

Master II

Géographie, Aménagement, Environnement et Développement (G.A.E.D)

Parcours : Fonctionnement et Gestion des Environnements Ruraux et Naturels
(FERN)

Mémoire de recherche :

**Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental
de la fermeture de la centrale nucléaire de
Fessenheim : vers une nouvelle définition des
contours géographiques du projet de territoire ?**

Organisme d'accueil : Laboratoire Image Ville Environnement (L.I.V.E - UMR 7362)

Réalisation :

BENARBA Abdelbaset.

Sous la direction de Mr Éric MAIRE.

Co-encadrant Mr Grzegorz SKUPINSKI.

Jury :

Dominique SCHWARTZ : Professeur à la faculté de géographie de Strasbourg.
Membre du Laboratoire Image, Ville, Environnement.

Éric MAIRE : Ingénieur de recherche au Laboratoire, Image, Ville, Environnement.

Grzegorz SKUPINSKI : Ingénieur de recherche au Laboratoire, Image, Ville, Environnement.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Master II

Géographie, Aménagement, Environnement et Développement (G.A.E.D)

Parcours : Fonctionnement et Gestion des Environnements Ruraux et Naturels
(FERN)

Mémoire de recherche :

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

BENARBA Abdelbaset

Remerciements.

Ce mémoire a été réalisé grâce au concours de plusieurs personnes auxquelles je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

J'aimerais d'abord adresser toute ma gratitude au responsable du parcours, Mr **Dominique SCHWARTZ**, professeur à la faculté de géographie de Strasbourg, pour son aide précieuse tout au long de mes démarches d'intégration de ce Master, une belle opportunité pour moi.

Je désire remercier vivement mon directeur de stage Mr **Éric MAIRE**, ingénieur de recherche au Laboratoire, Image, Ville, Environnement (LIVE) pour son accueil, sa convivialité, sa disponibilité et ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Au même titre, je souhaite remercier profondément Mr **Grzegorz SKUPINSKI**, ingénieur de recherche au Laboratoire, Image, Ville, Environnement (LIVE) pour son accompagnement et son aide technique précieuse qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de ce stage.

Au-delà de l'encadrement scientifique, une pensée pour toute ma famille, mes amis et collègues qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de mon séjour en France.

BENARBA Abdelbaset.

Table des matières :

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Remerciements : | 3 |
| Table des matières : | 4 |
| Table des figures : | 6 |
| Glossaire : | 8 |
| Introduction : | 10 |
| Chapitre I : La centrale nucléaire de Fessenheim face à la stratégie énergétique en France, défis, enjeux et perspectives : | 13 |
| 1. Problématique de la fermeture et du démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim : | 13 |
| 2. De la dynamique nucléaire à la croissance verte : | 15 |
| 2.1 La politique énergétique en Union européenne : | 15 |
| 2.2 La stratégie française pour l'énergie et le climat..... | 16 |
| 2.3 Bilan et perspectives en termes d'énergie : | 19 |
| 2.4 L'avenir du nucléaire en France : | 21 |
| 3. La centrale nucléaire de Fessenheim : | 22 |
| 3.1 Contexte historique et géographique du CNPE Fessenheim : | 22 |
| 3.2 De l'implantation au démantèlement du CNPE Fessenheim : | 24 |
| 3.2.1 Influence territoriale, Impacts et prépondérance des enjeux : | 25 |
| 3.2.2 Réussir le démantèlement face aux défis environnementaux et socio-économiques : | 29 |
| 4. Intérêt et objectif de l'étude : | 30 |
| Chapitre II : Évaluer l'impact environnemental et socio-économique autour de Fessenheim : | 32 |
| 1. Les repères de l'emprise initiale de la zone d'étude : | 32 |
| 2. Collecte et analyse des données géographiques : | 36 |
| 3. Du diagnostic de l'ensemble des thématiques à la production cartographique des enjeux : | 38 |
| 3.1 Enjeux environnementaux et aménagement : | 39 |
| 3.2 Vulnérabilité sociale et économique : | 49 |
| 3.3 Accessibilité et mobilité durable : | 58 |
| 4. Elaboration des indices d'enjeux environnementaux et socio-économiques :.... | 60 |
| 4.1 Indices d'enjeux environnementaux et aménagement : | 61 |
| 4.2 Indices de la vulnérabilité sociale et économique : | 63 |

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3 | Indice d'accessibilité et de mobilité durable :..... | 64 |
| 5. | L'éloignement par rapport au CNPE Fessenheim, un facteur déterminant de l'intensité d'enjeu et de vulnérabilité :..... | 66 |
| 5.1 | Le choix de la méthode de discrétisation :..... | 68 |
| Chapitre III : Résultat de l'analyse des espaces à enjeux environnementaux et socioéconomique :..... | | 72 |
| 1. | Détermination du périmètre d'impact post fermeture du CNPE Fessenheim : ... | 72 |
| 1.1 | Cartographie des espaces à enjeux et de vulnérabilité : | 72 |
| 1.2 | Délimitation du périmètre à enjeu important :..... | 77 |
| 1.3 | Comparaison du périmètre obtenu à celui du projet de territoire : | 83 |
| 1.4 | Le parc d'activité EcoRhena, un défi majeur post CNPE Fessenheim : | 86 |
| 2. | Discussion, limites et perspectives :..... | 89 |
| Conclusion :..... | | 91 |
| Bibliographie :..... | | 93 |
| Table des annexes : | | 97 |
| Résumé : | | 111 |
| Abstract : | | 112 |

Table des figures :

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Le cadre géographique du projet de territoire de Fessenheim. | 14 |
| Figure 2 : Evolution de la consommation d'énergie finale et de la consommation primaire d'énergie (indice base 100 en 2005) - Source SDES | 17 |
| Figure 3 : Objectifs de la loi de transition énergétique (Source : France Ecologie Energie)..... | 18 |
| Figure 4 : La part de l'énergie nucléaire dans le mix électrique des différents pays (Source : FORATOM)..... | 19 |
| Figure 5 : Le mix électrique de l'Union européenne en 2020 (Source : The European Power Sector in 2020, Ember and Agora Energiewende). | 20 |
| Figure 6 : Le mix électrique en France en 2020 (Source : RTE, 2021)..... | 21 |
| Figure 7 : Composition du parc nucléaire français (Source : Connaissance des Energies-2020)..... | 23 |
| Figure 8 : Situation géographique du CNPE Fessenheim. | 24 |
| Figure 9 : Proportion et destinations finale des déchets issus du démantèlement du CNPE Fessenheim (Source EDF, 2020). | 28 |
| Figure 10 : Territoire de coopération transfrontalière du Rhin Supérieur 2020..... | 35 |
| Figure 11 : Tableau synthétique des critères fixés dans le choix des thématiques à analyser..... | 36 |
| Figure 12 : Les étapes de l'analyse des données géographiques..... | 38 |
| Figure 13 : Schéma synthétique de la méthodologie suivie dans notre travail. | 39 |
| Figure 14 : Cartographie des zonages à enjeux environnementaux - Rhin supérieur. | 42 |
| Figure 15 : Cartographie des usages des sols - Rhin supérieur..... | 44 |
| Figure 16 : Cartographie des zonages à risque inondation fort. | 46 |
| Figure 17 : Cartographie du réseau électrique à haute tension – Rhin Supérieur. ... | 48 |
| Figure 18 : Démographie communale du Rhin supérieur. | 50 |
| Figure 19 : Densité de population du Rhin supérieur..... | 52 |
| Figure 20 : Indice de renouvellement des générations du Rhin supérieur..... | 53 |
| Figure 21 : Production d'énergie renouvelable au Rhin supérieur..... | 55 |
| Figure 22 : Nombre d'équipements par commune du Rhin supérieur. | 57 |
| Figure 23 : Réseau ferroviaire du Rhin supérieur. | 59 |
| Figure 24 : Histogramme des fréquences..... | 67 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 25 : Table de Sturges. | 68 |
| Figure 26 : Pas de discrétisation par la méthode des amplitudes égales. | 69 |
| Figure 27 : Pas de discrétisation par la méthode des effectifs égaux. | 69 |
| Figure 28 : Discrétisation par la méthode de seuils observés..... | 70 |
| Figure 29 : Pas de discrétisation par la méthode de seuils observés. | 70 |
| Figure 30 : Cartographie des enjeux et de vulnérabilité - Rhin supérieur. | 73 |
| Figure 31 : Les caractérisations des zonages d'enjeux et de vulnérabilité. | 75 |
| Figure 32 : Délimitation du périmètre à enjeu important. | 78 |
| Figure 33 : Mise en relation des différents enjeux. | 82 |
| Figure 34 : l'ambition collective et partagée pour l'avenir du territoire de Fessenheim (Source : projet de territoire de Fessenheim, direction départementale des territoires du Haut Rhin) | 84 |
| Figure 35 : Cartographie des périmètres d'impact de la fermeture du CNPE Fessenheim..... | 85 |
| Figure 36 : Présentation du projet EcoRhena (Source : SMO du Port Rhénan de Colmar / Neuf-Brisach Janvier 2021)..... | 88 |

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Glossaire :

| Abréviation | Signification |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AEE | Agence Européenne de l'Environnement. |
| ASN | Autorité de Sûreté Nucléaire. |
| CCPRB | Communauté de Communes Pays Rhin-Brisach. |
| CIRES | Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage. |
| CLC | Corine Land Cover. |
| CNPE | Centre Nucléaire de Production d'Electricité. |
| CNRS | Centre National de la Recherche Scientifique. |
| CSA | Centre de Stockage de l'Aube. |
| DATAR | Délégation Interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale. |
| DDT | Direction Départementale des Territoires. |
| DREAL | Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. |
| EDF | Electricité De France. |
| EEG | Erneuerbare Energien Gesetz (Loi sur les énergies renouvelables en Allemagne). |
| EPCI | Établissement Public de Coopération Intercommunale |
| EPR | Réacteurs Pressurisés Européens. |
| FMA-VC | Faible et Moyenne Activité - Vie courte. |
| FORATOM | Forum Atomique Européen. |
| GECT | Groupements Européens de Coopération Territoriale. |
| IAEA | Agence Internationale de l'Energie Atomique. |
| ICDE | Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés. |
| INB | Installations Nucléaires de Base. |
| INSEE | Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques. |
| kW | Kilowatt. |
| kWh | Kilowatt-Heure. |
| LTECV | Loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte. |
| LUBW | Institut d'État pour l'Environnement, les Mesures et la Conservation de la Nature Bade-Wurtemberg, Allemagne. |
| MW | Mégawatt. |

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

| | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|
| MA-VL | Moyenne activité-Vie Longue. |
| OFEV | Office Fédéral Suisse de l'Environnement. |
| OHM | Observatoire Hommes-Milieus. |
| PETR | Pôle d'Equilibre Territorial et Rural. |
| PNR | Parc National Régional. |
| PPE | Programmation Pluriannuelle de l'Energie. |
| PPRI | Plan de Prévention des Risques Inondation. |
| RTE | Réseau de Transport d'Electricité. |
| SNBC | Stratégie Nationale de Développement Bas-Carbone. |
| TFA | Très Faible Activité. |
| TFUE | Traité sur le Fonctionnement de l'Union Européenne. |
| TWh | Térawatt-Heure. |
| UE | Union Européenne. |
| ZAC | Zone d'Aménagement Concerté. |
| ZNIEFF : | Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique. |

Introduction :

Face aux différents conflits mondiaux au cours du XXe siècle, plusieurs pays étaient dans l'obligation d'assurer leurs indépendance énergétique en se lançant dans la production de l'énergie nucléaire, néanmoins, dans le cas de la question du changement climatique dans les années 1980 (Guillemot H & Dalmedico A D 2006), plusieurs pays affichent leur intention du retrait progressif du nucléaire et se tournent vers les énergies renouvelables, l'objectif est de lutter contre le changement climatique en réduisant les émissions des gaz à effet de serre et en assurant à tous l'accès à l'énergie.

Aujourd'hui, avec l'évolution démographique exponentiel que le monde connaît, le retrait du nucléaire semble un défi majeur, des mesures d'adaptation et atténuation des impacts environnementaux et socioéconomiques sont donc nécessaires. En France, la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte définit un nouveau modèle énergétique français, qui vise à réduire la part du nucléaire de 50% dans la production d'électricité sur l'ensemble du territoire à l'horizon de 2025, ainsi que réduire la facture énergétique en optimisant la croissance verte, la gestion des déchets et favorisant l'économie circulaire qui vise à limiter la production des déchets, la consommation excessive et le gaspillage des ressources, de ce fait, l'architecture énergétique de l'Hexagone sera structurée à base des énergies diminuant la vulnérabilité au changement climatique (Eoliennes, solaires, géothermiques, hydro-électrique, photovoltaïque...)

Depuis son implantation dans les années 1970 au cœur de l'espace du Rhin supérieur, la centrale de Fessenheim constitue un facteur de dynamisme économique, industriel et social très considérable, contribuant ainsi à pourvoir à une part importante de la consommation électrique française à des coûts faibles et d'une manière stable, tout en tenant compte de l'aspect environnemental, avec une émission très peu de CO₂, ajoutant à cela la modification du profil sociologique et de la dynamique démographique (Meyer T, 2017), qui s'est traduite par la création de l'emploi ainsi que l'abondance des recettes fiscales des collectivités locales et territoriales.

L'annonce de la fermeture de la plus ancienne centrale du parc nucléaire français en novembre 2018 face aux défis environnementaux et socio-économiques

actuels, amène les autorités à mettre en place des dispositifs à moyen et à long terme afin de répondre aux problématiques qu'engendrerait cette fermeture. Au cours de notre travail, nous allons rechercher spatialement les zones d'enjeux impliquant les modifications environnementales et socio-économiques induites par le démantèlement du CNPE de Fessenheim sans une limite préétablie afin de définir un nouveau périmètre d'impact et d'évaluer la pertinence stratégique du périmètre défini pour l'actuel projet de territoire, un projet qui s'inscrit dans le cadre d'une coopération franco-allemande et qui vise à redynamiser le territoire de Fessenheim, à travers des stratégies de développement économique durable et de l'innovation et l'excellence énergétique.

Le travail que nous menons s'inscrit dans le cadre du projet pluridisciplinaire Juxta Rhenum, une des thématiques de recherche de l'Observatoire Homme-Milieu OHM. Au cours de notre étude, nous allons nous baser sur des recherches archivistiques et des synthèses bibliographiques (Thèses, mémoires, articles, cartes...) en lien avec la thématique étudiée, nous allons ensuite analyser et interpréter les données collectées à partir de plusieurs sources européenne, nationales et régionales, pour essayer harmoniser les données collectées sur l'ensemble du Territoire du Rhin supérieur qui couvre deux départements français, le Bas-Rhin et le Haut-Rhin, une partie des Lands allemands du Bade-Wurtemberg et de Rhénanie-Palatinat Les Cantons suisses de Bâle-Ville, Bâle-Campagne, Argovie, Soleure et Jura.

La méthodologie suivie dans le cadre de ce travail repose sur trois chapitres essentiels, dans le premier chapitre nous allons aborder les éléments de contexte thématique, historique et géographique autour de Fessenheim, de la dynamique énergétique en Europe et en France, ainsi que l'influence territoriale de l'implantation et du démantèlement de la centrale de Fessenheim, au cours du deuxième chapitre nous allons analyser des données collectées tout en explicitant la méthodologie suivie pour évaluer l'impact social, sociétal, économique et environnemental à la suite de la fermeture de la centrale de Fessenheim, le troisième chapitre s'articule autour de l'interprétation et la discussion des résultats obtenus après le diagnostic de l'ensemble des thématiques en lien avec les modifications environnementales et socio-économiques déclenchés par la fermeture de la centrale de Fessenheim.

Chapitre I

La centrale nucléaire de Fessenheim face à la stratégie énergétique en France, défis, enjeux et perspectives.

Chapitre I : La centrale nucléaire de Fessenheim face à la stratégie énergétique en France, défis, enjeux et perspectives :

1. Problématique de la fermeture et du démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim :

Le centre nucléaire de production électrique (CNPE) de Fessenheim apportait un apport économique considérable envers son territoire (Meyer T, 2017), sa fermeture amène les populations et acteurs locaux à faire face à une situation inédite du fait des répercussions lourdes que Fessenheim et les communes voisines vont subir en termes d'emploi, de niveau de vie, de croissance démographique et de retombées fiscales car le développement de ces territoires s'appuyaient en grande partie sur les retombées économiques du CNPE.

Les zones d'enjeux impliquant les modifications environnementales potentielles et les impacts sociétaux auxquels les autorités sont confrontées suite à l'arrêt de la production et du démantèlement de la CNPE Fessenheim constitue le fond de notre travail, le cadre géographique actuel du projet de territoire¹, visible sur la figure 1, se définit sur trois échelles, le premier périmètre d'impact prioritaire (Périmètre 1) concerne les défis de reconversion économique, il regroupe la commune de Fessenheim et les communes voisines dans la communauté de communes Pays Rhin-Brisach (CCPRB), le second (Périmètre 2) concerne le triangle Colmar, Freiburg, Mulhouse, son cadre géographique opérationnel a été défini suivant les relations qu'entretiennent les territoires proches des deux côtés du Rhin, Néanmoins la globalité des impacts économiques, sociaux, et environnementaux pourraient être susceptibles de dépasser ce cadre initial, aussi nous émettons l'hypothèse qu'en réalité son contour pourra faire l'objet d'une évaluation plus poussée.

