
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Bien vivre dans les territoires dans un monde limité

Inspection Générale de l'Environnement et du
Développement Durable
Tour Séquoia, Place Carpeaux 92055 Puteaux



Tuteur entreprise :
Alain Sauvant
Inspecteur général à l'IGEDD

Lucie Robin
IUT
2023-2024

Tuteur académique :
Denis Martouzet

Remerciements

Tout d'abord, je voudrais remercier mon maître de stage, **M. Alain SAUVANT**, qui a su me faire confiance lors de cette aventure dans le monde professionnel et a partagé ses connaissances de manière très pédagogique. Je le remercie aussi pour sa disponibilité et la qualité de son encadrement en entreprise.

Je souhaite ensuite adresser mes remerciements au corps professoral et administratif de l'**École Polytech Tours**, pour la qualité de l'enseignement offert et le soutien de l'équipe administrative.

Je remercie également **M. Denis MARTOUZET, mon tuteur du côté enseignant**, pour ses conseils sur la rédaction de mon rapport de stage.

Je voudrais enfin exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur soutien tout au long de mon stage.

Sommaire

Liste des abréviations	2
Table des figures.....	2
Liste des tableaux.....	2
1. Introduction.....	3
2. Présentation de la structure d'accueil (Igedd, 2024)	4
2.1. L'organisation	4
2.2. Les missions et valeurs de l'IGEDD	5
2.3. Des efforts en matière de sobriété énergétique.....	5
3. Une mission dans un contexte plus large.....	6
4. La méthode mise en œuvre.....	8
4.1. Méthode générale proposée pour le scenario tendanciel	8
4.2. Méthode de recueil de données	9
4.3. Le scénario tendanciel mis en œuvre.....	10
4.3.1. La projection linéaire.....	10
4.3.2. Une analyse plus nuancée : test de Fisher et intervalles de projection.....	12
4.3.2.1. Test de Fisher	12
4.3.2.2. Intervalles de prédiction.....	12
5. Présentation des livrables	16
5.1. Un début de comparaison entre les trois zones d'emploi étudiées	16
5.1.1. Sous système du vivant	16
5.1.2. Sous système du vivant	19
5.1.3. Sous système production et mode de vie humain, compétences et compétitivité.....	21
5.2. Des résultats à exploiter dans un cadre plus large.....	23
6. Présentation du déroulé de la mission.....	24
7. Retour réflexif sur la mission	25
8. Conclusion	26
Références.....	27
Annexes	29

Liste des abréviations

AITAP : Audits, inspections et transformation de l'action publique
CA : Communauté d'agglomération
CC : Communauté de commune
EPCI : Etablissement public de coopération intercommunale
ESPD : Etudes, synthèse, prospective et données
GES : Gaz à effet de serre
HACS : Habitat, aménagement et cohésion sociale
IFT : Indice de fréquence de traitement
IGEDD : Inspection générale de l'environnement et du développement durable
MIGT : Missions d'inspection générale territoriales
MRR : Milieux, ressources et risques
MT : Mobilité et transports
TEC : Transition énergétique et climat
ZE : Zone d'emploi

Liste des tableaux

Tableau 1: Démarche de prévision ou de prospective.....	7
Tableau 2 : Exemple de table de calcul des intervalles de prédiction sur Excel.	15

Table des figures

Figure 1: Plan et vue d'ensemble des lieux	4
Figure 2 : Localisation des trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux. ...	8
Figure 3 : Exemple de prévision linéaire	10
Figure 4 : Exemple de rupture de tendance.....	10
Figure 5 : Exemple de graphique concernant le climat.....	11
Figure 6 : Exemple de graphique présentant un seul scénario	11
Figure 7 : Exemple de graphiques présentant la production d'énergie.....	12
Figure 8 : Evolution de la Surface Agricole Utile moyenne par exploitation (en km ²) de 1970 à 2020, avec une projection jusqu'en 2050	16
Figure 9 : la grille communale de densité des trois zones d'emplois : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.	17
Figure 10 : Cultures et élevages majoritaires dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.	18
Figure 11 : IFT total moyen par commune dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.	18
Figure 12 : Date de construction des résidences principales dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.....	19
Figure 13 : Exposition à l'aléa retrait gonflement des argiles dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.	20
Figure 14 : La consommation totale en énergie dans les trois ECPI : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.	20
Figure 15 : Part des moyens de transports utilisés pour se rendre au travail en 2020 dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.....	21
Figure 16 : Evolution de la population entre 1999 et 2020 et projection jusqu'en 2050	22

1. Introduction

J'ai effectué mon stage de 4 A au sein de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) du 22 avril 2024 au 30 août 2024. Ce stage portait sur une partie de la démarche prospective lancée par l'IGEDD, et pour laquelle je me suis donc penchée sur le scénario tendanciel. Pour cela, j'ai principalement collecté des données et utilisé des projections linéaires afin de voir comment certains phénomènes pourraient évoluer.

Les bureaux de l'IGEDD sont situés dans la tour Séquoia dans le quartier de la Défense à Paris. L'IGEDD a une fonction de conseil auprès du Gouvernement sur des questions de transition écologique et énergétique, d'urbanisme, de logement, de mobilités, d'eau, mais aussi de biodiversité.

Mon maître de stage était Alain Sauvart, Inspecteur général et directeur de l'autorité de la qualité de service dans les transports (AQST), qui traite de l'amélioration de la régularité et la ponctualité dans les transports de voyageurs et de la qualité de l'information donnée aux voyageurs.

Ce stage m'a permis d'acquérir de la rigueur et des compétences, notamment en termes de communications, de recherche de données et de statistiques.

Dans ce rapport, nous allons donc voir ce qu'est l'inspection générale de l'environnement et du développement durable, puis quelle était ma mission plus en détail. Par la suite, nous allons voir la méthode utilisée et les résultats obtenus. Enfin, nous allons voir comment s'est déroulé mon stage et un retour réflexif sur celui-ci.

2. Présentation de la structure d'accueil (Igedd, 2024)

L'inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) est sous l'autorité du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.

L'IGEDD se trouve à la Défense, ses agents sont dispatchés sur deux bâtiments : la tour Séquoia et la Grande Arche. L'accès se fait par les transports en commun au niveau des centres commerciaux (C.N.I.T et Centre commercial Les 4 Temps) (Figure 1).

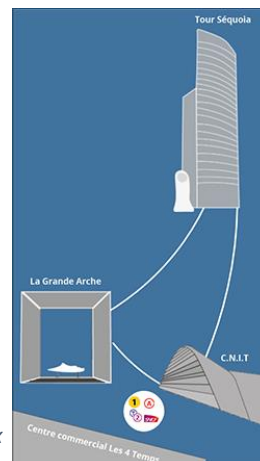


Figure 1: Plan et vue d'ensemble des lieux

2.1. L'organisation

L'inspection générale dans son entièreté est sous l'autorité du ministre, le chef du service de l'IGEDD est Paul Delduc. Les travaux de l'inspection sont organisés par six sections qui ont chacune un domaine spécifique :

➤ Transition énergétique et climat (TEC)

Cette section traite des questions de climat, de transition énergétique et de lutte contre le réchauffement climatique. Elle participe notamment à la mise en œuvre de la programmation pluriannuelle de l'énergie et de la stratégie nationale bas carbone et au développement de l'énergie circulaire. Elle traite aussi des enjeux du développement scientifique dans ces questions.

➤ Habitat, aménagement et cohésion sociale (HACS)

Cette section traite de questions « d'offre, d'économie, d'usage et de qualité du logement, d'accès et de maintien dans le logement, d'accueil, d'hébergement et d'inclusion sociale des personnes en précarité », mais aussi « d'aménagement et de transition écologique du cadre de vie, des politiques foncières, d'urbanisme, de mixité sociale, de rénovation urbaine et politique de la ville, de développement durable des territoires urbains et ruraux, de leur économie, de protection et de mise en valeur des espaces protégés ». (Igedd, 2024)

➤ Mobilité et transports (MT)

Cette section participe aux questions de déplacement de biens et de personnes. Elle traite aussi de l'évaluation des investissements, des innovations, de l'exploitation, de l'entretien et de la gestion des infrastructures. Elle apporte son appui au conseil d'orientation des infrastructures pour la programmation des investissements à la demande du ministre chargé des transports. Elle apporte aussi son appui à d'autres conseils placés auprès de celui-ci et participe au pilotage de grands projets.

➤ Milieux, ressources et risques (MRR)

Cette section traite de questions relevant de la préservation de la biodiversité, de l'exploitation et de l'usage des ressources naturelles et de la prévention et du traitement des risques majeurs. Elle apporte également un regard sur des questions liées à l'adaptation au changement climatique dans son champ de compétences, et contribue aussi à la connaissance des impacts des facteurs environnementaux et de l'évolution de ces facteurs sur la santé humaine.

➤ Audits, inspections et transformation de l'action publique (AITAP)

Cette section traite de questions liées à la modernisation de la gestion, à la régularité des pratiques administratives, à la déconcentration des responsabilités, à la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, ainsi qu'à l'orientation et au suivi des personnels chargés de missions d'encadrement supérieur.

➤ Etudes, synthèse, prospective et données (ESPD)

Cette section participe à la coordination des travaux des autres sections en matière de programmation, de synthèse et de valorisation de leurs productions, de prospective et de gestion des données. Elle participe également aux missions d'évaluation, de conseil et d'inspection générale en matière de collecte et d'exploitation des données.

Ces sections ont une fonction de veille sur les politiques publiques et de suivi des connaissances scientifiques. Elles assurent également la liaison avec les directions, les services administratifs, et d'autres services d'inspection. Les sections doivent prendre en compte l'objectif de promotion d'un développement durable conciliant la protection et la mise en valeur de l'environnement, le développement économique et le progrès social lors de leurs missions de définition des politiques publiques et de l'évaluation des résultats.

L'IGEDD est organisée en missions d'Inspection générale territoriales (MIGT), ce qui permet de bien suivre les problèmes territoriaux, ainsi que les problèmes des services et des cadres des services déconcentrés. Chaque MIGT intervient sur des territoires différents, allant d'une à trois régions.

D'autres instances sont également associées à l'IGEDD : les autorités environnementales, les bureaux d'enquête et l'autorité de la qualité de services dans les transports (AQST).

2.2. Les missions et valeurs de l'IGEDD

L'IGEDD intervient dans différents domaines : l'environnement, le climat, le développement durable, la transition écologique, le logement, l'urbanisme, la politique de la ville, l'aménagement du territoire, le paysage, la construction, l'énergie, les transports, les risques naturels et technologiques et la mer. Ses missions sont variées et la conduisent à participer à la prospective, à la conception, au suivi, à la mise en œuvre et à l'évaluation des politiques publiques liées aux domaines cités précédemment. L'IGEDD assure aussi les missions d'audit et d'inspection des services du ministère. Une autre mission qui est attribuée à l'IGEDD est une mission d'autorité environnementale (Ae), celle-ci est exercée par la formation nationale et les missions régionales (MRAe) de l'inspection générale. Ces missions aboutissent à des rapports d'études, d'avis et d'inspection. De plus en plus souvent, l'IGEDD mène ses missions en lien avec d'autres inspections générales ou avec des conseils généraux.

L'IGEDD porte des valeurs que sont l'impartialité, la responsabilité et l'indépendance. Cela signifie que les agents doivent rédiger leurs rapports sur la base de faits et écouter et prendre en considération tous les points de vue avant de porter un jugement. Ils sont également responsables des constats, avis et recommandations qu'ils émettent. De plus, ils exercent leurs fonctions de manière neutre et ne doivent pas se laisser influencer par qui que ce soit.

