPO (IGN) pour produire un indicateur de pression dans un environnement de 300 mètres autour de chaque bâtiment.

Pour Atmo Nouvelle Aquitaine, c'est également une étape de plus permettant d'envisager dans l'avenir la mise en œuvre des modèles de dispersion de qualité de l'air.

1. Introduction et contexte

La Communauté urbaine de Grand Poitiers a été lauréate de l'appel à projet de la DREAL sur la mesure 2.2 du PRSE Nouvelle-Aquitaine ("Initiatives locales visant à la réduction des expositions de la population aux pesticides agricoles"), en partenariat avec l'Université de Poitiers. Atmo Nouvelle Aquitaine a été sollicité par la collectivité pour traiter du sujet de l'exposition des populations aux épandages de pesticides à travers une spatialisation des quantités utilisées et la création d'un indicateur de pression dépendant de la présence de population.

Grand Poitiers Communauté Urbaine est une intercommunalité à caractère rural. L'occupation du sol est majoritairement agricole et les politiques publiques portées par la collectivité doivent en tenir compte.

Les fuites d'azote et les résidus de pesticides dans l'environnement constituent des pollutions diffuses agricoles ou non-agricoles qui sont un des défis que le territoire doit relever. Ces pollutions, notamment par les pesticides ont un impact sur la qualité de la ressource en eau, les milieux aquatiques, sur la qualité de l'air et par conséquent un impact sur la santé humaine, animale et plus largement sur les écosystèmes. Les épandages agricoles sont un sujet d'inquiétude pour une partie de la population.

Grand Poitiers Communauté urbaine souhaite tenir compte du risque d'exposition de la population aux pesticides et mettre en œuvre des initiatives pour réduire cette exposition.

L'amélioration des connaissances sur l'exposition de la population aux pesticides permettra à Grand Poitiers Communauté urbaine d'identifier les initiatives à mettre en place pour réduire cette exposition et de limiter les impacts sur la santé. Parmi celles-ci, les initiatives s'appuyant sur les outils de la planification urbaine seront privilégiées afin de saisir l'opportunité que représente l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) qui vient d'être engagée par la collectivité.

2. Données utilisées

2.1. Données agricoles et occupation du sol sur Grand Poitiers

L'agriculture couvre 67% du département de la Vienne (source : Terres en villes & Agreste 2014). Les quelques 471 000 hectares de surfaces agricoles sont en grande majorité occupés par les cultures de céréales (243 000 ha) et d'oléagineux (85 350 ha).

Dans une moindre mesure, il existe une tradition d'élevage caprin sur le territoire viennois, dont le cheptel occupe le deuxième rang national. Enfin, les 1 200 ha de cultures de melon représentent un poids économique non négligeable. On dénombre ainsi 5 160 exploitations, représentant 6 699 UTA, sur l'ensemble de la Vienne.

À l'échelle de Grand Poitiers, l'agriculture est en très grande majorité dominée par la grande culture. L'élevage, systèmes bovin lait ou allaitant, est limité et les ateliers de diversification (maraîchage, volaille) sont quasiment inexistantes. La structuration des systèmes agricoles locaux en faveur des exportations sur le marché mondial ne permet pas au territoire de dégager une forte identité et de développer les liens entre acteurs.

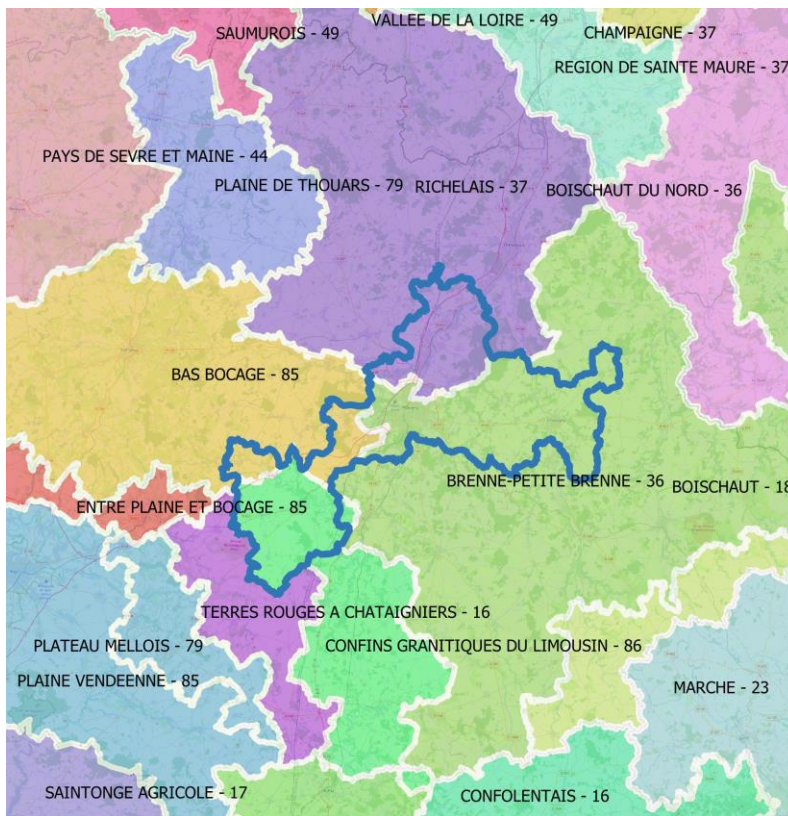
2.1.1. Les régions agricoles (RA)

Les régions agricoles (RA) et petites régions agricoles (PRA) constituent, en France, deux entités d'échelle différente du zonage statistique, géré par l'Insee et lancé en 1949 par le Commissariat général au Plan.

Il s'agit dans les deux cas de zones agricoles homogènes, tant par la nature des sols que pour les conditions climatiques et la vocation dominante des exploitations agricoles. Ce zonage sert de base à la production de nombreuses statistiques agricoles. Il est utilisé notamment dans le cadre de certaines applications de la politique sociale et de la fiscalité agricole. Certains dépouillements des recensements de l'agriculture sont réalisés à ce niveau.

Les régions agricoles regroupent un nombre entier de communes, souvent à cheval sur plusieurs départements. On en recense 432 en métropole. La petite région agricole est constituée par le croisement du département et de la région agricole : une région agricole peut être découpée en autant de petites régions agricoles que de départements d'appartenance des communes qui la composent. On en compte 713 en métropole.

La carte ci-dessous montre les RA qui couvrent Grand Poitiers. Les données RA ont été utilisées dans les modèles de forêts aléatoires et dans les réseaux de neurones comme caractéristique associée à la commune.



Régions Agricoles sur Grand Poitiers

2.1.2. L'occupation du sol : Corine Land Cover

La Figure 1 représente l'occupation du sol sur Grand Poitiers et ses environs représentée à partir des données de Corine Land Cover - 2018.

CORINE Land Cover (CLC) est issue de l'interprétation visuelle d'images satellitaires, avec des données complémentaires d'appui, avec l'identification de zones d'au moins 25 ha et de 5 ha pour les évolutions, de 100 m de large et homogènes du point de vue de l'occupation des sols.

La donnée Corine Land cover, qui représente l'avantage de recouvrir de manière exhaustive le territoire, a en revanche une résolution géographique trop faible et une distinction entre types de cultures insuffisante pour permettre la spatialisation des données de phytosanitaires.

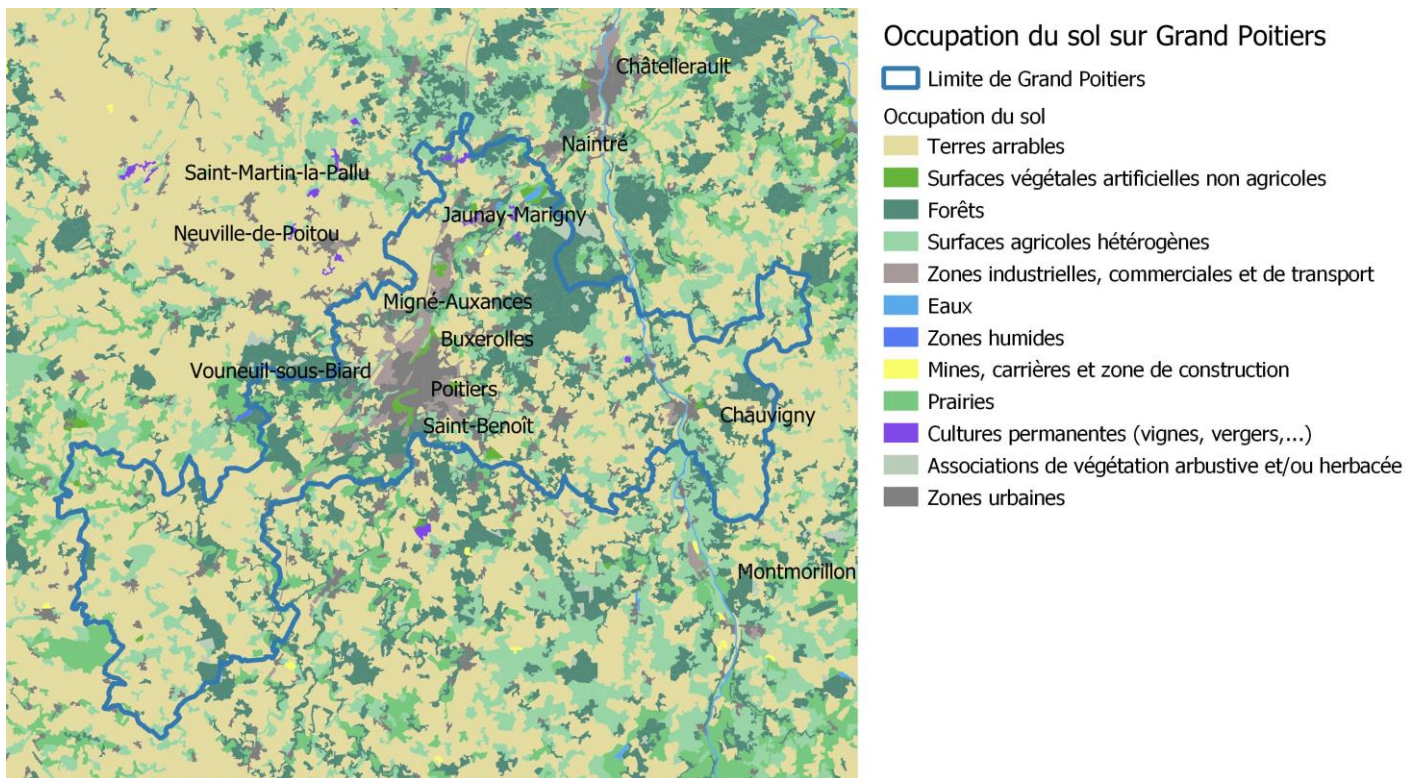


Figure 1 : occupation du sol sur la CU de Grand Poitiers (Corine Land Cover - 2018)

2.1.3. Le Registre Parcellaire agricole

Le registre parcellaire graphique est une base de données géographiques servant de référence à l'instruction des aides de la politique agricole commune (PAC).

La version anonymisée diffusée publiquement et utilisée ici contient les données graphiques des parcelles associées à leur culture principale. Ces données sont produites par l'agence de services et de paiement (ASP) depuis 2007.

Elle contient à priori toutes les cultures financées par la PAC mais a le défaut d'être partielle pour les autres cultures, comme par exemple la vigne. Néanmoins, sur un territoire comme Grand Poitiers, la comparaison des territoires agricoles de la CLC et des parcelles renseignées dans le RPG montre une couverture de la donnée très satisfaisante (Figure 2).

Les données anonymes du RPG sont millésimées et contiennent des parcelles et îlots correspondant à celles déclarées pour la campagne N dans leur situation connue et arrêtée par l'administration, en général au 1er janvier de l'année N+1. Ces données couvrent l'ensemble du territoire français hors Mayotte.

Dans cette étude, les données de consommation par substance active évaluée ont été réparties sur la base du RPG.

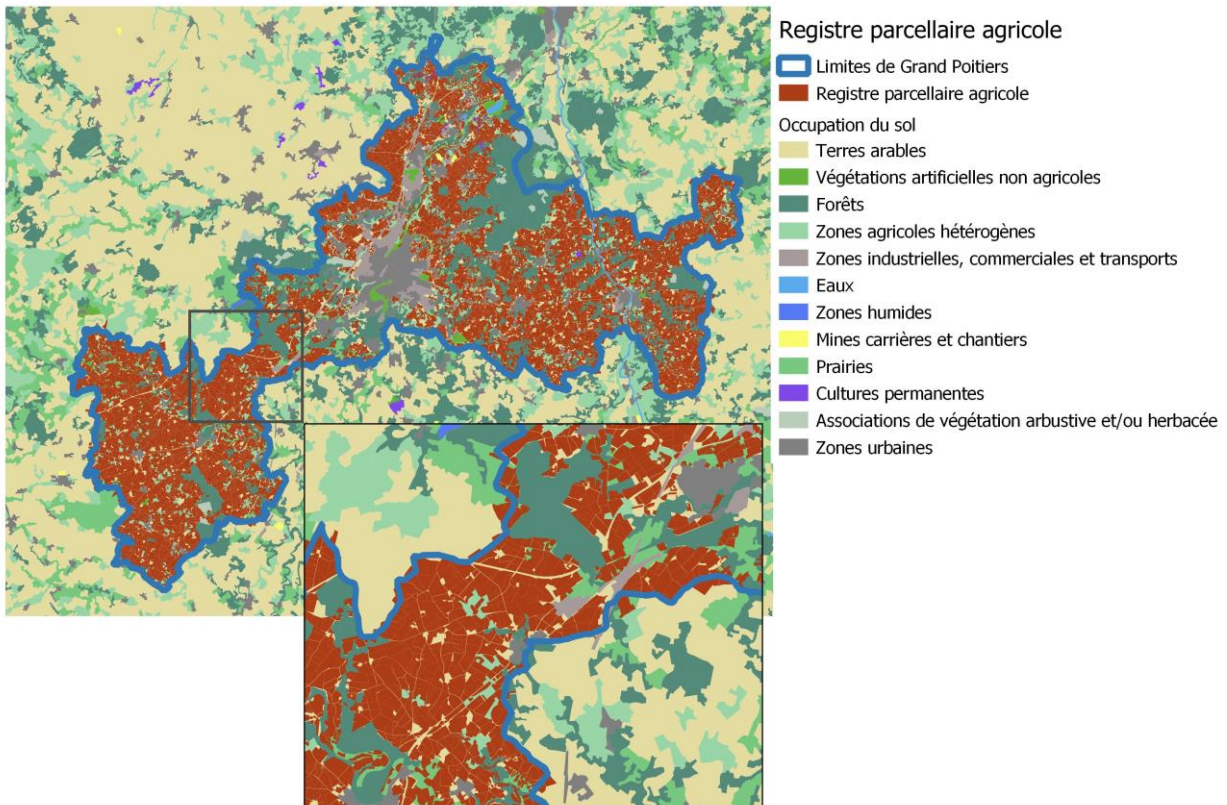


Figure 2 : comparaison des parcelles RPG avec les surfaces en cultures de la CLC.

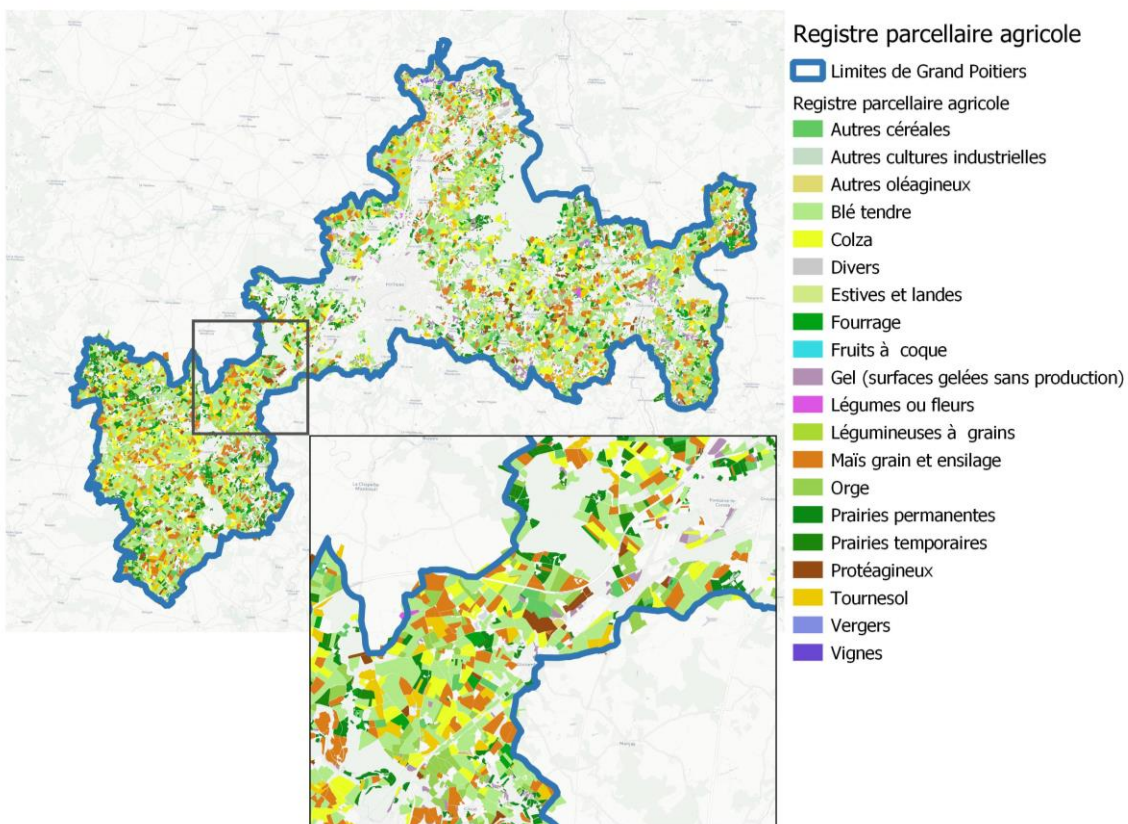


Figure 3 : parcelles par type de culture sur Grand Poitiers (source RPG)

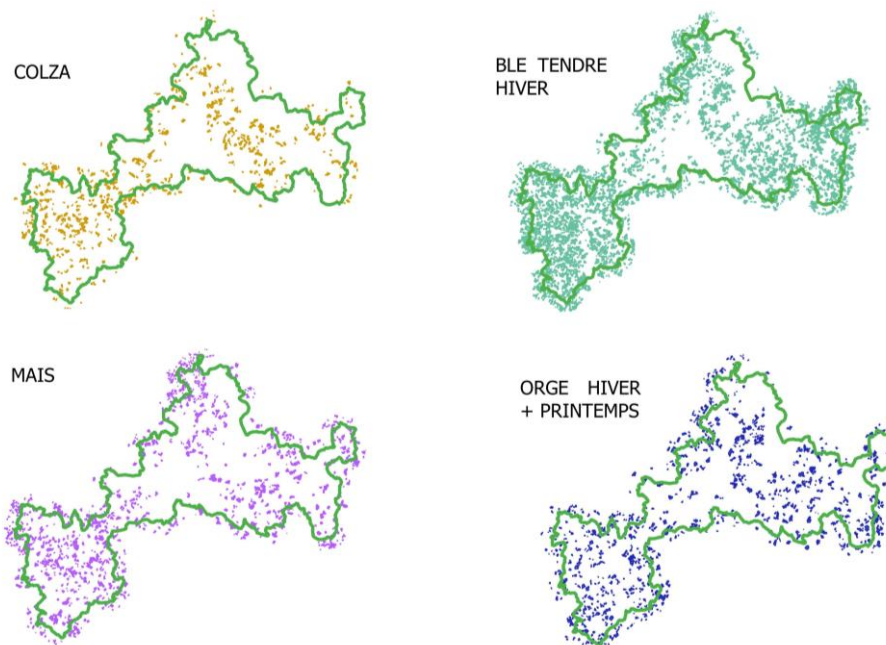


Figure 4 : Parcelles déclarées en Colza, Blé tendre d'hiver, maïs et Orge (RPG)

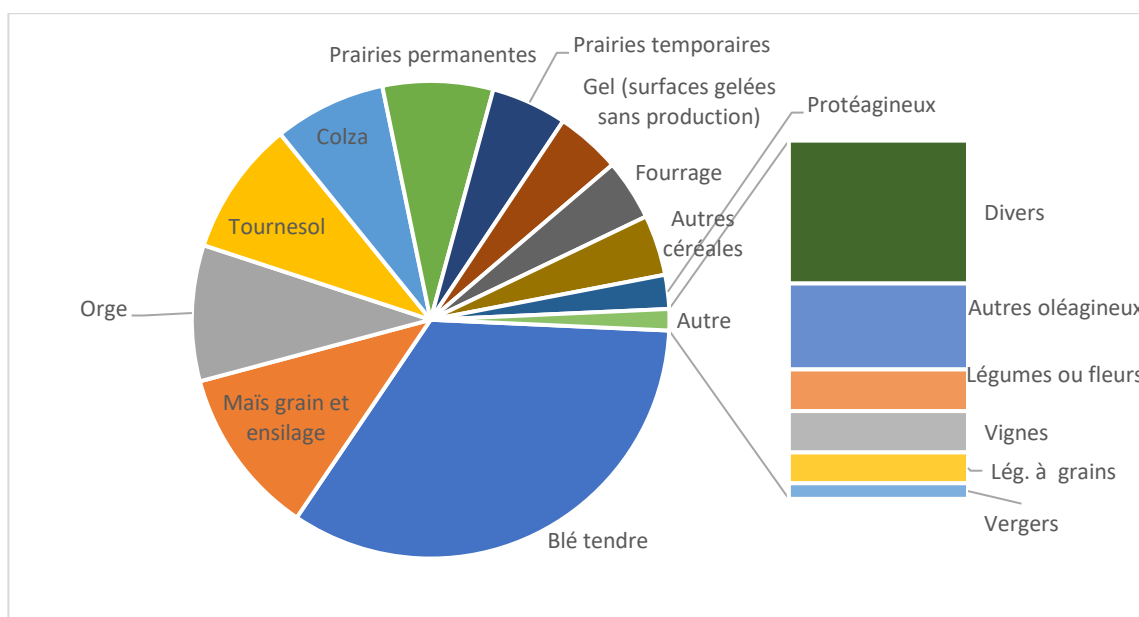


Figure 5 : Cultures déclarées dans le RPG pour Grand Poitiers et ses communes limitrophes (65 communes)

2.2. Polluants suivis et méthodes d'évaluation

La méthodologie développée dans le cadre de ce projet est applicable à toute molécule phytosanitaire pour laquelle on dispose d'information de tonnage consommé dans la BNVD et sur les usages autorisés dans la base e-phy de l'ANSES. Cependant moins la molécule est utilisée et plus l'incertitude dans la répartition augmente. La méthode est donc mieux adaptée aux principales substances utilisées sur le territoire.