¹ Le projet de territoire a été élaboré de façon collégiale par les collectivités locales, les acteurs du monde économique, EDF, la Caisse des dépôts, et les services de l'État. Il constitue la feuille de route collective, partagée et évolutive des acteurs.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

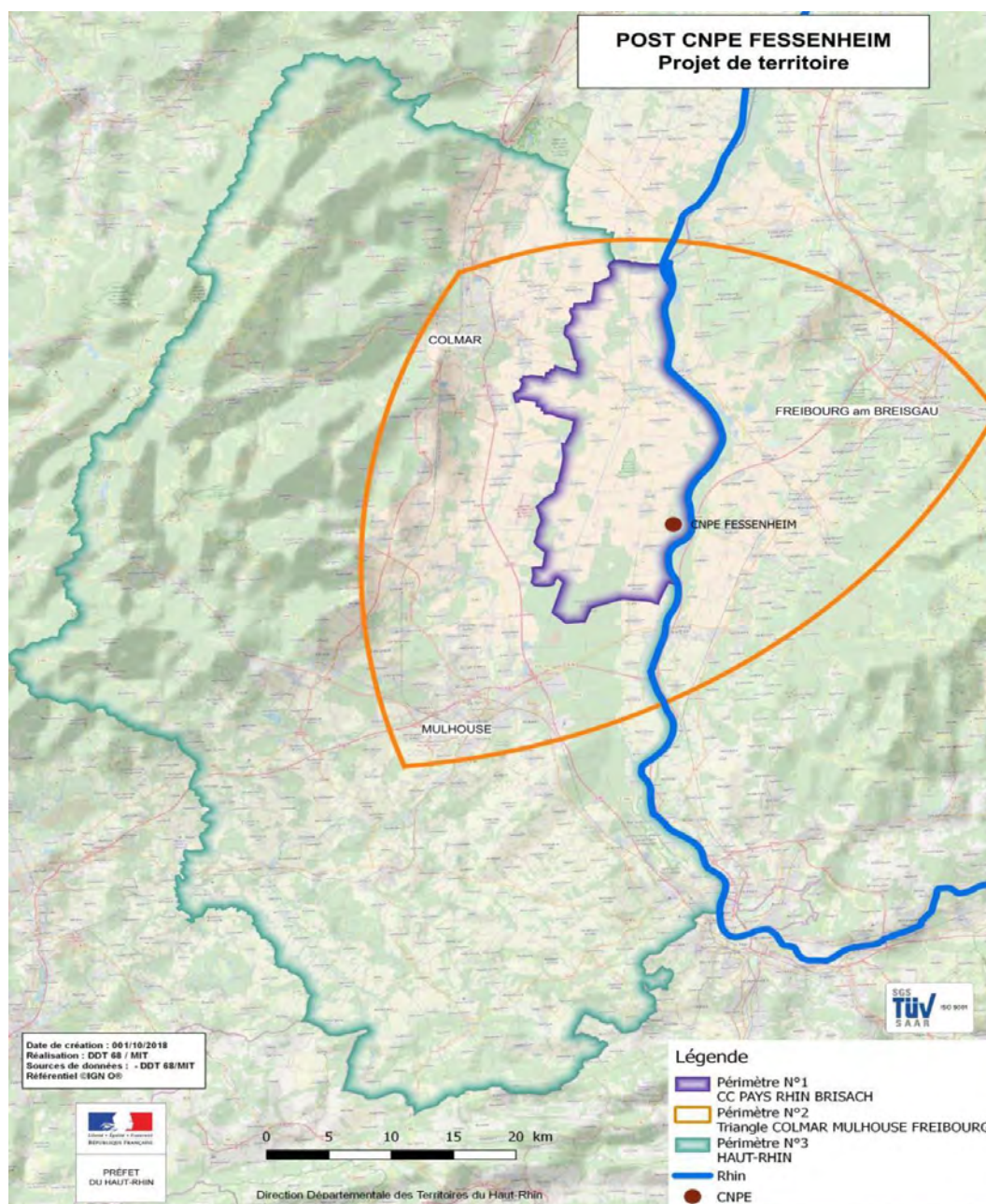


Figure 1 : Le cadre géographique du projet de territoire de Fessenheim.

Ainsi, nous nous posons la question de quel serait alors l'emprise géographique optimal de l'impact social, sociétal et environnemental dans une approche plus systémique à la suite de la fermeture du CNPE Fessenheim ? Quelle est la pertinence stratégique du cadre défini auparavant ? Notre travail consiste donc à rechercher une méthode dédiée à une définition d'un nouveau contour du cadre d'une zone de développement post-Fessenheim.

2. De la dynamique nucléaire à la croissance verte :

L'énergie nucléaire est assez controversée dans le monde, notamment après les événements catastrophiques de Tchernobyl survenus le 26 avril 1986 et ceux de Fukushima du 11 mars 2011, aujourd'hui plusieurs pays souhaitent renoncer complètement au nucléaire (Appunn K, 2015), ce déclin s'impose pour de multiples raisons, la question sanitaire, environnemental et sécuritaire notamment après les leçons tirées des accident de Tchernobyl ou à Fukushima, la durée de vie des réacteurs nucléaires, leurs coûts d'entretien et la complexité de la gestion des déchets radioactifs, les risques sont donc nombreux, à cela s'ajoutent les défis écologiques actuels et à la vulnérabilité au changement climatique, ainsi que la montée en flèche des énergies renouvelables et de l'industrie du gaz naturel (Cooper J-G, 2016).

2.1 La politique énergétique en Union européenne :

Les problématiques auxquelles l'Union européenne est confrontée en matière d'approvisionnement énergétique sont nombreuses (Keppler J-H, 2017), la dépendance par rapport aux énergies fossiles et la prise de conscience publique des enjeux climatiques dès les années 2000 amène l'Union européenne à réclamer un modèle performant de la transition énergétique, basé sur la mise en œuvre d'un ensemble de mesures qui vise à l'abandon progressif des énergies fossiles et nucléaire.

Les Etats membres de l'Union européenne disposent chacun d'une politique nationale en matière des énergies qui lui est propre, toutefois ces Etats ont une intention commune, celle de tourner le dos au nucléaire et de basculer vers un mix énergétique majoritairement renouvelable afin de répondre aux ambitions mondiales, celles définies au Protocole de Kyoto² en décembre 1997 et à l'Accord de Paris³ en décembre 2015, il s'agit de réduire les émissions de gaz à effet de serre, de

² Le Protocole de Kyoto est signé en 1997 lors de la COP3, comme protocole additionnel – et première application contraignante – à la Convention sur le climat de 1992. Il entre en vigueur en 2005, suite à sa ratification par la Russie. (Tannous, M, N et Pacreau, X. 2020 Les relations internationales).

³ L'accord de Paris sur le climat, adopté le 12 décembre 2015 à l'issue des négociations de la COP21, est entré en vigueur le 4 novembre 2016. En 2019, sur 197 parties, 183 l'ont ratifié. Premier accord international sur le climat à caractère universel, il constitue une étape importante dans la lutte contre le réchauffement climatique. (Tannous, M, N et Pacreau, X. 2020 Les relations internationales).

développer les énergies renouvelables et d'améliorer l'efficacité énergétique (Collard F, 2018)

Le cadre général de la politique énergétique européenne est régi par la base juridique de l'article 194 du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE)⁴, introduit au traité de Lisbonne le 13 décembre 2007 et qui attribue à l'Union européenne la compétence de prendre des mesures au niveau européen, l'objectif est de répondre aux problématiques liées aux énergies (Journal officiel de l'Union européenne) en tenant compte de la nécessité de préserver et d'améliorer l'environnement, il s'agit de :

- Assurer le bon fonctionnement du marché de l'énergie.
- Assurer la sécurité de l'approvisionnement énergétique.
- Promouvoir l'efficacité énergétique, et les économies d'énergie ainsi que le développement des énergies nouvelles et renouvelables.
- Promouvoir l'interconnexion des réseaux énergétiques.

En revanche, le traité de Lisbonne n'accorde pas l'autorité à l'UE d'intervenir sur le choix des Etats membres par rapport à leurs sources d'approvisionnement énergétique, sauf en cas d'unanimité et pour des raisons environnementales (Article 192 du traité sur le fonctionnement de l'UE).

2.2 La stratégie française pour l'énergie et le climat.

L'intention de basculer vers un mix énergétique en faveur des énergies renouvelables en France se veut déterminée et ambitieuse (Collard F, 2018), elle bénéficie d'un soutien de l'Etat et se traduit par des mesures politiques mises en place ayant pour objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre, de développer les énergies renouvelables et d'améliorer l'efficacité énergétique.



⁴ Le TFUE fait de certains domaines de la politique de l'énergie une compétence partagée, ce qui constitue une évolution vers une politique commune de l'énergie. Chaque État membre de l'UE conserve toutefois son droit « de déterminer les conditions d'exploitation de ses ressources énergétiques, son choix entre différentes sources d'énergie et la structure générale de son approvisionnement énergétique » (TFUE, article 194, § 2)

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

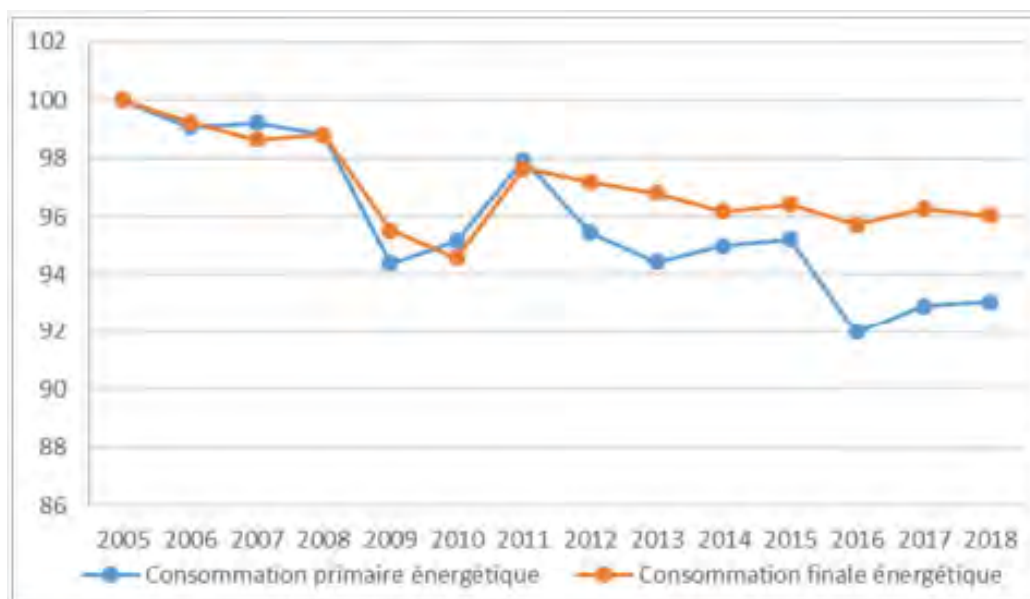


Figure 2 : Evolution de la consommation d'énergie finale et de la consommation primaire d'énergie (indice base 100 en 2005) - Source SDES

Cette politique est animée par quatre préoccupations (Lavergne R, 2016) :

- La sécurité d'approvisionnement, à court ou moyen terme et qui se conçoit en quantité et en prix.
- La compétitivité de l'énergie pour le bien des entreprises et des ménages.
- Le respect de l'environnement dans production et l'utilisation de l'énergie.
- La solidarité entre territoires et envers les personnes démunies comme l'universalité, la continuité et l'obligation de fourniture, l'égalité de traitement, la « péréquation » tarifaire, la garantie de services spécifiques.

Les objectifs de développement des énergies renouvelables en France sont fixés par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)⁵ promulguée le 17 août 2015 (Ministère de la transition écologique) cette loi vise à moyen et à long terme à :

- Augmenter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de cette consommation en 2030.

⁵ La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte est une loi "d'action et de mobilisation" qui va permettre à la France de renforcer son indépendance énergétique, de réduire ses émissions de gaz à effets de serre et donne à tous des outils concrets pour accélérer la croissance verte (Gouvernement.fr)

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

- Atteindre 40 % de la production d'électricité d'origine renouvelable en 2030.
- Atteindre 38 % de la consommation finale de chaleur d'origine renouvelable en 2030.
- Atteindre 15 % de la consommation finale de carburant d'origine renouvelable en 2030.
- Atteindre 10 % de la consommation de gaz d'origine renouvelable en 2030.
- Multiplier par cinq la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid à l'horizon 2030.

L'Etat a mis en place un outil de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) revu tous les 5 ans, cet outil fixe des objectifs quantitatifs, pour chaque filière renouvelable, sur une période de 10 ans.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) tient également compte d'une croissance économique durable (Augmentation du PIB de 1,5% en 2030) elle vise à redynamiser le marché de l'emploi, pour permettre la création de plus de 100 000 emplois à court terme (75 000 dans le secteur de la rénovation énergétique et environ 30 000 dans le secteur des énergies renouvelables) et prévoit la création de plus de 200 000 emplois à l'horizon 2030 (Ministère de la transition énergétique).



Figure 3 : Objectifs de la loi de transition énergétique (Source : France Ecologie Energie)

2.3 Bilan et perspectives en termes d'énergie :

Malgré la teneur faible en carbone de la production des énergies nucléaires, les pays qui détiennent des centrales nucléaires se trouvent dans la nécessité de mettre en route la transition énergétique, ce choix est dicté par plusieurs raisons (Hausman C & Davis L, 2015), d'abord les risques d'accident majeur encouru par la population se trouvant à proximité des installations nucléaires, la gestion des déchets radioactifs, ensuite les défis écologiques et environnementaux actuels face à la vulnérabilité aux changements climatiques, et enfin les coûts élevés du fonctionnement, d'exploitation et d'entretien des centrales nucléaires ainsi que la diminution de la durée de vie des réacteurs.

L'Union européenne détient un parc nucléaire de 129 réacteurs opérationnels, répartis sur 14 pays (Figure 4), l'énergie nucléaire représente 26 % de la production totale en matière d'électricité avec des nuances du mix électrique d'un pays à l'autre, à titre d'exemple la part de l'énergie nucléaire en France, en Suède, en Slovaquie et en Belgique, représente plus de 50 % du mix électrique, par contre la production électrique en Allemagne, au Danemark et en Pologne se fait principalement à partir des sources fossiles (European Atomic Forum).



Figure 4 : La part de l'énergie nucléaire dans le mix électrique des différents pays (Source : FORATOM).

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

La production nette d'électricité en Union européenne est estimée à 2760 TWh en 2020, le mix électrique composé principalement de 24.8 % du nucléaire et de 19.7 % du gaz naturel, l'hydroélectricité intervient pour 12.7 %, d'autres énergies renouvelables dont essentiellement l'éolien est de 14.4 % et de 5.2 du solaire photovoltaïque (Groupe de réflexion Ember, 2021).

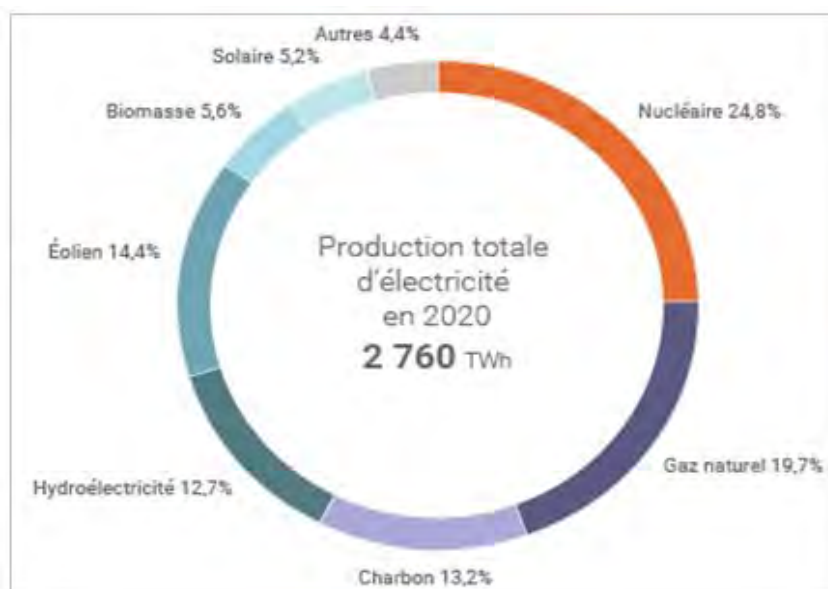


Figure 5 : Le mix électrique de l'Union européenne en 2020 (Source : The European Power Sector in 2020, Ember and Agora Energiewende).

Avec une capacité d'environ 61,4 GW sur les près de 105 GW du parc nucléaire de l'UE, la France possède le plus grand parc nucléaire en Europe, et le deuxième au monde après les Etats Unis (Agence internationale de l'énergie atomique IAEA, 2019), ce parc est composé de 56 réacteurs à eau pressurisée en service, répartis entre 18 centrales sur l'ensemble du territoire métropolitain, la France est ainsi le premier pays exportateur d'électricité en Europe.

La production d'électricité en France métropolitaine est estimée à 500,1 TWh en 2020, avec une part de 335,4 TWh qui provient du nucléaire, soit 67,1 % de la production totale (RTE, 2021), en effet le mix électrique français repose largement sur l'énergie nucléaire, néanmoins la part des énergies renouvelables dans la production électrique est ambitieuse, l'énergie hydraulique intervient pour 13 %, et l'éolien est estimé à 7,9 % (Figure 6).

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

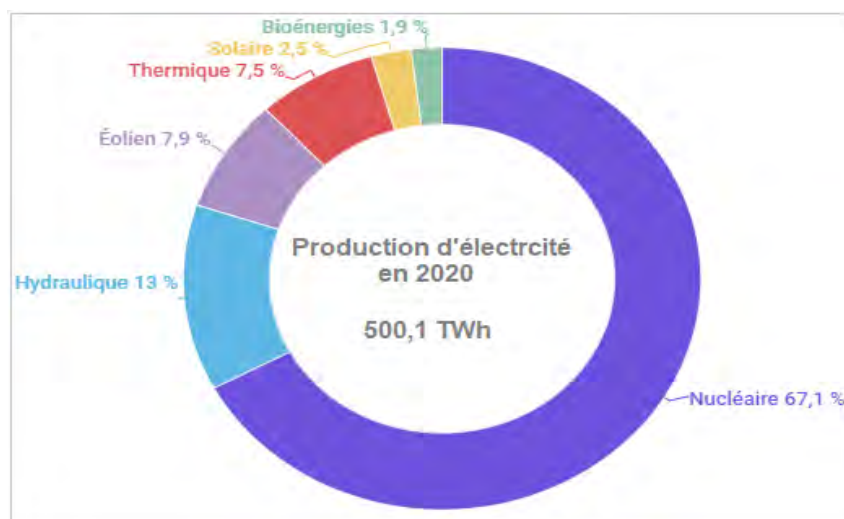


Figure 6 : Le mix électrique en France en 2020 (Source : RTE, 2021)

De ce fait, la part de la production électrique à partir de l'énergie nucléaire a enregistré une baisse considérable depuis 1993 (RTE, 2021) et la production électrique issue des énergies renouvelables est de 25% en 2020, l'éolien progresse assez rapidement, il est aujourd'hui la 3^{ème} source de production électrique derrière l'hydroélectricité qui dépasse pour la première fois le gaz.

2.4 L'avenir du nucléaire en France :

Les enseignements tirés de la catastrophe de Fukushima et la prise de conscience des défis écologique actuels et de la vulnérabilité aux changement climatiques ont relancé le débat sur les énergies nucléaires, cependant la loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat a fixé comme objectif de réduire la part de l'énergie nucléaire dans le mix de production électrique français à 50% à l'horizon de 2035 et de porter à 32% la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique d'ici à 2030, pour répondre à l'urgence climatique et à l'Accord de Paris (Ministère de la transition écologique).

La loi sur l'énergie et le climat fixe des ambitions de la politique énergétique et climatique de la France suivant quatre axes à savoir :

- Réduire progressivement la dépendance aux des énergies fossiles de 40 % à l'horizon de 2030 - rapport à 2012 - et accélérer le développement des énergies renouvelables.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

- Lutter contre les passoires thermiques, étant donné que l'habitat représente un cinquième des émissions de gaz à effet de serre de la France
- Créer de nouveaux outils de pilotage, de gouvernance et d'évaluation de la politique climatique, avec un engagement de réduire de 75 % les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 par rapport à 1990, et ce dans le cadre la Stratégie Nationale de Développement Bas-Carbone (SNBC)
- Assurer le fonctionnement correct du secteur de l'électricité et du gaz

La loi vise également à réduire la dépendance aux énergies nucléaires, avec une diversification du mix-électrique dans le cadre d'une stratégie de réduction lissée et pilotée des capacités nucléaires existantes, cette diversification sera poursuivie afin de ramener la quote-part du nucléaire de 75% à 50 % à l'horizon de 2025.