2.3. Des efforts en matière de sobriété énergétique

L'IGEDD, et le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires en général, fait des efforts en termes de sobriété énergétique. En effet, plusieurs mesures sont prises dans les locaux afin de réduire la consommation énergétique de la tour Séquoia, où j'ai effectué mon stage. Tout d'abord, l'éclairage des bureaux est automatique lorsque quelqu'un se trouve dans le bureau, la lumière s'éteint une fois la personne sortie. S'il y a suffisamment de lumière venant de l'extérieur, la lumière s'éteint aussi. Des escalators sont arrêtés, privilégiant donc les escaliers, et des ascenseurs sont à disposition pour les personnes à mobilité réduite. De plus, comme beaucoup d'agents du ministère sont en télétravail le vendredi, un seul des restaurants administratifs est ouvert à la Défense pour des raisons de sobriété énergétique. Ainsi, une semaine sur deux, le restaurant de la Grande Arche est ouvert, et l'autre semaine celui de la tour Sequoia est ouvert.

3. Une mission dans un contexte plus large

Cette mission se place dans une démarche assez large, et pluriannuelle de prospective territoriale lancée par l'IGEDD cette année et qui va continuer dans les années à venir. La prospective a pour but selon De Jouvenel (2002) de nous aider à bâtir le futur, et n'est pas un exercice de prévision. En effet, De Jouvenel (2002) décrit trois caractéristiques qui différencient la démarche prospective de la prévision : le fait que la démarche prospective soit pluridisciplinaire, qu'elle intègre un temps long, sur le passé et le futur, et aussi le fait qu'elle intègre les ruptures. La démarche lancée par l'IGEDD a donc pour but de donner des avenir possibles contrastés dans une typologie de territoires et d'identifier les synergies ou contradictions entre diverses politiques publiques sur un même territoire.

Pour commencer, quelques territoires « test » contrastés ont été sélectionnés par l'IGEDD pour les examiner au vu des principaux objectifs du développement durable, des diverses options de développement retenues dans les schémas territoriaux, mais aussi de la cohérence de ces schémas entre eux et avec les stratégies nationales (comme la SNBC) et européennes (comme la stratégie « fit-for-55 »).

Les stratégies nationales comme la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) peuvent parfois être impactées par des problèmes de gouvernance. En effet, ces stratégies nationales doivent être appliquées à l'échelle nationale mais aussi à un niveau plus territorialisé. Les schémas territoriaux tels que les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) ou les plans climats air énergie territoriaux (PCAET) doivent donc prendre en compte ces stratégies. (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2020)

Le parti pris a été de commencer cet exercice par la construction d'un scénario tendanciel territorialisé. Dans ce scénario, le but est de prolonger les tendances et évolutions observées récemment pour diverses variables. Le scénario tendanciel vise à déterminer si des contradictions internes peuvent être diagnostiquées entre les évolutions de chaque variable prise individuellement.

La mission qui m'a été confiée se concentrait ainsi principalement sur le scénario tendanciel, sur comment les territoires sélectionnés vont évoluer dans plusieurs domaines -démographie, économie, énergie...- si aucun changement majeur ne se produit. Par la suite, d'autres scénarios seront construits, avec différents événements pris en compte afin d'avoir une analyse plus complète. Ce travail là correspond plutôt à la partie décrite par De Jouvenel (2002) comme « prévision », et non pas comme une démarche prospective (Tableau 1 tiré de l'article de De Jouvenel (2002)).

Une autre partie de ma mission a été d'essayer de rendre cette analyse le plus automatisable possible, dans le but de pouvoir appliquer rapidement et avec peu de difficultés le travail effectué sur les trois zones d'emploi à d'autres.

Tableau 1: Démarche de prévision ou de prospective

La prévision	La prospective
Une approche sectorielle. La primauté du quantifiable. Le principe de continuité. L'effet GIGO ¹.	Une approche globale. Mariant quantitatif et qualitatif. Prenant en compte les ruptures. L'effet CHAOS ².
1. Garbage In Garbage Out : les prévisions – quelle que soit la sophistication des modèles de simulation – ne valent jamais que ce que valent les hypothèses. 2. À force de dire que tout est dans tout et réciproquement et de raisonner au conditionnel (si..., alors...), la complexité du raisonnement risque de " noyer " le décideur.	

4. La méthode mise en œuvre

4.1. Méthode générale proposée pour le scénario tendanciel

Comme mentionné précédemment, le but dans ce scénario tendanciel est de prolonger les évolutions constatées récemment à un niveau territorialisé. Ainsi, l'échelle qui a été choisie est celle de la zone d'emploi, ce qui permet d'avoir des données localisées sur différents territoires en France. Lorsque certaines données sont indisponibles à cette échelle, on passe à une échelle supérieure (département ou région), ou à une échelle inférieure (commune ou EPCI).

L'horizon principal retenu est 2040-2060, avec un pas décennal, voir une prolongation à 2100 là où elle ne semble pas complètement aberrante.

Pour commencer l'analyse de ce scénario, trois territoires nuancés, tant sur le plan géographique (Figure 2) que sur le plan démographique, ont été sélectionnés pour être analysés : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux, avec l'idée de commencer par le scénario tendanciel dans un cas seulement : la zone d'emploi de Saint-Flour. Le fait de commencer par un seul cas d'étude permet d'examiner les différentes questions le plus concrètement possible.

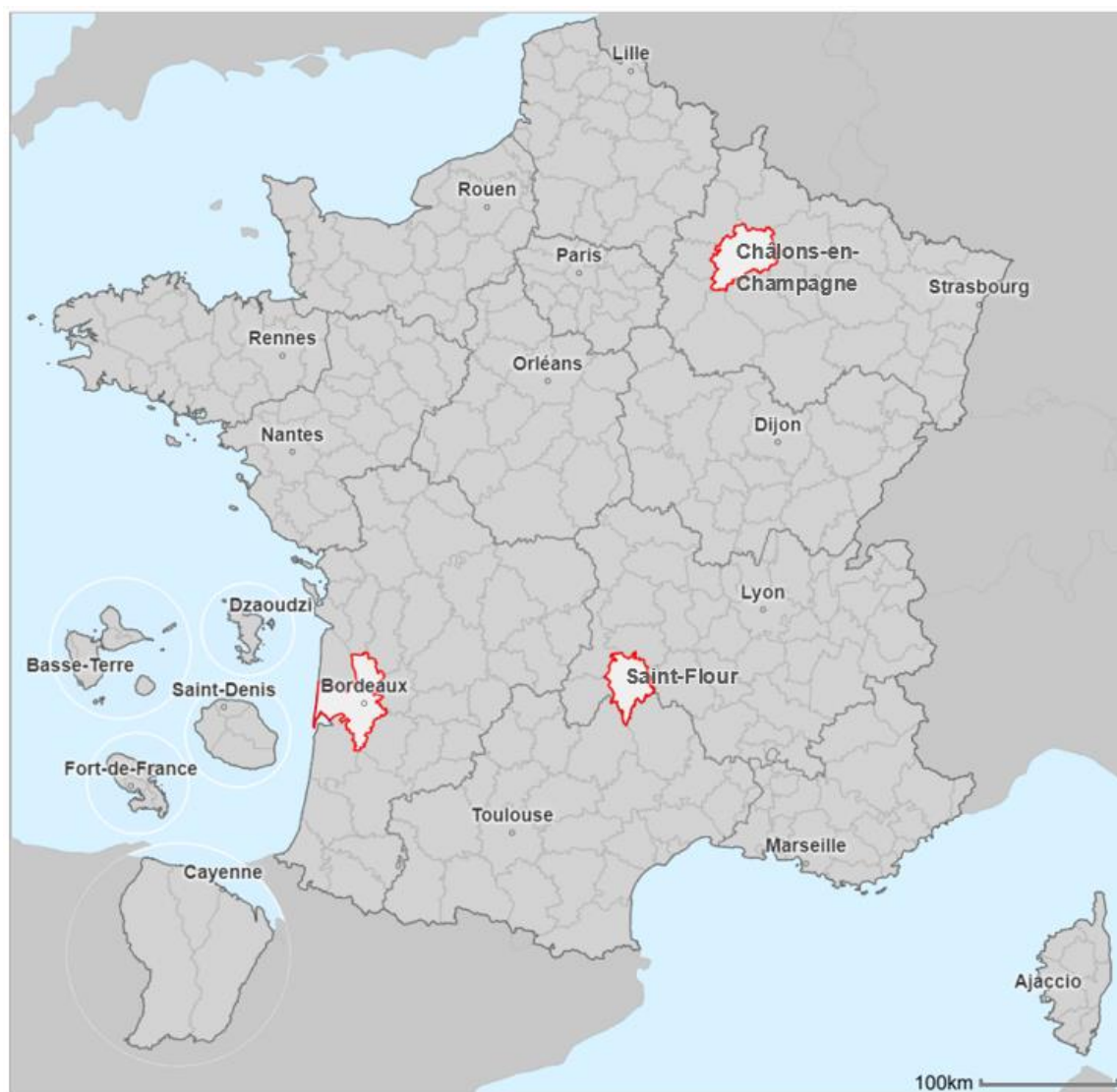


Figure 2 : Localisation des trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.

Cette analyse porte sur les états physiques et fonctionnels des territoires, avec 3 grands sous-systèmes relativement autonomes qui ont été distingués :

- Le vivant (espaces agricoles, et naturels, ...)
- Les infrastructures (bâti de logements, et tertiaire, infrastructures de transport, de télécoms, énergétiques, de gestion des déchets, ...)
- La production et les modes de vie, (et la compétitivité, les compétences, les images, l’immatériel, ...)

Ces trois sous systèmes sont eux-mêmes divisés en sous-catégories (voir Annexe 1), et dans chaque item, une ou deux variables doivent suffire à représenter la problématique. La sélection de ces variables se fait selon plusieurs critères : si possibles, des données des années passées existent, les variables sélectionnées ne doivent pas être corrélées, dans l’idéal, les données sont au niveau de la zone d’emploi, et les données sont disponibles sur l’ensemble du territoire français.

4.2. Méthode de recueil de données

Afin d’avoir des données pour toutes les zones d’emploi du territoire, l’utilisation de Geoclip a été privilégiée, ainsi, la plupart des données proviennent de l’Observatoire des Territoires - ANCT (s. d.). A partir d’Agreste (s. d.), on obtient des données concernant l’agriculture. Certaines données n’étant pas disponibles sur ces Geoclip, d’autres sources ont été utilisées, notamment en ce qui concerne le climat et l’énergie.

En effet, Météo France (s. d.-a) a fourni la plupart des données concernant le climat dans un premier temps, l’utilisation du site Climadiag Commune étant simple, puis, les données au niveau de la France entière ont été trouvées sur le site de la DRIAS^{les futurs du climat}, ce portail permet en effet de télécharger des données climatiques issues des principaux laboratoires de modélisation du climat en France (Météo France, s. d.-b). Les données ainsi obtenues correspondent à une valeur de référence qui est la valeur pour la période de référence : de 1976 à 2005, ainsi que des prévisions sur 2030, 2050 et 2100, avec différents scénarios prévus (haut, médian et bas). Le scénario médian correspond à la valeur médiane attendue et les scénarios bas et haut correspondent respectivement aux bornes inférieures et supérieures de l’intervalle à 90% pour la majorité des scénarios. (Météo France, s. d.-a)

Au niveau des données qui concernent les émissions de gaz à effet de serre, les données ont dans un premier temps été récoltées auprès des agences et observatoires régionaux pour les EPCI de Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux, ce qui demande donc un traitement à la main des données. En effet, les données n’avaient pas les mêmes unités, et ne couvraient pas les mêmes dates. L’ORCAE Auvergne-Rhône-Alpes (s. d.) fournissait des données des 1990 à 2022 pour Saint-Flour, Atmo Grand Est (s. d.) des données allant de 1990 à 2021 pour Châlons-en-Champagne et TerriSTORY (s. d.) des données allant seulement de 2015 à 2021 pour Bordeaux.

Ainsi, dans un souci d’automatisation, c’est auprès du Citepa que ces données ont été récoltées pour toutes les communes françaises pour les années 2016, 2018 et 2021. Ces données sont dans un format qui permet une spatialisation des émissions inventoriées. (Gavel, 2023)

Pour les années 2016 et 2018, les données présentaient les émissions de différents gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, HFC, NH₃, N₂O, SF₆, PFC) dans différents domaines (énergie, industrie hors énergie, résidentiel, tertiaire, déchets, routier, autres transports, autres transports internationaux, agriculture et aussi CO₂ biomasse)) en tCO₂eq mais pas le total par commune, ce qui a été calculé en additionnant les émissions de tous ces gaz.