Pour simplifier la lecture des résultats et maximiser leur pertinence, une sélection de 7 molécules d'intérêt majeur a été traitée ici. Elles ont été sélectionnées selon les critères suivants :

- molécules autorisées en usage agricole en 2019

- molécules que l'on retrouve de manière chronique (ou ses produits de dégradations) dans l'eau et en concentration supérieure à la limite de qualité sur Grand Poitiers :
 - Métabolites du S-métolachlore
 - Métabolites du métazachlore
 - Métabolite du glyphosate.

- molécules d'intérêt dans l'air, sélectionnées selon les critères suivants (basés sur les années 2019 – 2021) à partir des mesures réalisées sur Poitiers
 - Concentrations moyennes >0.3 ng/m³
 - Nombre de détection >=2 sur les trois ans
 - Appartient à la liste des molécules dont le suivi est préconisé par l'ANSES
 - Quantités achetées sur la zone d'étude (code postal acheteur – 2019) >2 000 kg
 - Prosulfoarbe
 - Cyprodinil
 - Chlorothalonil
 - Pendiméthaline
 - Métolachlore(-s)

Le graphique suivant représente les concentrations moyennes mesurées de 2019 à 2021 pour les principales molécules détectées sur la région Nouvelle Aquitaine, ainsi que pour les molécules retenues dans cette étude. Les valeurs sont données en moyennes sur la région Nouvelle-Aquitaine ainsi qu'en moyenne sur Poitiers.

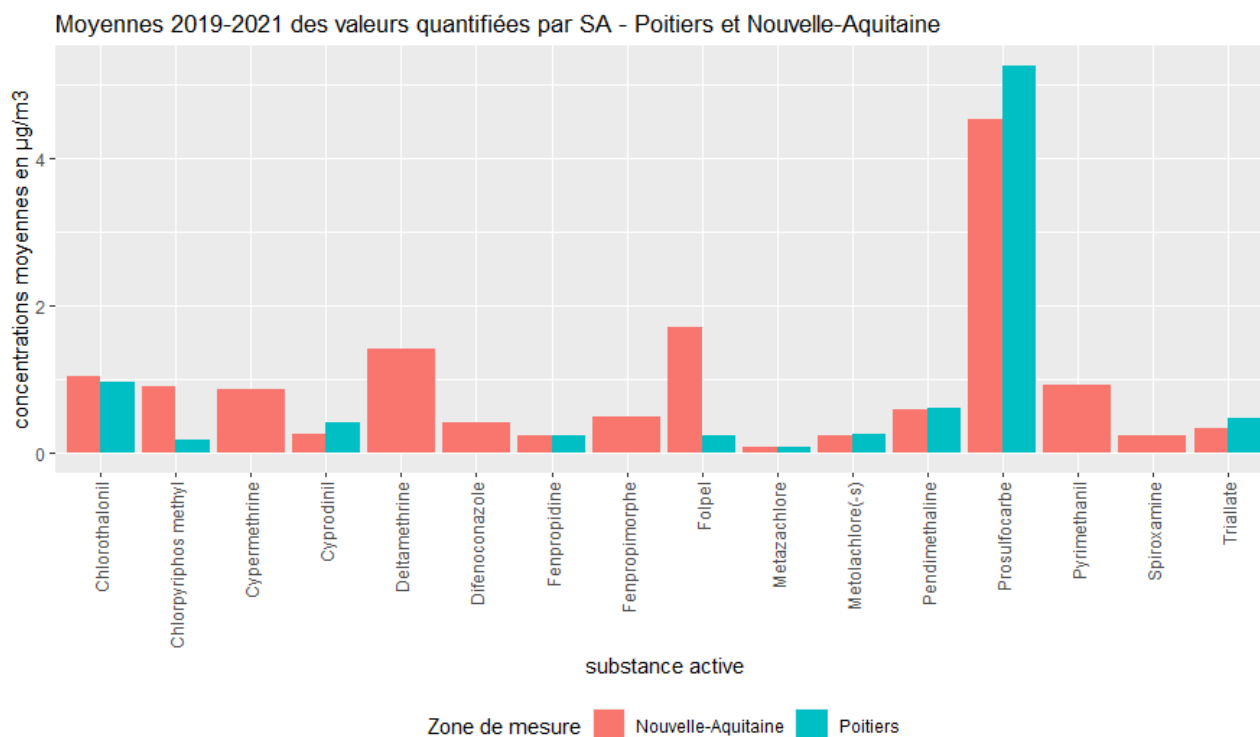


Figure 6 : concentrations moyennes 2019-2021 mesurées dans l'air en Nouvelle Aquitaine et sur Poitiers pour les principales molécules détectées (source : Atmo Nouvelle-Aquitaine).

Les moyennes sur la période sont plus élevées sur Poitiers par rapport au reste de la région pour les substances herbicides prosulfoarbe (céréales), et triallate (céréales, maïs, oléagineux), et pour la substance fongicide cyprodinil (céréales, vignes).

Les valeurs sont sensiblement plus faibles pour les molécules utilisées sur vignes comme pour le folpel ou le chlorpyrifos méthyl.

Liste finale des substances actives des produits phytosanitaires retenue selon ces critères :

Substance active	Action	VTR (Valeur toxicologique de référence) AOEL (mg/kg/j) ¹
Chlorothalonil	Fongicide	0.003
Prosulfocarbe	Herbicide	0.007
Cyprodinil	Fongicide	0.03
Pendiméthaline	Herbicide	0.17
Métolachlore(-s)	Herbicide	0.15
Glyphosate	Herbicide	0.1
Métazachlore	Herbicide	0.2

Nb : Le chlorothalonil, sera interdit dès le 1er janvier 2020.

Le chlorpyrifos et le chlorpyrifos-méthyl l'ont été en juin 2019, même si il y a actuellement un recours de différentes entreprises.

2.2.1. Le S-métolachlore

Le S-métolachlore est une substance active herbicide à mode d'action racinaire de la famille des chloracétamides. Selon les cultures et les produits, il peut être utilisé du pré-semis à la post-levée précoce.

Il est soluble dans l'eau et avec un faible coefficient d'adsorption sur les sols. Il fait partie des substances actives régulièrement retrouvées dans les ressources en eaux superficielles mais aussi dans les eaux souterraines.

Les principaux produits utilisés sur Grand Poitiers et qui contiennent du S-métolachlore sont :

- ALISEO GOLD SAFENEUR,
- CAMIX,
- S-METOLASTAR,
- AMPLITEC,
- MERCANTOR GOLD,
- DUAL GOLD SAFENEUR

Ils sont autorisés (au moins un d'entre eux) sur les cultures suivantes :

- Maïs et Maïs doux
- Betterave industrielle et fourragère
- Soja
- Tournesol
- Haricots et Pois frais
- Porte graine
- (Canne à sucre, ananas)

¹ Valeurs de référence sanitaires disponibles pour les 70 substances détectées dans la CNEP, ANSES 2020, Autosaisine n° 2020-SA-0030

2.2.2. Le glyphosate

De très nombreux produits contenant du glyphosate sont utilisés sur Grand Poitiers, dont les principaux sont :

- GALLUP SUPER 360,
- GALLUP XTRA 450,
- ROUNDUP INNOV,
- CROSSOVER,
- HELOSATE PLUS,
- TYPHON

Le glyphosate est autorisé en "Traitements généraux" donc sur de très nombreuses cultures.

2.2.3. Le prosulfocarbe

Le prosulfocarbe est un herbicide racinaire homologué sur céréales, pommes de terre, légumes, gazons, ...

La molécule est sensible à la dérive et à la volatilisation après pulvérisation. C'est pourquoi elle est fréquemment mesurée dans l'air. Du fait de ses caractéristiques, elle peut être transférée sur des cultures dites non-cibles, situées aux alentours du champ traité.

Les produits utilisés sur Grand Poitiers et contenant le prosulfocarbe sont :

- ROXY 800 EC,
- DEFI MAJOR,
- DEFI

Usage autorisé (ANSES)

- Blé, orge, seigle
- Pomme de terre, oignon, carotte, fraisier
- PPAMC
- Pavot
- Porte graine - PPAMC, Florales et Potagères - Graminées fourragères et à gazons
- Gazons
- Arbres et arbustes

2.2.4. Cyprodinil

Le cyprodinil est une substance active de produit phytosanitaire qui présente un effet fongicide.

Les produits contenant du cyprodinil et utilisés sur Grand Poitiers sont :

- KAYAK,
- CELEST ORGE NET,
- SWITCH

Ils sont autorisés (pour au moins un d'entre eux) sur :

- Blé, orge
- Céleri-branche
- Cultures florales
- Fraisier, framboisier, cassissier, fruit à pépins
- Laitue

- Arbres et arbustes
- Carotte, cucurbitacées à peau non comestible ou non, Chicorées, Oignon, Poireau, Haricots et Pois frais, tomate, aubergine, asperge, poivron
- Légumineuses potagères (sèches)
- Porte graine
- Tabac
- Vigne
- Cerisier, prunier, pêcher

2.2.5. Métazachlore

Le métazachlore est une substance active à usage herbicide. Les produits qui contiennent du métazachlore et qui sont utilisés sur Grand Poitiers sont :

- SULTAN,
- RAPSAN TDI,
- SPRINGBOK,
- CLERANDA,
- NOVALL GOLD,
- CLERAVIS,
- BUTISAN S,
- NOVALL

Ils sont autorisés (pour au moins un d'entre eux) sur les cultures suivantes :

- Crucifères oléagineuses,
- Tournesol
- Choux, Navet
- PPAMC
- Porte Graine

En 2019, l'utilisation était également possible sur Poireau (Date de fin d'utilisation : 28/02/2022)

2.2.6. Le chlorothalonil

Ce fongicide, encore très utilisé en 2019, **a été interdit d'usage en 2020**. Il est pris en compte dans cette étude qui se base sur les données de l'année 2019.

Il était autorisé en 2019 sur les cultures suivantes :

- Blé, Orge, Seigle, Avoine
- Pois écosés frais, Cucurbitacées à peau comestible et non comestible
- Asperge, Pomme de terre, Tomate – Aubergine, Carotte, Poireau
- Champignons
- Avoine
- Porte graine

Le chlorothalonil* était une des premières matières actives fongicide utilisée dans la lutte contre certaines maladies des céréales. Cette matière active à mode d'action multisite et utilisée en association avec des fongicides de la famille des triazoles, permettait d'avoir une efficacité sur la septoriose, maladie majeure sur blés. Deux substances actives multisites pourraient prendre le relais du chlorothalonil dans le traitement des céréales : le folpel et le soufre.

2.2.7. La pendiméthaline

La pendiméthaline est une substance herbicide à large spectre d'action.

Les principaux produits utilisés sur Grand Poitiers et contenant de la pendiméthaline sont :

- BAROUD SC,
- FLIGHT,
- ATIC AQUA,
- NIRVANA S,
- DAKOTA-P,
- TROOPER,
- PENTIUM FLO,
- CODIX, ...

Ils sont autorisés (pour au moins l'un d'entre eux) sur les cultures suivantes :

- Mais, Blé, Orge, Seigle Sorgho
- Tournesol, Crucifères oléagineuses
- Soja
- Oignon, Céleris, Choux, Légumineuses potagères (sèches), Cucurbitacées à peau non comestible, Tomate – Aubergine, Salsifis, Haricots et Pois écosés frais, Carotte, Poireau
- Cultures florales et plantes vertes
- Tabac
- Légumineuses fourragères
- Fruits à pépins
- Vigne
- PPAMC
- Canne à sucre
- Porte graine

2.3. BNVD : les quantités de substances phytosanitaires achetées

Ces données correspondent aux quantités **achetées** en 2019 au niveau du code postal de l'acheteur. A défaut de données plus précises, elles sont assimilées dans cette étude à des données **consommées** en 2019 sur le code postal associé.

La BNVD est la banque nationale des ventes des distributeurs de produits phytosanitaires. La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques a institué l'obligation pour les distributeurs de produits phytosanitaires de déclarer leurs ventes annuelles (année n) de produits phytosanitaires avant le 31 mars (année n+1) auprès des agences et offices de l'eau dont dépendent leurs sièges dans les conditions fixées par ces dernières. Cette déclaration doit permettre de suivre les ventes sur le territoire national (« objectif de « traçabilité des ventes ») pour mieux évaluer et gérer le risque « pesticides » mais aussi d'établir le montant de la redevance pour pollutions diffuses pour chacun de ces distributeurs.

Les données saisies par les distributeurs en quantités de produits vendus sont transformées en quantités de substances actives grâce à un référentiel de données fournissant la composition de produits, le classement de ces substances au regard des arrêtés substances pris chaque année listant les substances soumises à la redevance pour pollutions diffuses.

Ces données sont issues des déclarations des distributeurs agréés de produits phytosanitaires, telles que stockées dans la BNVD. Elles peuvent donc être entachées de biais. Elles sont agrégées au code postal de

l'acheteur. Le volume indiqué est le volume acheté dans une zone postale. La date et le lieu réels de son usage ne sont pas connus.

Substance active	Quantité Substance (kg)
glyphosate	36 295
prosulfocarbe	11 081
pendiméthaline	8 848
s-métolachlore	6 961
propyzamide	5 795
chlortoluron	5 051
chlorothalonil	5 034
chlormequat chlorure	4 049
dimethenamide-p (dmta-p)	3 405
flufenacet	3 404
soufre pour pulvérisation (micronise)	3 299
tébuconazole	3 101
prothioconazole	2 797
aclonifen	2 580
métaldéhyde	2 529
diflufénicanil	2 354
napropamide	2 270
métazachlore	2 161
cyprodinil	2 125
soufre	2 047

Tableau 1 : Quantités achetées sur la zone d'étude (code postal acheteur – 2019)

3. Méthodologie

La donnée de base qui a été spatialement désagrégée est la donnée de tonnage par substance actives disponible au code postal acheteur de la BNVD. L'année utilisée est l'année 2019.

A défaut de données plus adaptées, les quantités de vente de substances actives au code postal acheteur ont été, par approximation, assimilées à la donnée consommée sur le code postal pour l'année 2019.

Pour attribuer les consommations de substances à la parcelle, une désagrégation spatiale a été opérée en deux étapes par deux moyens différents :

- 1. depuis le code postal vers la commune
- 2. depuis la commune vers la parcelle

Dans ce paragraphe, la méthodologie est illustrée pour la molécule de pendiméthaline, mais le procédé est identique pour les autres composés.

3.1. Test des modèles

Dans un premier temps, des tests ont été réalisés avec trois types de modèles différents pour évaluer la pertinence de la reconstitution des données de consommations à partir des surfaces par type de cultures déclarées sur le RGP.

Les trois modèles testés sont :

- Random Forest,
- Keras (Tensor Flow)

- Régression linéaire

Les deux premiers sont des modèles de machine learning, le dernier et un modèle très simple basé sur une équation linéaire à plusieurs variables.

Les modèles Random Forest (RF) et Keras ont été alimentés par les variables explicatives suivantes :

- Surfaces par type de culture (RGP)
- Région agricole
- Données météo moyennes annuelles issues du modèle ERA5, extraites au centre de la commune : température ambiante, ensoleillement, pluviométrie, température du sol

Des tests réalisés avec les données météo et l'identification des régions agricoles ont montrées que l'ajout de ces paramètres améliorerait les résultats de prédiction du modèle.

Pour le modèle de régression linéaire, seules les surfaces par type de culture ont été utilisées comme variables explicatives.

L'apprentissage des modèles

L'apprentissage des modèles a été réalisé à l'échelle du code postale à partir des données de codes postaux de la Vienne et des départements limitrophe de la Vienne, soit : 16,17, 49, 79, 85, 87, 36 et 37 (le 17 a été conservé bien que n'étant pas exactement limitrophe de la Vienne, pour compléter le territoire « Poitou-Charentes »).

L'apprentissage a été fait sur 80% des codes postaux tirés aléatoirement. Les 20% des codes postaux restant servent à tester la validité du modèle.

Le Tableau 2 et les trois figures suivantes montrent les résultats de prévisions du modèle sur le jeu de données test, comparées aux données réelles de consommation issues de la BNVD à l'échelle du code postal. La reconstitution des consommations de pendiméthaline par chacun des 3 modèles est très satisfaisante à partir des variables explicatives sélectionnées.

	Random Forest	Keras	Reg Lin.
corrélation	0.93	0.94	0.94
RMSE (Root Mean Square Error)	279.97	234.51	236.72
RAE (Erreur relative absolue)	0.36	0.33	0.30
Biais	- 12.17	14.68	- 54.55
Nombre de code postaux du jeu test	66	66	66

Tableau 2 : scores des trois modèles testés pour reconstituer les données de consommations de pendiméthaline au code postal à partir de variables explicatives.

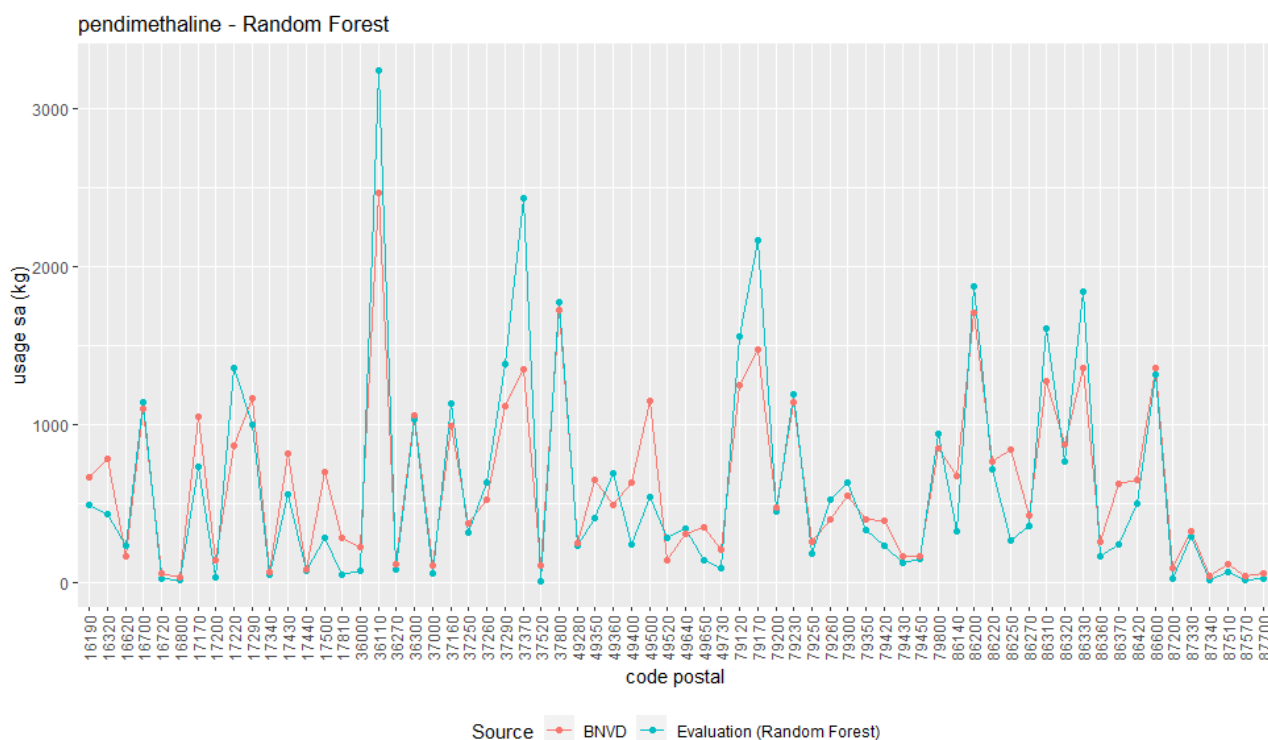


Figure 7 prévisions du modèle sur les consommations de pendiméthaline au code postal sur le jeu de données test, comparées aux consommations réelles de la BNVD. – modèle Random Forest

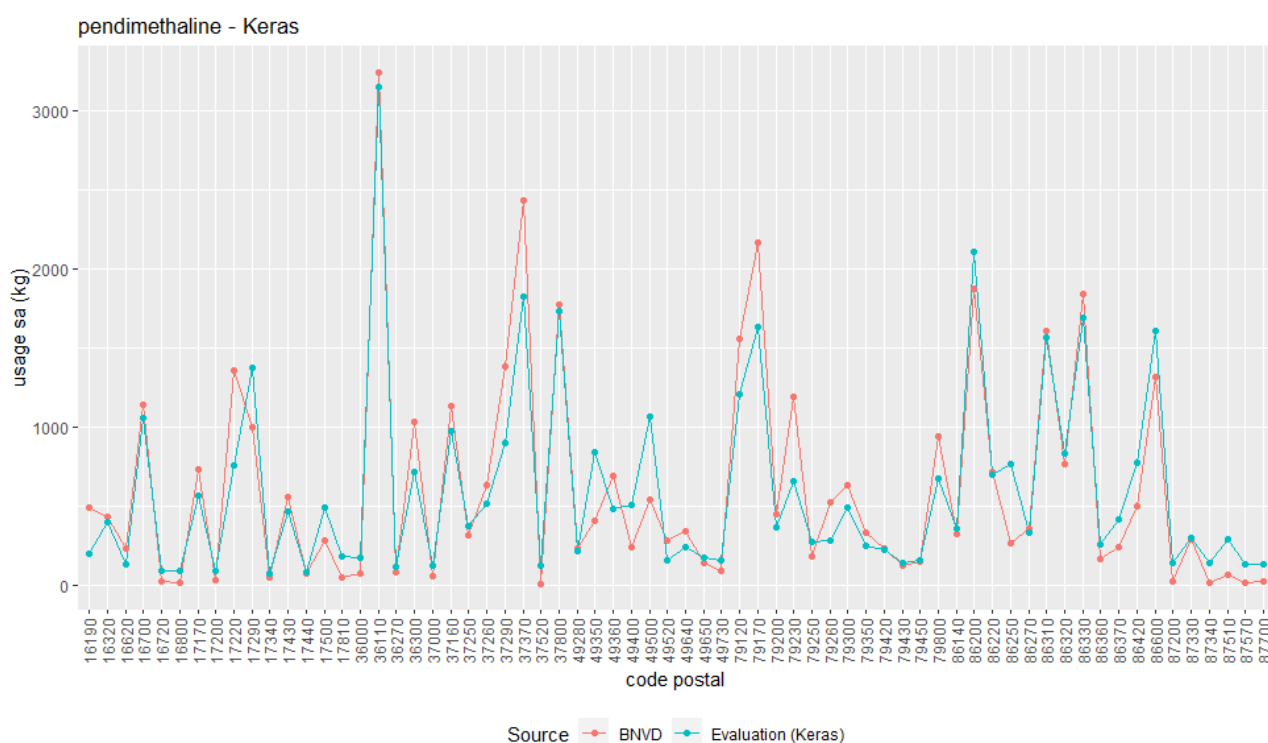


Figure 8 prévisions du modèle sur les consommations de pendiméthaline au code postal sur le jeu de données test, comparées aux consommations réelles de la BNVD. – modèle Keras