3. La centrale nucléaire de Fessenheim :

3.1 Contexte historique et géographique du CNPE Fessenheim :

En 1956, l'Etat français a mis en service les premiers réacteurs nucléaires à usage militaire destinés à la production du plutonium, quelques années plus tard et en 1963, l'entreprise française de production et de fourniture d'électricité (EDF) construit sa première centrale nucléaire à usage civil à Chinon (Département d'Indre-et-Loire) et mis en place une filière nucléaire destinée principalement à la production de l'électricité (Histoire de l'énergie en France, 2015). Le choc pétrolier qu'a connu le monde en 1973 marque l'histoire de l'électricité en France (Total Energies, 2018) l'Etat se trouvait donc face à la nécessité d'investir au profit de son indépendance en matière d'énergie, Aujourd'hui, la France compte au total 56 réacteurs nucléaires répartis sur 18 centrales implantées sur l'ensemble du territoire métropolitain (Figure 7), ces réacteurs à eau pressurisée ont une puissance estimée de 900 MW, 1300 MW et 1450 MW avec une production de 379,5 TWh, soit 70,6% de la production d'électricité en France métropolitaine (Connaissance des énergies, 2020).

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

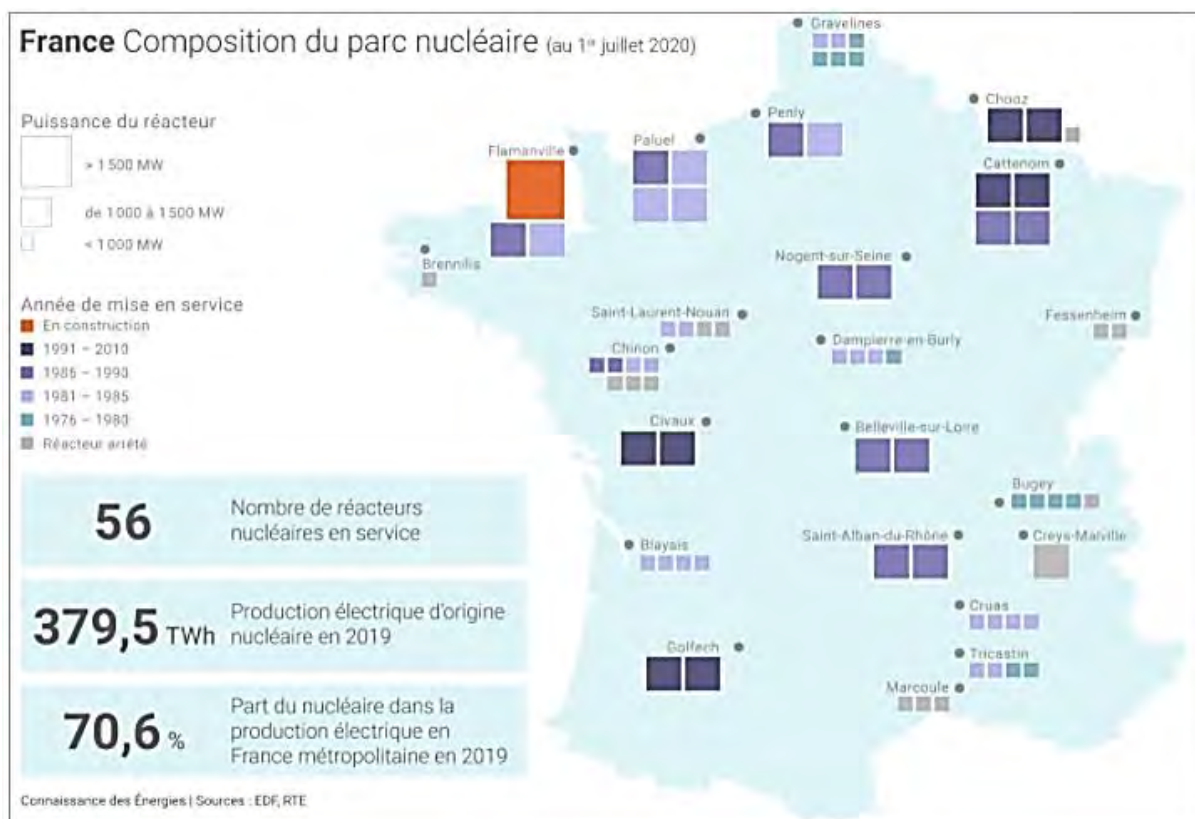


Figure 7 : Composition du parc nucléaire français (Source : Connaissance des Energies-2020).

Située dans la commune de Fessenheim, département du Haut Rhin la centrale à eau pressurisée de Fessenheim (Figure 8) a été construite dans les années 1970 et mise en service en 1977 avec une capacité de 900 MWE modulable selon les besoins en consommation, et un effectif total de 650 salariés EDF et 300 prestataires permanents. Au cours de son activité, la doyenne des centrales nucléaires françaises a assuré une production de plus de 440 milliards de kilowatts-heures.

La centrale de Fessenheim s'étend sur 106 hectares au bord du grand canal d'Alsace, à moins de 30 km de grandes agglomérations (Mulhouse, Colmar) (Ambroise P, 2012) elle est la première centrale mise à l'arrêt définitif le 22 février et le 29 juin 2020 après 43 ans de service, et ce dans le cadre de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie qui vise à réduire la part de l'énergie nucléaire dans le mix électrique français (EDF, 2019)

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

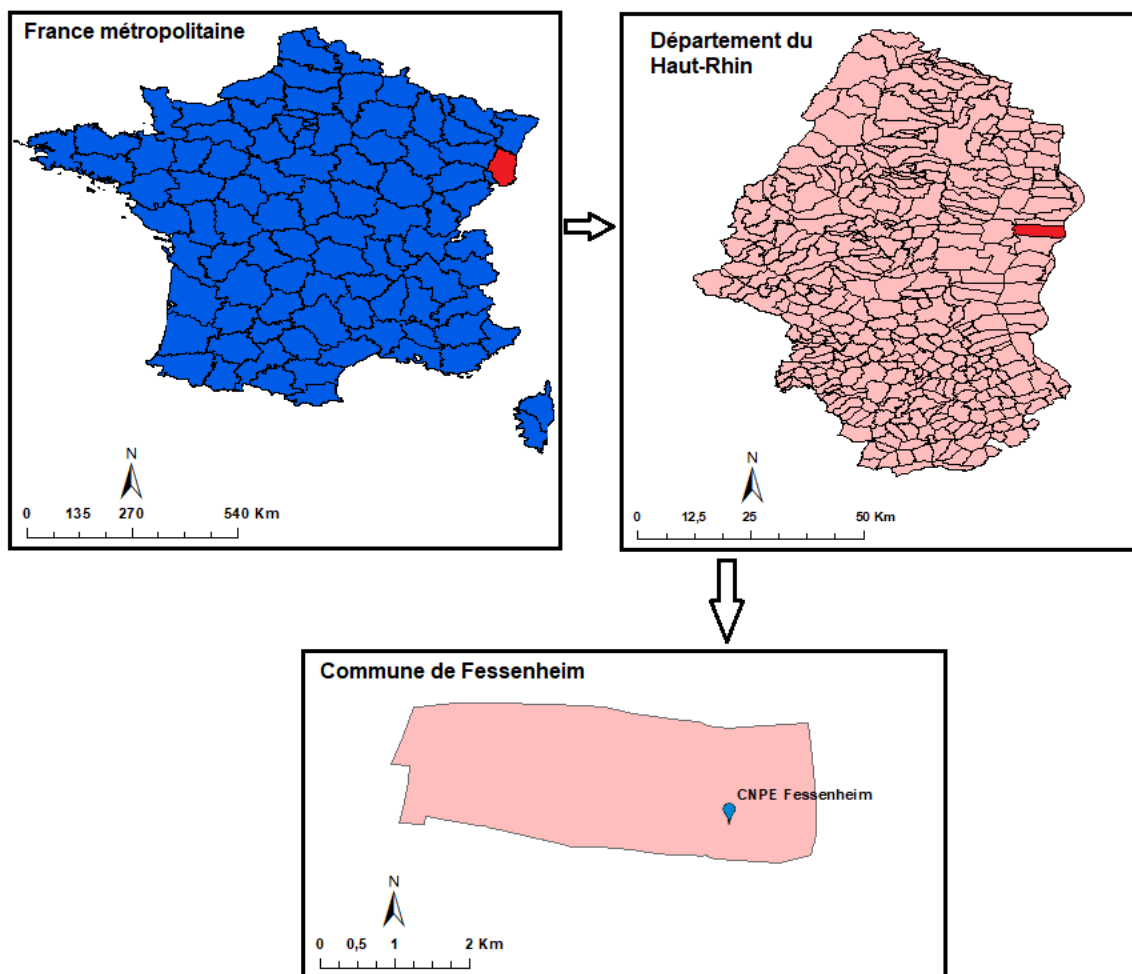


Figure 8 : Situation géographique du CNPE Fessenheim.

3.2 De l'implantation au démantèlement du CNPE Fessenheim :

L'implantation de la centrale nucléaire de Fessenheim entre 1970 et 1977 dans la bande rhénane s'inscrit dans un contexte régional particulier (Meyer T, 2017) l'ouverture du Grand Canal d'Alsace en 1959 a permis à l'entreprise française de production et de fourniture d'électricité EDF de diversifier les sources de production d'électricité par le biais de l'énergie nucléaire, une énergie faible émetteur de gaz à effet de serre.

Les installations nucléaires de base (INB) en France ont une durée de vie limitée, cette durée, par hypothèse d'étude est de 40 ans pour les réacteurs en activité

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

et de 60 ans pour les réacteurs pressurisés européens (EPR)⁶ (Syndex, 2012), toutefois les installations nucléaires de base INB sont soumises à un régime juridique visant à garantir la protection de la santé publiques, de la nature et de l'environnement (ASN, 2019).

L'annonce de la fermeture de la centrale de Fessenheim après 40 ans de mise en service interviendra une fois l'EPR de Flamanville est mis en production, ce plan initial vise à faire face au risque de pénurie en matière d'électricité et assurer le maintien de l'équilibre entre les besoins des consommateurs et la quantité d'électricité produite (François P, 2020), néanmoins d'autres éléments sont susceptibles d'être impactés notamment sur le plan environnemental, économique et social, dans ce contexte, il serait intéressant de peser les enjeux autour de Fessenheim afin de mettre en place des stratégies de développement économiques durables après la fermeture et le démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim.

3.2.1 Influence territoriale, Impacts et prépondérance des enjeux :

Toute production d'énergie, comme toute consommation a des liens étroits avec les lieux où elle est produite, car elle est souvent liée aux ressources du lieu et agit sur son environnement proche (Mérenne-Shoumaker B, 2011), de ce fait, le choix de toute installation industrielle trouve ses arguments dans la manière dont le territoire est déjà composé, ce dernier est constitué au préalable d'un tissu démographique, d'une économie, d'un paysage, et du réseau (Ambroise P, 2011)

Le choix du site d'implantation d'une centrale nucléaire est généralement dicté par plusieurs facteurs (Mérenne-Shoumaker B, 2011) :

- La nature du sol : qui devrait être stable ou peu sismique.
- L'orientation des bâtiments : qui devrait tenir compte des directions des vents de manière à disperser les rejets polluants.

⁶ EPR (European Pressurized Reactor) est un réacteur à eau pressurisée de 1600 MW conçu et développé dans les années 1990 (Une collaboration franco-allemande) un réacteur plus sûr, plus compétitif et plus respectueux de l'environnement (EDF, 2021)

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

- La présence d'une zone de dégagement autour du site : cette zone devrait être peu peuplée et ayant une surface deux à trois fois plus vaste.
- La présence de voies de communication efficaces : afin de faciliter l'approvisionnement en matières nécessaires pour le fonctionnement de la centrale, ces voies peuvent contribuer également en cas de danger à une évacuation rapide des habitants.
- La proximité de la centrale d'un cours d'eau à débit fort : pour pouvoir refroidir les réacteurs,
- Présence des centres de consommation : afin d'éviter les pertes en énergies produites

Le territoire de Fessenheim a continuellement subi des transformations anthropiques qui ont contribué à l'évolution et au dynamisme du site, la centrale de Fessenheim a joué pendant son fonctionnement un rôle prépondérant dans la vie environnementale et socio-économique des territoires qui entourent Fessenheim, ce rôle se traduit par l'importante transformation spatialement circonscrite que la commune de Fessenheim ait connu à la suite de l'apparition du nucléaire (Meyer T, 2017), une démographie qui a plus que doublé alors qu'elle était en déclin, ceci a impacté la morphologie urbaine de la ville. La centrale a également marqué la structure sociologique des communes avoisinantes avec l'arrivée d'une population mieux formée (cadres et diplômés) ajoutant à cela les retombées fiscales considérables dont les communes accueillant une centrale en bénéficient, ceci a contribué à la richesse et au dynamisme de ces communes à travers la diversification des infrastructures et la qualité de vie des citoyens qui y vivent.

Une éventuelle fermeture de la centrale de Fessenheim pourrait engendrer des impacts directs et indirectes, sur le milieu naturel d'une part et le fonctionnement des sociétés humaines d'autre part, il est donc nécessaire d'évaluer les impacts sociétaux et leur emprise ainsi que les zones d'enjeux impliquant les modifications environnementales, afin de mettre en place des mesures d'atténuation à travers l'élaboration d'un modèle environnemental, économique, et social visant une reconversion industrielle adaptée et un développement territorial se voulant exemplaire.

Les impacts d'une éventuelle fermeture d'une centrale nucléaire se distinguent en deux catégories à savoir :

- **Impacts sur le milieu naturel :**

La fermeture d'une centrale nucléaire aura un impact environnemental important, cela se traduit par la volonté de compenser l'énergie produite par ces centrales par d'autres sources d'énergie telle que l'éolien, le solaire et d'autres énergies renouvelables va accentuer les émissions de dioxyde de carbone (Hausman C & Davis L, 2015), néanmoins les pays producteurs d'électricité d'origine nucléaire affichent une volonté politique de sortir du nucléaire tout en développant les énergies renouvelables à travers une résolution particulièrement ambitieuses (Objectifs fixés par le protocole de Kyoto en 1997 et l'Accord de Paris en décembre 2015).

En revanche, la nécessité d'un processus de gestion des déchets radioactifs est indispensable après chaque fermeture, néanmoins ce processus est complexe et coûteux, c'est pourquoi la création des lieux de stockage pour la conservation de la matière radioactive demeure un défi majeur (Appunn K, 2015).

De ce fait, les déchets de haute et moyenne activité à vie longue seront traités et stockés au centre industriel de stockage géologique (Cigéo) à partir de 2025, il s'agit d'un stockage géologique à environ 500 mètres de profondeur, et une superficie de 17 hectares, avec une durée de plusieurs centaines de milliers d'années à quelques millions d'années (ANDRA, 2021).

Les déchets qui devraient être retirés de la centrale nucléaire de Fessenheim sont estimés à 380 000 tonnes de déchets, dont 94 % de déchets conventionnels (Béton et métaux), ces déchets seront transportés vers des centres d'entreposage ou de stockage selon leur nature, cette opération interviendra après une opération de tri et de traitement (EDF, 2020).

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

La figure 9 synthétise les proportions des déchets issus du démantèlement du CNPE Fessenheim et les destinations finales selon leur nature⁷.

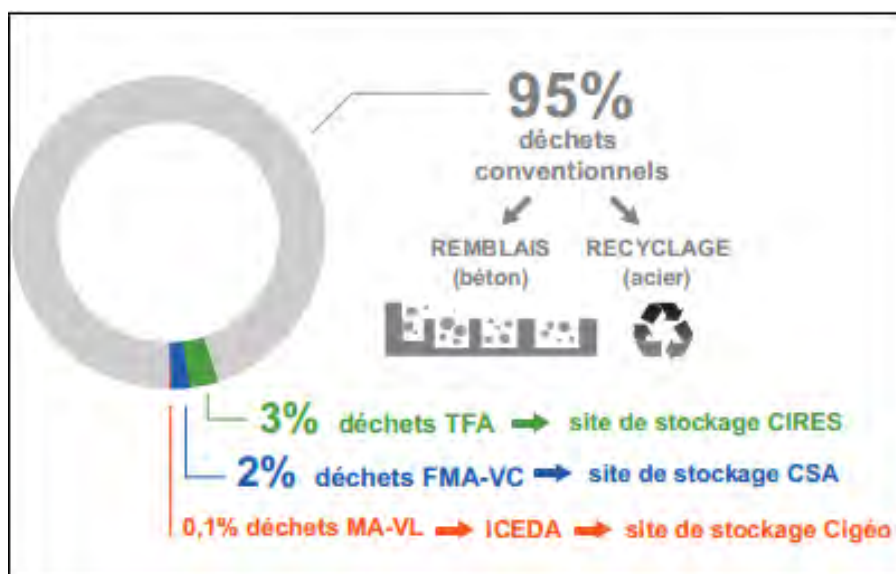


Figure 9 : Proportion et destinations finale des déchets issus du démantèlement du CNPE Fessenheim (Source EDF, 2020).

- **Impacts sur l'Homme :**

La présence d'une centrale nucléaire sur un territoire, constitue un contributeur fiscal majeur et agit sur la dynamique économique et sociale, sa fermeture aura des impacts socio-économiques lourds à savoir, la perte d'emploi des services publics, la diminution de la taxe de contribution versée aux communes, l'augmentation du fardeau financier de la ville (Charges à supporter), l'augmentation de la taxe d'habitation, l'ajustement de financement pour les écoles conduisant à une diminution de la qualité de l'éducation, et donc un changement socioéconomique remarquable (Kayastha B et al, 2016).

⁷ TFA : Très faible activité / FMA-VC : Faible et moyenne activité - Vie courte / MA-VL : Moyenne activité-Vie longue.

CIREs : Le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage, communes de Morvilliers et de La Chaise.

CSA : Centre de Stockage de l'Aube, communes de Soulaines-Dhuys, Ville-aux-Bois et Épothémont.

ICDE : Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés, commune de Saint-Vulbas.

Cigéo Centre industriel de stockage géologique, communes de Ribeaucourt, Bure, Mandres-en-Barrois, et Bonnet.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

D'autres effets indirects sont induits à la suite d'une fermeture d'une centrale nucléaire, en effet les tarifs et coût d'électricité peuvent augmenter, les institutions à but non lucratifs et civiques pourraient être impactés à la suite de la diminution de la taxe de contribution et les entreprises qui répondent aux besoins d'approvisionnement des centrales nucléaires sont également susceptibles d'être impactées (Cooper J-G, 2016).

3.2.2 Réussir le démantèlement face aux défis environnementaux et socio-économiques :

L'ambition de faire de la région d'Alsace un territoire modèle pour le développement durable et les énergies renouvelables est étroitement liée à la fiabilité du démantèlement du CNPE Fessenheim, cette phase repose essentiellement sur une stratégie de développement économique et social dans le respect de l'aspect environnemental, une stratégie sur laquelle le développement des territoires autour de Fessenheim pourrait s'appuyer pour assurer la transition post nucléaire.

Réussir le défi du démantèlement et de la fermeture de la centrale de Fessenheim repose sur la promotion de la stabilité et le maintien de la dynamique sociale existante déjà, ceci se concrétise à travers l'élaboration d'un plan d'avenir pour la résilience du territoire, cette étape nécessite une meilleure planification de la transition énergétique et de réaménagement des sites autour de Fessenheim.