Diverses sources ont également permis d'obtenir des cartes lors de la recherche d'informations.

4.3. Le scénario tendanciel mis en œuvre

4.3.1. La projection linéaire

Afin de projeter les données, nous utilisons une courbe de tendance linéaire tracée à l'aide du logiciel Excel. Cette courbe de tendance est utilisée sur les données que l'on peut récolter sur plusieurs années (10 ans, 20 ans et parfois plus). Dans la majorité des cas, la courbe se présente comme ci-dessous (Figure 3).

On obtient cette droite en traçant une courbe de tendance de type « Prédiction linéaire » sur Excel. On peut également calculer les coefficients a et b de la droite d'équation $y = ax + b$ afin de calculer les valeurs correspondant aux années pour lesquelles on souhaite avoir une projection.

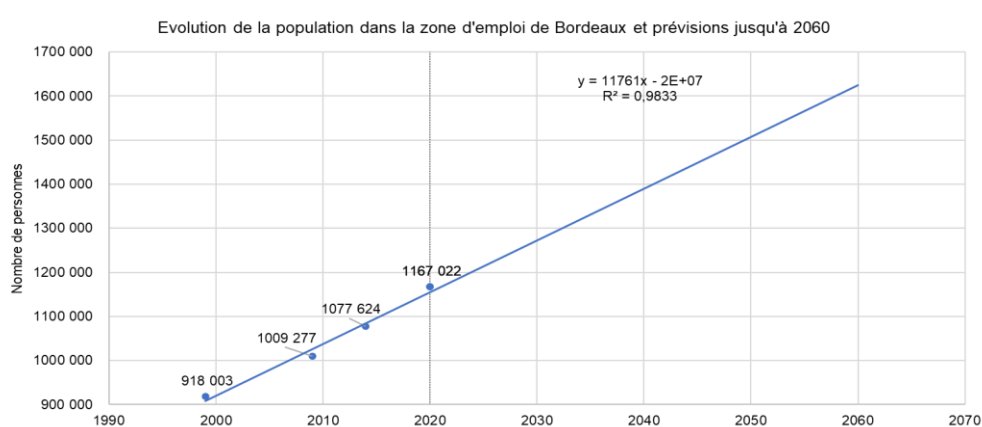


Figure 3 : Exemple de prévision linéaire

Cependant, il existe des cas spécifiques, comme les ruptures de tendance par exemple. En effet, lorsqu'un changement de tendance est observé, la projection est faite à partir de la tendance la plus récente, avec l'idée que cette tendance en particulier est celle qui est la plus probable. Dans l'exemple ci-dessous (Figure 4), le choix est fait d'utiliser les données de 2018 à 2021 pour tracer la projection linéaire.

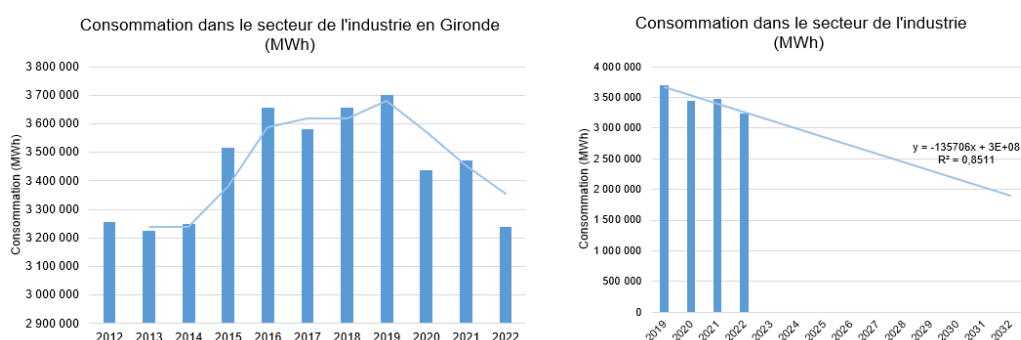


Figure 4 : Exemple de rupture de tendance

Les données issues de Climadiag sont des projections sur 2030, 2050 et 2100, avec trois scénarios différents pour chaque indicateur (valeur basse, valeur médiane, valeur haute) (Figure 5). Les graphiques formés à partir de ces données comportent des courbes de tendance pour un seul des scénarios : la valeur haute (Figure 6).

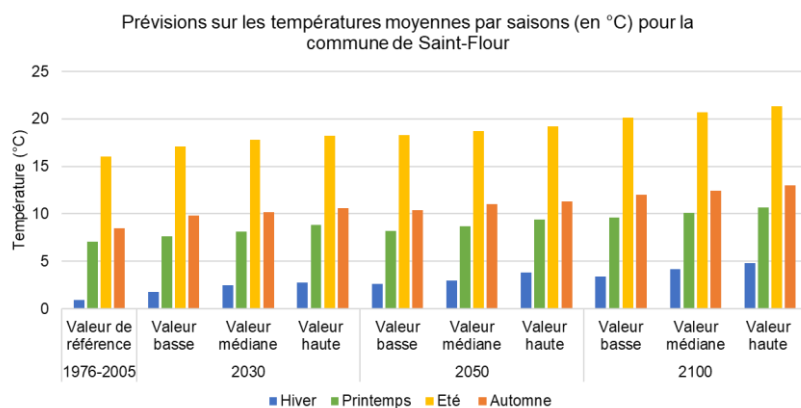


Figure 5 : Exemple de graphique concernant le climat

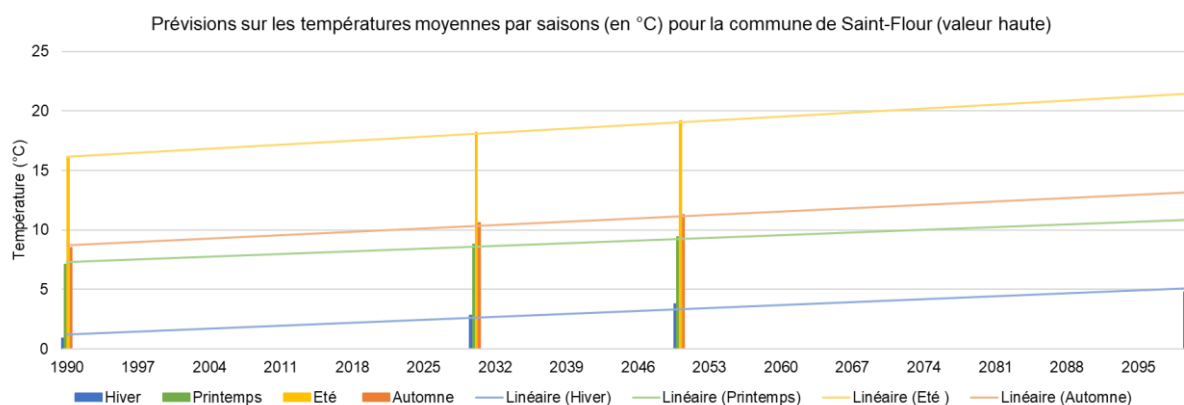


Figure 6 : Exemple de graphique présentant un seul scénario

Pour les données concernant la consommation d'énergie et les émissions de GES, ainsi que sur la production d'énergie, le total a été calculé en faisant la somme de toutes les catégories pour chaque année. La courbe de tendance est alors obtenue à partir de cette valeur totale. Un premier graphique présente l'évolution, et la projection est faite dans un graphique séparé avec un pas de 10 ans (5 dans le cas de Bordeaux la première année disponible étant 2015) (Figure 7).

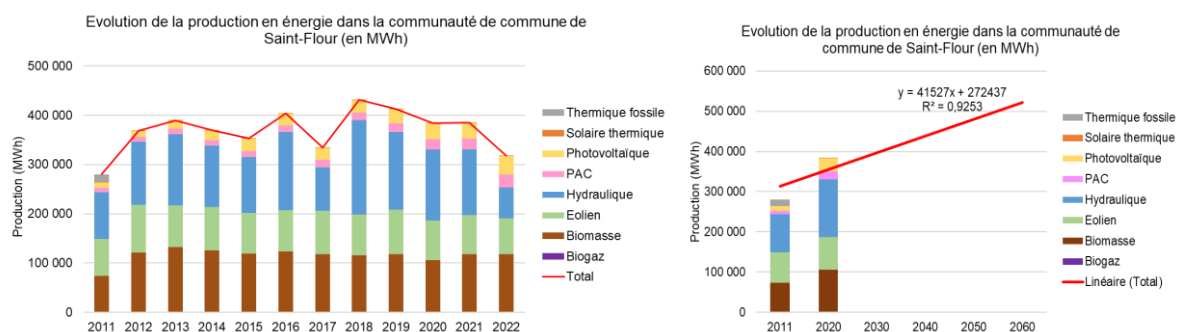


Figure 7 : Exemple de graphiques présentant la production d'énergie

Dans chaque cas, le R^2 est calculé afin d'avoir une idée de la précision de la régression linéaire, et donc de la fiabilité des projections que l'on peut faire.

4.3.2. Une analyse plus nuancée : test de Fisher et intervalles de projection

4.3.2.1. Test de Fisher

Afin de déterminer avec plus de précision la qualité de la régression linéaire, on peut mettre en œuvre un test de Fisher.

En effet, nous avons cherché à tester la significativité de la régression linéaire. Nous avons donc d'après Fermin Rodriguez (s.d.) :

$H_0 : a=0$

$H_1 : a \neq 0$

Avec $y = ax + b$

Et pour tester cela, nous utilisons la statistique F de Fisher :

$$F = (n - 2) \frac{R^2}{1 - R^2} = \frac{\frac{SCE}{1}}{\frac{SCR}{n - 2}}$$

La statistique F suit la loi de Fisher à $(1, n - 2)$ ddl.

si $\alpha_{obs} \leq \alpha$, on rejette H_0 au risque d'erreur α .

Avec $\alpha_{obs} = PH0(F(1, n - 2) > (n - 2) \frac{r^2}{1 - r^2})$

Dans Excel, la valeur de α_{obs} est donnée par la formule =LOI.INVERSE.F (α ; 1 ; n-2)

4.3.2.2. Intervalles de prédiction

Des intervalles de prédiction permettent également de représenter la qualité de la projection linéaire, ces intervalles sont représentés sous la forme de deux hyperboles plus ou moins proches de la droite de régression linéaire. De façon générale, l'intervalle s'éloigne de la droite au fur et à mesure du temps, comme sur la figure x. Cela peut ainsi permettre de déterminer une année seuil à partir de laquelle les prédictions pourraient être trop éloignées de la droite.

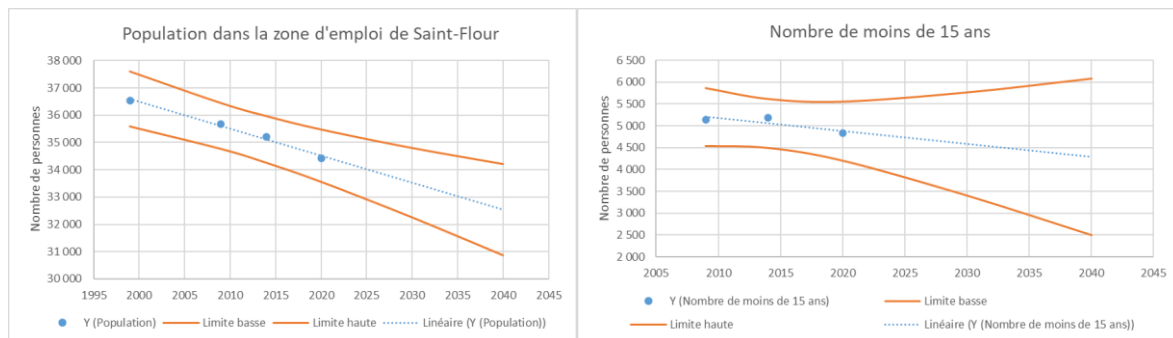


Figure x : Exemples d'intervalles de prédiction

La décision a été prise de ne représenter ces intervalles que jusqu'en 2040, car ils s'éloignaient beaucoup de la droite après cela, *on peut donc penser que des projections à plus de 2040 sont aberrantes.*

Les intervalles sont calculés à partir de la formule donnée par Fermin Rodriguez (s.d.), un intervalle au niveau $1-\alpha$ est donc calculé de la manière suivante :

$$\left[\hat{y}_{n+1}^p - t \hat{\sigma} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_j - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}}, \hat{y}_{n+1}^p + t \hat{\sigma} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_j - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}} \right]$$

Avec :

$\hat{y}_{n+1}^p$: le y associé à l'évènement n+1

t : le quantile de niveau $(1 - \frac{\alpha}{2})$ d'une loi de Student $n - 2$

σ : l'écart type

n : le nombre d'évènements

x_i : l'ensemble des x

x_j : le x associé à l'évènement j

$\bar{x}$: la moyenne des x

Il est à noter que n+1 et j représentent le même évènement.