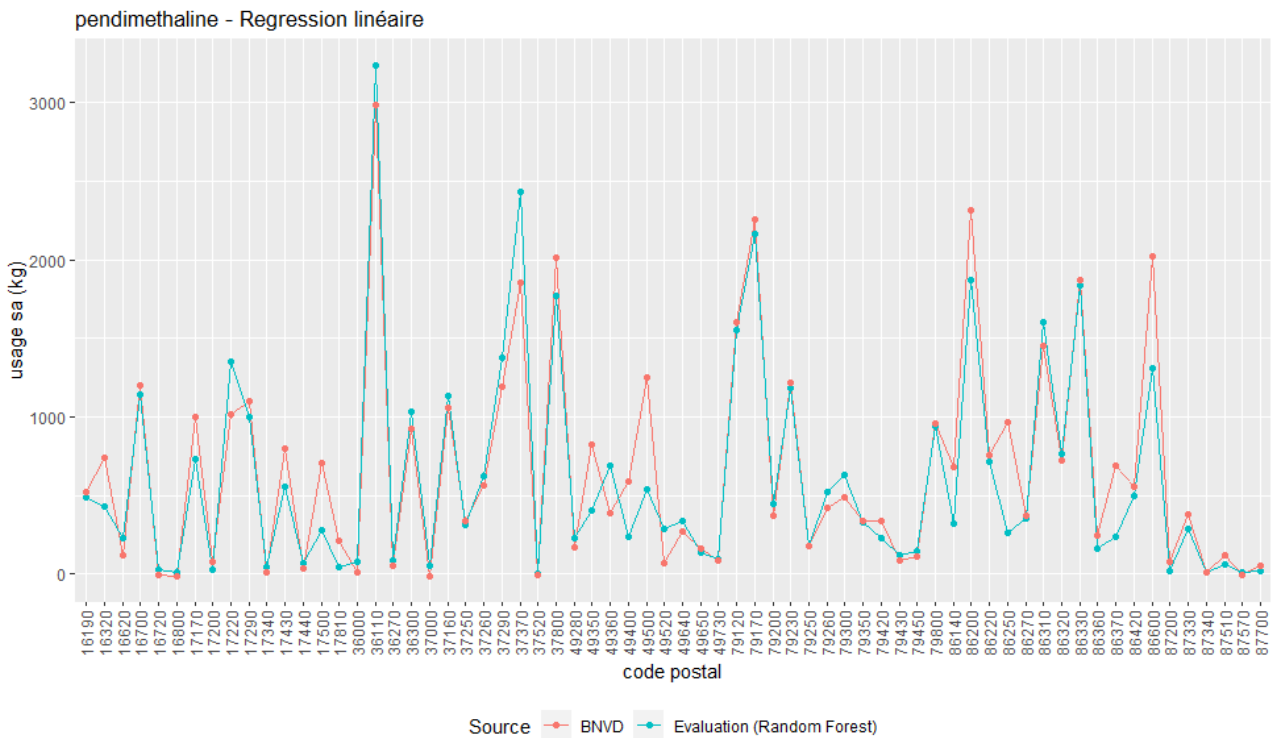


Figure 9 prévisions du modèle sur les consommations de pendiméthaline au code postal sur le jeu de données test, comparées aux consommations réelles de la BNVD. – modèle de régression linéaire

Détermination de l'importance des variables via le modèle Random Forest

Les modèles Random Forest fournissent une classification de l'importance des variables, ici notamment les surfaces en cultures, dans la prédiction de la valeur de sortie, ici la quantité de substance active utilisée. L'importance d'un prédicteur reflète sa contribution dans la prédiction du critère et qu'un prédicteur est " plus important qu'un autre " s'il contribue davantage à la prédiction du critère que ne le fait son concurrent à un niveau donné d'analyse.

Ce paramètre permet d'évaluer sur le territoire d'étude la contribution des typologies de cultures à la présence de la pendiméthaline.

Dans le cas du territoire des 9 départements ayant été utilisé pour construire le modèle, les usages les plus impactant sont les oléagineux : colza et tournesol, et les céréales d'hiver : blé et orge.

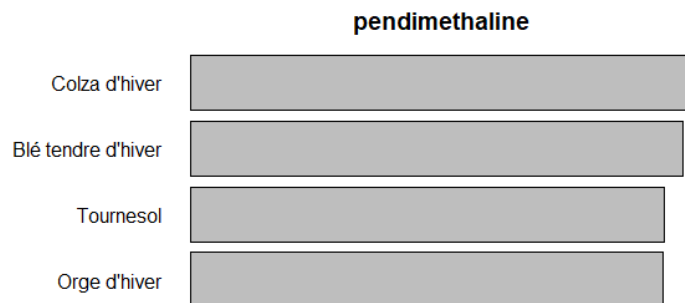


Figure 10 : importance des cultures dans la détermination des tonnages de pendiméthaline utilisés, déterminée avec le modèle Random Forest

3.2. 1^{ère} étape : du code postal à la commune

Le modèle construit à partir des données des 9 départements a ensuite été appliqué à un domaine d'étude plus restreint autour de Grand Poitiers (carte ci-dessous).

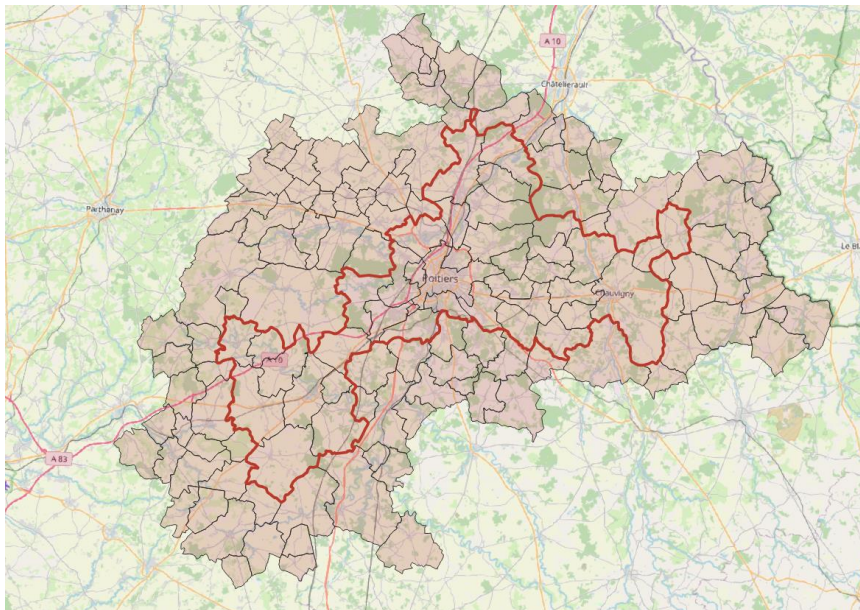


Figure 11 : Domaine d'étude (commune en rouge clair) et périmètre de Grand Poitiers (trait rouge gras)

Le premier niveau de désagrégation spatiale a été réalisé du niveau du code postal (29 éléments) vers le niveau communal (136 communes).

Les modèles construits au niveau des code postaux ont été appliqués pour estimer les consommations de pendiméthaline au niveau des communes du territoire ou limitrophe de Grand Poitiers.

En raison du changement d'échelle, les résultats des deux modèles de machine learning (RF et Keras) se montrent moins performant. En revanche, le modèle de régression linéaire semble mieux adapté à cette problématique de descente d'échelle. C'est donc lui qui a été conservé et utilisé pour estimer les consommations par commune.

Pour valider la désagrégation des données, les quantités de substance actives estimées à la commune ont été sommées à l'échelle du code postale, puis comparées aux données de la BNVD (cf. Figure 12) sur le territoire d'étude.

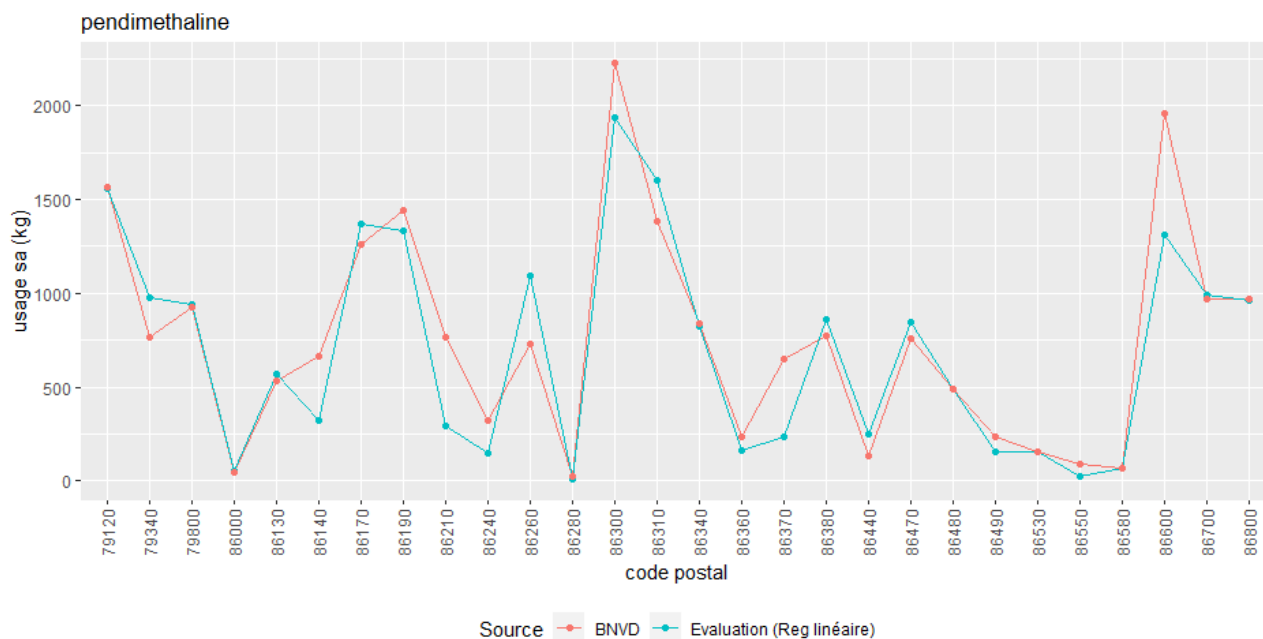


Figure 12 : somme au code postale des consommations communales estimées par régression linéaire, comparées aux données de la BNVD (avant application du coefficient correcteur)

Les résultats sont très satisfaisants, malgré une légère sous-estimation des quantités utilisées. C'est pourquoi un coefficient correcteur calculé par code postal a été appliqué à la valeur des consommations communales pour réajuster les estimations à la valeur BNVD connue.

Les cartes ci-dessous montre l'état initial au code postal (Figure 13) et le résultat du processus après désagrégation à la commune et redressement (Figure 14). La somme totale des consommations au code postal et à la commune sont identiques.

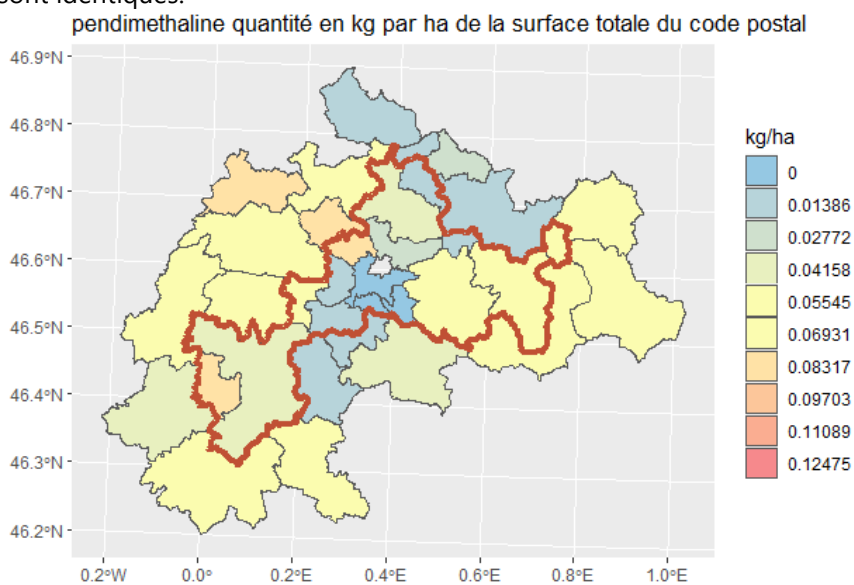


Figure 13 : données de vente issues de la BNVD pour le pendiméthaline au code postal. Le contour de Grand Poitiers apparaît en rouge.

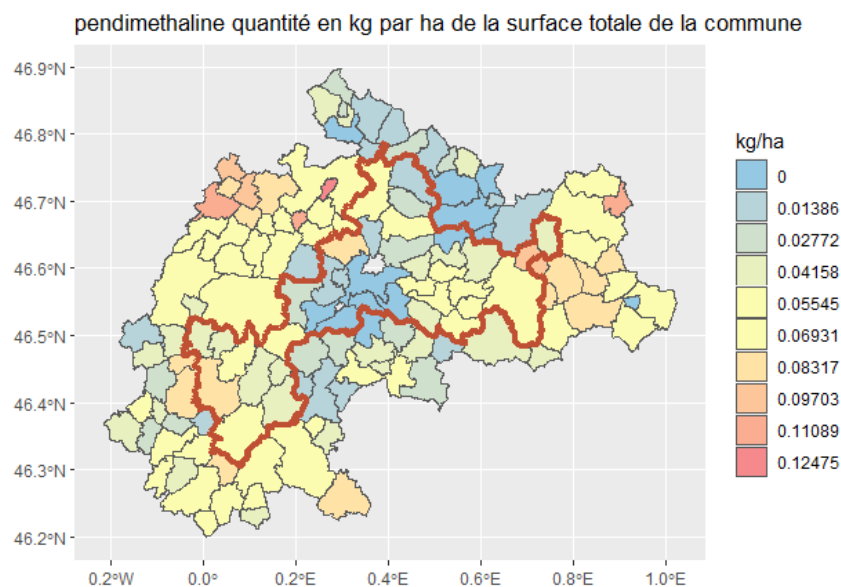


Figure 14 : Données de vente de pendiméthaline estimées à l'échelle communale par le modèle et redressées. Le contour de Grand Poitiers apparaît en rouge.

3.3. 2^{ème} étape : de la commune à la parcelle et construction d'un indice d'exposition

Les quantités de substances estimées à la commune ont ensuite été dispersées à la parcelle au prorata de la surface cultivée.

Pour chaque molécule, seules les cultures pour lesquelles la molécule est autorisée ont été utilisées.

Les données à la parcelle ont ensuite été cadastrées sur une grille régulière de 50 et 500 mètres (la grille de 500 mètres étant produite uniquement pour présenter de manière plus lisible les résultats de la spatialisation).

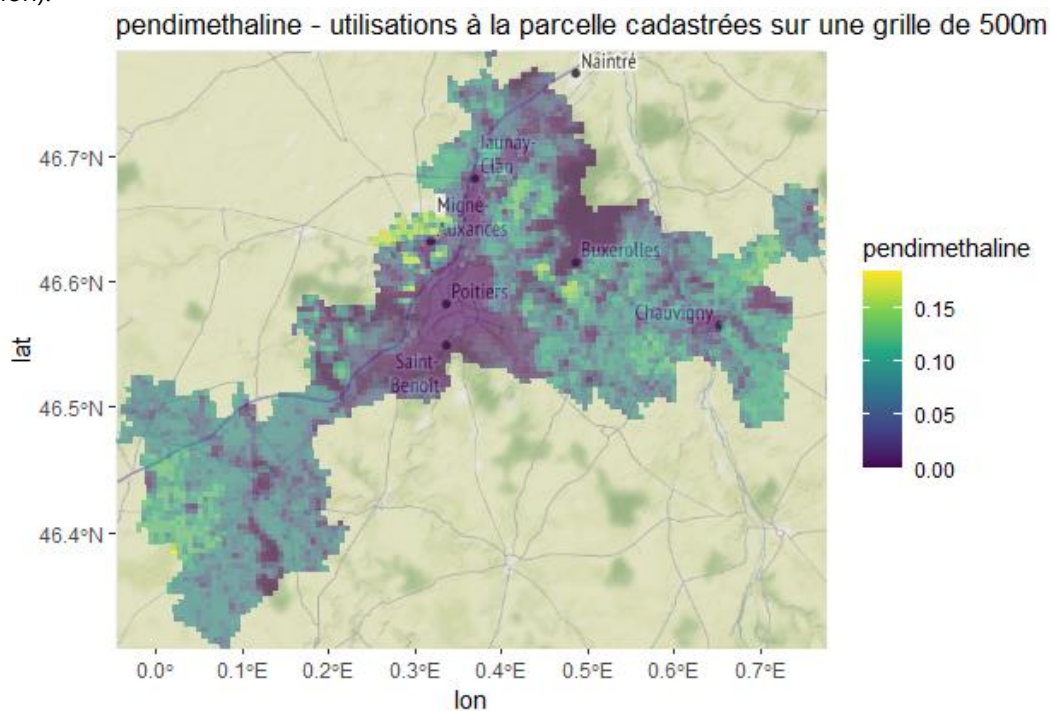


Figure 15 : usage en tonne/ha selon une grille de 500 mètres de résolution

Pour finir, la grille régulière de 50 mètres a été croisée avec la couche des bâtiments de la BD TOPO pour construire un indice d'exposition par bâtiment, correspondant au cumul des utilisations estimées à la parcelle dans l'environnement de chaque bâtiment, dans un rayon de :

- 1km (pour représenter l'exposition aux niveaux de fond),
- et 300m (pour représenter l'exposition de proximité).

Dans la suite de l'étude, seule l'exposition de proximité, dans un rayon de 300 mètres, a été conservée afin de simplifier la lecture des résultats.

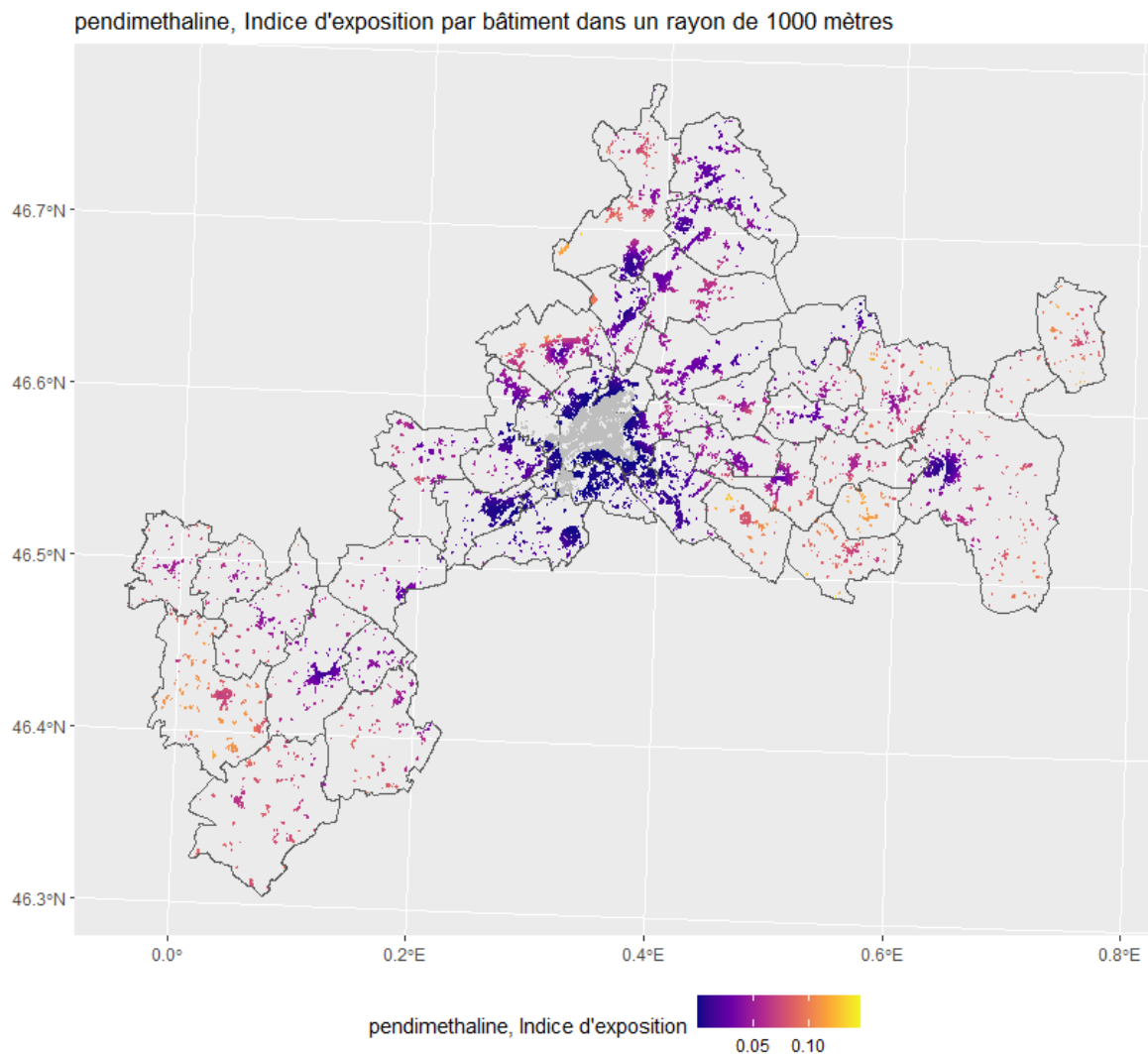
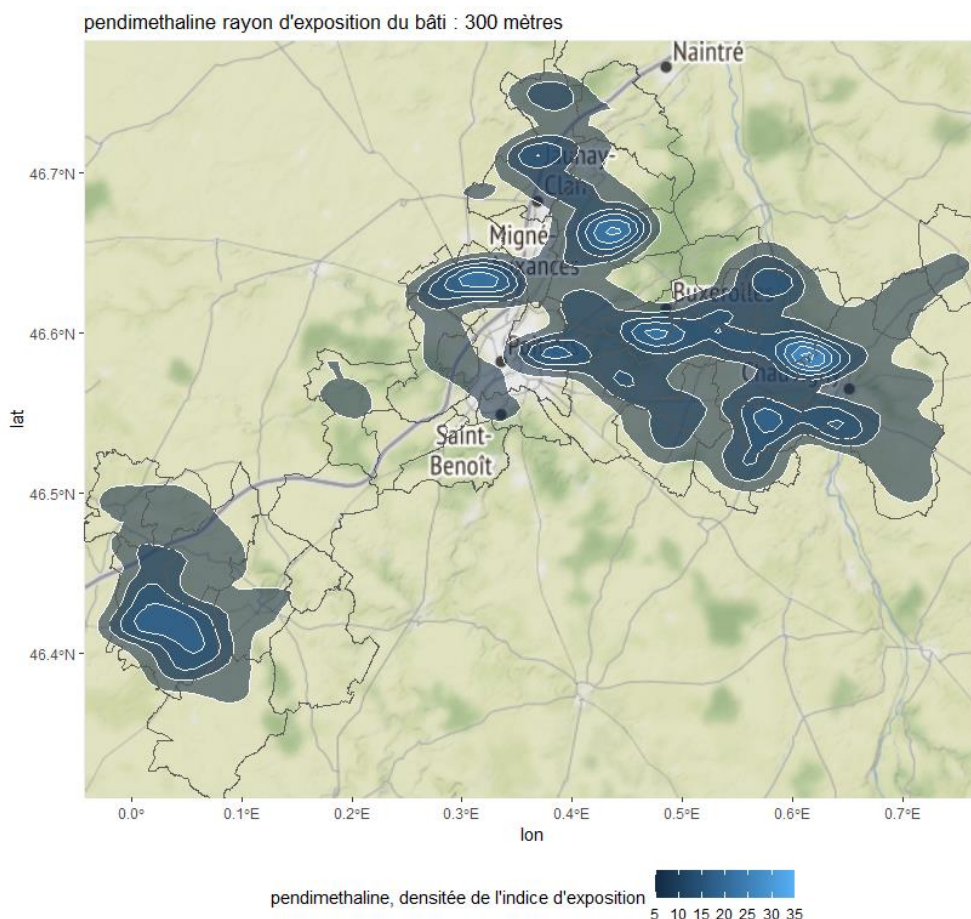


Figure 16 : Indice estimé d'exposition par bâtiment aux usages de la pendiméthaline estimés dans un rayon d'un kilomètre.