L'approche intégrante des interactions environnements-sociétés et de leurs dynamiques s'inscrit dans le cadre du dispositif « Observatoires Hommes-Milieus » dont fait partie l'OHM Fessenheim crée en 2018, une initiative conjointe du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et de l'Université de Strasbourg qui s'intéresse à l'étude des mutations du socio-écosystème du territoire de Fessenheim suite à la décision de fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim (OHM Fessenheim) ⁸

⁸ <https://ohm-fessenheim.fr/>

4. Intérêt et objectif de l'étude :

Le travail que nous menons s'inscrit dans le cadre du projet pluridisciplinaire Juxta Rhenum, une des thématiques de recherche de l'Observatoire Homme-Milieu OHM Fessenheim, au cours de ce travail nous allons répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les zones d'enjeu impliquant les modifications environnementales et les impacts socio-économiques déclenchés par la fermeture du CNPE Fessenheim ?
- Quel est l'emprise géographique des enjeux environnementaux et socioéconomique autour de Fessenheim.
- Quelle est la pertinence stratégique du zonage défini pour le projet de territoire ; Vers une définition d'un nouveau contour géographique du projet de territoire ?

Dans le but de mener à bien notre étude et afin de répondre à ces problématiques, nous avons évalué les impacts de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim à travers l'analyse des enjeux environnementaux et socioéconomiques, nous avons ensuite élaboré une cartographie de synthèse de la sensibilité environnementale et de la vulnérabilité socio-économique à l'échelle communale du Rhin supérieur, sur un échantillon constitué de 1854 communes des trois pays, France-Allemagne-Suisse, et ce dans le but d'évaluer la pertinence stratégique du cadre géographique défini pour le projet de territoire et de définir un nouveau contour géographique d'impact de la fermeture de la centrale de Fessenheim.

Chapitre II

Évaluer l'impact environnemental et socio-économique autour de Fessenheim.

Chapitre II : Évaluer l'impact environnemental et socio-économique autour de Fessenheim :

1. Les repères de l'emprise initiale de la zone d'étude :

Si les politiques d'aménagement du territoire ont pour but de réduire les disparités spatiales de façon que le bien-être de la population concernée (Emploi, santé, qualité de vie...) soit assuré par le niveau de développement d'une région donnée (Larrue C, 2010), la coopération transfrontalière en Europe contribue à la réduction des impacts négatifs de la frontière pour le tiers des Européens vivant en zones frontalières, elle joue un rôle primordiale dans le maintien et le développement des potentiels communs entre les territoires (Thevenet A, 2017).

Il convient dans un travail d'évaluation des impacts et d'analyse des enjeux de présenter l'intérêt et les motivations du choix de l'emprise géographique initiale, c'est l'ensemble du Rhin supérieur que nous avons pris comme emprise initiale, ce choix trouve son explication dans les mutations économiques, sociales et environnementales de la conférence du Rhin supérieur, cela va nous permettre de mettre en lumière l'étendu spatial des impacts à évaluer à la suite de la fermeture et le démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim, à travers les spécificités régionales qui peuvent être différentes au-delà des frontières, mais qui se caractérisent par des points communs tels que leurs positions transfrontalières et leur dynamisme économique et social ; Ces mutations sont à l'origine des impacts significatifs sur l'environnement et la biodiversité.

Reconnu pour la richesse de son patrimoine et sa diversité naturelle et culturelle, le Rhin supérieur est formé par la dépression Rhénane en incluant la plaine d'Alsace, la plaine de Bade et les contreforts montagneux des Vosges, de la Forêt Noire et du Jura (BADARIOTTI D, 1997), il s'étend sur 350 kilomètres de longueur et couvre une superficie de 21,526 km² avec une population estimée à 7,3 millions habitants en 2016, dont 2,8 millions d'actifs, son cadre institutionnel a été structuré dans les accords de Bonn du 22 octobre 1975 pendant la création de la commission intergouvernementale tri nationale, ses limites géographiques ont été ainsi définies dans le cadre de ces accords, il devient la conférence transfrontalière franco-germano-suisse dans l'accord de Bâle du 21 septembre 2000.

Administrativement le Rhin supérieur regroupe du côté français les deux départements Alsaciens, le Bas Rhin et le Haut Rhin, le pays de Bade et le sud du Palatinat du côté allemand, ainsi que les cantons suisses de de Bâle-Ville, Bâle-Campagne, Soleure, Jura et Argovie (Suisse du nord-ouest).

Les quatre eurodistricts (Figure 10) unifiant les rives du Rhin sont les suivants :

1- Eurodistrict PAMINA : Un territoire de coopération franco-allemand qui regroupe les trois territoires, le Palatinat du sud, le Mittlerer Oberrhein et le nord de l'Alsace, avec environ 1,7 millions d'habitants en 2020, il s'étend sur 6,500 km² et est marqué à l'Est par la Forêt Noire, à l'ouest par les Vosges du nord ainsi que la forêt du Palatinat.

L'Eurodistrict PAMINA est doté des groupements européens de coopération territoriale (GECT)⁹ depuis 2003.

2- Eurodistrict Strasbourg/Ortenau : Créé le 17 octobre 2005, l'Eurodistrict regroupe du côté français l'Eurométropole de Strasbourg, l'Etat et la communauté de communes du canton d'Erstein, du côté allemand, l'Ortenaukreis et les cinq villes d'Offenburg, Lahr, Kehl, Achern et Oberkirch.

L'Eurodistrict Strasbourg/Ortenau est répartis sur une superficie de 2,468 km² avec 1,006,000 habitants en 2018, il est doté des groupements européens de coopération territoriale (GECT) depuis 2010.

3- Eurodistrict Freiburg Centre et sud Alsace : Créé le 20 décembre 2000, il regroupe la région Freiburg, le pôle d'équilibre territorial et rural (PETR)¹⁰ Sélestat-Alsace Centrale, le pôle d'équilibre territorial et rural (PETR) du Pays Rhin-Vignoble-Grand Ballon, la communauté d'agglomération Colmar Agglomération et la communauté d'agglomération Mulhouse Alsace Agglomération, sa superficie est de 5,200 km² avec plus de 1,2 millions d'habitants en 2020.

⁹ Les GECT sont créés pour faciliter la coopération transfrontalière, transnationale et interrégionale entre les États membres ou leurs collectivités régionales et locales. Les GECT permettent à ces partenaires de mettre en œuvre des projets communs, d'échanger des compétences et d'améliorer la coordination en matière d'aménagement du territoire. (Fiches thématiques sur l'Union européenne, Kołodziejski M, 2020)

¹⁰ PETR : C'est un établissement public de coopération intercommunale (EPCI) qui a vocation à constituer un outil collaboratif à la disposition des territoires situés hors métropoles, ruraux ou non. (Les collectivités territoriales et la décentralisation, Verpeaux M et al, 2020)

Le Groupement Européen de Coopération Territoriale (GECT) de l'Eurodistrict Région Freiburg – Centre et sud Alsace a vu le jour en avril 2020.

4- Eurodistrict trinational de Bâle : Créé le 26 janvier 2007 à travers une coopération des trois collectivités territoriales françaises, suisses et allemandes, il regroupe 62 membres issus de Suisse (Communes des cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne, Planungsverband Fricktal Regio du canton d'Argovie, commune de Witterswil du canton de Soleure), d'Allemagne (Communes du Landkreis Lörrach, villes de Wehr et Bad Säckingen) et de France (Les trois Communautés de Communes du Pays de Saint-Louis, le Conseil Général du Haut-Rhin et le Conseil Régional d'Alsace), sa superficie est de 1,989 km² avec plus de 924,700 habitants en 2020.

Les quatre euro districts qui constituent la coopération transfrontalière franco-germano-suisse autour du Rhin supérieur sont dotés d'un potentiel économique sociale et environnementale très important, permettant ainsi un équilibre et une cohésion territoriale (Mission opérationnelle transfrontalière)¹¹, cet espace de vie se caractérise par :

- Une démographie dynamique et enrichissante, sa densité de population est de 339 hab/km², avec une population scolaire (Elèves, lycéens et étudiants) estimée à 1,1 millions en 2018.
- Un axe de transport routier, ferroviaire et fluviale très riche, ce qui lui permet de bénéficier d'une dynamique économique importante et d'une attractivité industrielle autour du Rhin, son PIB est estimé à 234 milliards d'euros en 2012, soit 39 331 euros par habitant.
- Une activité agricole en croissance constante, avec 39 % de la superficie du territoire exploitées à des fins agricoles.
- Une réserve naturelle et des espaces protégés importants (43 % de forêts)
- Une destination touristique attractive avec plus de 22 millions de nuitées enregistrées en 2019 sur l'ensemble du territoire.

¹¹ <http://www.espaces-transfrontaliers.org/>

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

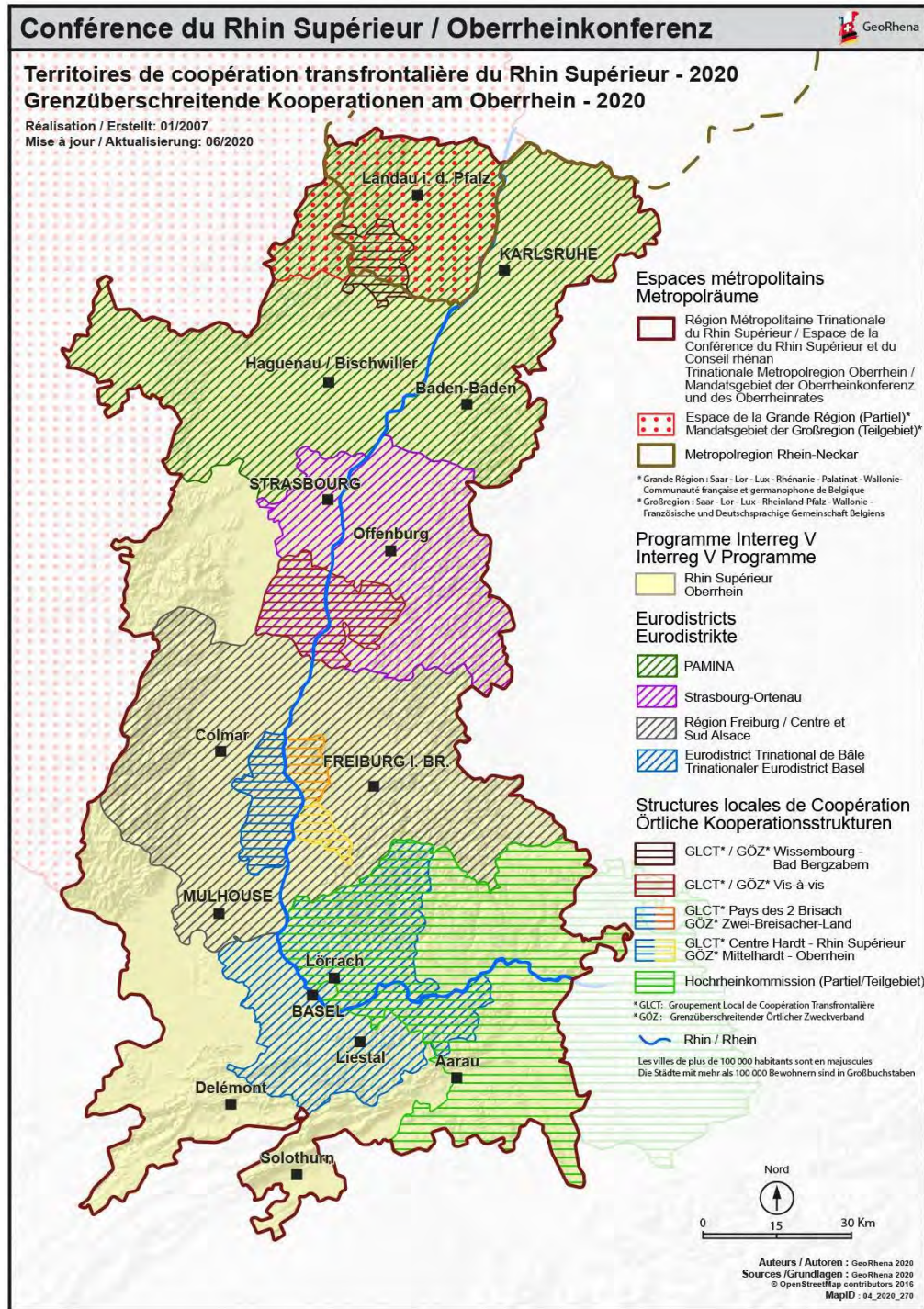


Figure 10 : Territoire de coopération transfrontalière du Rhin Supérieur 2020
 (Source : GeoRhena¹²)

¹² <https://www.georhena.eu/fr/Cartheque/>

2. Collecte et analyse des données géographiques :

La collecte des données qui recensent l'ensemble des enjeux étudiés s'est faite en fonction des thématiques que nous avons défini pour notre étude, cela nous a permis de constituer un catalogue de données par thématique de la manière suivante :

- a- Environnement.
- b- Démographie et Habitat.
- c- Emploi et revenus fiscaux.
- d- Offre en équipements et service à la population.
- e- Mobilité et transport.

La comparaison des différents enjeux analysés au cours de notre travail permettra d'évaluer leur pertinence les uns par rapport aux autres ainsi que l'importance de chaque thématique dans l'évaluation des impacts de la fermeture du CNPE Fessenheim, le choix des thématiques à analyser est basé sur des critères synthétisés dans ce tableau :

| Thématiques | Qualité | Contenu | Disponibilité | Pertinence | Choix de la thématique |
|----------------------------------------|---------|---------|---------------|------------|------------------------|
| Environnement | *** | *** | *** | *** | *** |
| Démographie et Habitat | ** | * | ** | *** | ** |
| Emploi et revenus fiscaux | * | * | * | *** | * |
| Equipements et service à la population | ** | ** | * | *** | ** |
| Mobilité et transport | * | * | * | *** | ** |

Figure 11 : Tableau synthétique des critères fixés dans le choix des thématiques à analyser.

La qualité, le contenu et la disponibilité de la donnée notamment homogène sur l'ensemble des trois pays sont des facteurs primordiaux dans leur sélection, c'est pourquoi nous avons donc décidé de regrouper l'ensemble les cinq axes en trois thématiques à savoir :

- a- Enjeux environnementaux et aménagement.
- b- Vulnérabilité sociale et économique.
- c- Accessibilité et mobilité durable.

Nous avons rencontré quelques difficultés liées à la non-disponibilité des données du côté allemand et suisse, d'autres données n'ont pas été prises dans l'analyse comme il aurait été souhaitable, des données qui, soit ne couvrant pas l'ensemble du territoire sur les trois pays, soit couvre un espace géographique généralisé sur une échelle régionale ou départementale. Il est à noter également que nous avons choisi l'année 2018 comme année de référence aux données en lien avec l'annonce de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim en novembre 2018.

Les données nécessaires à la cartographie des enjeux étudiés sont accessibles sur plusieurs plateformes, celles qui sont homogène et qui couvre l'ensemble du périmètre du Rhin Supérieur ont été collectées à partir du système d'information géographique transfrontalier GeoRhena, d'autres ont été collectées depuis plusieurs organismes tels que l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques INSEE, la Direction Départementale des Territoires DDT du Haut Rhin et du Bas Rhin, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement DREAL Grand Est, L'entreprise de service public ENEDIS, Le gestionnaire du réseau de transport d'électricité RTE, l'Office Statistique du Baden-Württemberg, l'Office Fédéral Allemand des Statistiques, l'Institut d'État pour l'Environnement, les Mesures et la Conservation de la Nature LUBW Bade-Wurtemberg, l'Office Fédéral Suisse de l'Environnement OFEV. Ces données ont été traitées et homogénéisées pour couvrir l'ensemble du périmètre du Rhin Supérieur sur une échelle adéquate.

La méthodologie suivie dans le cadre de notre travail s'inscrit dans un schéma de recherche « classique » en sciences sociales, elle repose sur trois étapes qui sont les suivantes : la conception de la recherche, collecte et analyse des données, interprétation et résultats (Quivy, R & Campenhoudt, L-V, 1995), l'objectif est d'élaborer une cartographie synthétique de la sensibilité environnementale et de la

vulnérabilité socio-économique à l'échelle communale du Rhin supérieur après la fermeture du CNPE Fessenheim, sur un échantillon constitué de 1854 communes du Rhin supérieur, le choix de l'échelle communale se traduit par la fiabilité et représentativité des résultats à obtenir, l'objectif est de définir un nouveau contour géographique du projet du territoire post CNPE Fessenheim.

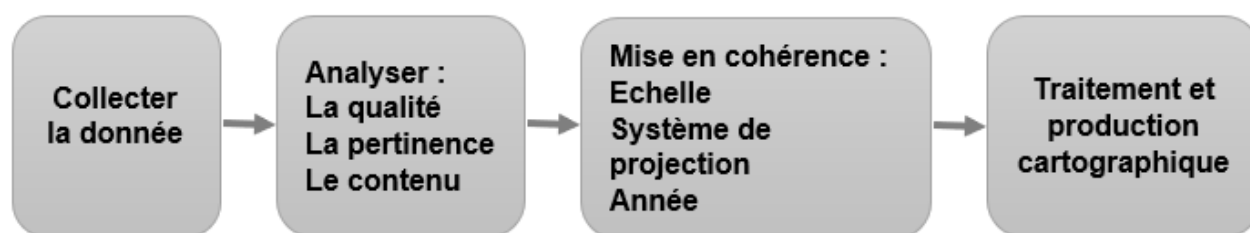


Figure 12 : Les étapes de l'analyse des données géographiques.

3. Du diagnostic de l'ensemble des thématiques à la production cartographique des enjeux :

L'ensemble des thématiques définies pour notre étude s'articule autour de trois axes, au cours du premier axe, nous allons analyser les enjeux environnementaux et les aménagements, ensuite nous allons analyser la vulnérabilité sociale et économique dans le deuxième axe et enfin un troisième axe dédié à l'étude de l'accessibilité et la mobilité durable (Figure 13).