Selon Fermin Rodriguez (s.d.), plus le point à prévoir est éloigné de la moyenne $\bar{x}$, plus l'intervalle sera grand. De plus, elle ajoute que lorsque le x_{n+1} est inclus dans l'étendue des x_i , la variance est relativement constante, mais lorsque x_{n+1} est en dehors de l'étendue des x_i , l'intervalle a la forme d'une hyperbole.

Cette formule a été mise en œuvre afin de représenter des intervalles de prédictions, avec $\alpha=0,05$. Ci-dessous, les flèches montrent ces notations utilisées pour chaque variable sur le logiciel, les notations sont celles utilisées dans le Tableau 2.

Y0

$$\left[\hat{y}_{n+1}^p - t \hat{\sigma} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_j - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}}, \hat{y}_{n+1}^p + t \hat{\sigma} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_j - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}} \right]$$

s.e. n

Limite basse Limite haute

t Student

moyenne des X

x

$$\left[\hat{y}_{n+1}^p - t \hat{\sigma} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_j - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}}, \hat{y}_{n+1}^p + t \hat{\sigma} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_j - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}} \right]$$

$\sum (x_i - \bar{x})$

Limite basse Limite haute

Tableau 2 : Exemple de table de calcul des intervalles de prédiction sur Excel.

X (Années)	Y (Bilan hydrique annuel)	Yth	Résidus	SCT	SCE	SCR	s.e	Limite basse	Limite haute	Y0
1985	595	480,48583	-115	80148,59003	28422,95668	13113,49514	204,3533226	2,490956627	958,4807033	480,48583
1986	-50	471,3727979	521	130967,8006	25433,25196	271829,5944	203,6210169	-4,909167731	947,6547635	471,3727979
1987	405	462,2597658	57	8668,590028	22609,64195	3278,680784	202,9269683	-12,39877784	936,9183095	462,2597658
1988	65	453,1467338	388	60957,01108	19952,12664	150657,8869	202,2715706	-19,97879486	926,2722624	453,1467338
1989	570	444,0337017	-126	66618,32687	17460,70604	15867,5083	201,6552008	-27,65010027	915,7175037	444,0337017
1990	475	434,9206697	-40	26603,32687	15135,38015	1606,352721	201,0782176	-35,41353356	905,2548729	434,9206697
1991	705	425,8076376	-279	154531,7479	12976,14896	77948,37522	200,5409611	-43,26988993	894,8851651	425,8076376
1992	330	416,8996055	81	327,8600594	10983,01248	7515,399629	200,49437014	-51,21391807	884,8951291	416,8996055
1993	450	407,5815735	-42	19073,06371	9155,870705	1799,322909	199,5868876	-59,26431804	874,427465	407,5815735
1994	705	398,4685414	-307	154531,7479	7495,023638	93961,5351	199,1706476	-67,40373925	864,3408221	398,4685414
1995	315	389,3555094	74	9,64265928	6000,171278	5528,741772	198,7952804	-75,63877859	854,3497973	389,3555094
1996	425	380,2424773	-45	12792,80055	4671,413625	2003,235839	198,461036	-83,96997859	844,4549332	380,2424773
1997	395	371,1294452	-24	6906,484765	3508,750678	569,8033848	198,1681044	-92,39782584	834,6567163	371,1294452
1998	405	362,0164132	-43	8668,590028	2512,182438	1847,588736	197,9100751	-100,9227495	824,9555758	362,0164132
1999	680	352,9033811	-327	135501,4848	1681,708905	106992,1981	197,7069064	-109,5451199	815,3518821	352,9033811
2000	485	343,7903491	-141	29965,43213	1017,330078	19940,16552	197,5389311	-118,2652474	805,8459455	343,7903491
2001	495	334,677317	-160	33527,5374	519,0459583	25703,36269	197,4128559	-127,0833817	796,4380157	334,677317
2002	405	325,5642849	-79	8668,590028	186,856545	6310,032828	197,3287609	-135,9997106	787,1282805	325,5642849
2003	35	316,4512529	281	76670,69529	20,76183833	79214,80774	197,2867	-145,0143596	777,9168654	316,4512529
2004	205	307,3382208	102	11426,48476	20,76183833	10473,11144	197,2867	-154,1273917	768,8038333	307,3382208
2005	150	298,251888	148	26209,90582	186,856545	21970,70658	197,3287609	-163,3388068	759,7891843	298,251888
2006	305	289,1121567	-16	47,53739612	519,0459583	252,423565	197,4128559	-172,648542	750,8728554	289,1121567
2007	380	279,9991246	-100	4638,32687	1017,330078	10000,17507	197,5389311	-182,0564719	742,0547211	279,9991246
2008	505	270,8860926	-234	37289,64266	1681,708905	54809,32165	197,7069064	-191,5624084	733,3345935	270,8860926
2009	205	261,7730605	57	11426,48476	2512,182438	3223,1804	197,9166751	-201,1661021	724,7122232	261,7730605
2010	202	252,6600284	51	12076,85319	3508,750678	2566,438483	198,1681044	-210,8672426	716,1872995	252,6600284
2011	-50	243,5469964	294	130967,8006	4671,413625	86169,83909	198,461036	-220,6654595	707,7594523	243,5469964
2012	170	234,4339643	64	20134,11634	6000,171278	4151,735759	198,7952864	-230,5603236	699,4282523	234,4339643
2013	330	225,3209323	-105	327,800554	7495,023638	10957,70722	199,1706476	-240,5513484	691,1932129	225,3209323
2014	315	216,2079002	-99	9,64265928	9155,870705	9759,878981	199,5868876	-250,6379913	683,0537917	216,2079002
2015	30	207,0948681	177	79464,64266	10983,01248	31362,59232	200,0437514	-260,8196555	675,0093918	207,0948681
2016	420	197,9818361	-222	11686,74792	12976,14896	49292,06511	200,5409611	-271,0956914	667,0593636	197,9818361
2017	275	188,868804	-86	1361,221607	15135,38015	7418,58292	201,0782176	-281,4653992	659,2030072	188,868804
2018	50	179,755772	130	68588,85319	17460,70604	16836,56036	201,6552008	-291,92803	651,439574	179,755772
2019	200	170,6427399	-29	12520,43213	19952,12664	861,8487202	202,2715706	-302,4827887	643,7682685	170,6427399
2020	130	161,5297078	32	33085,69529	22609,64195	994,1224768	202,9269683	-313,1288358	636,1882515	161,5297078
2021	345	152,4166758	-193	1095,958449	25433,25196	37088,33677	203,6210169	-323,8652898	628,6986414	152,4166758
2022	-205	143,3036437	348	267180,169	28422,95668	121315,4282	204,3533226	-334,6912296	621,2985171	143,3036437
2030				SCT	SCE	SCR	211,5369941	-424,3985315	565,197306	70,39938724
2040				1744677,579	379484,8811	1365192,698	223,5536488	-543,6365396	502,1746728	-20,73093336
2050							238,4624844	-669,6395351	445,9170721	-111,861254
2060							255,758221	-801,2256375	395,2424883	-202,9915746
2070							274,9908495	-937,3422481	349,0984577	-294,1218952
2100							340,8838481	-1364,860949	229,8352346	-567,512857
								a	-9,11303206	
Pente	-9,11303206	18569,85447	Ordonnée à l'origine					b	18569,85447	
Ecart type de la pente	2,880788583	5771,746377	Ecart type de l'ordonnée à l'origine					r	-0,466379711	
Coefficient de détermination de la pente (R²)	0,217510035	194,7357681	Ecart type par rapport à la moyenne Y					R²	0,217510035	
Fisher	10,00697978	36	ddl							
Somme des carrés des écarts par rapport à la moyenne des Y	379484,8811	1365192,698	Somme des carrés des résidus					σ	194,7357681	
								α	0,05	
source de la variation	somme des carrés	ddl	moyenne des carrés	F	Valeur F critique	Valeur p		α/2	0,025	
régression(x)	379484,881	1	379484,8811	10,00697978	4,113165277	0,00316365		n	38	
résidus	1365192,698	36	37922,01939					ddl	36	
					H1 retenue, la variable est explicative	H1 retenue				
totale	1744677,579	37		Décision				t Student	2,339060933	
								moyenne des X	2003,5	
								y0	18569,85447	
								Σ(xi- x)	4569,5	

Cette approche par analyse statistique des données du passé est une des approches pouvant permettre de définir les champs des possibles dans le scénario tendanciel, néanmoins, elle ne prend pas en compte les différents aléas qui pourraient entrer en jeu.

5. Présentation des livrables

5.1. Un début de comparaison entre les trois zones d'emploi étudiées

De ce travail, on peut tirer un début de comparaison entre les trois territoires étudiés sur plusieurs thématiques variées.

5.1.1. Sous système du vivant

5.1.1.1. Occupation des sols

Dans les zones d'emploi de Bordeaux et de Châlons-en-Champagne, plus de la moitié du territoire est occupée par des forêts et milieux semi-naturels, alors que dans la ZE de Saint-Flour, la surface est majoritairement divisée entre les territoires agricoles (56%) et les forêts et milieux semi-naturels (43%).

Dans les ZE de Bordeaux et de Saint-Flour, on observe une diminution de la SAU, de 6,6 hectares et 1,2 hectares respectivement entre 2010 et 2020. Sur la même période, une augmentation de cette surface de 1 hectare dans la ZE de Châlons-en-Champagne est observable. Malgré cela, la SAU par exploitation augmente dans les trois zones d'emploi, comme le montre la figure 8.

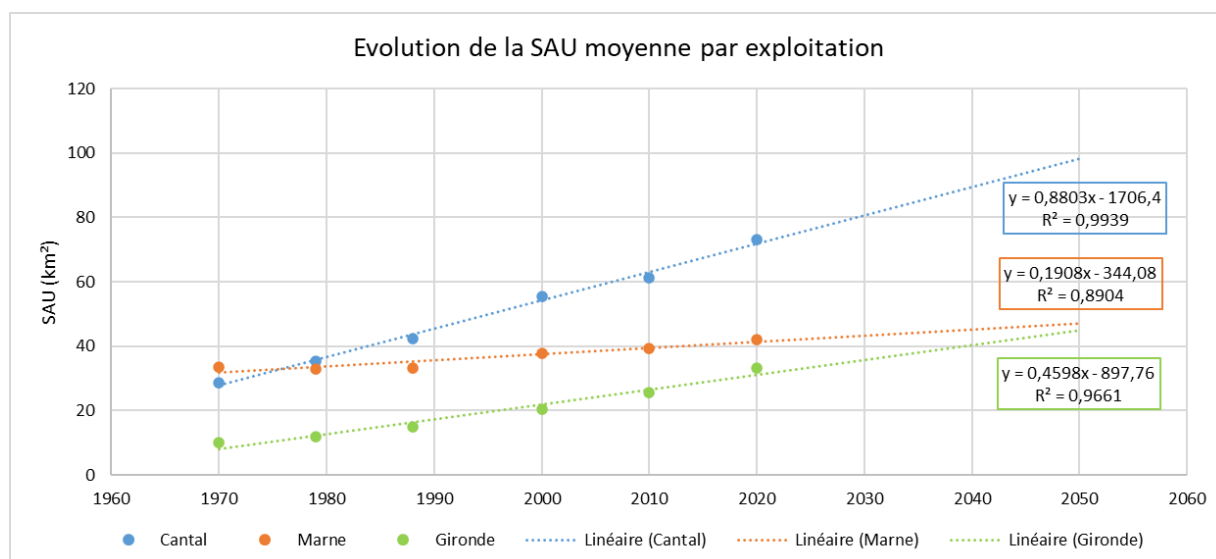


Figure 8 : Evolution de la Surface Agricole Utile moyenne par exploitation (en km²) de 1970 à 2020, avec une projection jusqu'en 2050

La surface artificialisée quant à elle a fortement augmenté entre 2009 et 2021 à Bordeaux, avec 4 432,8 hectares artificialisés pendant ce temps. La surface artificialisée a augmenté plus lentement dans les deux autres ZE, avec une augmentation de 656,7 hectares à Châlons-en-Champagne et de 275,5 à Saint-Flour.