Indice d'exposition

Un indice d'exposition (ou indice de pression), destiné à faciliter la visualisation des résultats est représenté sur la carte suivante. Il s'agit de la densité de présence de bâti pondérée par l'exposition à la pendiméthaline dans un rayon de 300 mètres calculée au bâtiment (cf. paragraphe précédent). Les zones aux valeurs les plus élevées correspondent aux zones où le nombre de bâtiments est important, ainsi qu'à celles où l'indice d'exposition à la pendiméthaline est le plus élevé.



4. Résultats

Le traitement de données détaillé dans le paragraphe 3 a été appliqué aux 7 substances actives sélectionnées. Les résultats détaillés par substance sont disponibles en annexe. La Figure 17 représente sur une même échelle les consommations par hectare calculées après spatialisation pour chacun des composés.

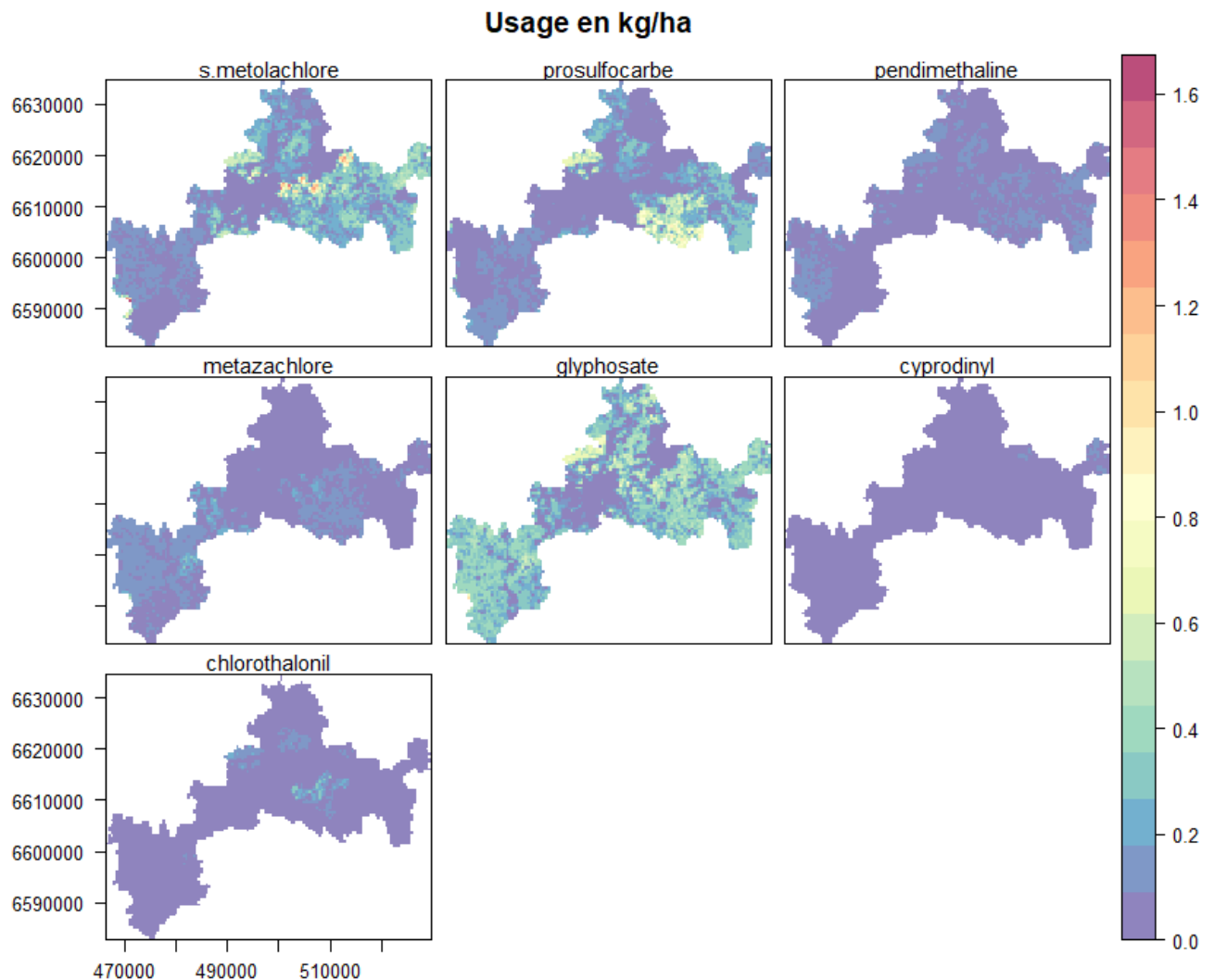


Figure 17 : usage en kg/ha sur une grille de 500 mètres pour chaque substance active.

Comme décrit dans le paragraphe 3, un indice d'exposition (dans un rayon de 300 mètres) par bâtiment a été calculé en cumulant les quantités estimées pour les 7 substances retenues. La Figure 18 représente un cumul brut des indices des 7 substances.

Une couleur plus foncée indique que le bâtiment est potentiellement exposé à des quantités de pesticides plus élevées épandues dans un rayon de 300 mètres.

A noter que la valeur représente la pression en termes de quantités de pesticides utilisés, de la proximité des habitations avec les parcelles traitées et ne tient pas compte des différences potentielles de toxicité entre les molécules. Elle ne tient pas non plus compte du nombre d'habitants par bâtiment.

Indice brut par bâtiment dans un rayon de 300 mètres

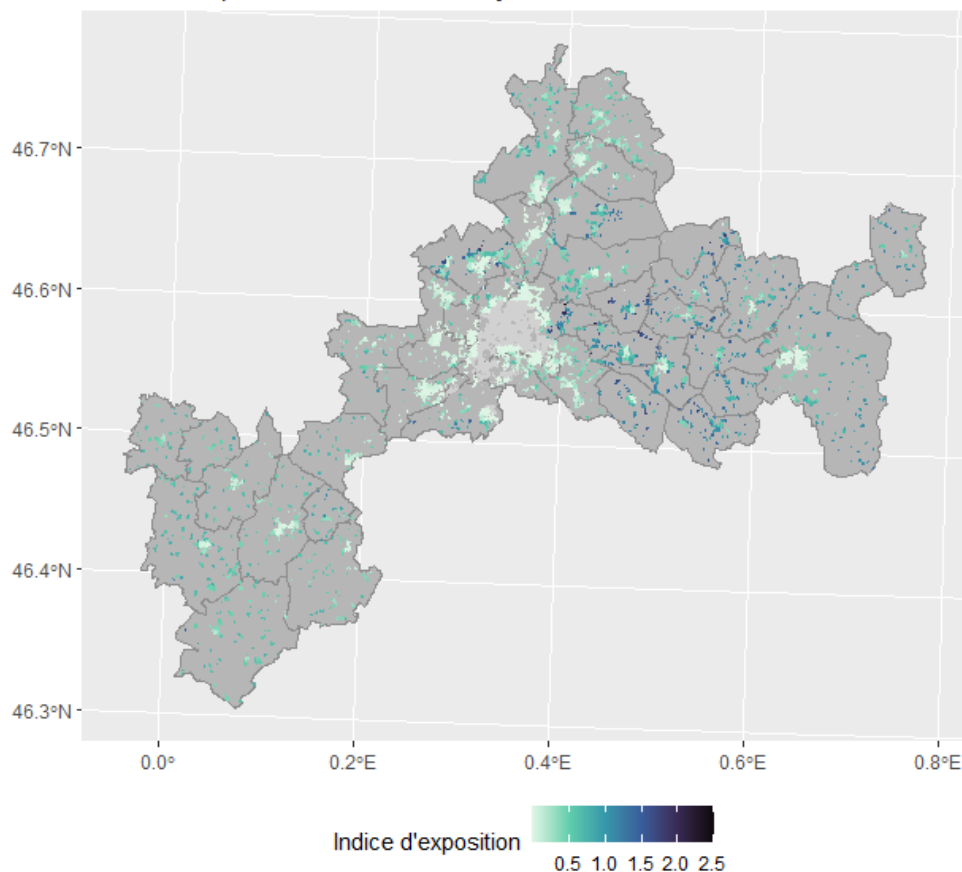


Figure 18 Cumul des valeurs d'exposition calculées pour chacune des 7 substances prise en compte.

Des différences assez marquées apparaissent sur le territoire de Grand Poitiers. La pression est sensiblement plus élevée sur les communes situées au nord et à l'est de la ville de Poitiers. Les habitations potentiellement les plus densément peuplées, sur la ville de Poitiers, apparaissent en gris clair car elles n'ont pas de parcelles traitées dans un rayon de 300 mètres.

Indice d'exposition

Un indice d'exposition (ou indice de pression), destiné à faciliter la visualisation des résultats est représenté sur la carte suivante. Il s'agit de la densité de présence de bâti pondérée par l'indice d'exposition des bâtiments aux 7 molécules considérées dans un rayon de 300mètres. Les zones aux valeurs les plus élevées correspondent aux zones où le nombre de bâtiments est important, ainsi qu'à celles où l'indice d'exposition cumulé pour les 7 molécules est le plus élevé.

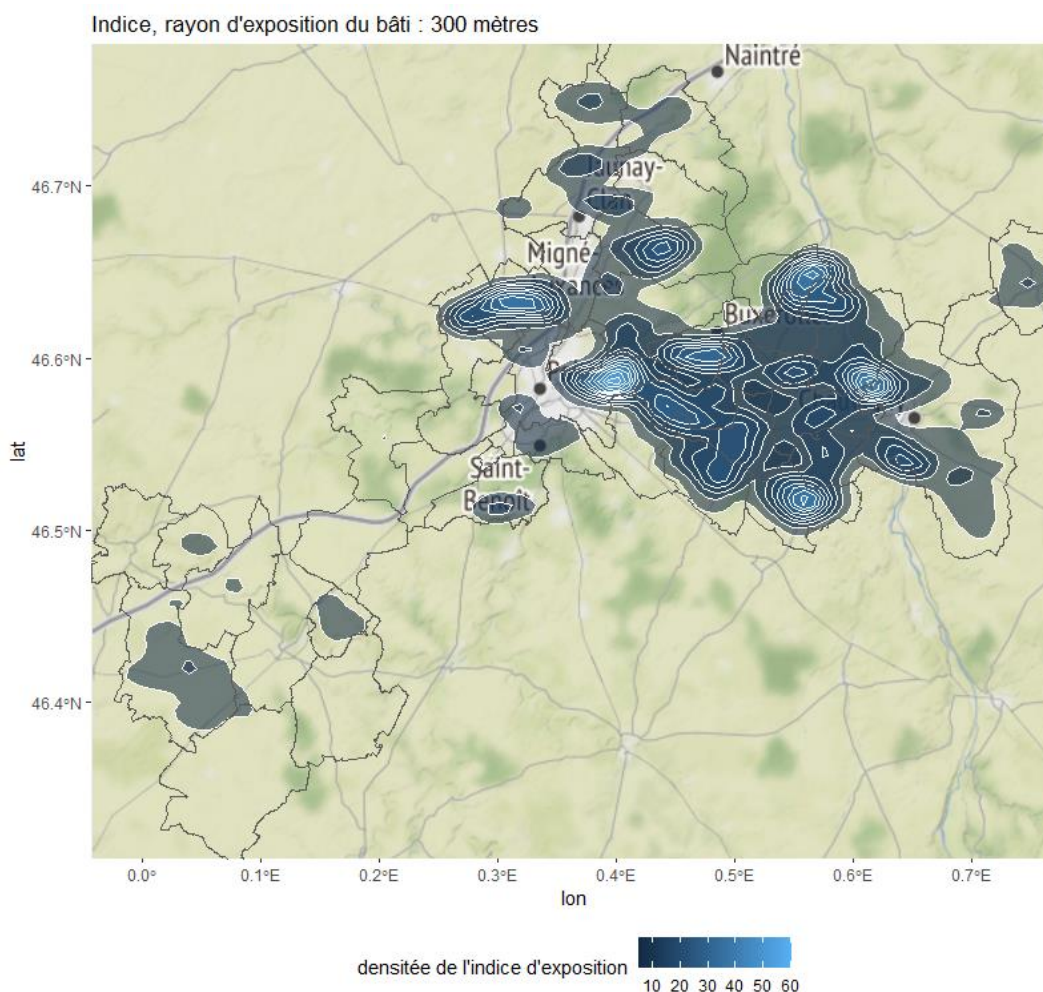


Figure 19 : densité de l'indice d'exposition cumulé pour les 7 substances

5. Conclusions

Ce travail mené dans le cadre du PRSE a permis de créer un indice de pression spatialisé sur le territoire de Grand Poitiers.

La répartition a été réalisée à l'aide de modèles statistiques, qui ont montrés une très bonne relation entre les tonnages utilisés pour une molécule et les surfaces des cultures autorisées pour cette même molécule.

L'intérêt de cette relation est multiple : elle permet d'identifier statistiquement les cultures les plus traitées par molécule sur le territoire, et de spatialiser les usages à une échelle plus fine que l'échelle du code postal à laquelle les données de ventes sont fournies.

Des disparités apparaissent sur Grand Poitiers, où les bâtiments les plus exposés pour les 7 molécules choisies sont situés dans les communes au nord et à l'est de Poitiers.

Ce travail comporte quelques limites :

- Les données fournies dans la BNVD sont des données de vente de phytosanitaire, et non des données d'usage. Or si la molécule est utilisée à partir de stock ou si elle est achetée de manière anticipée il risque d'exister un différentiel entre l'achat et l'usage.
- L'indice final qui cumule l'impact des 7 molécules retenues est un indice brut qui ne tient pas compte de la toxicité de la molécule, par manque d'une méthodologie adaptée au sujet.

L'ensemble des données spatiales créés sera mis à disposition de Grand Poitiers pour servir de données d'entrée dans les usages.

Table des figures

Figure 1 : occupation du sol sur la CU de Grand Poitiers (Corine Land Cover - 2018).....	9
Figure 2 : comparaison des parcelles RPG avec les surfaces en cultures de la CLC.....	10
Figure 3 : parcelles par type de culture sur Grand Poitiers (source RPG)	10
Figure 4 : Parcelles déclarées en Colza, Blé tendre d'hiver, maïs et Orge (RPG)	11
Figure 5 : Cultures déclarées dans le RPG pour Grand Poitiers et ses communes limitrophes (65 communes)	11
Figure 6 : concentrations moyennes 2019-2021 mesurées dans l'air en Nouvelle Aquitaine et sur Poitiers pour les principales molécules détectées (source : Atmo Nouvelle-Aquitaine).....	12
Figure 7 prévisions du modèle sur les consommations de pendiméthaline au code postal sur le jeu de données test, comparées aux consommations réelles de la bnvd. – modèle Random Forest.....	19
Figure 8 prévisions du modèle sur les consommations de pendiméthaline au code postal sur le jeu de données test, comparées aux consommations réelles de la bnvd. – modèle Keras.....	19
Figure 9 prévisions du modèle sur les consommations de pendiméthaline au code postal sur le jeu de données test, comparées aux consommations réelles de la bnvd. – modèle de régression linéaire	20
Figure 10 : importance des cultures dans la détermination des tonnages de pendiméthaline utilisés, déterminée avec le modèle Random Forest.....	20
Figure 11 : Domaine d'étude (commune en rouge clair) et périmètre de Grand Poitiers (trait rouge gras)	21
Figure 12 : somme au code postale des consommations communales estimées par régression linéaire, comparées aux données de la BNVD (avant application du coefficient correcteur)	22
Figure 13 : données de vente issues de la BNVD pour le pendiméthaline au code postal. Le contour de Grand Poitiers apparait en rouge.	22
Figure 14 : Données de vente de pendiméthaline estimées à l'échelle communale par le modèle et redressées. Le contour de Grand Poitiers apparait en rouge.	23
Figure 15 : usage en tonne/ha selon une grille de 500 mètre de résolution	23
Figure 16 : Indice estimé d'exposition par bâtiment aux usages de la pendiméthaline estimés dans un rayon d'un kilomètre.....	24
Figure 17 : usage en kg/ha sur une grille de 500 mètre pour chaque substance active.	27
Figure 18 Cumul des valeurs d'exposition calculées pour chacune des 7 substances prise en compte.	28
Figure 19 : densité de l'indice d'exposition cumulé pour les 7 substances	29

Table des tableaux

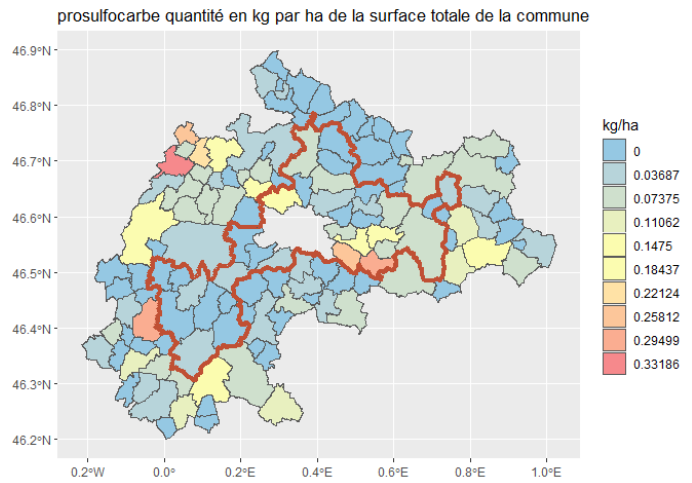
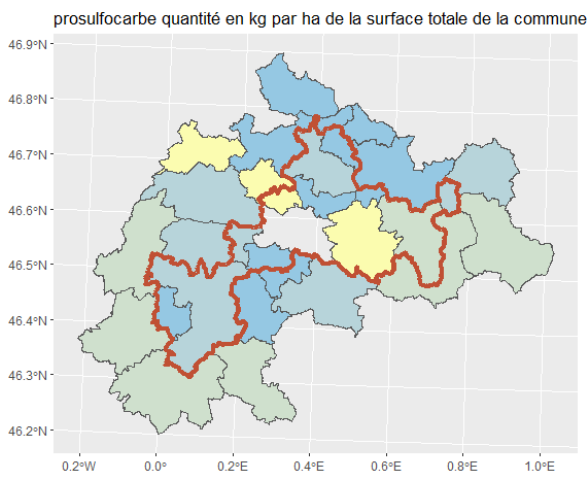
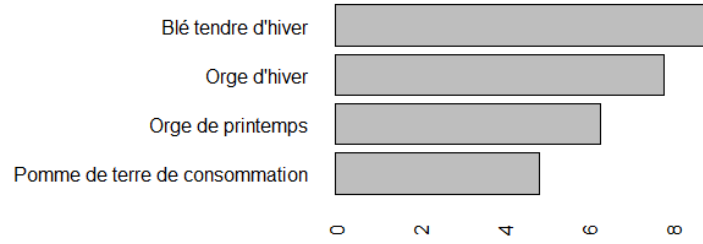
Tableau 1 : Quantités achetées sur la zone d'étude (code postal acheteur – 2019)	17
Tableau 2 : scores des trois modèles testés pour reconstituer les données de consommations de pendiméthaline au code postal à partir de variables explicatives.	18