Le choix de ces thématiques est pertinent au regard des enjeux identifiés, étant donné que l'aménagement d'un territoire consiste à répondre à des besoins de qualité de vie et à une gestion de l'environnement et des risques naturels et/ou industriel, l'étude de ces thématiques est donc une réponse à l'importance des enjeux et des menaces qui pèsent sur les interrelations entre l'individu et son environnement physique et socioéconomique après la fermeture de la centrale de Fessenheim, à travers ses dimensions spatiales et temporelles, en effet la biodiversité a un rôle primordial dans la préservation et le maintien des systèmes naturels, ces derniers sont en interaction les uns avec les autres et façonnés par l'activité humaine.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

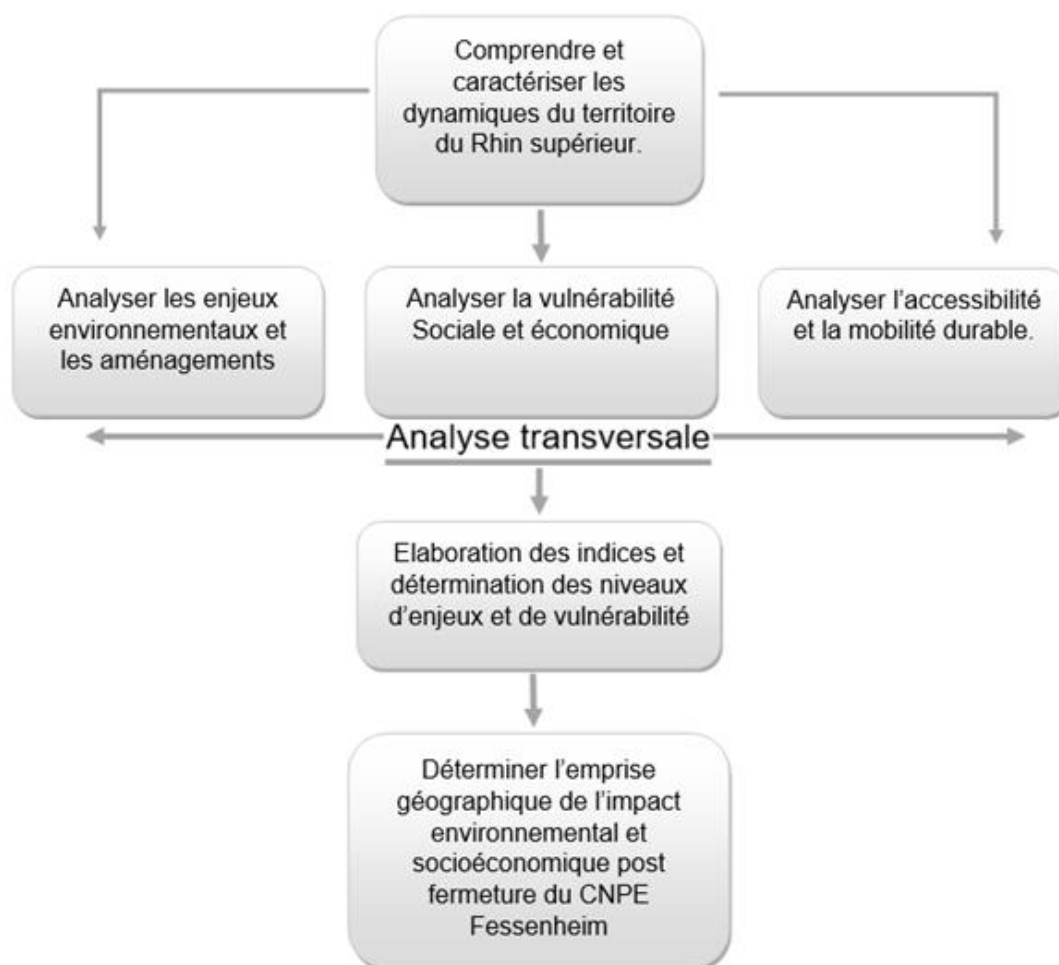


Figure 13 : Schéma synthétique de la méthodologie suivie dans notre travail.

3.1 Enjeux environnementaux et aménagement :

La question environnementale est l'une des préoccupations des sociétés modernes, les acteurs de l'aménagement du territoire accordent une attention particulière à l'environnement à la suite de l'accentuation des catastrophes écologiques d'origine anthropique dans le monde au milieu du XXe siècle.

Cette prise en conscience environnementale s'est traduite en France par l'institutionnalisation de l'environnement pour la première fois en 1963, à travers la création des premiers parcs nationaux (Port-Croset et la Vanoise), ensuite la création de la délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR) qui a initié la réflexion sur les PNR (PNR) en 1965, cet événement

est suivi par la création des zones naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) par le ministère de l'environnement en 1982.

En 1970, le traité international de protection de l'environnement RAMSAR a été adopté, cette convention relative aux zones humides d'importance internationale a été ratifiée par la France en 1986, six ans plus tard, en 1992 et à l'échelon européen, le réseau NATURA 2000 a vu le jour.

En 2009 un grand projet national a été initié dans les territoires français, il s'agit de la politique de la trame verte et bleue qui intègre les continuités écologiques dans les politiques territoriales et les documents de planification. De nouveaux éléments ont été apportés en 2016 pour agir au profit de la trame verte et bleue.

L'adaptation des aménagements aux regard des enjeux environnementaux nécessite des pratiques réflexives afin d'atténuer les menaces potentielles pour l'environnement, et donc la perception d'une meilleure prise en charge des enjeux environnementaux dans l'aménagement du territoire.

Dans ce contexte, nous allons procéder dans un premier temps à l'identification des biens environnementaux présents sur l'ensemble du territoire du Rhin supérieur, puis les aménagements mis en œuvre pour valoriser ces territoires, cela va nous permettre de traduire les mutations subies et de dégager les espaces à enjeux et les menaces qui pèsent sur l'ensemble des espèces faunistiques et floristiques après la fermeture du CNPE Fessenheim, néanmoins le choix des thématiques à analyser nécessite une homogénéisation au niveau des trois pays qui constitue le territoire du Rhin supérieur (France, Allemagne, Suisse).

Nous avons collecté les données sur les Parcs Naturels à partir de trois sources différentes pour couvrir l'ensemble du territoire étudié, nous avons également mis à jour la réserve forestière (Son équivalent en France est : Forêt de protection) , il est a noté également que les zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) sont des zones spécifique à la France et son équivalent en Allemagne ou en Suisse est indisponible.

Les thématiques que nous avons étudiés visent donc à préserver la capacité du capital naturel indispensable à la vie des êtres vivants, elles se déclinent sous quatre thèmes à savoir :

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

- a- Les zones protégées.
- b- L'occupation du sol.
- c- Les risque inondation.
- d- Le réseau électrique.

a- Les zones protégées :

Il s'agit de l'ensembles des espaces naturels protégés qui maintiennent la biodiversité, ces espaces sont soumis à des arrêtés visant à les préserver vis-à-vis les pressions anthropiques, ces zones sont les suivantes : Réserves biologiques forestières, réserves naturelles, les sites Ramsar, ZNIEFF I & II, Natura 2000 (Oiseau & Habitat) et les parcs naturels.

La fermeture de la centrale de Fessenheim pourrait entraîner des modifications profondes des espaces ayant un intérêt particulier pour les habitats naturels ainsi que la faune et la flore, l'identification des ces zones vise à promouvoir la protection et la gestion de ces espaces naturels à valeur patrimoniale et paysagère, ainsi que le bon fonctionnement écologique dans le respect du cadre socioéconomique.

La cartographie des zones protégées (Figure 14) ressort des périmètres ayant des surfaces variées, traduisant la richesse environnementale dans l'ensemble du territoire du Rhin supérieur, une richesse de la biodiversité animale et végétale qui s'explique par la diversification des espaces naturels spécifiques pour chaque région, cela constituent un de ses atouts majeurs pour l'attractivité du territoire en termes des services écosystémiques qui rendent la vie humaine plus aisée, ces systèmes sont : les service d'approvisionnement tels que l'agriculture, l'eau potable, l'énergie et l'accès aux soins, les services de régulation des phénomènes naturels extrêmes comme les inondations, les sécheresses, les canicules, ainsi que services culturels et de loisirs.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

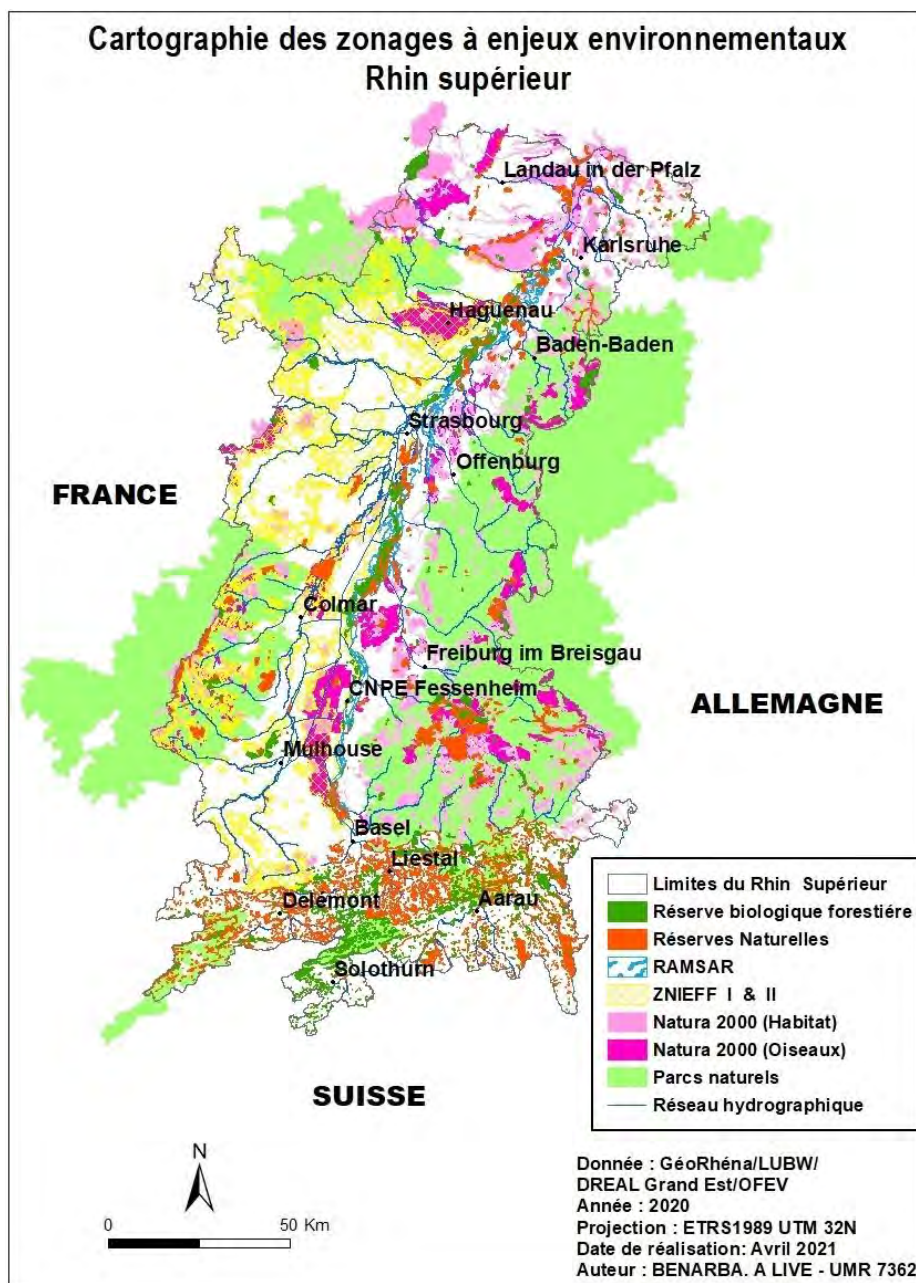


Figure 14 : Cartographie des zonages à enjeux environnementaux - Rhin supérieur.

Tout au long la bande Rhénane, la fleuve qui prend sa source de la montagne de Glaserberg située dans le Jura alsacien, les bras morts, les prairies et les forêts alluviales à bois dur tels que les chênes, les ormes et frênes constituent des zones humides d'intérêt international, cette importance patrimoniale des zones humides permet aux poissons migrateurs d'abriter les milieux aquatiques pour se nourrir, migrer et frayer, elle permet également de couvrir les besoin en eau des champ d'épandage aux hautes eaux du fleuve et maintient le bon fonctionnement la nappe phréatique.

En effet le territoire du Rhin supérieur bénéficie en vue de sa situation géographique des contrastes de relief qui constituent sa richesse et sa diversité structurelle, on retrouve des montagnes, des vallées, des plaines et des forêts. Ce territoire se caractérise par des massifs montagneux très boisés, il est délimité de l'est par la Forêt Noire, de l'ouest par les Vosges, du nord par le massif du Pfälzeward et du sud par une partie du Jura, les forêts constituent 43% de sa superficie globale, cet atout lui permet de bénéficier d'une variété de paysages et d'une diversité climatique importante.

b- L'occupation du sol :

Afin de se renseigner sur l'occupation du sol, nous avons fait recours à la base de données Corine Land Cover (CLC) 2018, une base de données européenne pilotée par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) et couvre 39 pays, elle se base sur l'interprétation visuelle des images satellite à haute résolution pour faire un inventaire de l'occupation du sol en 44 classes, ces classes portent une nomenclature hiérarchisée en 3 niveaux, chaque niveau comprend un nombre de poste à des échelles différentes expliquées dans un manuel du produit.

L'identification des objets géographiques au niveau du Rhin supérieur (Figure15) met en lumière les enjeux de l'occupation du sol, ces enjeux sont formulés plus particulièrement autour de l'urbanisation des sols dans la zone d'étude, il s'agit des espaces naturels, agricoles ou forestiers consommés au détriment du développement économique et urbain des sociétés humaines, cette artificialisation aura des répercussions non seulement sur la biodiversité, le paysage et la production agricole, mais aussi sur la ressource en eau et sa gestion.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

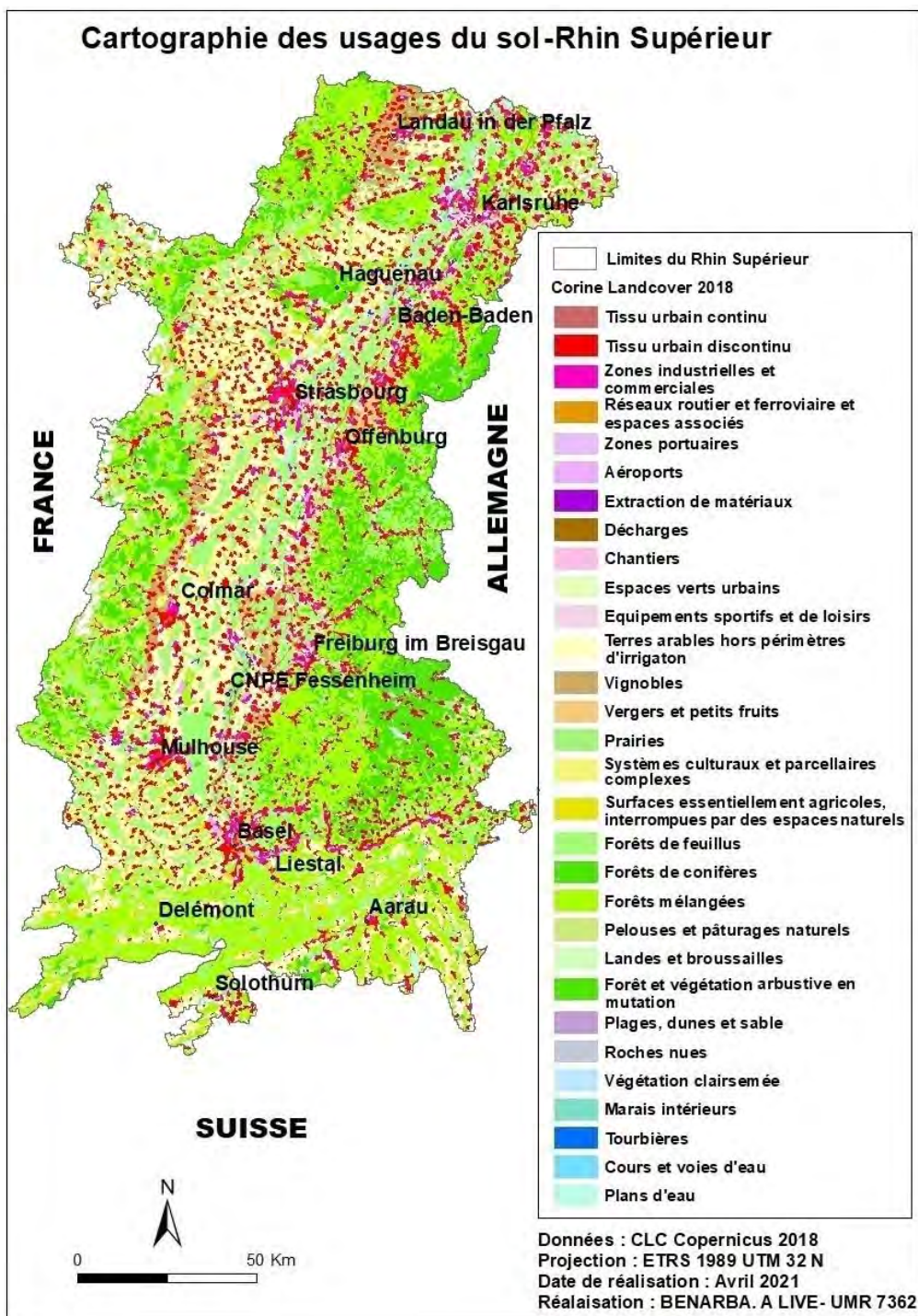


Figure 15 : Cartographie des usages des sols - Rhin supérieur.

La perte de la biodiversité par la fragmentation des paysages est traduite dans les mutations que subisse le Rhin supérieur, l'urbanisation et l'étalement urbain est remarquable tout au long de la bande Rhénane, le paysage a des fonctions différentes au long du Rhin qui est considéré comme artère du développement économique et humaine, le côté français est plus industrialisé que celui d'Allemagne, la densité de la

population ainsi que l'étalement urbain sont des processus qui agissent également sur le défrichement du paysage, le rétrécissement des pâturages des montagnes et des prairies sèches et affectent les prairies d'eau et les prairies vergers des plaines, ceci contribue à la disparition de nombreuses espèces.

Cependant, le tissu urbain continu et discontinu, la diversification des équipements et infrastructures, et le développement du réseau routier et ferroviaires, ces facteurs sont déterminants de l'impact transformateur de l'artificialisation des sols. L'action anthropique dans l'utilisation des sols doit tenir compte des composantes environnementales.

c- Les risques inondation :

Pour toute installation industrielle ou résidentielle post fermeture de la centrale Fessenheim et afin de protéger les personnes et les biens des risques inondation, il est indispensable d'analyser les différents outils qui caractérisent ces risques, il s'agit des plans de prévention des risques inondation « PPRI » en France et leur équivalent tant en Allemagne qu'en Suisse, ces outils permettent le zonage réglementaire des inondations, dans le but de limiter de nouvelles implantations humaines dans les zones les plus dangereuse (Zones à risque fort), nous allons donc synthétiser les risques inondations au niveau du Rhin supérieur et établir un zonage de ces plans suivant les zones à risque fort.