Parmi les trois ZE étudiées, celle de Saint-Flour est celle qui contient le moins d'espaces urbains (1,2% seulement), la ZE de Châlons-en-Champagne en contient également peu (5,2%), la ZE de Bordeaux quant à elle est plus urbanisée, avec 37,8% de sa superficie en milieu urbain (Figure 9). (Observatoire des Territoires - ANCT, s. d.)

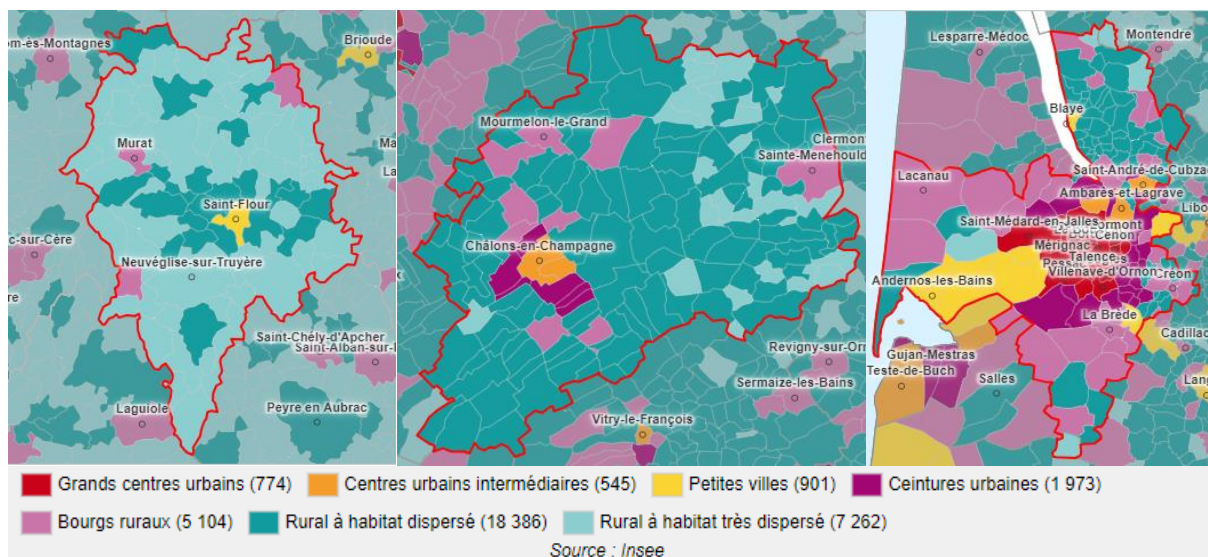


Figure 9 : la grille communale de densité des trois zones d'emplois : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.

5.1.1.2. L'eau

Au niveau des précipitations sur les trois communes étudiées, les prévisions sont similaires, en effet, Météo France (s.d.-a) prévoit peu de changements mais une augmentation du nombre de jours avec précipitations est à prévoir en hiver, et une diminution est à prévoir en été d'ici 2100.

La qualité de l'eau du robinet elle varie selon les départements, la conformité vis-à-vis des pesticides est la meilleure en Gironde (entre 98 et 100%), puis dans le Cantal (de 90 à 98%) et enfin dans la Marne où elle est inférieure à 80%. De même pour la conformité vis-à-vis des nitrates, qui est à 100% en Gironde et dans le Cantal, et entre 95 et 99% dans la Marne. (DGS,2023)

Les zones d'emploi de Saint-Flour et de Bordeaux se situent dans le même bassin versant : le bassin Adour-Garonne, où les prélèvements sont majoritairement dus à l'agriculture et aux usages domestique, et la consommation, est surtout due à l'agriculture. La zone d'emploi de Châlons-en-Champagne quant à elle est située dans le bassin Seine-Normandie, dans lequel les prélèvements sont majoritairement dus aux canaux et aux usages domestique, et la consommation, est principalement du fait de l'agriculture et des usages domestiques. (Arambourou et al., 2024)

5.1.1.3. L'agriculture

La commune de Saint-Flour, comme le reste de cette zone d'emploi, est plutôt spécialisée dans l'élevage de bovins (pour la viande, le lait, ou mixte). Dans la zone d'emploi de Châlons en Champagne, on observe en grande majorité des grandes cultures, mais aussi, des communes spécialisées dans les céréales et oléo-protéagineux, la polyculture et le poly-élevage, ainsi que quelques communes spécialisées dans la viticulture. Au niveau de la zone d'emploi de Bordeaux, environ la moitié de la surface est dédiée à une production viticole, l'autre partie de la ZE est dédiées à des productions variées, telles que des grandes cultures, des céréales/oléo-protéagineux, de polyculture ou du poly élevage, également, quelques communes sont principalement dans la culture de fruits, ou de fleurs et quelques autres sont dans l'élevage de bovins ou de porcins. (Figure 10) (Agreste, s. d.)

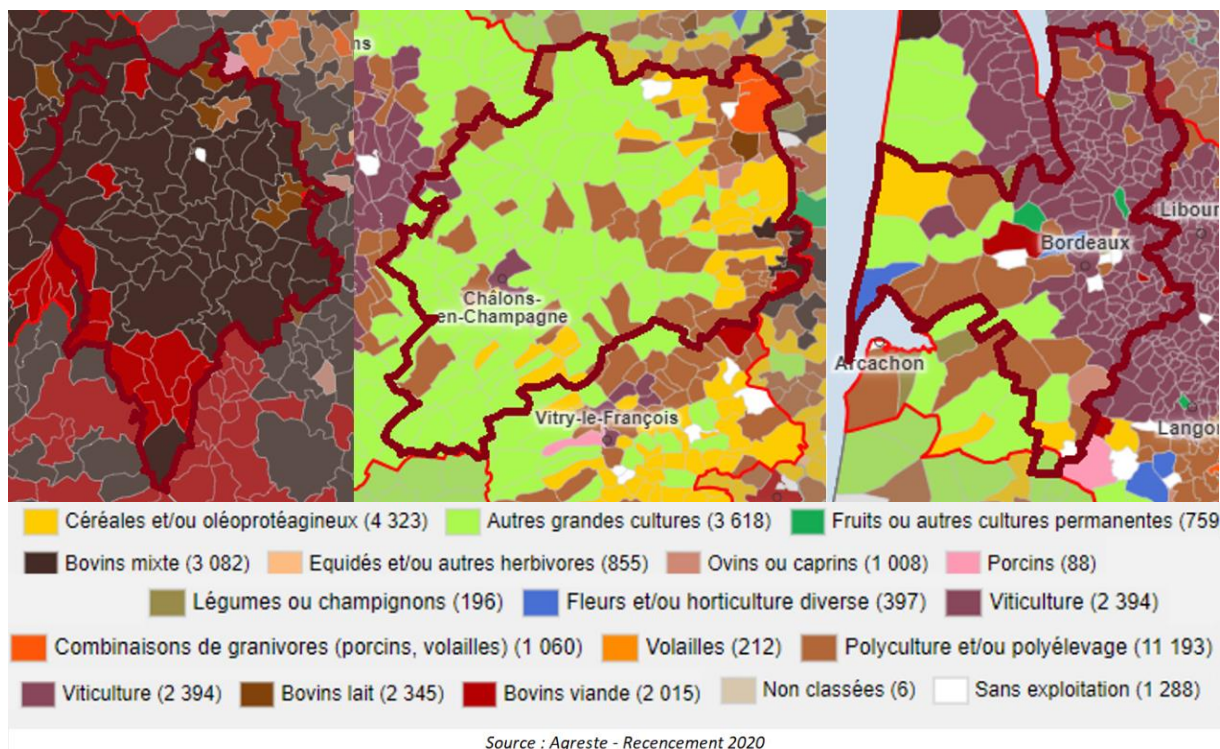


Figure 10 : Cultures et élevages majoritaires dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.

Ces spécialisations semblent se répercuter sur l'indice de fréquence de traitement phytosanitaire (IFT) total moyen par commune¹ qui est plus élevé dans les départements de la Gironde et de la Marne que dans le Cantal. En effet, Dans les zones d'emploi de Châlons-en-Champagne et de Bordeaux, où les cultures sont majoritaires, l'IFT est compris entre 0 et 21,56, alors que dans la ZE de Saint-Flour, où l'élevage est plus important, il varie seulement de 0 à 1,88 (figure 11). (Solagro, s. d.)

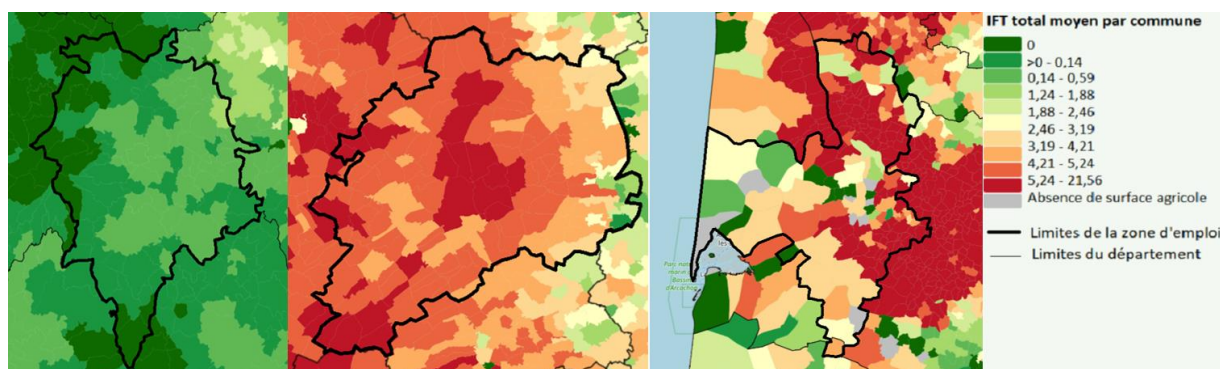


Figure 11 : IFT total moyen par commune dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.

Parmi les trois zones d'emploi étudiées, Saint-Flour semble être celle pour laquelle l'agriculture a le plus d'importance. Il s'agit effectivement d'un secteur qui émet beaucoup de gaz à effet de serre (69,3%), surtout en comparaison aux autres ZE (25,9% à Châlons-en-Champagne et 2% à Bordeaux). Les agriculteurs exploitants représentent également une part plus importante de la population bien que leur nombre soit en diminution, ce qui est le cas dans les trois zones d'emploi, les agriculteurs

¹ L'Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT) total moyen par commune correspond au nombre de doses de produits phytosanitaires appliquées par hectare pendant une campagne culturale, cet indice se rapporte uniquement à la surface agricole de la commune et concerne tous les produits de synthèse (herbicides, insecticides, fongicides, traitements de semences, ...) (Solagro, s. d.).

exploitants y représentent en effet 10,9% de la population en 2020, en comparaison, ils représentent 2% à Châlons-en-Champagne et 0,2% à Bordeaux. (Observatoire des Territoires - ANCT, s. d.)