Annexes

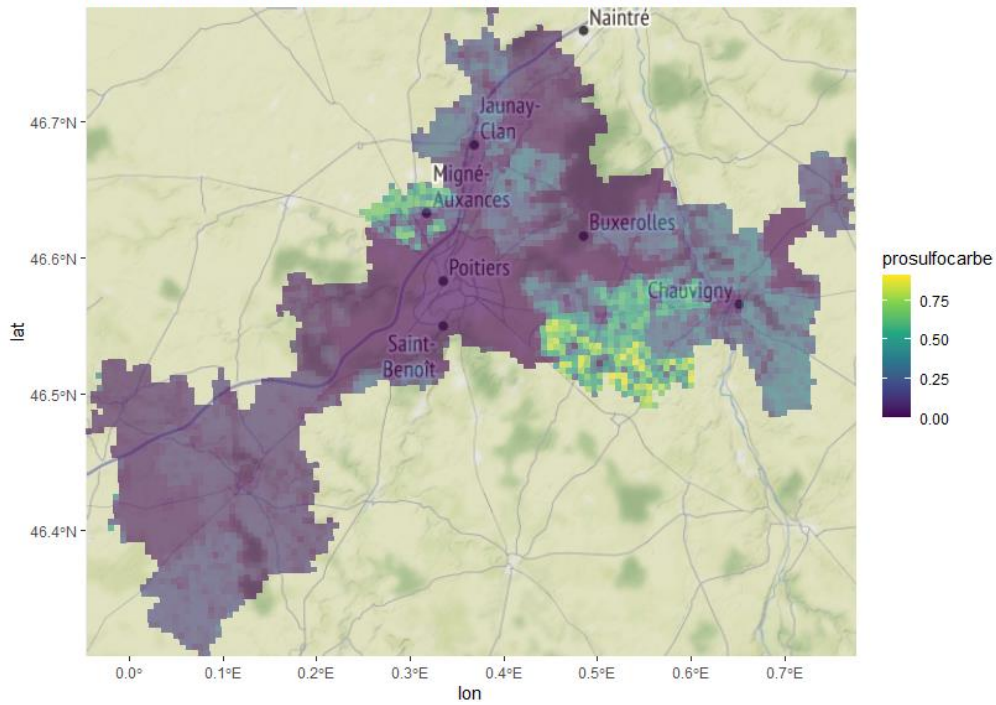
Prosulfocarbe	32
S-métolachlore	34
Glyphosate	36
Métazachlore	38
Cyprodinil	40
Chlorothalonil.....	42

Prosulfocarbe

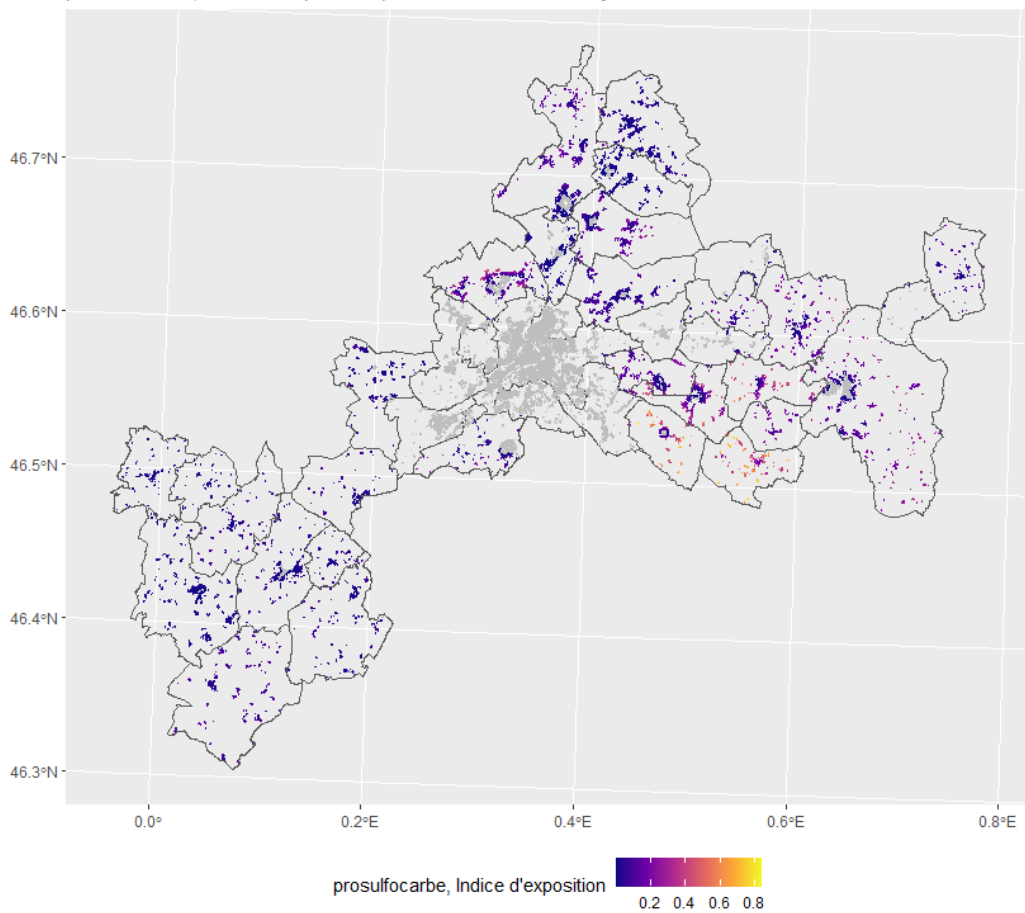
prosulfocarbe Grand Poitiers



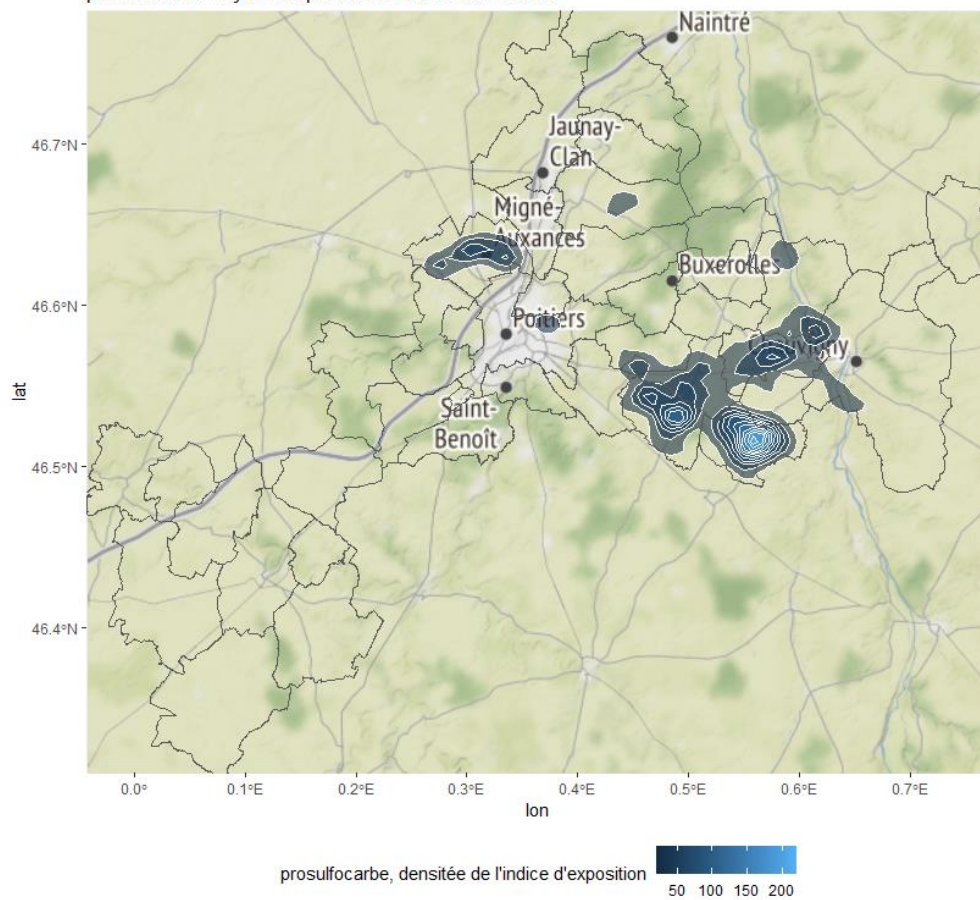
prosulfocarbe - utilisations à la parcelle cadastrées sur une grille de 500m



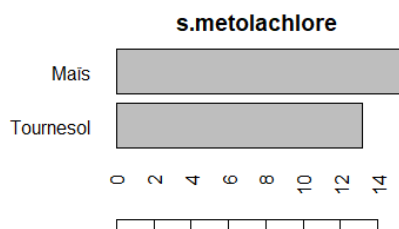
prosulfocarbe, Indice d'exposition par bâtiment dans un rayon de 300 mètres



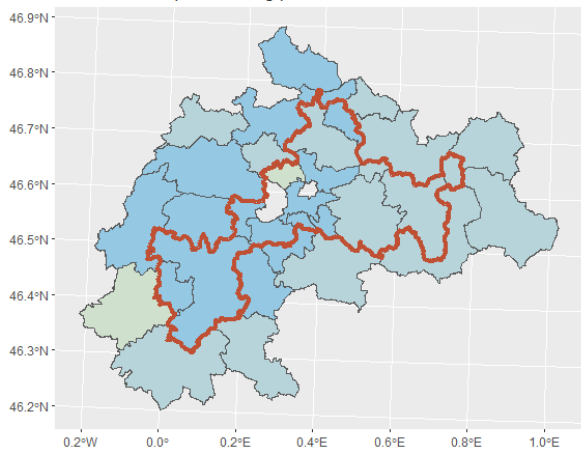
prosulfocarbe rayon d'exposition du bâti : 300 mètres



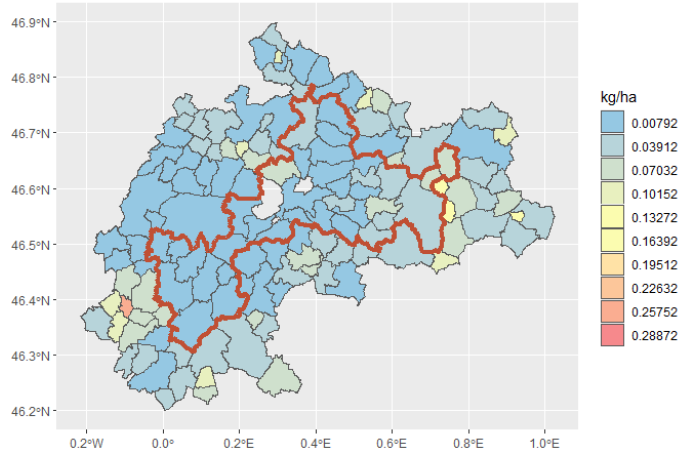
S-métolachlore



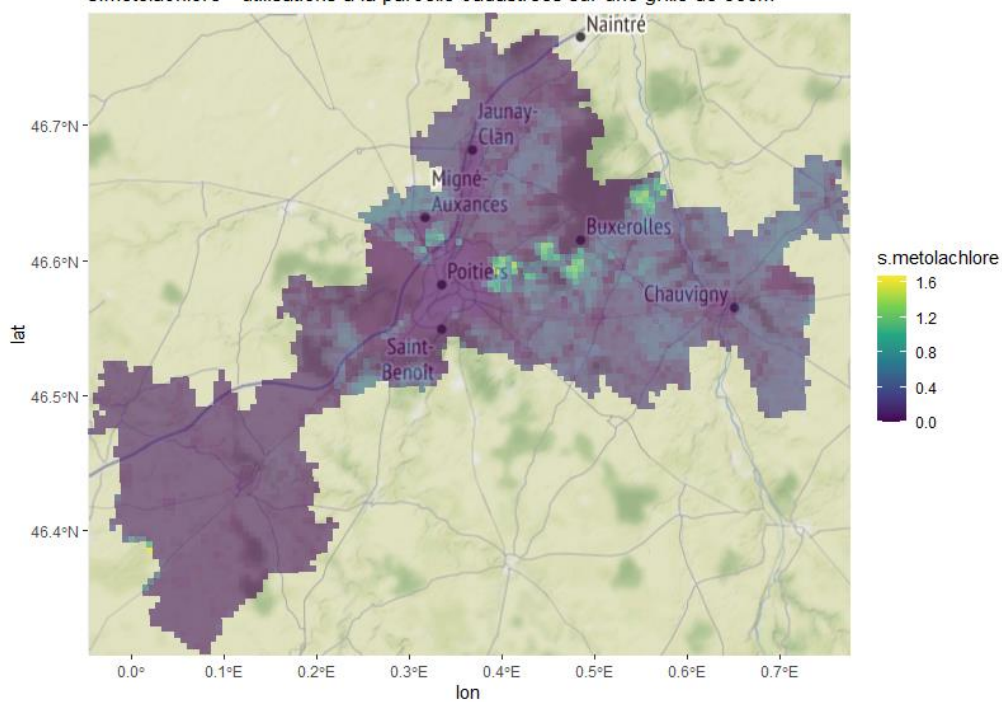
s.metolachlore quantité en kg par ha de la surface totale de la commune



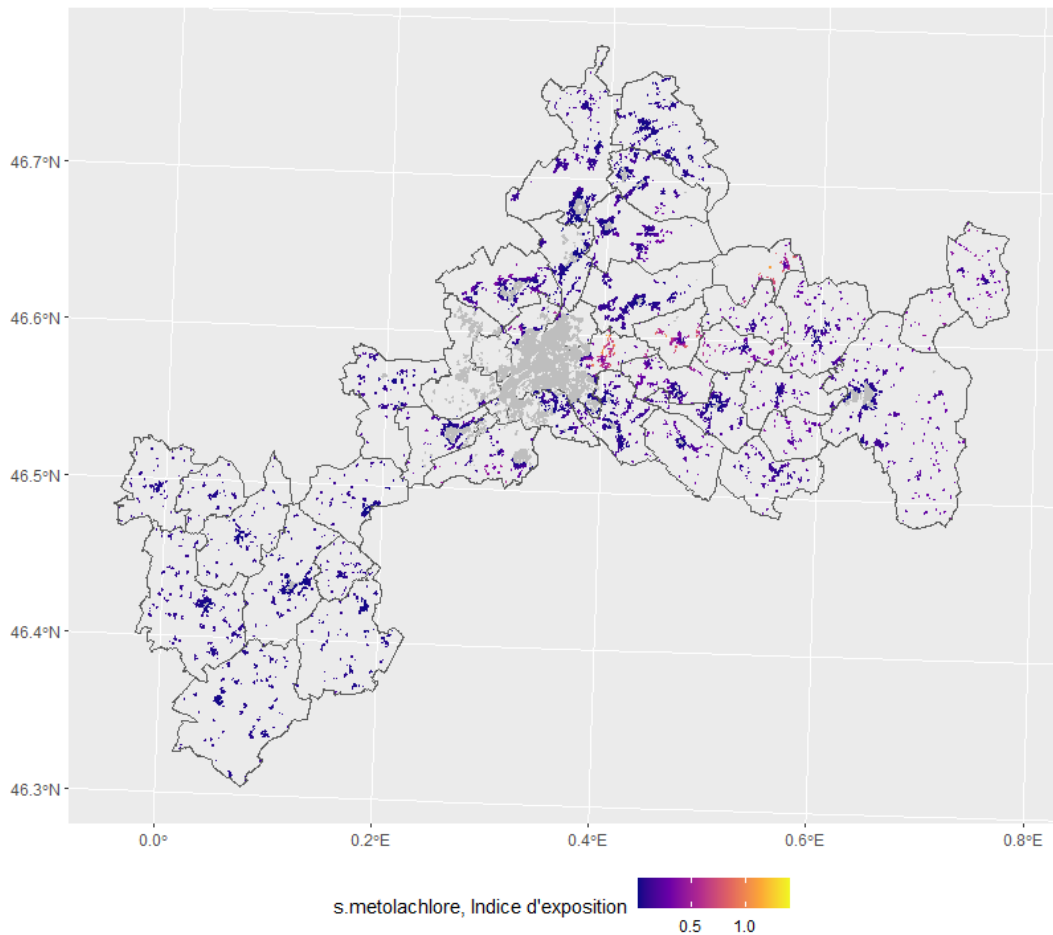
s.metolachlore quantité en kg par ha de la surface totale de la commune



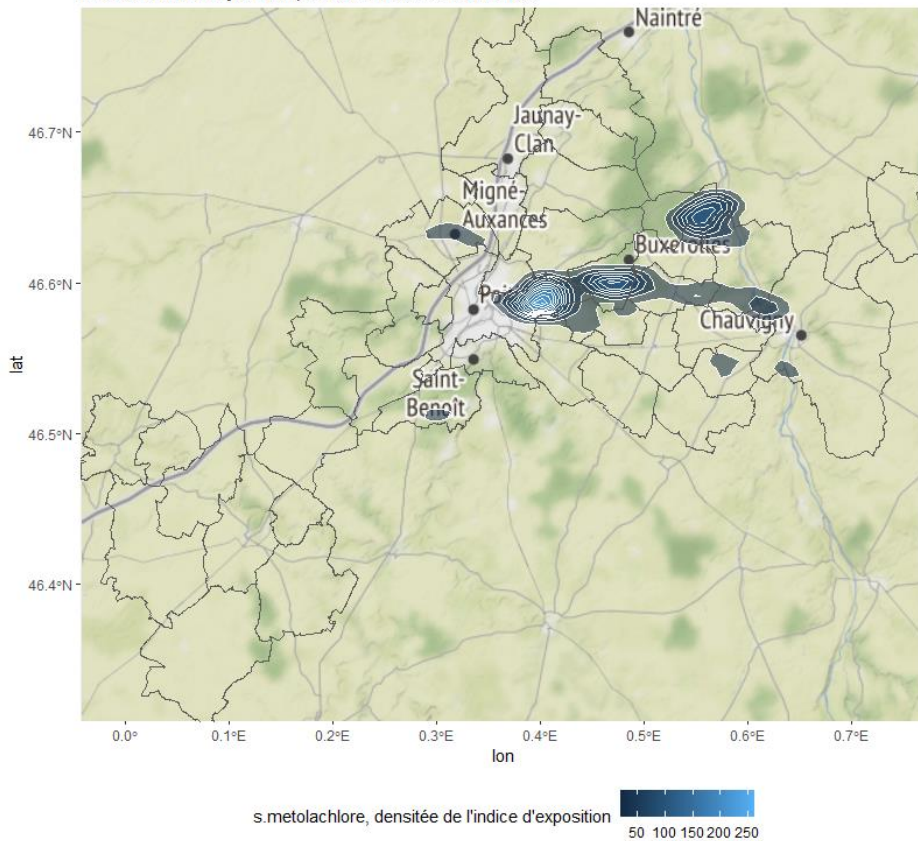
s.metolachlore - utilisations à la parcelle cadastrées sur une grille de 500m



s.metolachlore, Indice d'exposition par bâtiment dans un rayon de 300 mètres

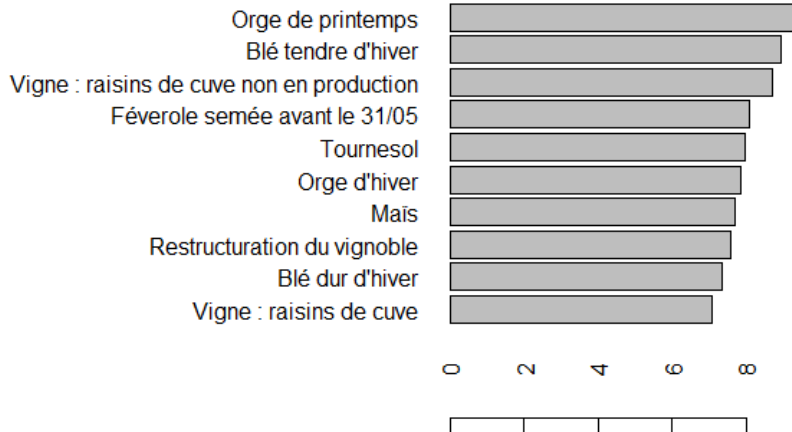


s.metolachlore rayon d'exposition du bâti : 300 mètres

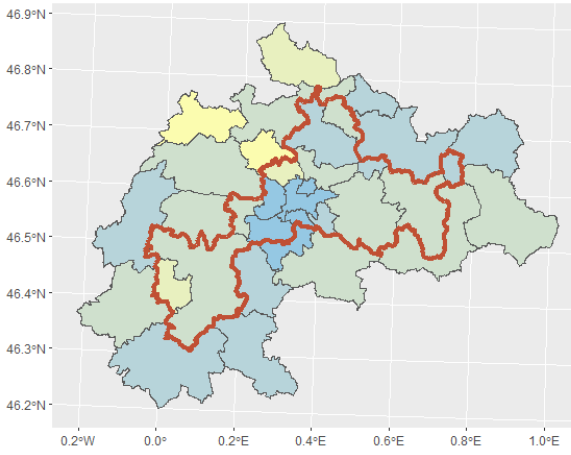


Glyphosate

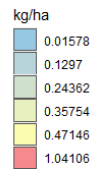
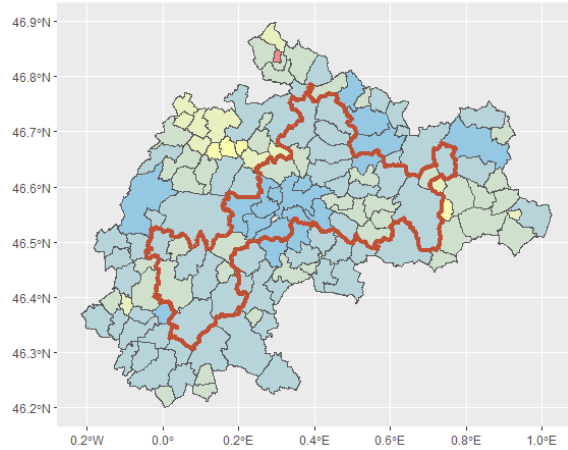
glyphosate



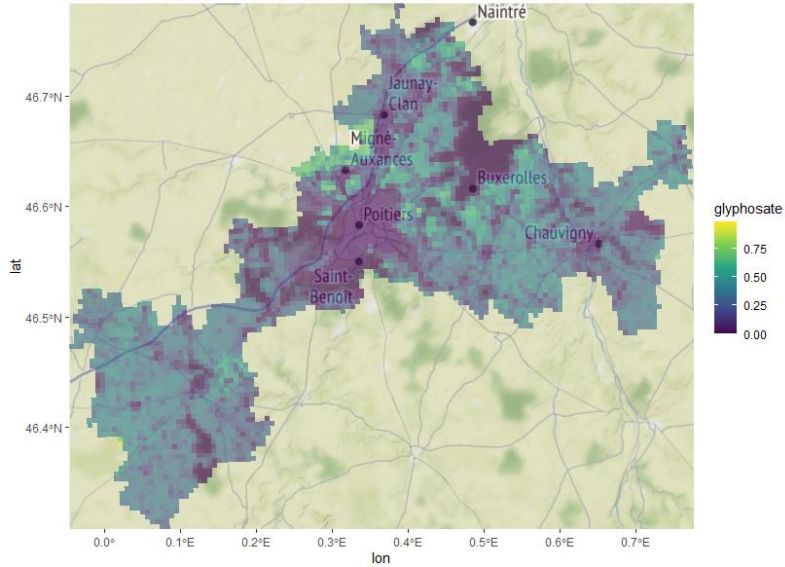
glyphosate quantité en kg par ha de la surface totale de la commune