La production cartographique issue de ce traitement vise à dégager les zonages à risque fort en inondation (Figure 16), ces inondations peuvent se produire en raison de plusieurs facteurs climatiques et météorologiques déclenchant, soit après des débordements des cours d'eau et/ou de remontées de nappe en plaine du Rhin supérieur, ou après des épisodes d'orages violents et des précipitations abondantes qui caractérisent la vallée du Rhin et l'ensemble de ses affluents, ceci provoque un dysfonctionnement du régime fluvial avec des effets diversifiés, les impacts sont de grande ampleur sur la vie humaine, sur l'économie et sur l'environnement.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

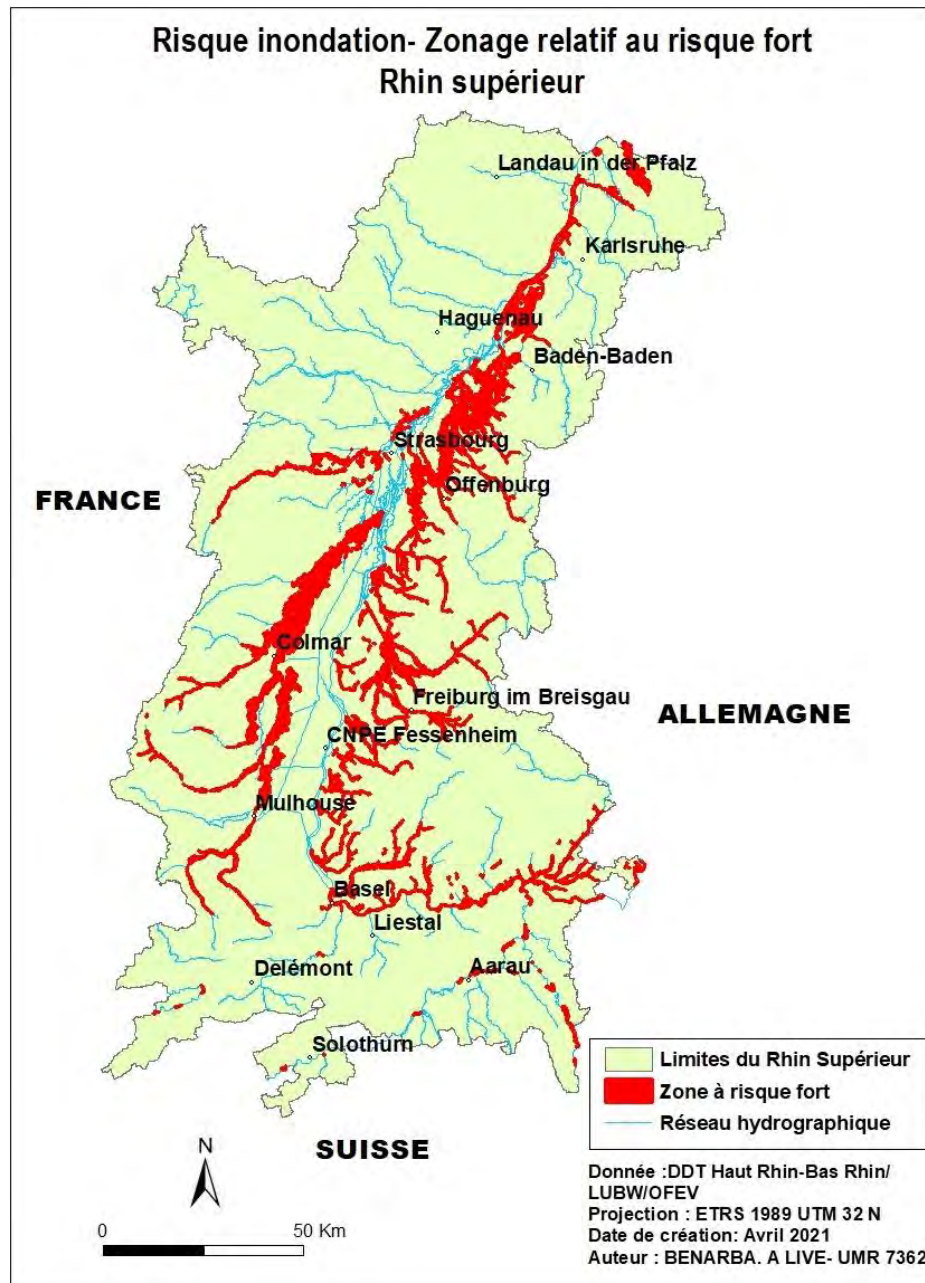


Figure 16 : Cartographie des zonages à risque inondation fort.

En effet, comme on peut le voir sur la figure ci-dessous, les zones les plus exposées au risque inondation dans l'espace du Rhin Supérieur sont localisées au long du Rhin, ce zonage s'étend du Palatinat au nord Est jusqu'au Sundgau au sud, il couvre également les bassins versant de l'Ill, de l'Aar et du Rhin en amont de Bâle, néanmoins la région du Neuf-Brisach n'est pas une zone à risque fort.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Il est à noter que le Rhin a connu des corrections pendant son aménagement au XIX^{ème} siècle (Correction de Tulla), ces travaux consistent à couper plusieurs méandres et d'approfondir le lit de la rivière afin de permettre la navigation et de prévenir les crues.

d- Le réseau électrique :

L'ensemble du territoire du Rhin supérieur dispose suffisamment de moyens de production pour couvrir ses besoins en matière d'électricité. En France la région du Grand Est produit plus de deux fois plus qu'elle ne consomme, en revanche la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim, destinée à la production d'électricité, nécessite des dispositifs de régulation de flux d'électricité afin d'adapter la consommation énergétique selon les besoins des régions qui dépendent fortement de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Pendant son exploitation, la centrale de Fessenheim a produit en moyenne environ de 11 TWh par an, soit de 2% de la production électrique annuelle de la France, en effet la production électrique à partir des énergies nucléaires et fossiles représentent plus des 75% de la production électrique en Allemagne et en France et plus de 40% de la production en Suisse.

La cartographie du réseau de distribution électriques (Lignes de haute tension HTA d'une valeur moyenne de 380 000 volts) nous permet d'avoir de manière générale les régions les plus raccordées ainsi que l'efficacité du réseau électrique, mais l'objectif d'analyser la distribution des lignes à haute tension demeure dans leurs impacts sur l'ensemble du Rhin Supérieur, cet impact pourrait être sur l'environnement et la biodiversité, la santé humaine et celle des animaux d'élevage ainsi que sur la valeur paysagère.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?



Figure 17 : Cartographie du réseau électrique à haute tension – Rhin Supérieur.

Au long du Rhin, il existe dix grandes centrales hydroélectriques dont quatre sont exploitées par les deux pays riverains (Iffezheim, Gamsheim, Kehl et Brisach) et huit d'entre elles sont exploitées par l'entreprise française EDF, ce dernier produit en moyenne 8 milliards de kWh chaque année. Le maillage de distribution et d'alimentation en électricité sur l'ensemble du territoire étudié (Figure 17) est assuré par le réseau électrique à haute tension à travers l'interconnexion de ce réseau et les usines de production électrique, l'alimentation électrique est assurée par deux niveau

de tension, le réseau 225 000 volts alimenté par les centrales hydroélectriques implantées au long du Rhin (Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrun, Marckolsheim, Rhinau, Gerstheim, Strasbourg et Gambsheim) et le réseau 400 000 volts qui assure l'évacuation de la production d'électricité de la centrale nucléaire de Fessenheim vers l'agglomération de Strasbourg, la région parisienne, vers l'Allemagne et vers la Suisse, ce réseau assure également les liaisons entre les grands centres de productions en Lorraine à savoir les centrales thermiques de Carling et de Blénod, la centrale nucléaire de Cattenom ainsi que l'électricité importée depuis l'Allemagne et la Suisse.

3.2 Vulnérabilité sociale et économique :

Situé au cœur de l'Europe, le Rhin supérieur se caractérise par sa singularité de réunir trois pays, ceci lui offre un dynamisme socioéconomique et une richesse territoriale incontestable due à la forte concentration de ressources naturelles et économiques. L'analyse de la vulnérabilité socioéconomique s'attache à prendre en compte plusieurs paramètres afin de caractériser les nuances et les inégalités socioéconomique post mise hors service de la centrale de Fessenheim.

Bien que les données de la plupart des éléments structurants qui interviennent dans la problématique étudiée soient accessibles en France, il serait pertinent d'étendre notre analyse en ajoutant d'autres paramètres tels que l'emploi et le chômage, les déplacements pendulaires et le travail transfrontalier ainsi la démographie des entreprises et la fiscalité, malheureusement l'accessibilité aux données au-delà des frontières françaises n'a pas pu aboutir, nous sommes donc limités à analyser les paramètres suivants :

- a- La démographie communale.
- b- La densité de population.
- c- L'indice de renouvellement des générations.
- d- La production des énergies renouvelables.
- e- Les équipements et services à la population.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

a- La démographie communale :

Les effets de la natalité, de l'espérance de vie et donc de la mortalité, ainsi que les migrations sont des paramètres qui agissent sur la démographie, de ce fait la particularité du maillage des villes du Rhin supérieur fait de lui un territoire très attractif, sa structure polycentrique est constituée autour des grandes villes telles que Karlsruhe, Strasbourg, Freiburg, Mulhouse et Bâle, une organisation unique en Europe.

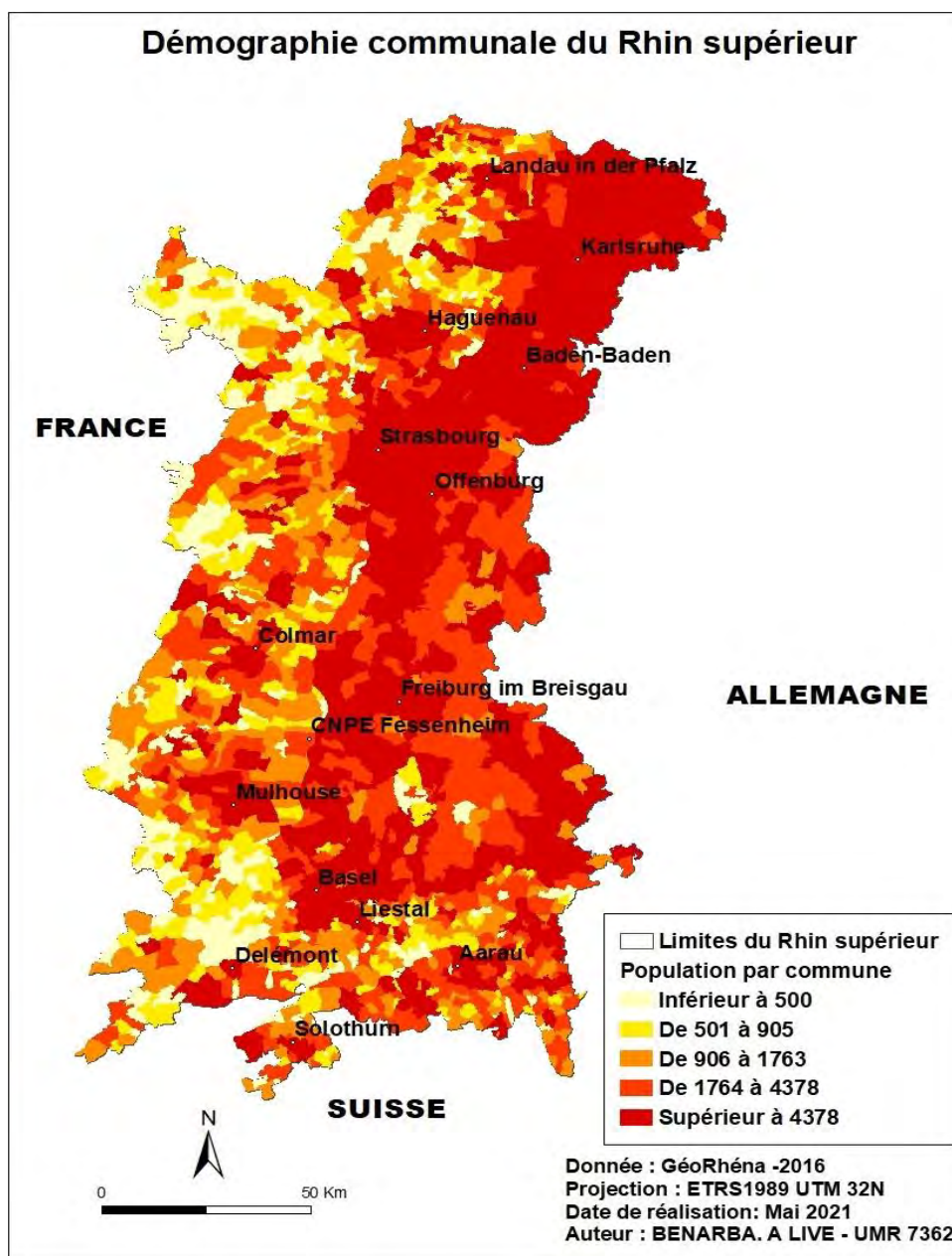


Figure 18 : Démographie communale du Rhin supérieur.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

De par sa situation géographique privilégiée, la répartition spatiale de la démographie communale autour du Rhin (Figure 18) fait de cet espace un bassin de vie inter-culturel enrichissant et dynamique, plus particulièrement au pays de Bade, au Palatinat du sud et au nord-ouest de la Suisse (Cantons de Bâle-Ville, Bâle-Campagne, Argovie, Soleure et Jura) sa population est estimée à 7,3 millions habitants en 2016, une population supérieure à onze Etats membres et qui représente 1,2% de la population des Etats membres de l'Union européenne.

b- Densité de population :

L'analyse de la densité de population (Nombre d'habitants par kilomètre carré) nous permettra de mettre en avant la composition territoriale après la fermeture de la centrale de Fessenheim, ainsi que la pression démographique qui pourrait être exercée sur le foncier, notamment agricole et naturel du Rhin supérieur.

La densité de population (Figure 19) est de 339 habitants au km² sur l'ensemble du territoire étudié, avec d'importantes disparités, elle est de 200 habitants au km² au Palatinat du sud, de 222 habitants au km² en Alsace, de 299 habitants au km² au pays de Bade et de 385 habitants au km² au nord-ouest de la Suisse (Cantons de Bâle-Ville, Bâle-Campagne, Argovie, Soleure et Jura), ceci est dû au poids de l'agglomération de Bâle.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

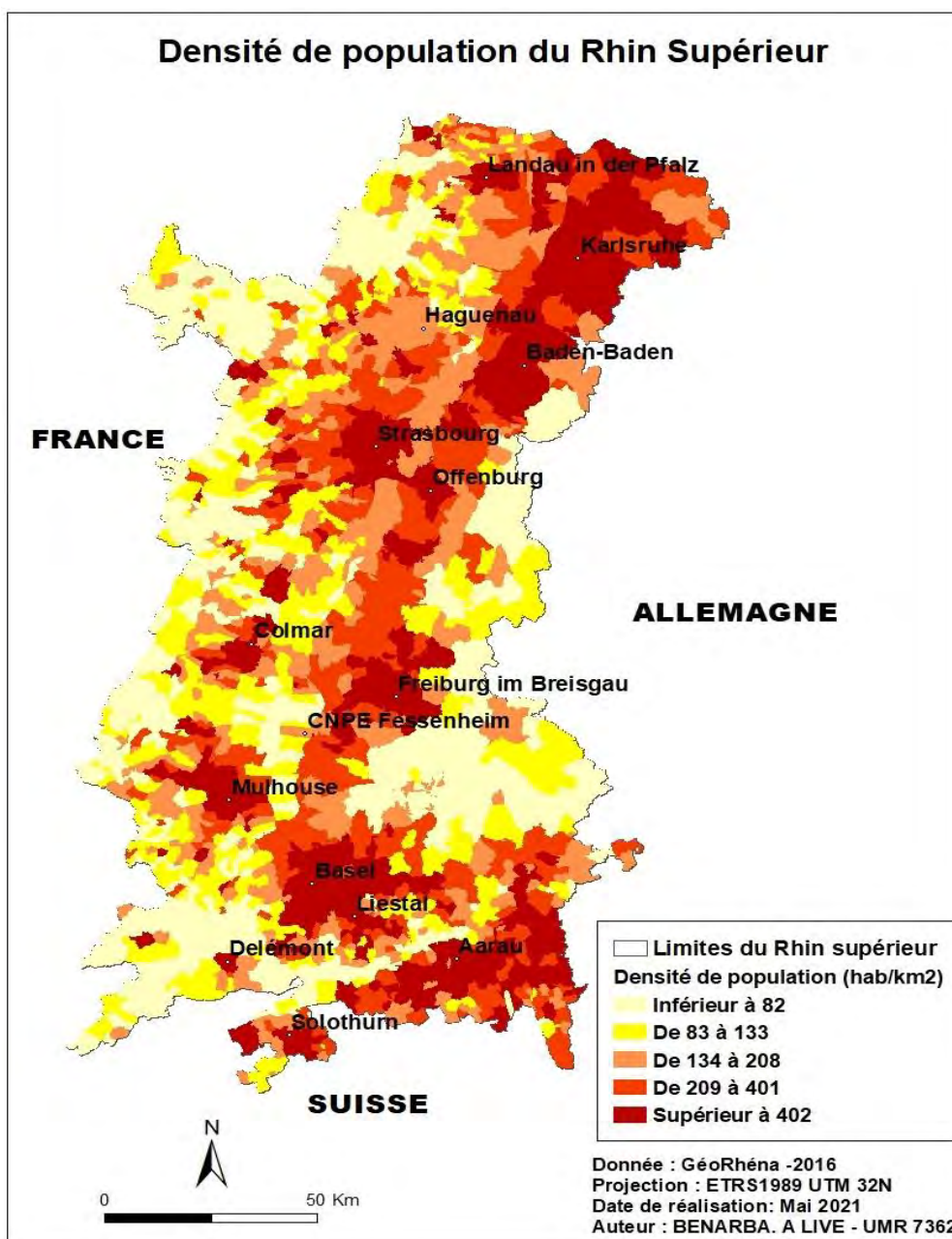


Figure 19 : Densité de population du Rhin supérieur.

c- Indice de renouvellement des générations :

L'indice de renouvellement des générations est le rapport entre la population âgée de moins de 20 ans et celle des 60 ans et plus, son calcul se base sur plusieurs paramètres tels que l'âge, les naissances, les décès...Le choix de cet indice est lié à l'analyse de la tendance d'une population à augmenter ou à diminuer naturellement, ainsi que sa capacité de renouvellement ou de remplacement, l'enjeu est d'analyser

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

et de préserver l'aptitude du territoire du Rhin supérieur à nourrir son développement économique d'une manière durable.