5.1.2. Sous système du vivant

5.1.2.1. Les logements

Dans les trois ZE, le nombre de logements est en augmentation, notamment le nombre de résidences principales. Ces résidences sont en plus forte croissance à Bordeaux (+41% entre 1999 et 2020), puis à Châlons-en-Champagne (+25%) et enfin à Saint-Flour (+7%). A Saint-Flour, on observe un phénomène qui n'est pas visible dans les deux autres ZE : le nombre de logements vacants augmente avec le nombre de résidences principales (+15%), et ces dernières continuent d'augmenter alors que le nombre de personnes dans la ZE diminue. Cela a sans doute à voir avec l'âge des logements, Saint-Flour étant la ZE avec les logements les plus anciens (plus de 50% ont été construits avant 1970), en comparaison, à Châlons-en-Champagne, 44,1% ont été construits avant 1970 et 33,3% à Bordeaux (Figure 12). (Insee, s. d.-a, b, c)

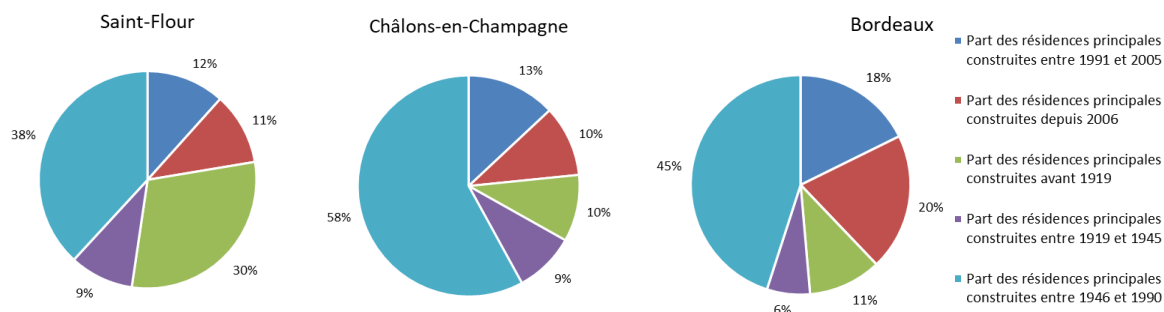


Figure 12 : Date de construction des résidences principales dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.

Parmi les trois territoires étudiés, la communauté de communes de Saint-Flour contient la plus faible proportion de logements collectifs (19,9%), mais aussi la plus importante proportion de grands logements (plus de trois pièces) (74,6%) ce qui entraîne de plus fortes consommations. La métropole de Bordeaux est celle qui compte le plus de logements collectifs (60,2%) et le moins de logements de grande taille (46,5%). (Enedis, s. d.-a, b, c)

Ainsi, on peut imaginer que la consommation en énergie est plus importante dans pour les logements de la CC de Saint-Flour que pour ceux de la CA de Châlons-en-Champagne, qui eux-mêmes ont une consommation plus élevée que ceux de la métropole de Bordeaux.

5.1.2.2. Les risques pour la ville

Le risque de retrait gonflement des argiles est présent dans les trois ZE étudiées à des niveaux différents. En effet, dans la ZE de Châlons-en-Champagne, les risque est présent mais reste plutôt faible, il est moyen et fort dans l'est de la ZE. La commune même n'est couverte que faiblement exposée à ce risque en particulier. La ZE de Saint-Flour est également faiblement exposée de manière générale mais l'exposition est moyenne dans certaines zones, cette exposition moyenne est assez dispersée. Néanmoins, l'exposition est forte au niveau de la commune de Saint-Flour et de ses environs, elle est également forte à Chaudes-Aigues. La ZE de Bordeaux quant à elle est plus exposée à ce risque, en effet, la moitié nord-est de la ZE est exposée moyennement et fortement au retrait gonflement des argiles, la ville de Bordeaux incluse (Figure 13). (Géorisques, s. d.)

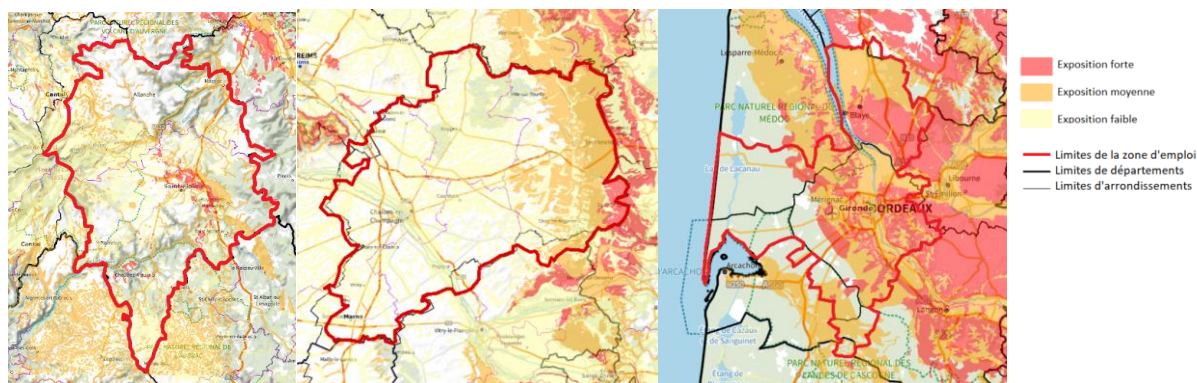


Figure 13 : Exposition à l'aléa retrait gonflement des argiles dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.

Le risque d'inondation est également présent dans les ZE de Châlons-en-Champagne et de Bordeaux. Dans la ZE de Châlons-en-Champagne, le risque de crues est présent et peut notamment toucher la ville de Châlons-en-Champagne. Ces crues sont de faible, moyenne, et forte probabilité. Au contraire, dans la ZE de Bordeaux, le risque de crue est majoritairement faible, voire moyen, ces crues de moyenne probabilité ne semblent pas toucher des villes. (Géorisques, s. d.) En plus de cela, la ZE de Bordeaux est soumise au risque de submersion marine, accru par le changement climatique, sur la partie nord-est de la ZE, et au sud-ouest également. (BRGM, s. d.)

5.1.2.3. Energie

Les trois territoires dépendent plus ou moins des énergies renouvelables pour la production d'énergie. La communauté de communes de Saint-Flour en dépend complètement (sa production se faisant par l'hydraulique, l'éolien et le photovoltaïque), la communauté d'agglomération de Châlons-en-Champagne en dépend au moins à 77%, et la métropole de Bordeaux au moins à 50% (Enedis, s. d.-a, b, c). Comme Saint-Flour est dépendant des énergies renouvelables, et que l'hydraulique a la part la plus importante dans la production de la CC de Saint-Flour, sa production d'énergie peut varier d'année en année. Ainsi, le territoire de Saint-Flour dépend beaucoup plus du climat pour sa production énergétique, qu'il s'agisse de l'ensoleillement, du vent, ou des périodes de sécheresse.

Dans les trois territoires étudiés, la production d'énergie à partir d'énergies renouvelables augmente d'année en année, La métropole de Bordeaux étant plus en avance que les autres, avec une production de 1 468,41 GWh issue des énergies renouvelables en 2022 (TerriSTORY, s. d.). Ensuite vient la CC de Saint-Flour avec une production de 318,08 GWh en 2022 (ORCAE Auvergne-Rhône-Alpes, s. d.), et enfin la CA de Châlons-en-Champagne avec 229,37 GWh produits en 2021 (Atmo Grand Est, s. d.).

Cette tendance est plutôt encourageante, d'autant plus que la consommation d'énergie a également tendance à diminuer dans les trois ECPI étudiés (Figure 14).

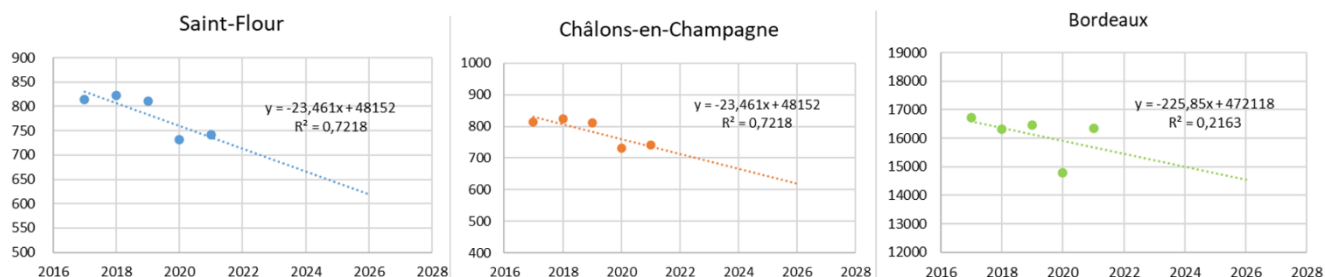


Figure 14 : La consommation totale en énergie dans les trois ECPI : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.

5.1.2.4. Mobilités

Il semblerait que plus la ZE soit rurale, plus un grand nombre de personnes possède au moins une voiture, en effet, 89% des ménages possèdent au moins une voiture pour Saint-Flour en 2020, 85% pour Châlons-en-Champagne et 82% pour Bordeaux. La voiture est également plus utilisée dans les déplacements domicile-travail : 77,4% des déplacements domicile-travail se faisaient en voiture en 2020 dans la ZE de Saint-Flour, 77,8% à Châlons-en-Champagne et 68,7% à Bordeaux. Au contraire, la part des transports en commun et du vélo vont en augmentant plus la ZE est urbanisée : la part des transports en communs à Saint-Flour en 2020 est de 0,6%, et celle du vélo de 0,4%, elles respectivement de 4,9% et 2,8% à Châlons-en-Champagne, et 14,5% et 6,5% à Bordeaux (Figure 15). (Insee, s. d.-a, b, c)

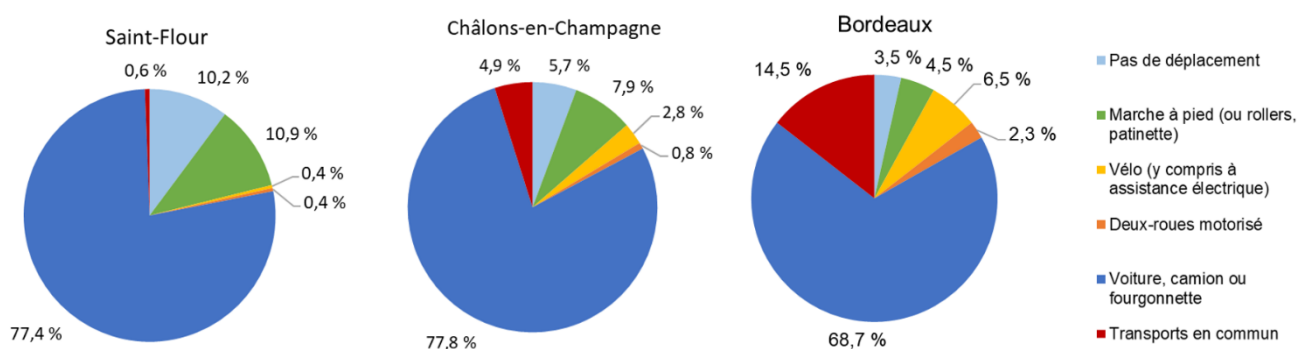


Figure 15 : Part des moyens de transports utilisés pour se rendre au travail en 2020 dans les trois zones d'emploi : Saint-Flour, Châlons-en-Champagne et Bordeaux.

Dans la ZE de Saint-Flour, la distance moyenne entre le domicile et le travail en 2020 était de 39 km, ce qui est supérieur à la moyenne française (33,8 km), le temps de trajet moyen pour ce même trajet était de 33,6 minutes, ce qui est aussi supérieur à la moyenne nationale (30,9 minutes). Dans les deux autres ZE, la distance moyenne et le temps de trajet moyen entre le domicile et le travail sont inférieurs à la moyenne nationale (33,4 km de distance et 29,4 minutes en moyenne pour Châlons-en-Champagne et 32,8 km et 29,2 minutes pour Bordeaux). (Observatoire des Territoires - ANCT, s. d.)