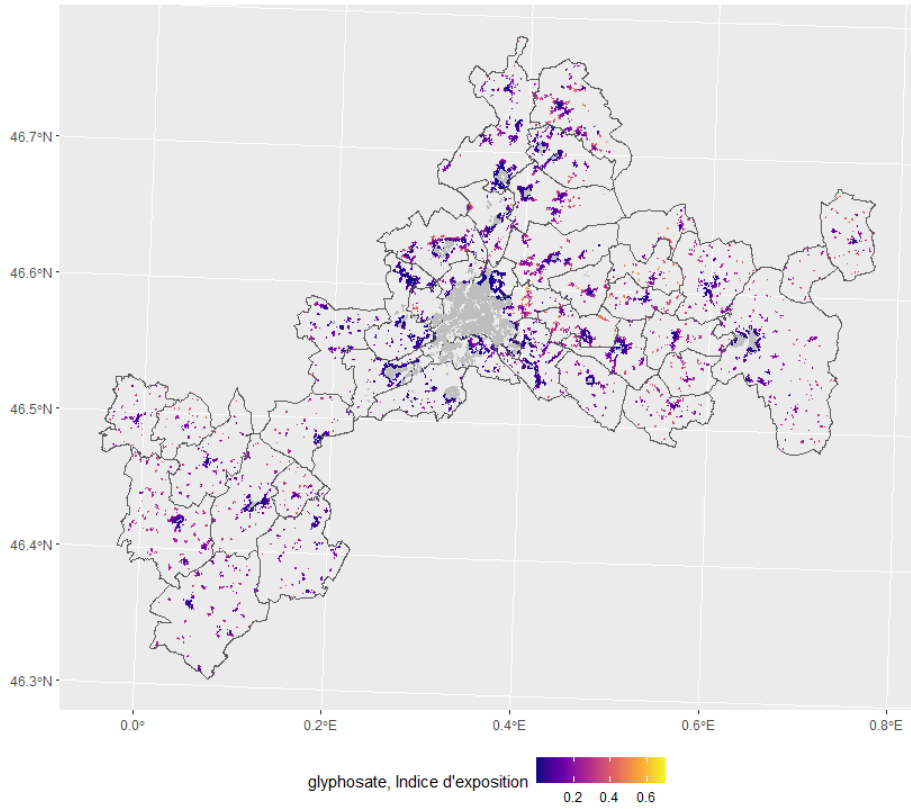
glyphosate quantité en kg par ha de la surface totale de la commune



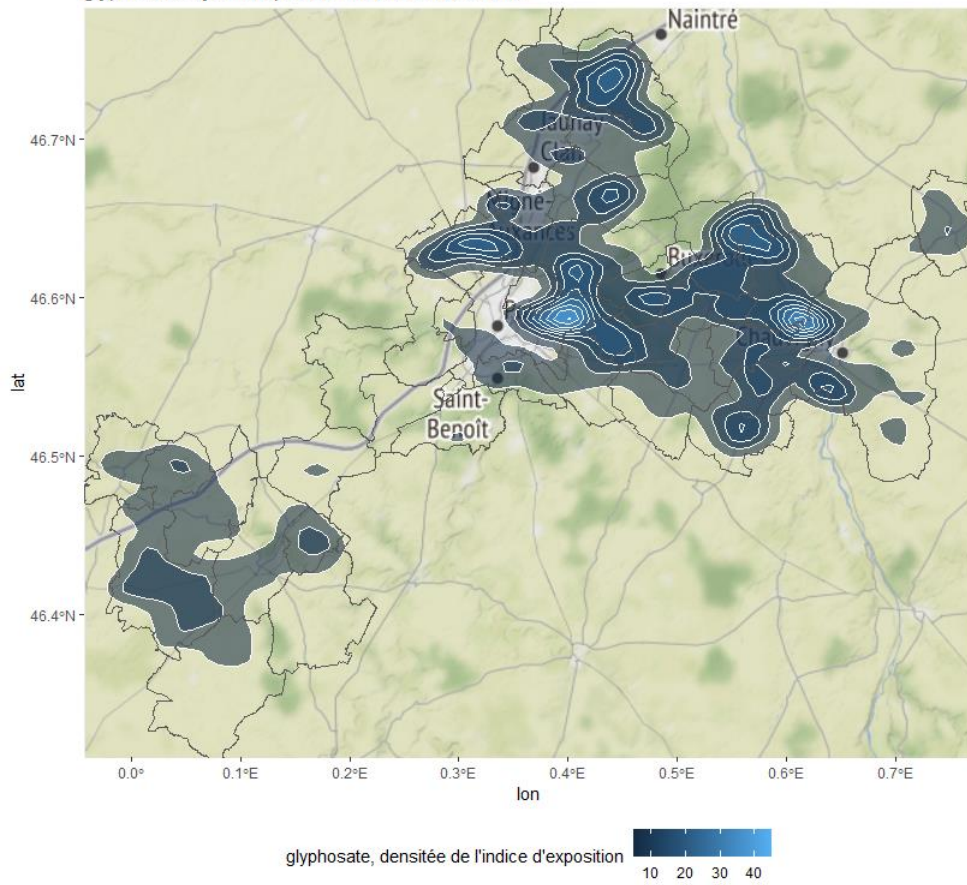
glyphosate - utilisations à la parcelle cadastrées sur une grille de 500m



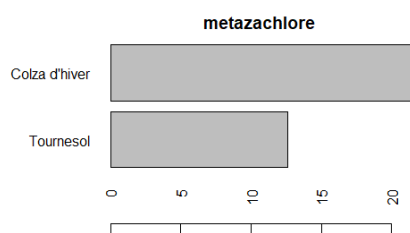
glyphosate, Indice d'exposition par bâtiment dans un rayon de 300 mètres



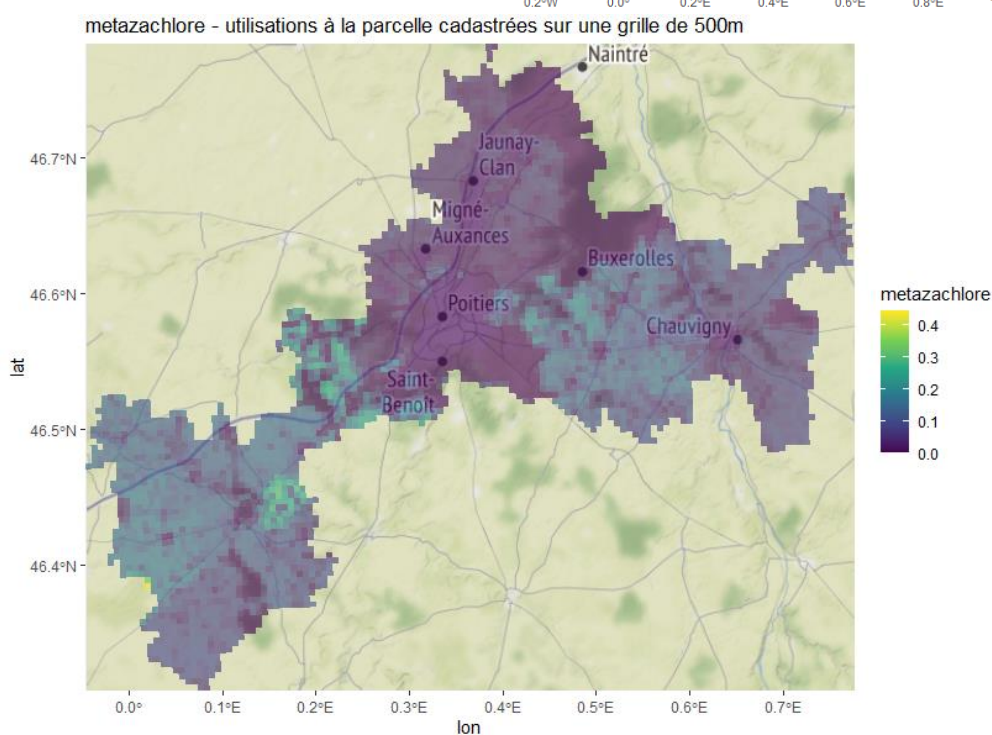
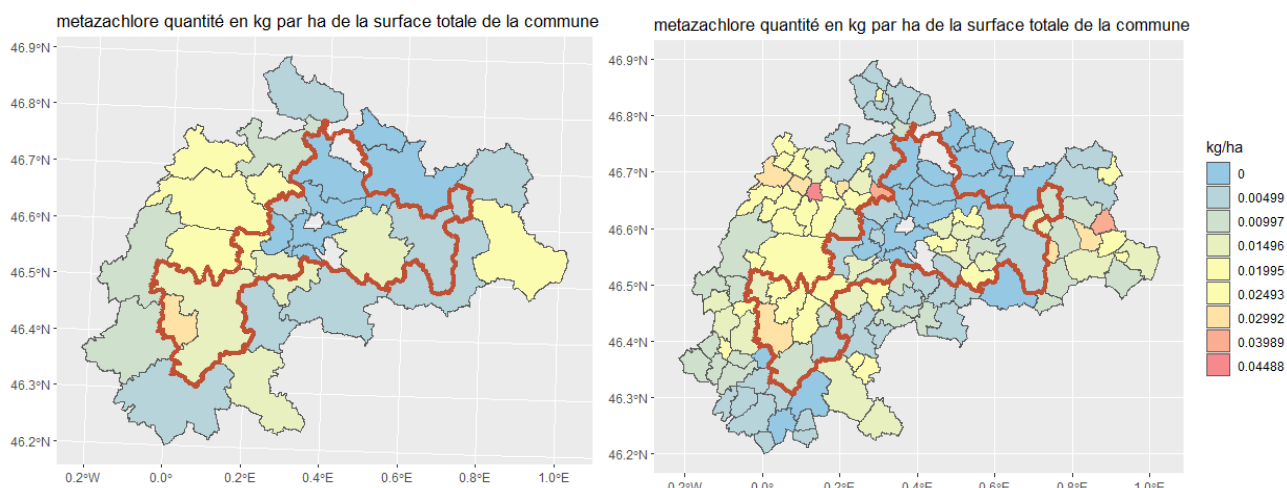
glyphosate rayon d'exposition du bâti : 300 mètres



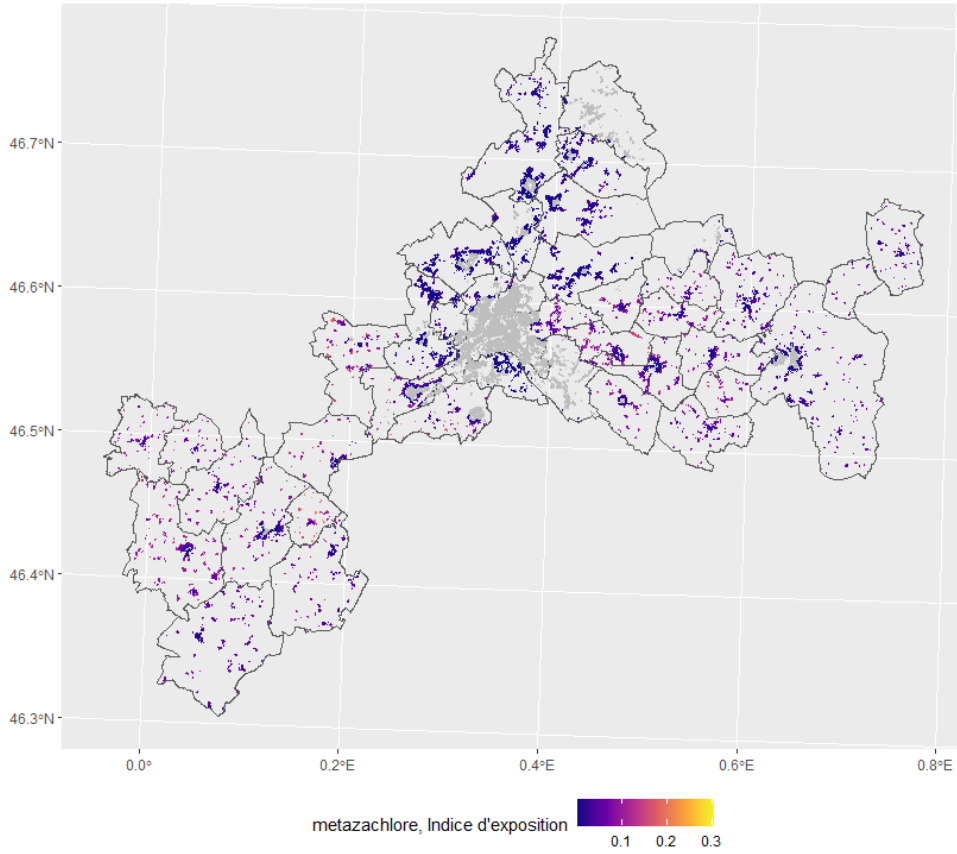
Métazachlore



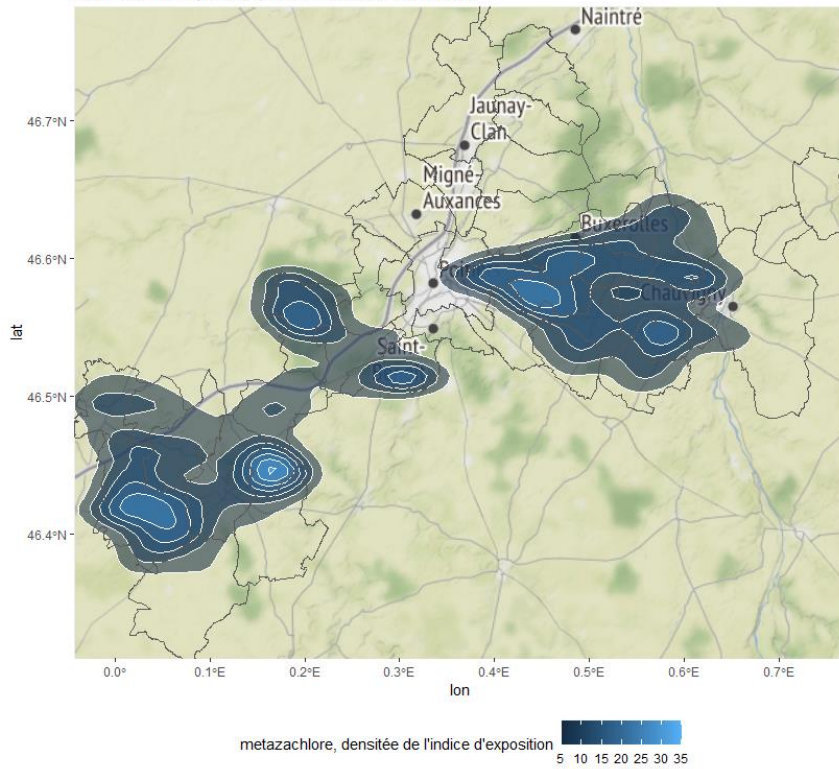
Les modèles pour distribuer les valeurs de Métazachlore se sont avant tout basé sur les surfaces de Colza et tournesol.



metazachlore, Indice d'exposition par bâtiment dans un rayon de 300 mètres

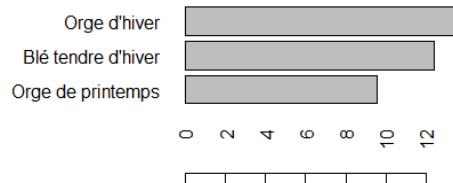


metazachlore rayon d'exposition du bâti : 300 mètres

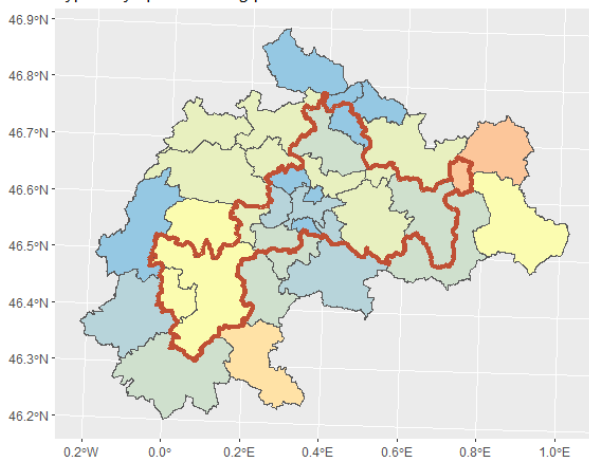


Cyprodinil

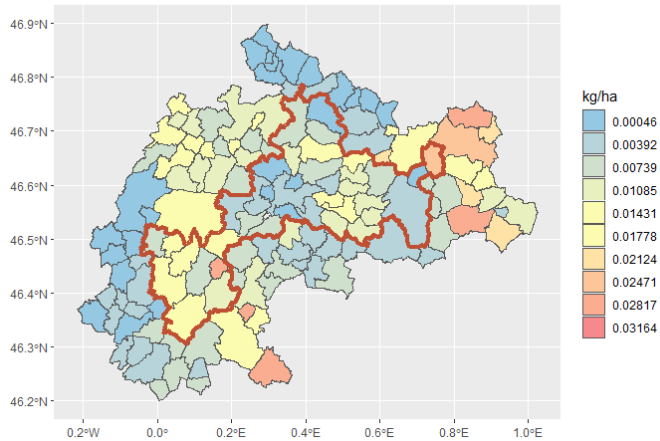
cyprodinyl



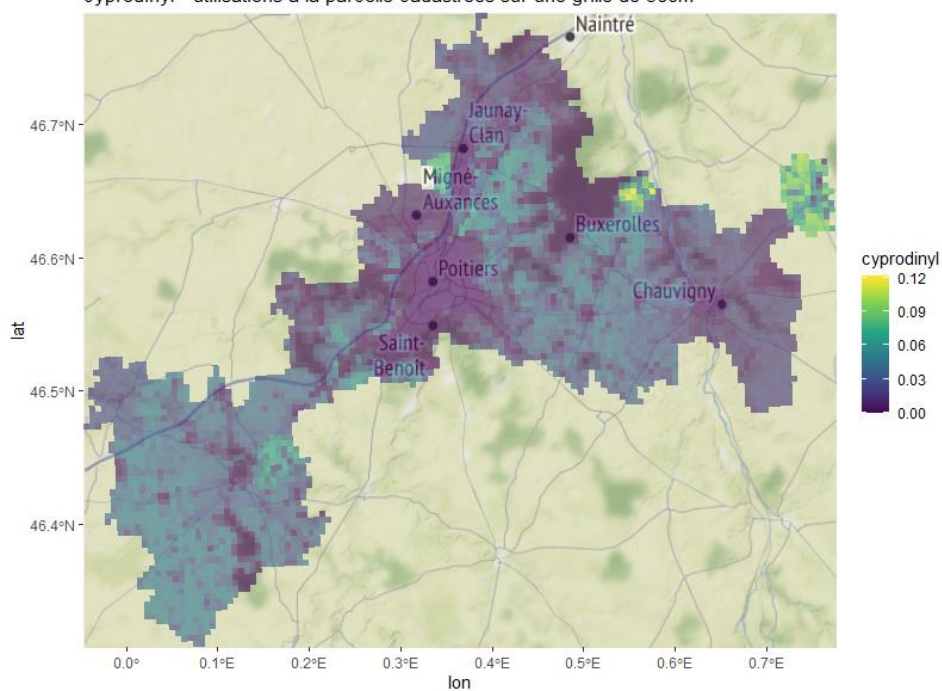
cyprodinyl quantité en kg par ha de la surface totale de la commune



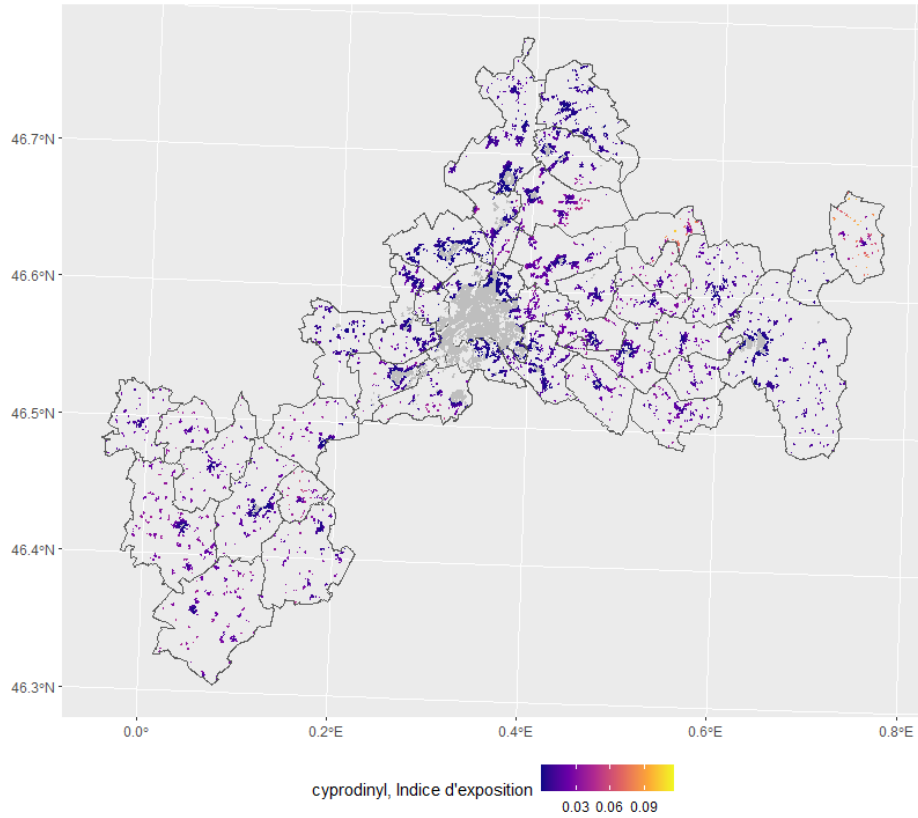
cyprodinyl quantité en kg par ha de la surface totale de la commune