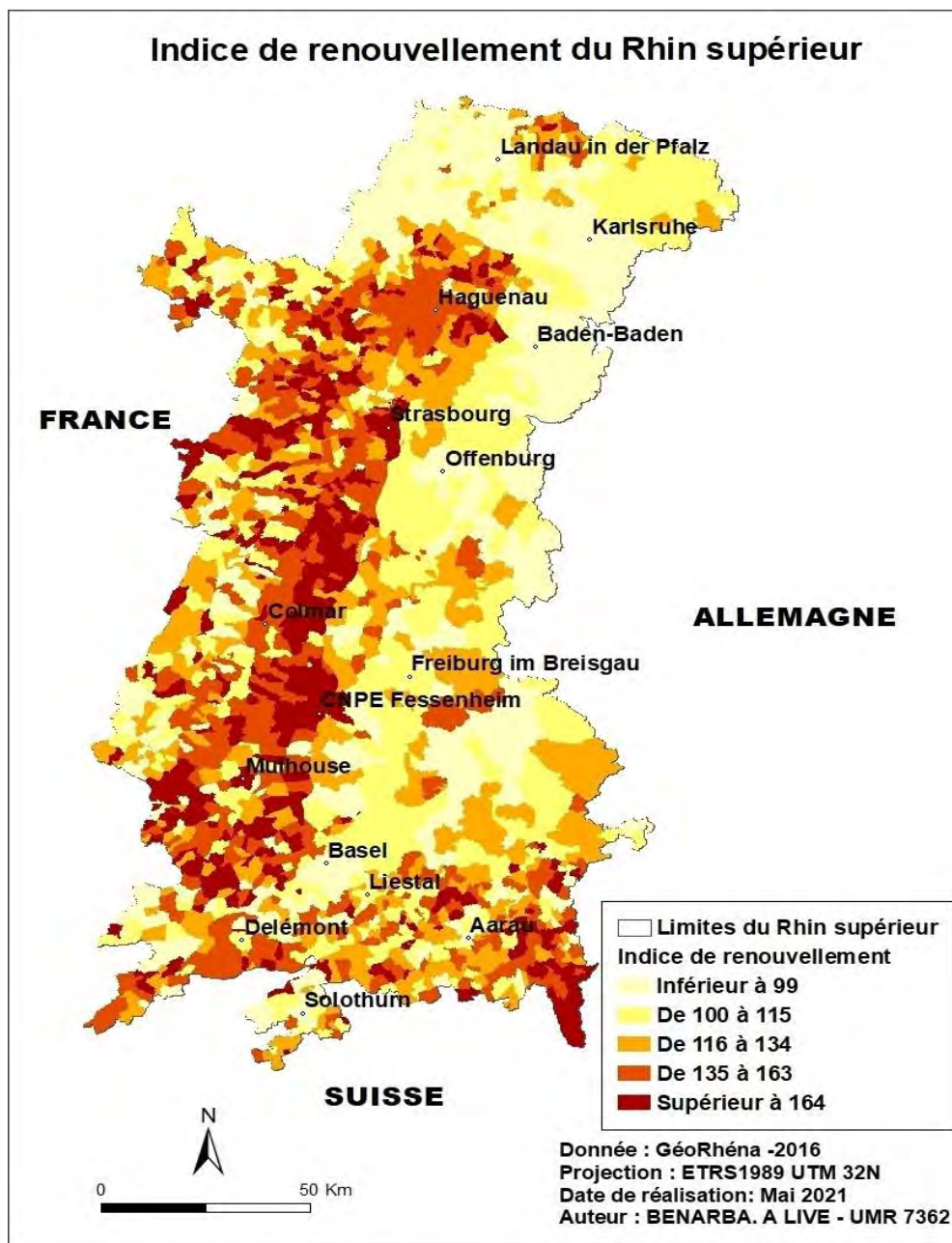


Figure 20 : Indice de renouvellement des générations du Rhin supérieur.

Comme le montre la figure 20, la région d'Alsace, le nord-ouest de la Suisse affichent les valeurs d'indice de renouvellement des générations les plus élevées et donc des taux les plus bas de population âgée contrairement au Pays de Bade et au Palatinat du sud. De manière générale, l'ensemble du territoire du Rhin supérieur se caractérise par un vieillissement remarquable de sa population.

La commune de Fessenheim est les communes voisines enregistrent des valeurs très élevées, ceci peut être lié à une circulation résidentielle dynamique de la main d'œuvre qui ne manque pas la commune tout au long de la période de l'activité du CNPE Fessenheim et ce pendant plusieurs années.

d- La production des énergies renouvelables :

Les perspectives en termes des énergies renouvelables des trois pays qui constituent l'espace du Rhin supérieur sont ambitieuses, en Allemagne, la loi (EEG) vise à promouvoir les énergies renouvelables dans sa production, de même en France, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte a pour objectif d'atteindre 40 % du mix électrique à partir des énergies renouvelable en 2030 et en Suisse la stratégie énergétique du conseil fédéral prévoit une production issue des énergies renouvelables estimée à 14,5 TWh en 2035 et à 24,2 TWh en 2050 avec la fermeture de plusieurs centrales nucléaires.

L'espace tri national franco-germano-suisse du Rhin supérieur abrite plus de 450 installations produisant des énergies renouvelables d'une capacité minimale de 300 kW, ces énergies se basent essentiellement sur l'eau, le vent, le soleil, la biomasse ou la géothermie, à travers ce paramètre nous allons nous renseigner sur les territoires les plus avancés en matière des énergies renouvelables, et les plus engagés pour l'efficacité énergétique.

L'analyse de la production des énergies renouvelables au Rhin supérieur (Figure 21) révèle une production d'électricité majoritairement issue de l'énergie hydraulique au long des affluents du Rhin, on compte 118 usines produisant au total 2,534 MWel, dont 45 sont en Allemagne (Le Palatinat du sud et le pays de Bade), 30 en Alsace et 43 en Suisse nord-ouest. L'éolien occupe la deuxième place en termes des énergies renouvelables, on compte sur l'ensemble du Rhin supérieur 141 éoliennes d'une puissance cumulée de 336 MWel, dont 115 se trouvant en Allemagne (71 dans le pays de Bade et 44 dans le Palatinat du sud), 20 en Alsace près de la Lorraine et 6 en Suisse du nord-ouest.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

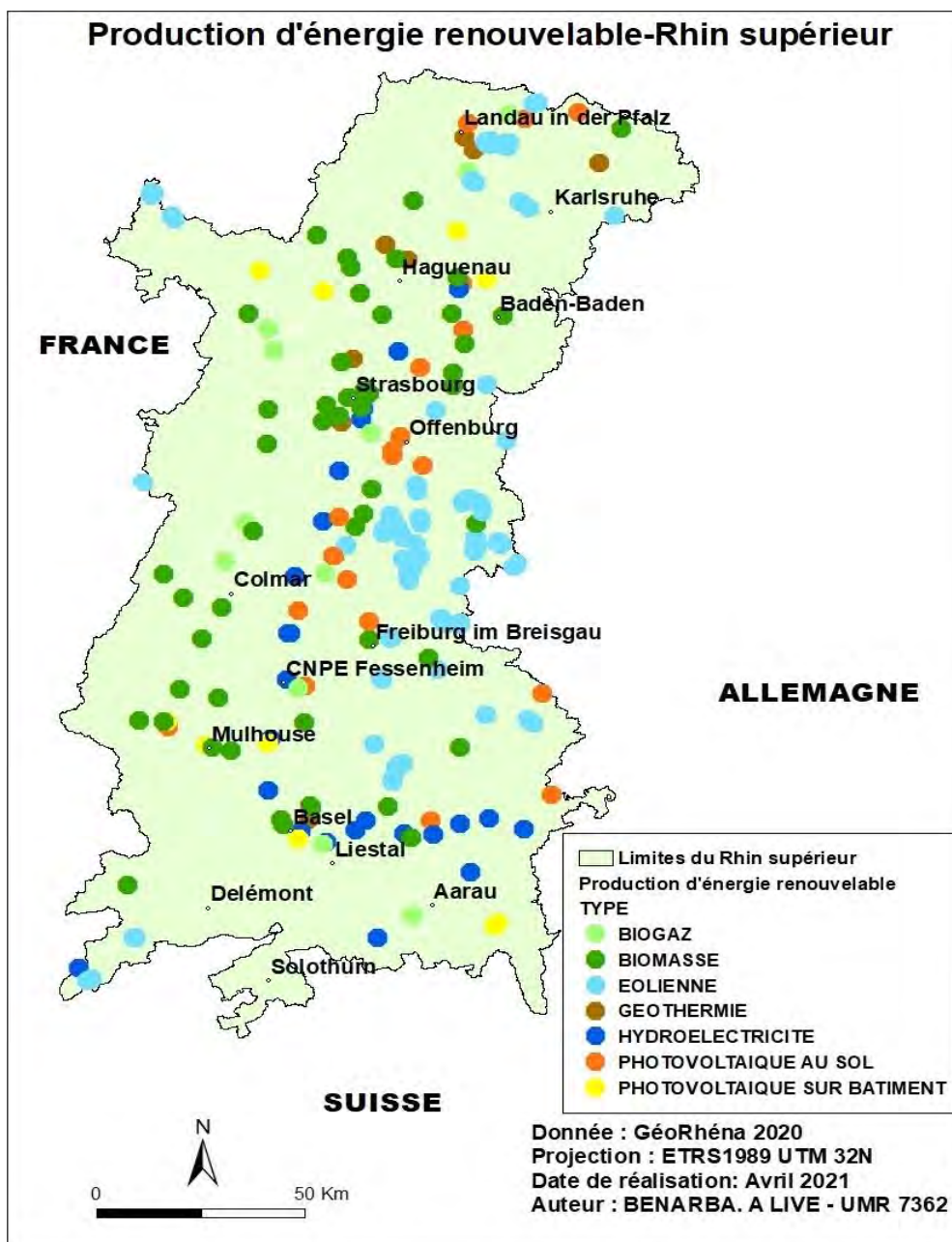


Figure 21 : Production d'énergie renouvelable au Rhin supérieur.

Pour le photovoltaïque, il existe 210 installations réparties sur la vallée rhénane dont 27 parcs solaires et 183 installations sur bâtiment, avec une puissance totale estimée à 214 MW, 132 installations se situent en Allemagne (Le Palatinat du sud et le pays de Bade), 70 en Suisse nord-ouest et 8 en Alsace.

Il existe également 10 chaufferies biomasses produisant de l'énergie à base de bois ou d'incinération de déchets dont 4 sont en Allemagne (Le Palatinat du sud et le pays de Bade), 4 en Suisse nord-ouest et deux en Alsace.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Et enfin six installations de géothermie dont 3 en Allemagne (Le Palatinat du sud et le pays de Bade), une en Suisse nord-ouest près de Bâle et deux se trouvent en Alsace.

e- Les équipements et services à la population :

La dynamique démographique et économique de l'espace tri national du Rhin supérieur se traduit par le niveau de vie élevé et la disponibilité de l'ensemble des biens et services à la population, ceci constitue un atout social et économique pour le développement du territoire. Le choix de ce paramètre semble donc bien justifié, l'objectif est d'analyser l'offre en équipements et services à l'échelle des communes du Rhin supérieur, d'identifier les communes qui souffrent en matière d'équipements, ainsi que la contribution de la centrale Fessenheim via ces retombées, enfin évaluer l'impact de la fermeture de la centrale Fessenheim et son ampleur sur cette offre.

Les équipements que nous avons analysés sont répartis en trois catégories à savoir :

- Équipements culturels : musées cinémas.
- Équipements éducatifs : centre de recherche, établissement d'enseignement supérieur.
- Services à la population : aéroports nationaux et internationaux, gares principales et secondaires.

L'offre en équipements et services à la population au Rhin supérieur se caractérise par des nuances d'une communes à l'autre (Figure 22), ces disparités sont liées au poids de chaque commune par rapport à l'autre, le nombre d'équipements pris dans l'analyse n'est importants qu'au niveau des grandes villes comme Karlsruhe, Strasbourg, Freiburg et Bâle. La commune de Fessenheim reste relativement bien dotée en termes d'offre en équipements et services à la population par rapport à son bassin de vie.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

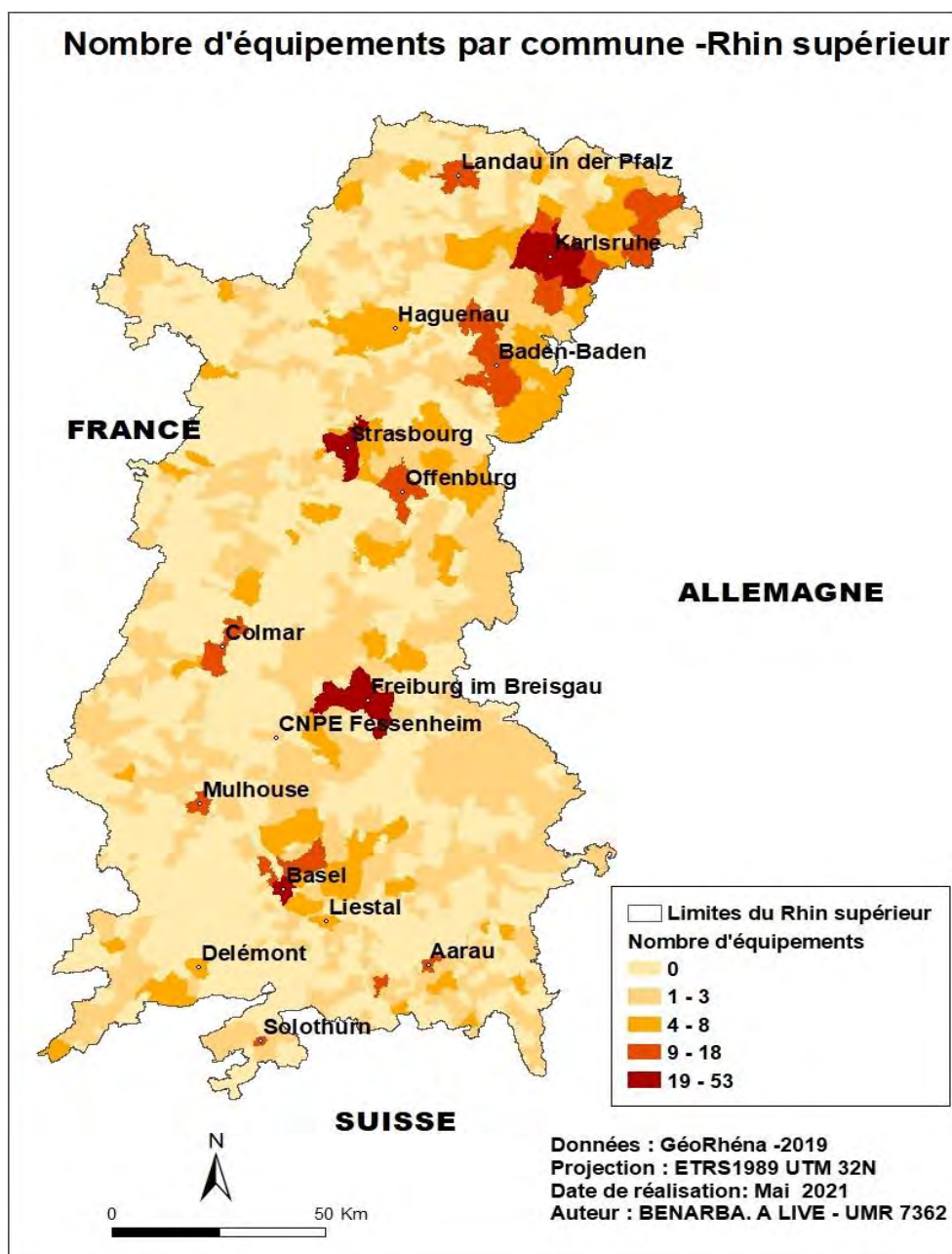


Figure 22 : Nombre d'équipements par commune du Rhin supérieur.

3.3 Accessibilité et mobilité durable :

L'étude de l'accessibilité et de la mobilité nécessite un diagnostic des voies de communication et des moyens de transport ferroviaire, aérien, fluviale et routier, l'objectif est d'identifier les régions peu desservies afin d'améliorer et de renforcer la desserte dans sa dimension régionale et transfrontalière, de ce fait, le développement économique du Rhin supérieur dépend largement de l'interconnexion de ses territoires et la cohérence de l'accessibilité de part et d'autre de la frontière.

Dans ce contexte nous avons choisi d'analyser l'attractivité des communes du Rhin supérieur à travers l'étude de l'accessibilité des villes par le transport ferroviaire (Lignes de chemin de fer, gares principales et secondaires) en tramway et/ou à pied, nous nous sommes limités à ce stade par manque de données sur l'ensemble du territoire étudié.

a- Le réseau ferroviaire :

L'attractivité d'un territoire et son développement économique, industriel ou agricole sont étroitement liés à l'activité ferroviaire, notre cas d'étude nous mène à analyser la répartition de l'infrastructure ferroviaire afin de définir l'importance des voies ferrées dans l'organisation des activités transfrontalières et l'accessibilité, ainsi que la facilité de déplacement des citoyens au sein du Rhin supérieur.

Le réseau ferroviaire du Rhin supérieur se caractérise par des liaisons entre les principaux centres économiques du territoire ainsi que les zones urbaines, néanmoins le Palatinat du sud et la Suisse du nord-ouest sont les plus desservis avec une interconnexion transeuropéenne plus ou moins homogènes autour des deux axes nord-sud du côté français et allemand, ces axes sont reliés au réseau ferroviaire suisse et se convergent à la ville de Bâle. La liaison transfrontalière est-ouest la plus remarquable est celle de Strasbourg et Kehl, contrairement à l'eurodistrict de PAMINA au nord du Rhin supérieur qui connaît un manque en termes d'infrastructures de mobilité transfrontalière, avec une absence de liaison ferroviaire est-ouest entre Baden et l'Alsace, On note également des ponts ferroviaires qui relient Wörth-Karlsruhe et Germersheim.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

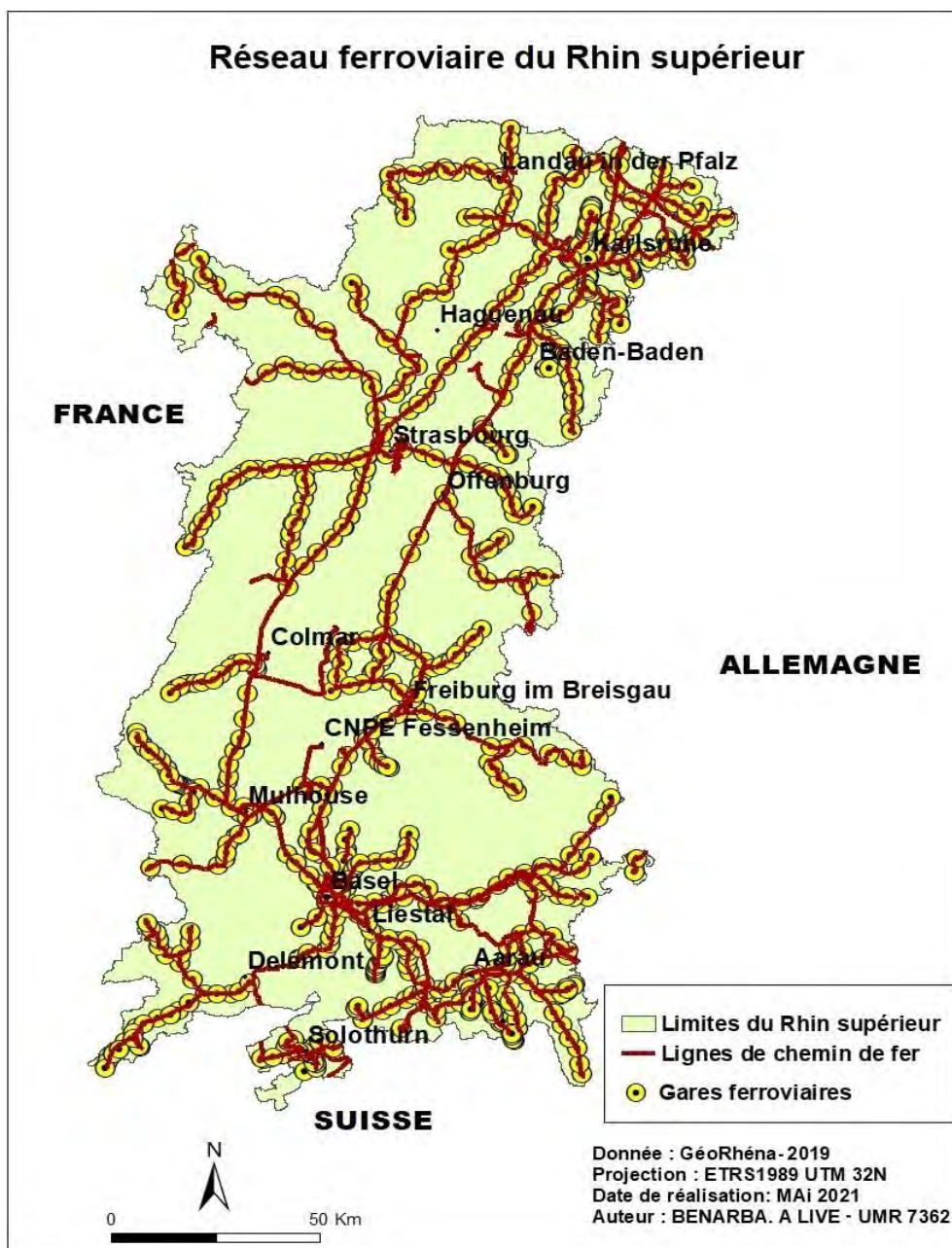


Figure 23 : Réseau ferroviaire du Rhin supérieur.