5.1.2.5. Gestion des déchets

Le département du Cantal est celui qui, parmi ceux étudiés, valorise le moins de déchets ménagers et assimilés (DMA). En effet, en 2021, 54,8% seulement des déchets sont valorisés, et 45,2% sont mis en déchetterie. En revanche, en Gironde, 82,6% des DMA sont valorisés (17,4% sont mis en déchetterie), et dans la Marne, c'est 93,8% des déchets qui sont valorisés, seuls 6,2% sont mis en déchetterie. En revanche, la quantité de DMA observée dans le Cantal (87 kt en 2021) soit inférieure à celle observée dans les deux autres départements (307 kt dans la Marne, et 1 010 kt en Gironde). De plus, la Marne est le seul département parmi les trois étudiés pour lequel la quantité de DMA a diminué entre 2009 et 2021 (-0,4%), la quantité de DMA augmente dans le Cantal (+4,7%) et en Gironde (+15,4%). (Observatoire des Territoires - ANCT, s. d.)

5.1.3. Sous système production et mode de vie humain, compétences et compétitivité

5.1.3.1. L'évolution de la population

La population de la ZE de Bordeaux est en augmentation (+27% entre 1999 et 2020), la population de la ZE de Châlons-en-Champagne elle aussi est en augmentation, mais plus lente (+0,5% sur la même période). La population de la ZE de Saint-Flour quant à elle est en diminution (-6%) (Figure 16).

On peut également observer une différence au niveau de l'âge des personnes qui habitent les ZE. En effet, le nombre de personnes de moins de 15 ans augmente dans la ZE de Bordeaux (+15% entre 2009 et 2020), là où il diminue dans les autres ZE (-4% à Châlons-en-Champagne et -6% à Saint-Flour), et le

nombre de personnes de 75 ans et plus diminue légèrement dans la ZE de Saint-Flour (-1%) mais augmente dans les autres (+9% à Châlons-en-Champagne et +16% à Bordeaux). Néanmoins, le nombre de personnes âgées de 60 à 74 ans augmente dans les trois ZE étudiées (+37% à Bordeaux, +29% à Saint-Flour et +26% à Châlons-en-Champagne). (Insee, s. d.-a, b, c)

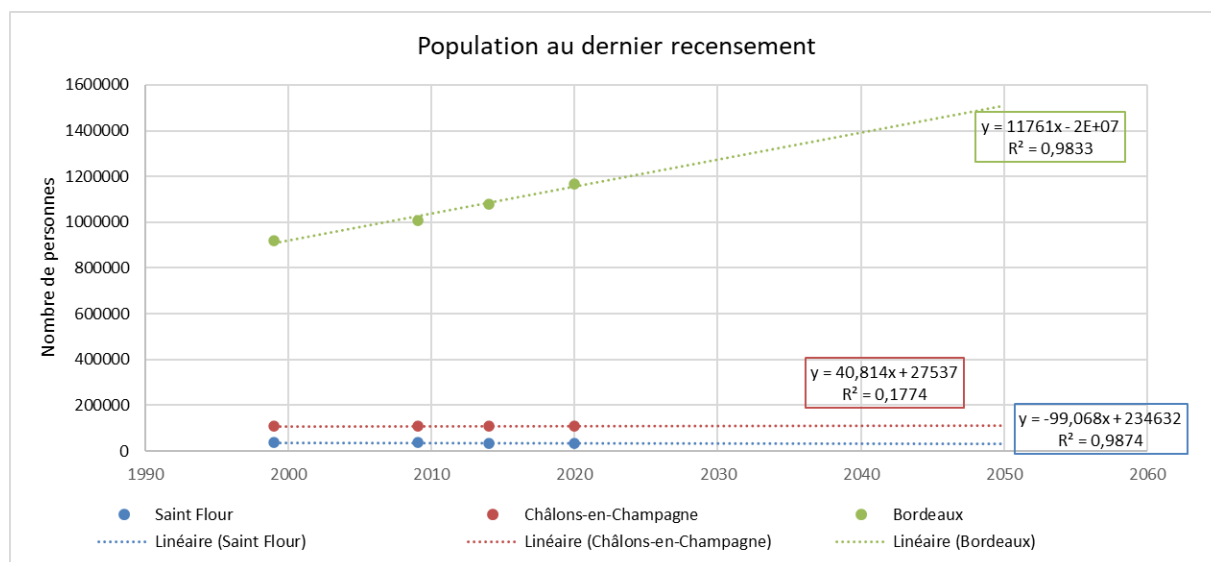


Figure 16 : Evolution de la population entre 1999 et 2020 et projection jusqu'en 2050

5.1.3.2. Niveau de vie

Dans les trois ZE, la catégorie sociale la plus représentée est la catégorie des retraités. On observe une proportion plus importante de cadres dans la ZE de Bordeaux que dans celles de Saint-Flour et de Châlons-en-Champagne : le ratio cadre-ouvrier est de 132,3 cadres pour 100 ouvriers à Bordeaux, contre 28,2 cadres pour 100 ouvriers à Saint-Flour et 44,2 cadres pour 100 ouvriers à Châlons-en-Champagne. (Observatoire des Territoires - ANCT, s. d.)

Le taux de pauvreté est similaire dans les trois ZE (12% à Bordeaux, 13% à Châlons-en-Champagne et 14% à Saint-Flour), mais le revenu selon l'âge diffère. En effet, le taux de pauvreté dans les ménages dont le référent fiscal a moins de 30 ans est plus important à Châlons-en-Champagne (26% en 2020) et à Bordeaux (23%) qu'à Saint-Flour (17%). A l'inverse, le taux de pauvreté dans les ménages dont le référent fiscal a 75 ans ou plus est plus important à Saint-Flour, où il est de 15%, que dans les deux autres ZE où il est de 8%. Un plus grand nombre de ménages sont aisés dans la ZE de Bordeaux, où plus de la moitié des ménages fiscaux sont imposés (56%) comparé aux autres ZE (49% à Châlons-en-Champagne et 39% à Saint-Flour). Le taux de chômage est plus faible dans la ZE de Saint-Flour (5,4%) que dans celles de Châlons-en-Champagne (8,9%) et Bordeaux (8,7%).

La ZE de Bordeaux compte également une plus grande proportion de diplômés du supérieur (40,1%), et une plus faible proportion de non diplômés que les autres ZE (20,1%) parmi les plus de 15 ans en 2020. Dans la ZE de Châlons-en-Champagne, la proportion de diplômés du supérieur est de 24% et celle de non diplômés de 29,2%, et dans la ZE de Saint-Flour, elles sont de 19,8% et 32,1% respectivement. (Observatoire des Territoires - ANCT, s. d.)

5.2. Des résultats à exploiter dans un cadre plus large

A partir de ces travaux, une automatisation est prévue pour les indicateurs qui sont disponibles au niveau de la France entière. L'objectif à court terme est d'avoir une base de données importante qui couvre le territoire entier sur plusieurs thématiques. A plus long terme, l'objectif est de développer un scénario tendanciel sur toutes les ZE², ce qui pourra servir de base pour les scénarios contrastés. De plus, le scénario tendanciel permet d'avoir une partie quantitative dans le travail, là où les scénarios contrastés seront une partie plus explorative.

En préparation de ces scénarios contrastés, des interviews vont être réalisées et un travail de bibliographie également. Les prospectives faites par les différentes collectivités peuvent être regardées et analysées dans le but de voir comment celles-ci se voient et voient leur territoire. Des sondages peuvent également être réalisés auprès de collectivités, afin de voir comment elles envisagent le futur de leur territoire. Des sondages peuvent aussi être réalisées auprès de spécialistes sur des thématiques qui ne semblent pas claires au niveau local, ou bien au niveau national.

² Si la donnée est indisponible au niveau de la zone d'emploi, elle sera disponible à un niveau proche, comme le département ou l'EPCI.

6. Présentation du déroulé de la mission

Lors de ce stage, j'ai commencé par chercher des données sur la ZE de Saint-Flour, ce qui a pris du temps (plusieurs semaines), ce travail a ensuite été étendu aux ZE de Châlons-en-Champagne et de Bordeaux, ce qui a pris moins longtemps comme le processus était le même et que les sources de la plupart des données étaient les mêmes. Par la suite, des fiches récapitulatives ont été rédigées pour chaque ZE afin de résumer les résultats sur les thèmes principaux qui ont été abordés. A partir de ces fiches, un début de comparaison a été rédigé.

Ensuite, le 25 juin, une réunion a eu lieu entre les différentes personnes qui participent à la démarche prospective où j'ai présenté mes travaux dans leur état d'avancement. Cette réunion avait été prévue depuis longtemps, avant mon arrivée, et les documents nécessaires ont été transmis aux participants plusieurs jours en avance afin de leur permettre de les lire s'ils le souhaitaient.

C'est lors de cette réunion que le fait d'automatiser le tendancier a été décidé, j'ai donc cherché des données en vue de cette automatisation.

Chaque semaine, une réunion d'avancement était prévue avec mon maître de stage afin de voir comment j'avais avancé dans le travail pendant la semaine, ce qui pouvait être amélioré et quelles choses étaient encore à faire pendant la semaine suivante.

Mon stage s'est déroulé en partie en télétravail, avec trois jours de télétravail autorisés par semaines. Puis le 1^{er} juillet, un incident a eu lieu, ce qui a mené à une inondation de la tour Séquoia. Lors de cette inondation, le système anti-incendie a été touché et à partir de ce moment-là, je suis passée totalement en télétravail. On a pu garder le contact par mail et avec des réunions toutes les semaines par visio-conférences. Le fait d'être en télétravail permet de gagner plus en autonomie, car on est poussé à chercher des solutions par nous-même plutôt que de demander à ses collègues immédiatement.

7. Retour réflexif sur la mission

La démarche mise en œuvre pour le scénario tendanciel est très statistique et prend seulement en compte les évolutions en fonctions des années. Malgré cela, les variables étudiées dépendent aussi de divers aléas qui eux n'ont pas été étudiés lors de cette analyse. C'est là que les scénarios contrastés pourront apporter plus de diversité. Les intervalles qui ont été calculés pour certaines variables sont également le résultat de cette approche très statistique, et ne prennent donc pas en compte les chocs qui pourraient avoir lieu. Mais les données historiques elles prennent en compte les chocs qui sont survenus, seulement, il faut les expliquer. En effet, si les données ne sont pas récoltées tous les ans, il y a le risque qu'une des années de sondage soit une année en haut ou en bas de cycle économique par exemple, ce qui pourrait avoir un impact sur les données récoltées. Un autre choc qui a eu un impact est la crise sanitaire liée au COVID 19, on peut donc parfois se demander si une tendance observable autour des années 2020 est liée à cette crise ou non. Les cycles économiques sont définis par Burns et Mitchell (1946, p.3) comme constituant de « phases d'expansion se produisant simultanément dans de nombreuses branches de l'économie, suivies de phases de récession, de contraction et de reprise tout aussi générales, qui se fondent dans la phase d'expansion du prochain cycle ; cette suite de modifications est répétitive, mais non périodique ; du point de vue de leur durée, les cycles varient de plus d'un an à dix ou douze ans »

Cette analyse a permis de mettre en lumière des contrastes entre les différentes zones d'emploi cela montre les limites de certains plans nationaux qui définissent des objectifs au niveau national sans prendre en compte les spécificités locales, comme par exemple la SNBC.

8. Conclusion

J'ai effectué mon stage de 4A au sein de l'IGEDD du ... , dans ce rapport, nous avons vu ce qu'est l'IGEDD, la méthode employée lors du scénario tendanciel, et les résultats de ce dernier, et à quoi ils vont servir. Nous avons également vu comment s'est déroulé ce stage.