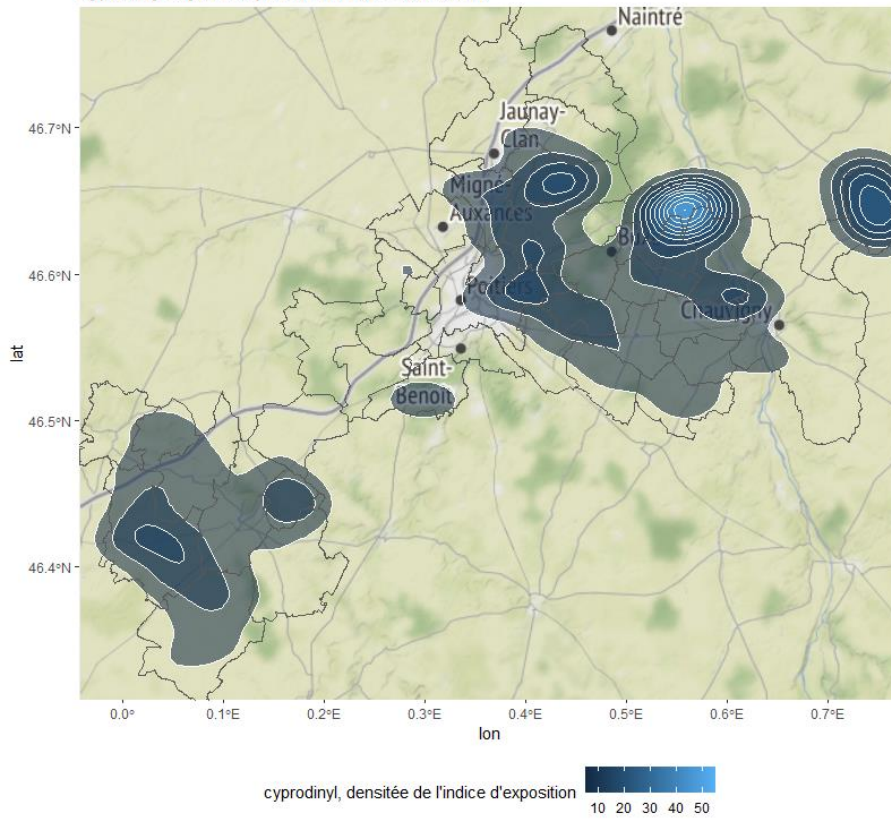
cyprodinyl - utilisations à la parcelle cadastrées sur une grille de 500m



cyprodinyl, Indice d'exposition par bâtiment dans un rayon de 300 mètres

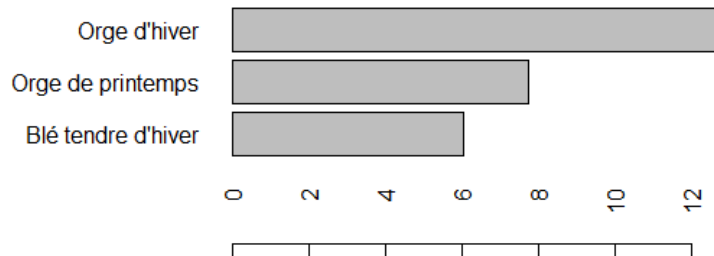


cyprodinyl rayon d'exposition du bâti : 300 mètres

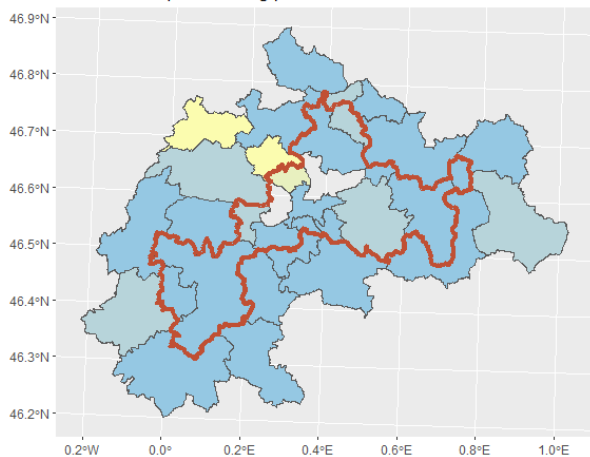


Chlorothalonil

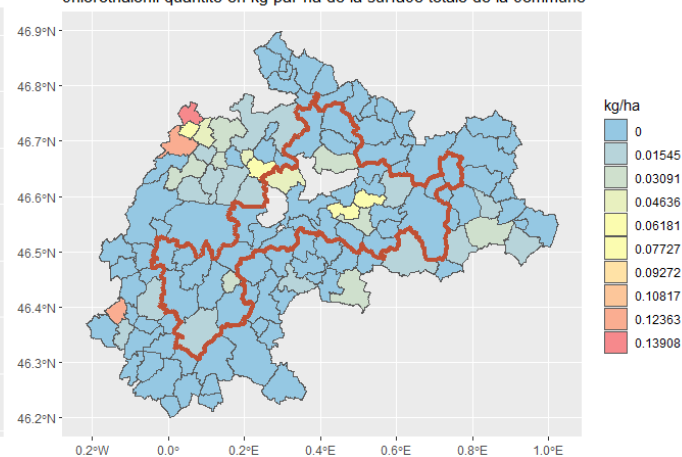
chlorothalonil



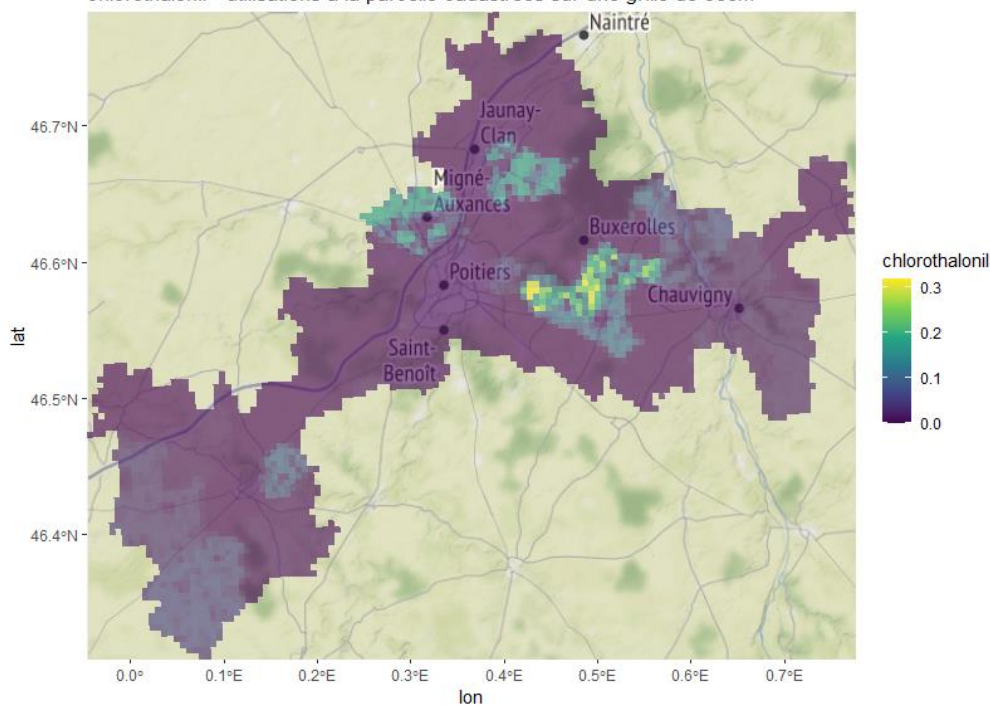
chlorothalonil quantité en kg par ha de la surface totale de la commune



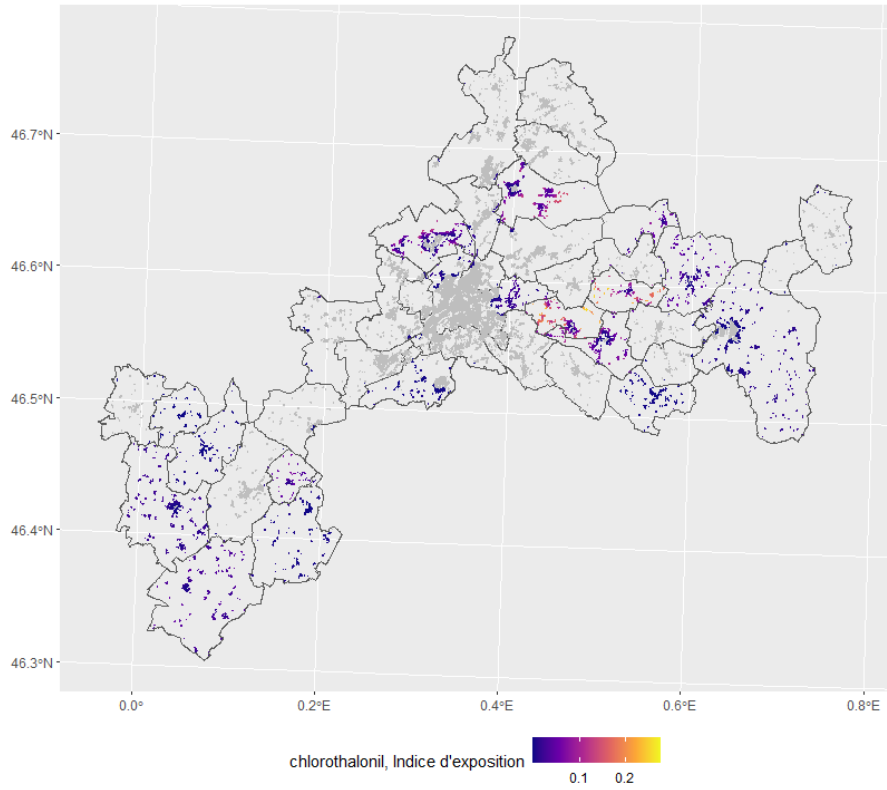
chlorothalonil quantité en kg par ha de la surface totale de la commune



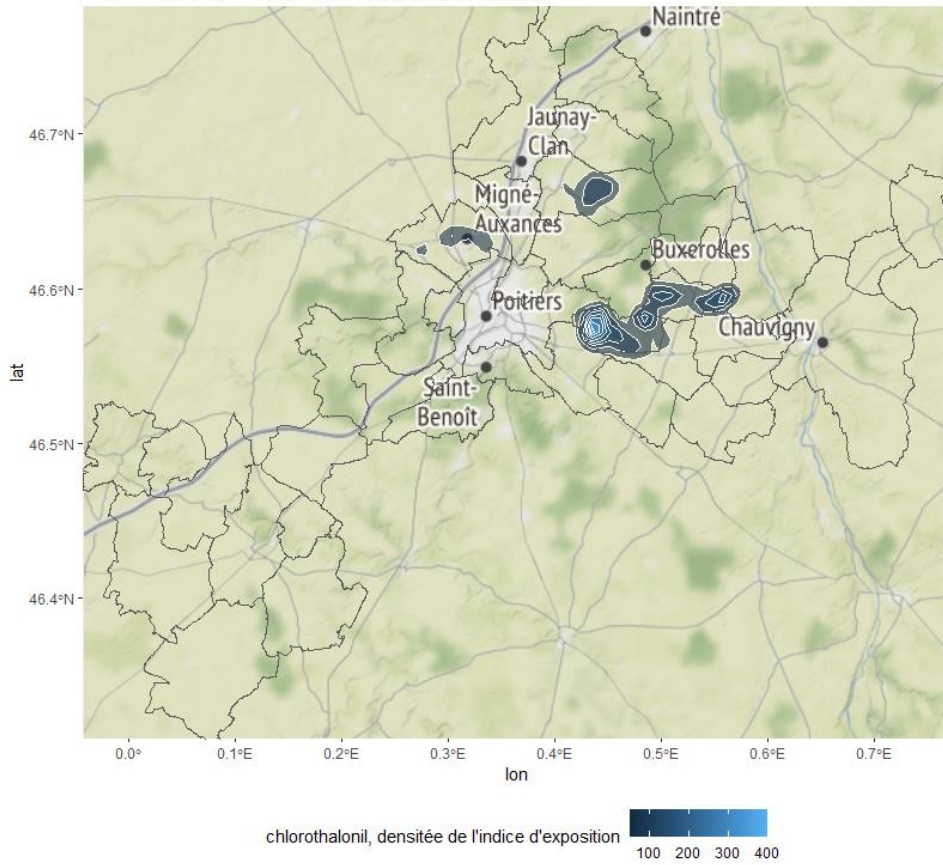
chlorothalonil - utilisations à la parcelle cadastrées sur une grille de 500m



chlorothalonil, Indice d'exposition par bâtiment dans un rayon de 300 mètres



chlorothalonil rayon d'exposition du bâti : 300 mètres



Données BNVD 2018-2021

Le graphique suivant représente le cumul annuel par molécule des quantités achetées sur le territoire de Grand Poitiers.

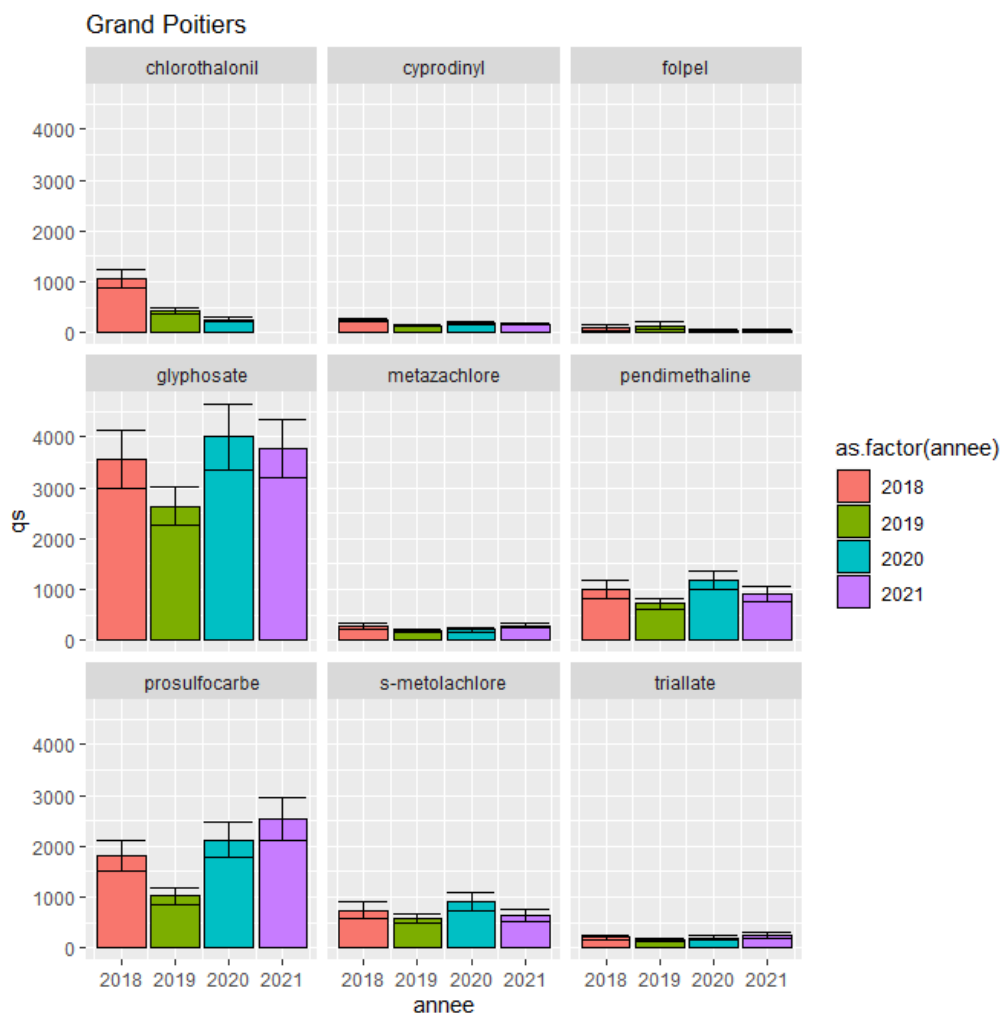


Figure 20 : achat annuel de substance actives sur le territoire de Grand Poitiers

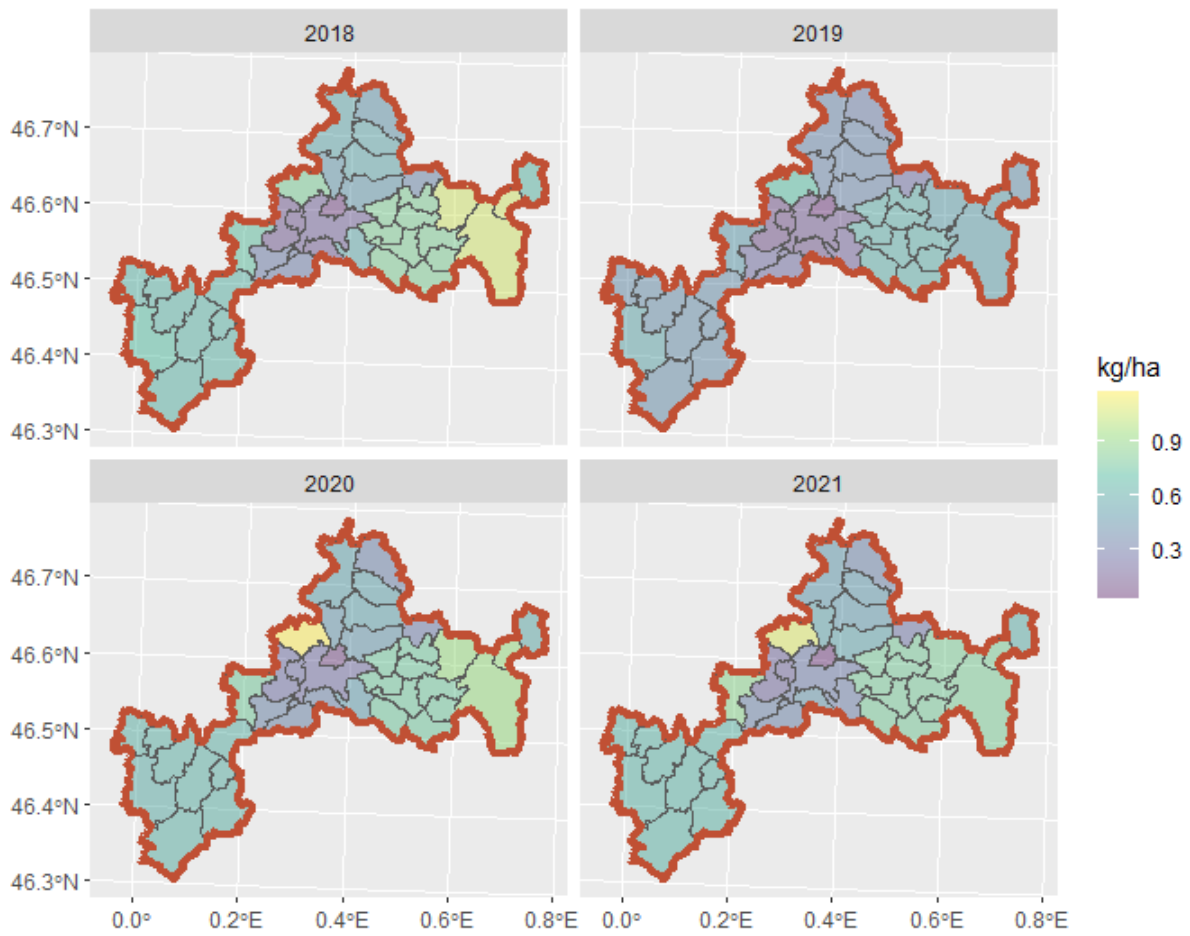
L'année 2019, qui sert d'année de référence dans le projet, est une année où les quantités achetées ont été sensiblement plus faibles qu'en 2018, 2020 ou 2021 pour la plupart des molécules. Le constat est le même à l'échelle nationale. Le chlorothalonil n'apparaît plus en 2020, année de son interdiction.

Les cartes suivantes montrent la répartition annuelle des substances sélectionnées dans le projet. La première carte est le cumul annuel de ces 7 molécules, les suivantes montrent le détail molécule par molécule.

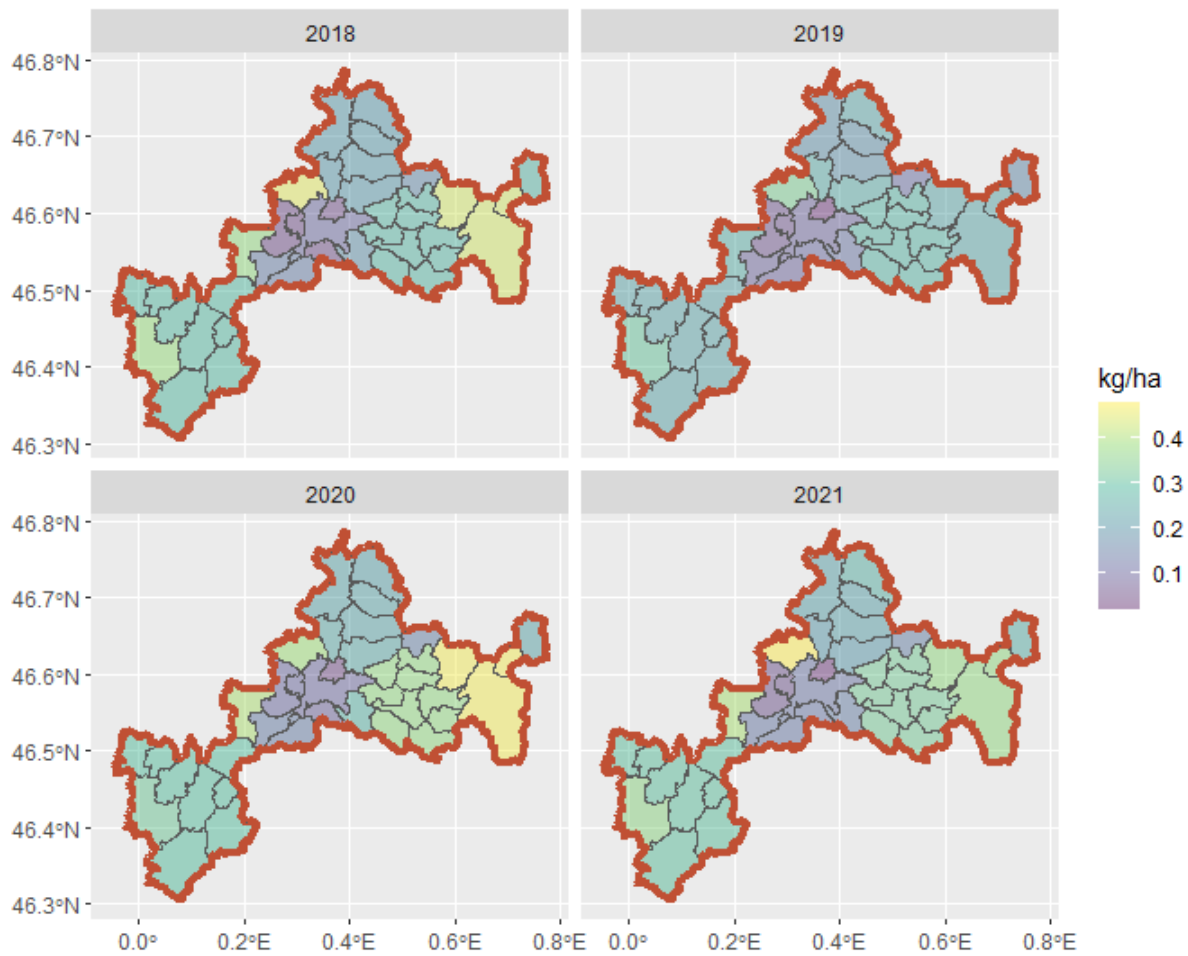
Au niveau de 3 des principales molécules en termes de tonnage (glyphosate, prosulfocarbe, s-métolachlore) les quantités de substances actives sont un peu plus importantes dans le secteur Est que dans le secteur Sud de la région, et ce pour les 4 années considérées.

Cela se répercute sur le cumul à l'échelle des 7 substances, et confirme la représentativité des résultats de l'étude menée sur Grand Poitiers.

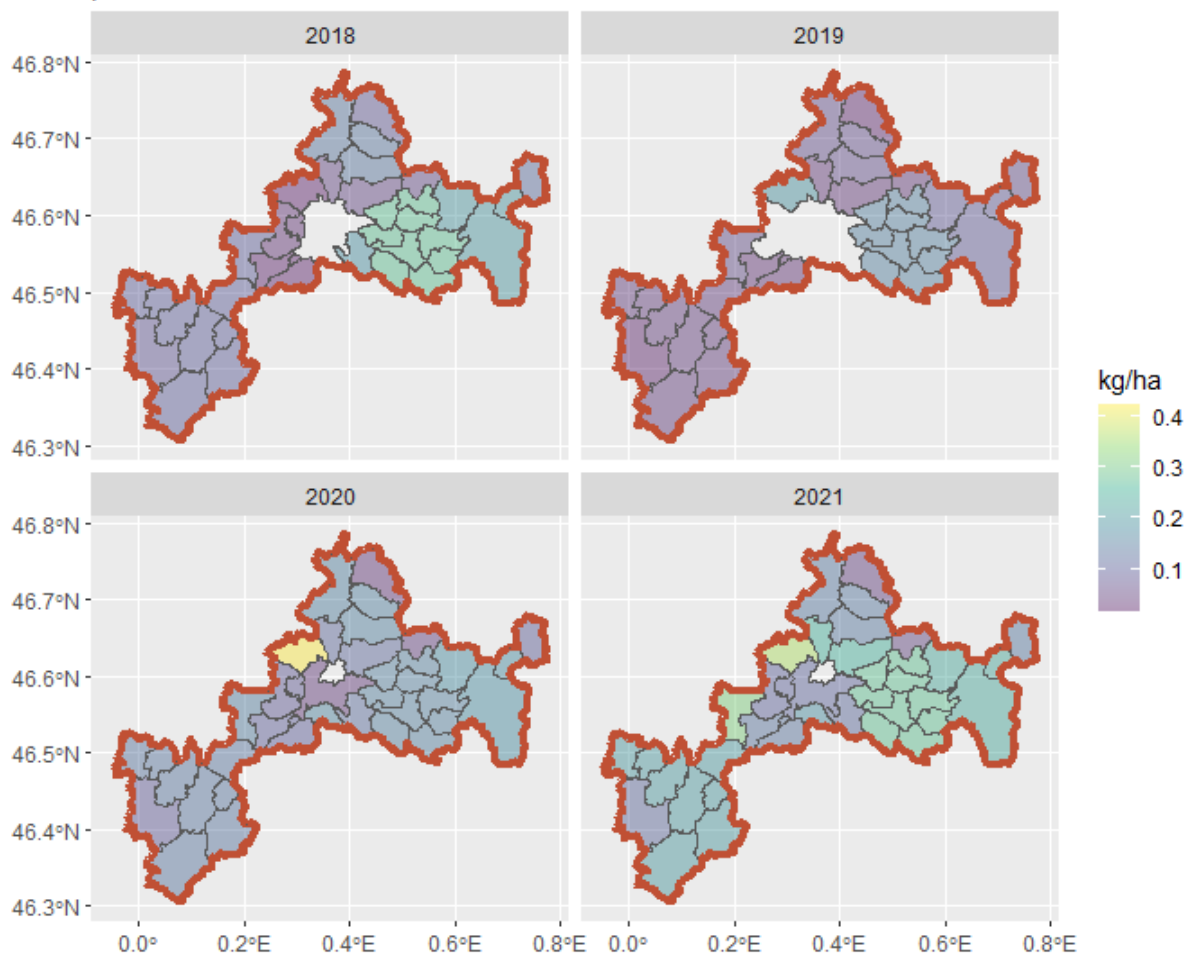
Cumul



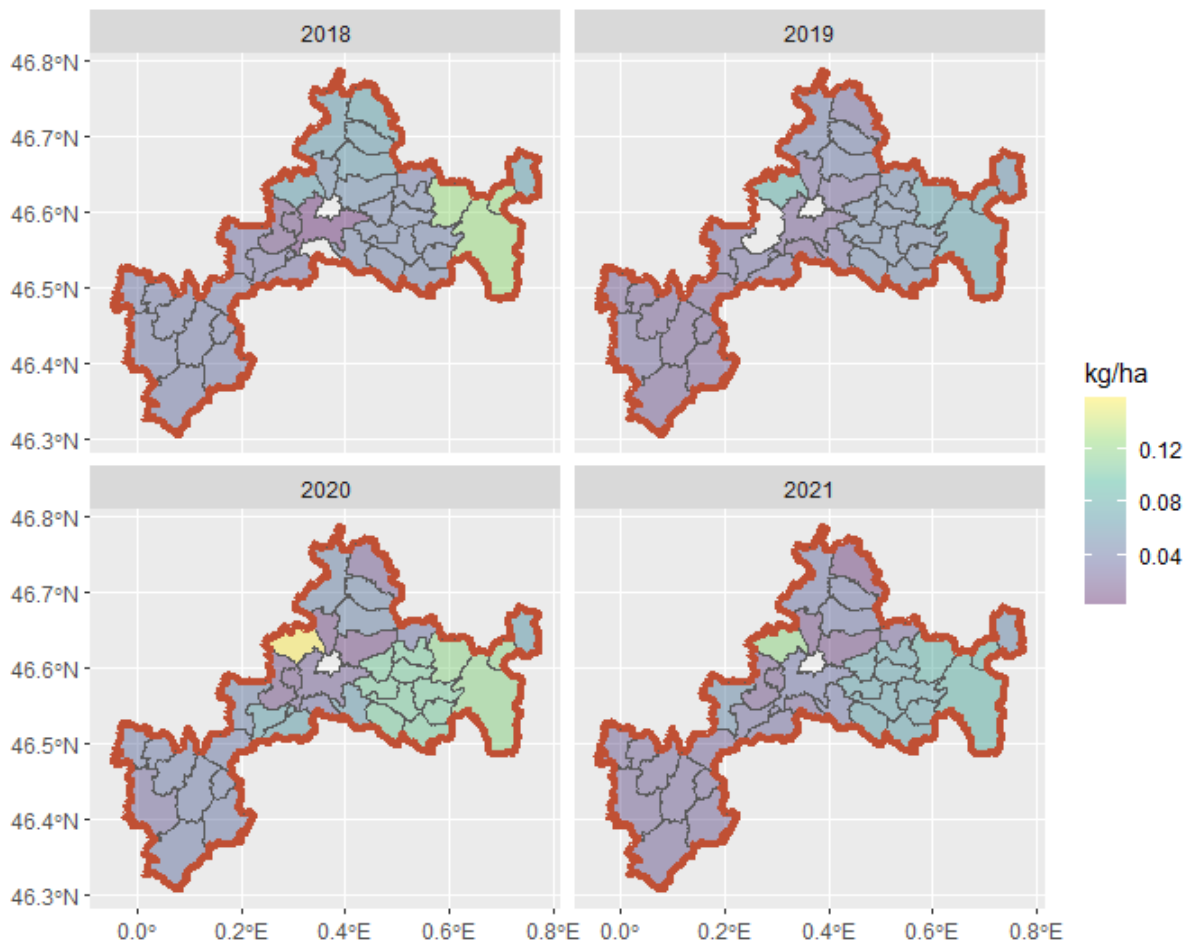
glyphosate



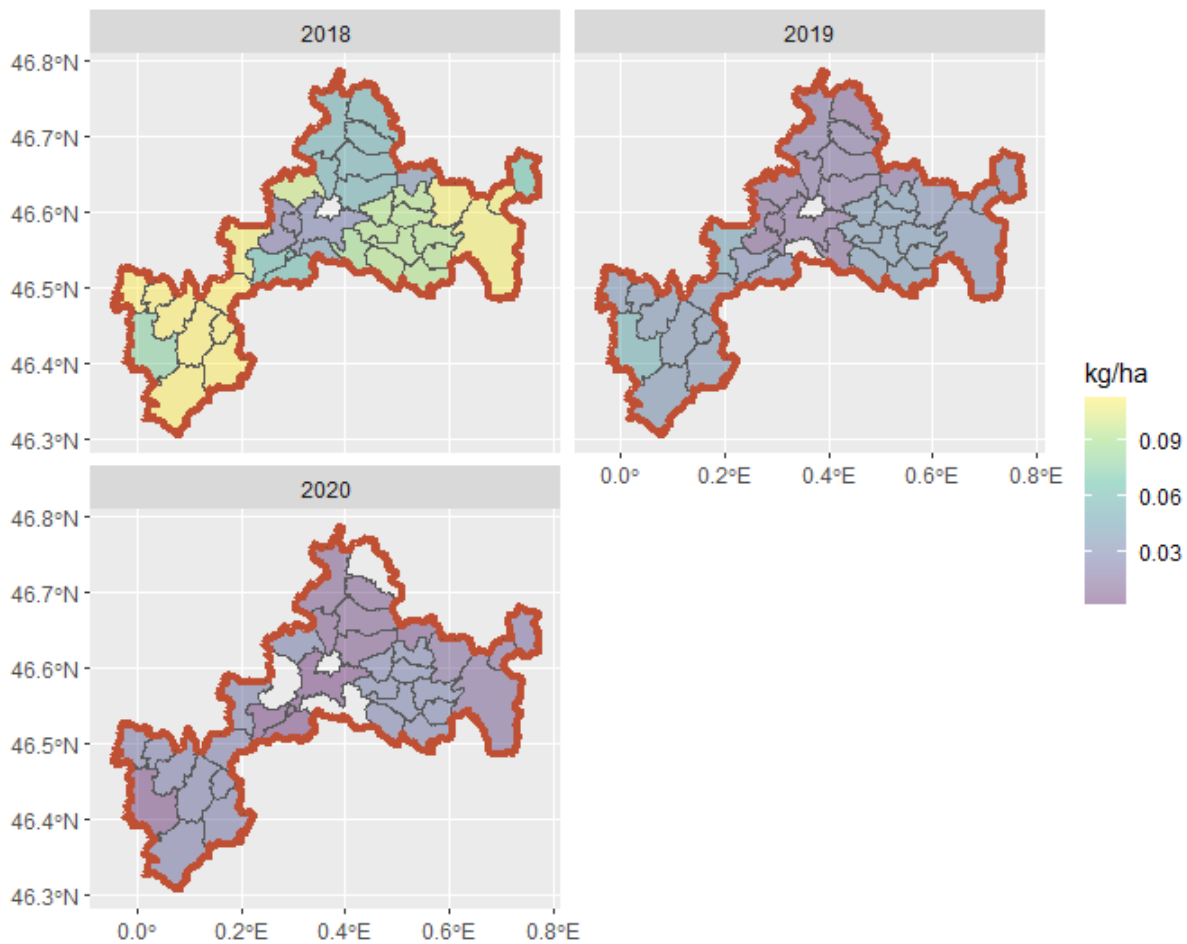
prosulfocarbe



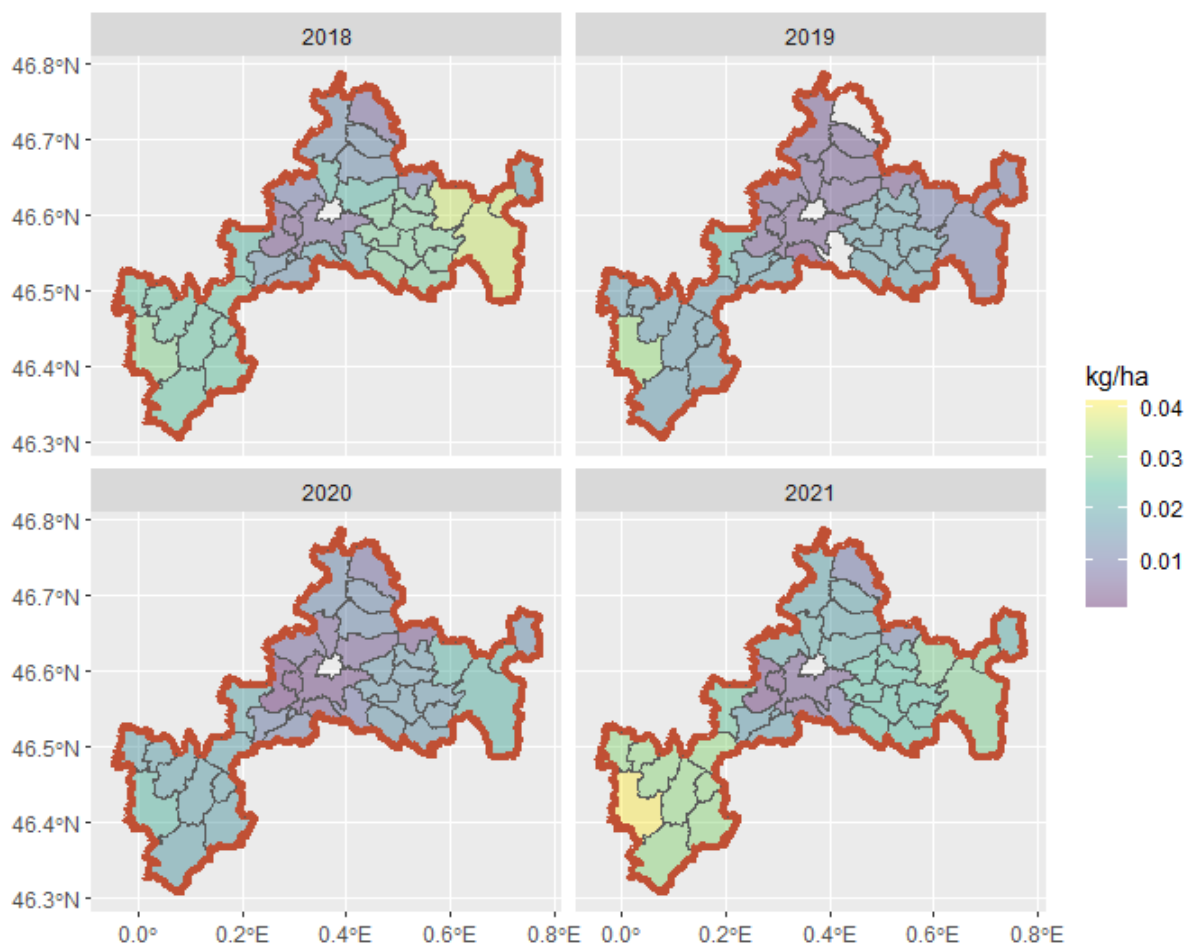
s-metolachlore



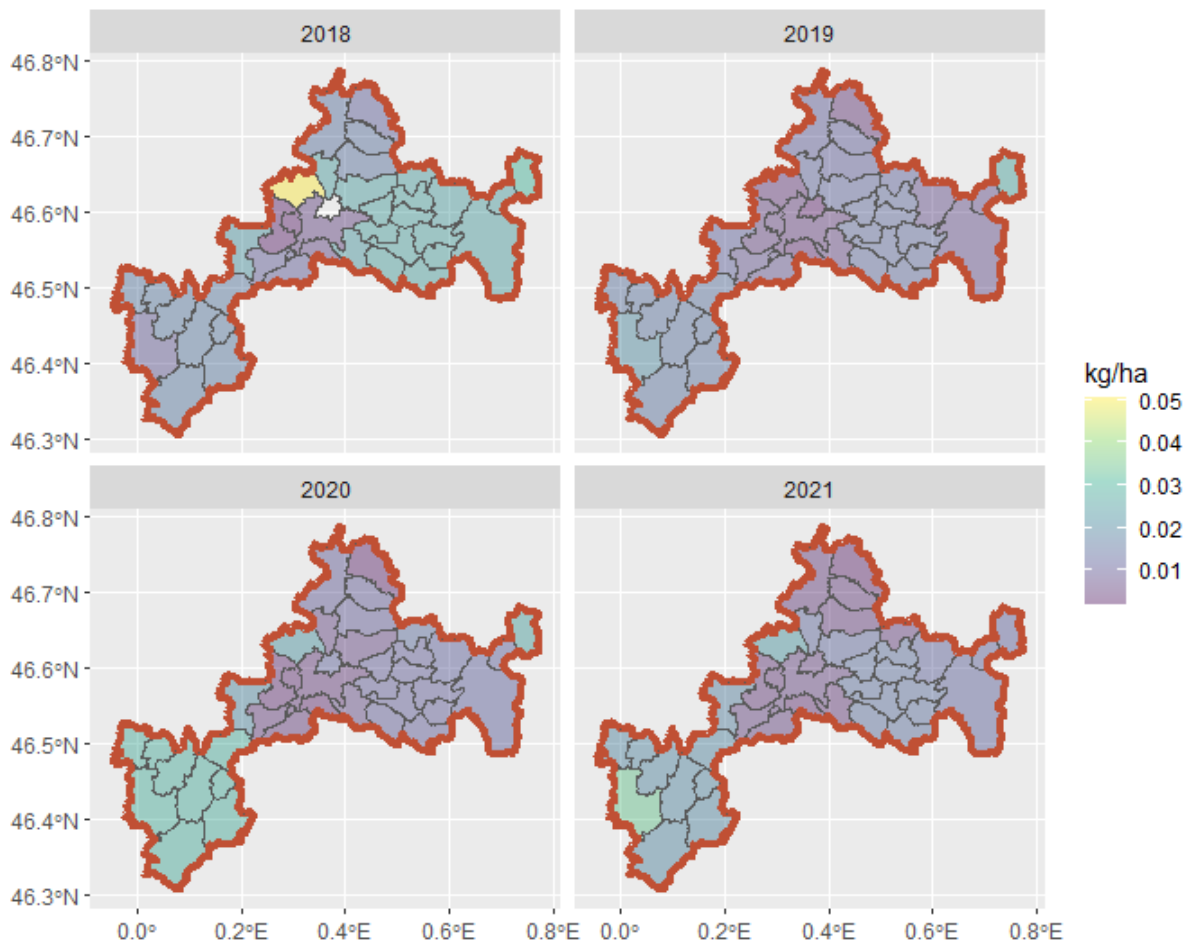
chlorothalonil



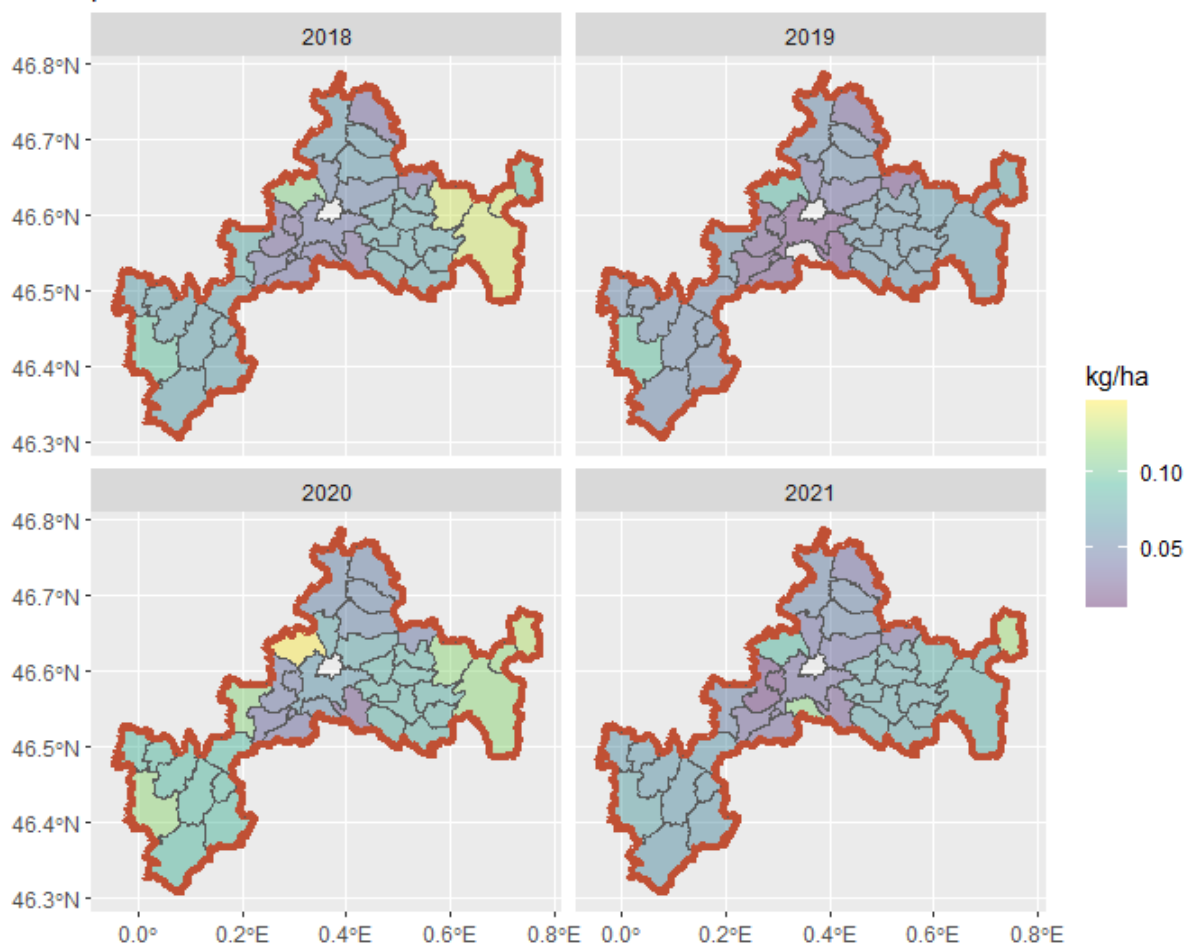
metazachlore



cyprodinyl



pendimethaline







RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Contacts

contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège Social) - ZA Chemin Long
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel
17 180 Périgny

Pôle Limoges
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz
87 068 Limoges Cedex