À l'heure du bilan, je dirais que mon stage a été une expérience pleine d'apprentissage et dans laquelle j'ai pu mettre en pratique des savoirs acquis lors de ma formation. J'ai eu la chance de travailler sur un projet d'envergure pendant ces quelques mois et cette expérience était très enrichissante.

Mon maître de stage a été très pédagogue puisqu'il a pris le temps de m'expliquer l'ensemble des missions que je devais effectuer en amont, ainsi que le contexte dans lequel cette mission se plaçait. Il a passé du temps avec moi pour me guider au début de ce projet, me donnant notamment des pistes pour trouver des données. Il m'a permis de prendre des initiatives et ainsi de proposer mes idées. Alors que je n'étais que stagiaire, l'équipe m'a donné l'opportunité d'être écoutée.

J'ai choisi d'effectuer mon stage de 4A à l'IGEDD car la mission proposée me semblait intéressante, et je pensais pouvoir appliquer mes connaissances dans la réalisation de ce projet. Lors de ce stage, j'ai acquis des compétences en termes de communications, de recherche de données et de statistiques qui pourront m'être utiles non seulement dans la suite de mes études mais aussi dans ma future carrière. J'ai également appris beaucoup sur la communication en entreprise, comme j'ai travaillé aux côtés de plusieurs collègues. J'ai d'ailleurs réalisé par la même occasion que la communication entre les différents membres d'une équipe était un facteur clé de la réussite d'un projet, chose dont je saurais me souvenir pour plus tard au cours de ma carrière professionnelle.

Références

- Agreste. (s. d.). *Recensement Agricole 2020*. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse <https://stats.agriculture.gouv.fr/cartostat/#bbox=-194527,7104573,1690459,1093581&c=indicator&view=map17>
- Arambourou, H., Ferrière, S., & Oliu-Barton, M. (2024, avril). *Prélèvements et consommations d'eau : quels enjeux et usages ?* France Stratégie. Consulté le 5 juin 2024, à l'adresse https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2024-na_136_enjeux_et_usages_de_leau_avril.pdf
- Atmo Grand Est. (s. d.). *L'Observatoire Climat Air Energie Grand Est - open data*. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse https://observatoire.atmo-grandest.eu/inventair/#section_geo
- BRGM. (s. d.). *Visualisation des zones exposées à l'élévation du niveau de la mer à marée haute*. Consulté le 12 juin 2024, à l'adresse <https://sealevelrise.brgm.fr/slr/#lng=1.14258;lat=44.63348;zoom=8;level=1.5;layer=0>
- Burns, & Mitchell, W. (1946). *Measuring Business Cycles : Working Plans*. NBER, 3-22. <http://www.nber.org/chapters/c2980>
- De Jouvenel, H. (2002). *La Démarche prospective : un bref guide méthodologique*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/44829851_La_Demarche_prospective_un_bref_guide_methodologique
- DGS. (2023, décembre). *Publication des bilans 2022 sur la qualité de l'eau du robinet en France | Eaufrance*. Eaufrance. Consulté le 5 juin 2024, à l'adresse <https://www.eaufrance.fr/actualites/publication-des-bilans-2022-sur-la-qualite-de-leau-du-robinet-en-france>
- Enedis. (s. d.-a). *Bordeaux Métropole : le point sur la transition écologique*. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse <https://observatoire.enedis.fr/epci/bordeaux-metropole-33>
- Enedis. (s. d.-b). *CA de Châlons-en-Champagne : le point sur la transition écologique*. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse <https://observatoire.enedis.fr/epci/ca-de-chalons-en-champagne-51>
- Enedis. (s. d.-c). *CC de Saint-Flour : le point sur la transition écologique*. Consulté le 5 juin 2024, à l'adresse <https://observatoire.enedis.fr/epci/cc-saint-flour-communaute-15>
- Fermin Rodriguez, A. K. (s. d.). Chapitre 4 : Régression linéaire. Consulté le 8 août 2024, à l'adresse <https://fermin.perso.math.cnrs.fr/Files/Chap3.pdf>
- Gavel, A. (2023, 30 novembre). *Inventaires spatialisés*. Citepa. Consulté le 14 août 2024, à l'adresse <https://www.citepa.org/fr/inventaire-spatialise/>
- Géorisques. (s. d.). *Carte interactive - Géorisques*. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse <https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/>
- Igedd. (2024, 30 mai). *Présentation de l'IGEDD*. IGEDD. Consulté le 6 juin 2024, à l'adresse <https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/presentation-de-l-igedd-a433.html#L-organisation-de-l-IGEDD>
- Insee. (s. d.-a). *Dossier complet – Zone d'emploi 2020 de Bordeaux (7505)*. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=ZE2020-7505#chiffre-cle-3>
- Insee. (s. d.-b). *Dossier complet – Zone d'emploi 2020 de Châlons-en-Champagne (4402)*. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=ZE2020-4402#tableau-ACT_G2
- Insee. (s. d.-c). *Dossier complet – Zone d'emploi 2020 de Saint Flour (8429)*. Consulté le 5 juin 2024, à l'adresse <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=ZE2020-8429>

Météo France. (s. d.-a). *CLIMADIAG COMMUNE par Météo-France*. Consulté le 5 juin 2024, à l'adresse <https://meteofrance.com/climadiag-commune>

Météo France. (s. d.-b). *DRIAS, Les futurs du climat - Données et Produits*. Consulté le 16 août 2024, à l'adresse <https://www.drias-climat.fr/commande>

Observatoire des territoires - ANCT. (s. d.). Observatoire des Territoires - ANCT. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse <https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/outils/cartographie-interactive/#c=indicator&view=map9>

ORCAE Auvergne-Rhône-Alpes. (s. d.). *CC de Saint-Flour*. Consulté le 5 juin 2024, à l'adresse https://www.orcae-auvergne-rhone-alpes.fr/carte-interactive/territoire?tx_cimassociation_displayassociations%5Baction%5D=show&tx_cimassociation_displayassociations%5Bassociation%5D=833&tx_cimassociation_displayassociations%5Bcontroller%5D=Association&cHash=102b6c33cb111f9c7d870dbfc8c153ff

Solagro. (s. d.). *Carte « pesticides » - Adonis*. Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse <https://solagro.org/nos-domaines-d-intervention/agroecologie/carte-pesticides-adonis>

TerriSTORY. (s. d.). Consulté le 4 juin 2024, à l'adresse https://arec-nouvelleaquitaine.terristory.fr/?zone=departement&maille=epci&zone_id=33&analysis=130&theme=%C3%89missions%20de%20gaz%20%C3%A0%20effet%20de%20serre&nom_territoire=Gironde

Annexes

Annexe 1 : Les trois sous-systèmes et leurs items

1. Sous système du vivant
 - 1.1. Sols
 - 1.1.1. Surfaces au sol (agricoles, naturelles, bâties, artificialisées, et autres)
 - 1.1.2. Qualité des sols (exemple nitrates, pesticides, polluants industriels, ...)
 - 1.2. Eau
 - 1.2.1. Quantité d'eau renouvelable (stocks, flux arrivant et consommés par grands usages)
 - 1.2.2. Qualité de l'eau (principaux polluants présents)
 - 1.3. Climat
 - 1.3.1. Température
 - 1.3.2. Autres variables climatique (jours de feux de forêts, de grosses chaleurs, ...)
 - 1.3.3. Autres conséquences climatiques (inondation, tempêtes, exposition aux risques de portance du sol, surface exposée littorale à la submersion, ...)
 - 1.4. Fonctionnalité de production alimentaire
 - 1.4.1. Production alimentaire quantitative (exemple les calories)
 - 1.4.2. Qualité de la production agricole (par exemple polluants présents)
 - 1.4.3. Pollutions locales liées à la production agricole et alimentaire
 - 1.4.4. Consommation alimentaire
 - 1.5. Fonctionnalités écosystémiques autres que l'alimentation
 - 1.5.1. Biodiversité
2. Sous système bâti des infrastructures
 - 2.1. Les logements
 - 2.1.1. Quantités de logements
 - 2.1.2. Qualité des logements (thermique, mode de chauffage, confort, ...)
 - 2.1.3. Emissions des logements (GES, ...)
 - 2.1.4. Consommation de ressources (eau, matériaux, surface au sol) et production de déchets
 - 2.1.5. Ampleur de la tâche urbaine (rayon en km)
 - 2.2. Le bâti tertiaire et les autres bâtis
 - 2.2.1. Quantités des autres bâtis
 - 2.2.2. Qualité des autres bâtis (thermique, mode de chauffage, confort, ...)
 - 2.2.3. Emissions des autres bâtis (GES, ...)
 - 2.2.4. Consommation de ressources des autres bâtis (eau, matériaux, surface au sol) et production de déchets
 - 2.3. Les systèmes de transport
 - 2.3.1. Les infrastructures (linéaires par mode et type, occupation du sol, effets de coupure, consommation de matériaux, ...)
 - 2.3.2. Les véhicules (par type de motorisation) et leurs émissions et consommation de matériaux, ...)
 - 2.3.3. Les parcours (quantités, vitesse, ...)
 - 2.4. Le système énergétique
 - 2.4.1. La production d'électricité dans le territoire (solaire, éolienne, hydraulique, biomasse, nucléaire, ...) et à base de fossiles (gaz, pétrole, charbon)
 - 2.4.2. Les échanges d'énergie finale (entrant et sortie du territoire) (électricité, gaz, pétrole, charbon, biomasse, ...)
 - 2.4.3. La consommation d'énergie finale (électricité, biomasse, gaz, pétrole, charbon, ...) et ses usages (transport, chaleur/froid du bâti, industrie, agriculture, ...)

- 2.5. Les déchets
 - 2.5.1. Production de déchets
 - 2.5.2. Recyclage des déchets
 - 2.5.3. Echanges (entrée et sortie) des déchets
 - 2.5.4. Stockage des déchets
- 2.6. Les infrastructures du cycle de l'eau
 - 2.6.1. L'amont
 - 2.6.2. L'aval
- 2.7. Les infrastructures des télécoms
 - 2.7.1. Le fixe
 - 2.7.2. Le mobile
 - 2.7.3. Le satellitaire
- 3. Sous système production et mode de vie humain, compétences et compétitivité
 - 3.1. La population
 - 3.1.1. Quantité
 - 3.1.2. Structure par âge
 - 3.1.3. Structure par qualification et compétences
 - 3.1.4. Structure par niveau de vie
 - 3.2. L'activité économique
 - 3.2.1. La compétitivité
 - 3.2.2. La répartition par grands secteurs productifs
 - 3.2.3. Les revenus apportés par la production
 - 3.2.4. Les transferts reçus ou versés
 - 3.3. La consommation
 - 3.3.1. La consommation matérielle
 - 3.3.2. La consommation de services collectifs (santé, éducation, ...)
 - 3.4. Les éléments immatériels
 - 3.4.1. Les savoir-faire collectifs territoriaux
 - 3.4.2. Les éléments d'image
 - 3.4.3. Les établissements culturels
 - 3.4.4. Les établissements d'éducation supérieure et la recherche



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Lucie Robin
2023-2024

Bien vivre dans les territoires dans un monde limité

Résumé :

Cette mission se place dans une démarche assez large, et pluriannuelle de prospective territoriale lancée par l'IGEDD cette année et qui va se poursuivre dans les années à venir. La mission qui m'a été confiée se concentrait ainsi principalement sur le scénario tendanciel, sur comment les territoires sélectionnés vont évoluer dans plusieurs domaines - démographie, économie, énergie...- si aucun changement majeur ne se produit. Une autre partie de ma mission a été d'essayer de rendre cette analyse le plus automatisable possible, dans le but de pouvoir appliquer rapidement et avec peu de difficultés le travail effectué sur seulement trois territoires à d'autres, voir à toute la France.

Mots Clés : Prospective territoriale, Développement durable

Inspection Générale de l'Environnement et du
Développement Durable
Tour Séquoia, Place Carpeaux 92055 Puteaux

Tuteur entreprise :
Alain Sauvart
Inspecteur général à l'IGEDD

Tuteur académique :
Denis Martouzet