Le territoire autour de Fessenheim est malgré son importance dépourvu d'une liaison ferroviaire de voyageurs, il n'existe qu'une seule ligne de transport de marchandise reliée à la centrale de Fessenheim.

Optimiser des solutions durables pour le réseau ferroviaire dans l'espace du Rhin supérieur permettra de redynamiser le territoire, notamment après la fermeture de la centrale de Fessenheim, actuellement plusieurs projets sont en cours de réalisation, il s'agit du raccordement ferroviaire de l'EuroAirport Bâle-Mulhouse-

Freiburg qui permettrait d'apaiser les flux sur l'autoroute A35 par les passagers de l'aéroport, un autre projet de réalisation d'une ligne qui reliera Strasbourg-Wissembourg-Neustadt, et enfin la réactivation de la ligne ferroviaire Karlsruhe-Rastatt-Haguenau-Saarbrücken.

4. Elaboration des indices d'enjeux environnementaux et socio-économiques :

La détermination du cadre de sensibilité face aux enjeux environnementaux et socioéconomiques se fait par plusieurs approches, l'objectif est de faire ressortir les zones impliquants les modifications environnementales et les impacts socioéconomiques suite à l'arrêt et au démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim.

La réalisation de ce zonage est basée sur les paramètres choisis auparavant, la pertinence dans ces choix est guidée par de nombreuses réflexions, d'abord mettre en exergue l'intensité des enjeux et de rechercher les perspectives d'évolution face à la dynamique des processus qui provoquent des vulnérabilités environnementales et socioéconomiques post fermeture du CNPE Fessenheim et ensuite une perception d'une meilleure prise en charge des enjeux environnementaux dans l'aménagement des territoires impactés ainsi que les besoins de qualité de vie de ces territoires.

La création des indices d'enjeux et de vulnérabilité s'est faite de manière à obtenir 5 classes pour chaque indice, ces classes sont réparties suivant l'intensité et la prépondérance des enjeux comme suit : 5 : Enjeu très fort, 4 : Enjeu fort, 3 : Enjeu modéré, 2 : Enjeu faible, 1 : Enjeu très faible ou nul. Le choix de nombre de classes est dicté par la forme de discrétisation choisie selon la distribution des valeurs, nous avons opté pour la méthode des quantiles pour pouvoir cumuler et comparer des données de nature différente, nous avons décidé également de maintenir les cinq classes pour tous les indices de manière à avoir des résultats ayant une distribution homogène et de pouvoir superposer les différentes couches pour comparer les unes aux autres.

L'élaboration de ces indices s'est faite sur trois axes définis auparavant en lien avec notre thématique de travail, ces axes sont les suivants :

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

- a- Enjeux environnementaux et aménagement.
- b- Vulnérabilité sociale et économique.
- c- Accessibilité et mobilité durable.

Chaque axe comprend des sous catégories à partir desquelles nous avons créé les indices d'enjeux et de vulnérabilité, nous avons expliqué chaque indice et la manière dont ils ont été élaborés à travers ce chapitre :

4.1 Indices d'enjeux environnementaux et aménagement :

a- **Indice des zones protégées :**

Cet indice est construit après avoir calculé la part en pourcentage des zones protégées par rapport à la superficie totale en hectare de chaque commune du Rhin supérieur, l'objectif est de dégager le taux par communes abritant des zones protégées, ce calcul statistique nous a permis d'obtenir 5 zones de protection environnementale, on a ensuite associé chaque zone à un indice suivant l'intensité d'enjeu environnemental.

b- **Indice de l'urbanisation :**

Les parcelles accueillant potentiellement des zones urbaines sont le tissu urbain continu et discontinu, les zones industrielles et commerciales, les espaces verts urbains et les équipements sportifs et de loisirs.

A partir de la base de données européenne d'occupation des sols Corine Land Cover 2018, nous avons fait ressortir les régions urbanisées en calculant le taux d'urbanisation en pourcentage pour chaque commune du Rhin supérieur, nous avons ensuite dégagé cinq classes de communes, des plus urbanisées aux moins urbanisées.

c- Indice du risque inondation :

A partir des outils qui caractérisent le risque inondation nous avons calculé le taux en pourcentage par communes exposées à un risque fort en inondation, ce calcul fait apparaître cinq classes suivant la superficie en hectare exposée à un risque fort dans chaque commune du Rhin supérieur.

d- Indice de l'impact du réseau électrique :

Les infrastructures énergétiques et les installations électriques font l'objet d'une étude avant la réalisation, les effets que ces ouvrages peuvent induire sont nombreux, ils peuvent être visuel, sonore et paysager, et concernent non seulement la biodiversité aquatique notamment au niveau des usines de production hydraulique, mais aussi la santé humaine et celle des animaux d'élevage, ainsi que la faune et la flore à travers le réseau de distribution et d'alimentation en électricité.

L'indice de l'impact du réseau électrique à haute tension est construit de manière à prendre en compte, l'intégration paysagère et la protection de la santé humaine, de la faune et de la flore, l'étendu de ces impacts dans notre étude est défini à 500 mètres autour de chaque ligne, l'exposition décroît à mesure que l'on s'éloigne, l'indice est donc créé à partir du calcul du taux en pourcentage par communes abritant des zones selon l'intensité d'impact, ce dernier est évalué en croisant l'occupation du sol aux zones tampon créées autour de chaque ligne électrique de la manière suivant:

- **Impact très fort :** Si le réseau électrique à haute tension traverse un tissu urbain continu, en raison du risque encouru (Accident provoquant la chute du pylône, câble qui lâche...) et de la valeur paysagère suivant le degré de proximité avec les habitations, ces lignes émettent également les champs électriques et magnétiques (Source de leucémie chez certains enfants selon plusieurs études) ces cas restent très rares en France en raison de la puissance des lignes à haute tension limitée à 50 Hz.
- **Impact fort :** Si les lignes à haute tension traversent les zones urbaines discontinu, espaces verts urbains, équipements sportifs et de loisirs.
- **Impact moyen :** au niveau des parcelles agricoles, des forêts, et plan/cours d'eau, ceci est justifié par l'impact de ces lignes à haute tension

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

sur la biodiversité aquatique, la faune, la flore et la proximité de zones protégées, sachant qu'en France de nombreux ouvrages hydrauliques se situent à proximité de zones naturelles protégées.

- **Impact faible** : Qui concerne les zones industrielles et commerciales, le réseau routier et ferroviaire ainsi que les espaces associés.
- **Impact très faible** : Si les lignes électriques à haute tension traversent des décharges, des endroits d'extraction de matériaux, et d'autres espaces associés.

4.2 Indices de la vulnérabilité sociale et économique :

L'analyse de la vulnérabilité socioéconomique est basée sur plusieurs paramètres tels que la croissance démographique, l'âge, l'emploi, les revenus, le niveau d'éducation, le sexe, l'éducation, les entreprises, l'appartenance ethnique, les type d'habitats (Type de logement et de construction) et d'autre facteurs dynamiques. Par manque de données, nous sommes limités dans notre étude à l'analyse de la dynamique démographique (Démographie communale, densité de population, indice de renouvellement des générations), la production des énergies renouvelables ainsi que l'offre en équipements et services à la population, nous avons établi des indices pour chaque paramètre comme suit :

a- Indices de la dynamique démographique :

Constitués de trois indices, indice de démographie communale, indice de densité de population, indice de renouvellement des générations, ils sont construits de la même manière, suivant la distribution des valeurs de chaque paramètre avec la méthode de discrétisation des quantiles, nous avons donc obtenu 5 classes qui représente le poids de chaque paramètre du plus faible au plus fort.

b- Indice de production des énergies renouvelables :

L'élaboration de l'indice de production des énergies renouvelables est faite de manière à calculer la part en pourcentage des installations produisant des énergies renouvelables (Issues de l'eau, du vent, du soleil, de la biomasse ou la géothermie)

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

au niveau de chaque commune du Rhin supérieur, ces valeurs sont réparties sur cinq classes qui font chacune le poids de l'indice du plus faible au plus fort.

c- Indice des équipements et services à la population :

Comme pour la création de l'indice des énergies renouvelables, nous avons calculé la part en pourcentage des équipements par communes du Rhin Supérieur, ceci concerne les équipements culturels : musées cinémas, les équipements éducatifs : centre de recherche, établissement d'enseignement supérieur, et les services à la population : aéroports nationaux et internationaux, gares principales et secondaires. Ce calcul a fait dégager 5 classes qui traduisent l'offre en équipement et services à la population dans chaque commune.

4.3 Indice d'accessibilité et de mobilité durable :

Il aurait été souhaitable de prendre en compte dans l'élaboration de l'indice d'accessibilité et de mobilité durable plusieurs paramètres, tels que les voies de communication et des moyens de transport ferroviaire, aérien, fluviale et routier, malheureusement, par manque d'accessibilité aux différentes données, nous sommes dans l'obligation de se contenter d'analyser l'attractivité des communes du Rhin supérieur à travers l'étude de l'accessibilité des villes via le réseau ferroviaire (Lignes de chemin de fer, gares principales et secondaires), en tramway et/ou à pied.

a- Indice de l'attractivité des villes :

Cet indice permet d'évaluer l'attractivité de chaque commune du Rhin supérieur, d'identifier les villes autour de Fessenheim qui souffrent d'un manque d'infrastructures ferroviaires et d'optimiser les solutions durables en termes de la mobilité après le démantèlement de la centrale de Fessenheim, il attribue à chaque commune un poids en fonction de la facilité de déplacement et d'accessibilité aux gares ferroviaires en tram ou à pied.

Etant donné que la vitesse, la distance et le temps sont proportionnels et reliés par une formule exprimée comme suit : La vitesse (km/h) est alors égale à la distance

(km) divisée par le temps (heure), l'indice de l'attractivité des villes est élaboré de la manière suivante :

A partir des données du réseau ferroviaire, du réseau de tramway et des données Corine Land Cover 2018, nous avons calculé l'itinéraire à 15 minutes, dans le réseau tramway par rapport aux gares ferroviaires se trouvant dans une zone d'habitat pour dégager les gares accessibles à 15 minutes en Tramway, nous avons ensuite dégagés les gares accessibles à 10 minutes de marche à pied. Il est à noter que nous avons retenu 15km/h comme vitesse moyenne du tramway et 5km/h comme vitesse moyenne de marche à pied (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité).

Ce calcul nous a permis de dégager 5 classes comme suit :

5 : Attractivité très forte : Communes dotées d'une ou plusieurs gares ferroviaires qui se trouvent dans une zone urbaine, accessibles en tramway pendant 15min et à pied pendant 10 minutes de marches à pied.

4 : Attractivité forte : Communes dotées d'une ou plusieurs gares ferroviaires qui se situent dans une zone urbaine et accessible pendant 10 minutes de marche à pied.

3 : Attractivité moyenne : Communes dotées d'au moins une gare ferroviaire qui se trouve dans une zone urbaine

2 : Attractivité très faible : Communes dotées d'une ou plusieurs gares qui se trouvent hors la zone urbaine.

1 : Mauvaise attractivité : Communes n'ayant aucune gare ferroviaire.

5. L'éloignement par rapport au CNPE Fessenheim, un facteur déterminant de l'intensité d'enjeu et de vulnérabilité :

Après avoir créé des indices pour chaque thématique, nous avons calculé la distance des communes qui entourent la centrale de Fessenheim sur un rayon de 50 km de part et d'autre des frontières, le choix de ce rayon est justifié par la volonté de rester sur l'emprise initiale du Rhin supérieur et afin d'avoir un résultat représentatif, la distribution des valeurs obtenues de la distance sont discrétisées suivant trois méthodes, ces méthodes sont comparées les unes aux autres afin de déterminer la méthode la plus pertinente vis à vis les thématiques étudiées.

L'analyser la distribution des valeurs de la distance nous a conduit à réaliser un histogramme des fréquences (LAMBERT N & ZANIN C, 2020), l'objectif est de déterminer la forme de la distribution des valeurs obtenues après le calcul de la distance qui sépare le CNPE Fessenheim des communes du Rhin supérieur sur un périmètre de 50 km, ensuite de déterminer la forme de la distribution (Distribution centrale, penchée vers la gauche ou vers la droite), une comparaison de la moyenne et la médiane pourrait également nous aider à choisir la méthode la plus adaptée et constituer une carte d'intensité des enjeux qui reflète d'une façon pertinente la structure des données distances.

La réalisation d'un histogramme de fréquence nous permet de visualiser la forme de la distribution des valeurs (Distribution symétrique, distribution dissymétrique à gauche, distribution dissymétrique à droite, distribution bimodale, distribution uniforme) comme suit :

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

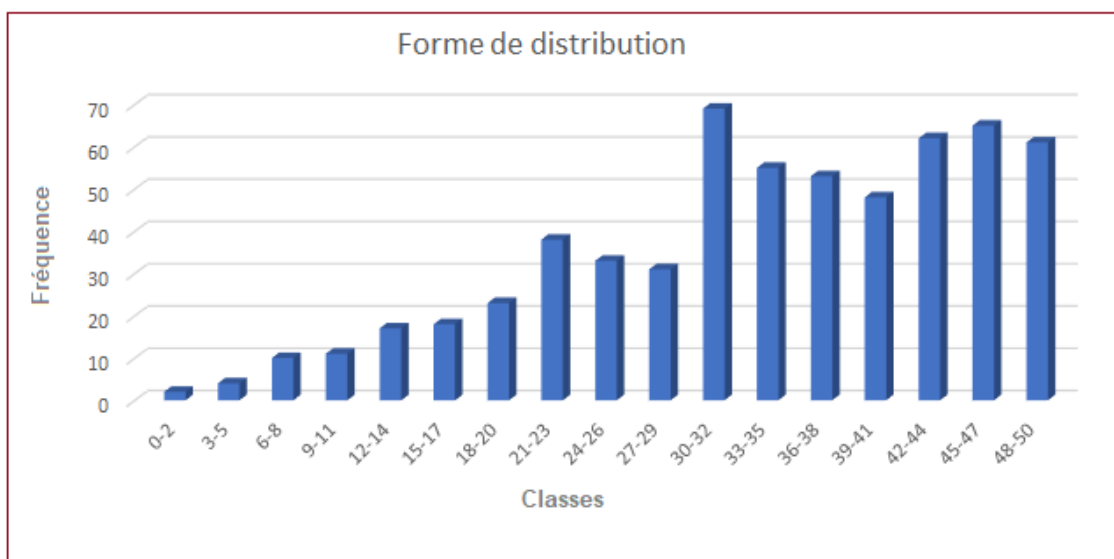


Figure 24 : Histogramme des fréquences.

Nous avons obtenu une distribution dissymétrique vers la droite, nous pourrions donc essayer trois méthodes de discrétisation à savoir : méthode des amplitudes égales, la méthode des effectifs égaux et la méthode des seuils observés, mais avant cela nous allons déterminer le nombre de classes en utilisant la règle de Sturges de la manière suivante :

$$\text{Sturge } k=1+(10/3) * \log_{10} (n)$$

Où :

k : Le nombre de classe.

\log_{10} : Le logarithme décimal

n : Le nombre de données.

$$k= 1+3,3* (2.87)$$

$$\mathbf{k \approx 10}$$

Le nombre de classes est de 10 classes.

Nous pouvons aussi nous référer à la table de Sturges (Figure 25) pour définir le nombre de classes, le nombre de communes autour de Fessenheim est de 600 sur un rayon de 50 km, le nombre de classe se trouvant entre 377 et 756, il est donc de 10 classes.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

| Nombre de donnée « n » | Nombre de classes visées |
|--------------------------|--------------------------|
| 12-23 | 5 |
| 24-46 | 6 |
| 47-93 | 7 |
| 94-187 | 8 |
| 188-376 | 9 |
| 377-756 | 10 |
| 757-1519 | 11 |
| 1520-3053 | 12 |
| 3054-6135 | 13 |
| 6136-12328 | 14 |
| 12329 et plus | 15 |

Figure 25 : Table de Sturges.

5.1 Le choix de la méthode de discrétisation :

a- Méthode des amplitudes égales :

Le pas de la discrétisation est défini par le rapport entre l'étendu de la série (Min-Max) sur le nombre de classe : $A = (\max - \min) / n$

Où :

A : Le pas de la discrétisation.

n : Le nombre de classes.

Le pas de discrétion obtenu est de $A = 50 - 2 / 10 = 4.8$, nous avons donc un intervalle de **4.8 km** entre chaque classe.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

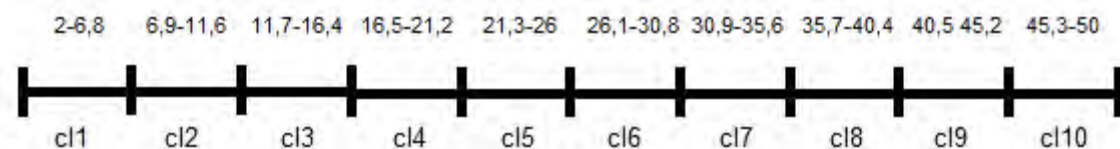


Figure 26 : Pas de discrétisation par la méthode des amplitudes égales.

b- Méthode des effectifs égaux :

Cette méthode est utilisée dans n'importe quelle forme de distribution, elle est basée sur le classement des individus et non pas sur les valeurs (LAMBERT N & ZANIN C, 2020)

On divise la série en nombre de classes comportant un nombre égal d'individus. Les classes ainsi établies s'appellent quantiles, vu qu'on a 10 classes on parle donc de déciles

Le rayon défini auparavant est de 50 km et le nombre de classe est de 10 on a donc un pas de **5 km** entre chaque classe.

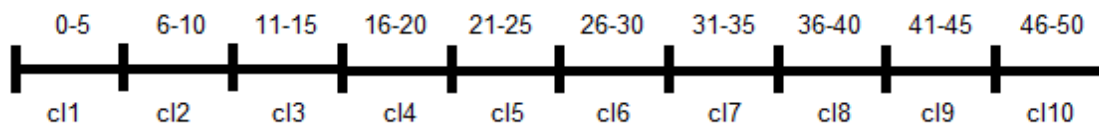


Figure 27 : Pas de discrétisation par la méthode des effectifs égaux.

c- Méthode de seuils observés :

Cette méthode manuelle se base sur la discontinuité de la série statistique, elle nous permet de créer des classes homogènes tout en minimisant la variance intra-classe et en maximisant la variance inter-classe (LAMBERT N & ZANIN C, 2020)

Dans notre cas, nous avons déterminé les bornes de classes comme suit :

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

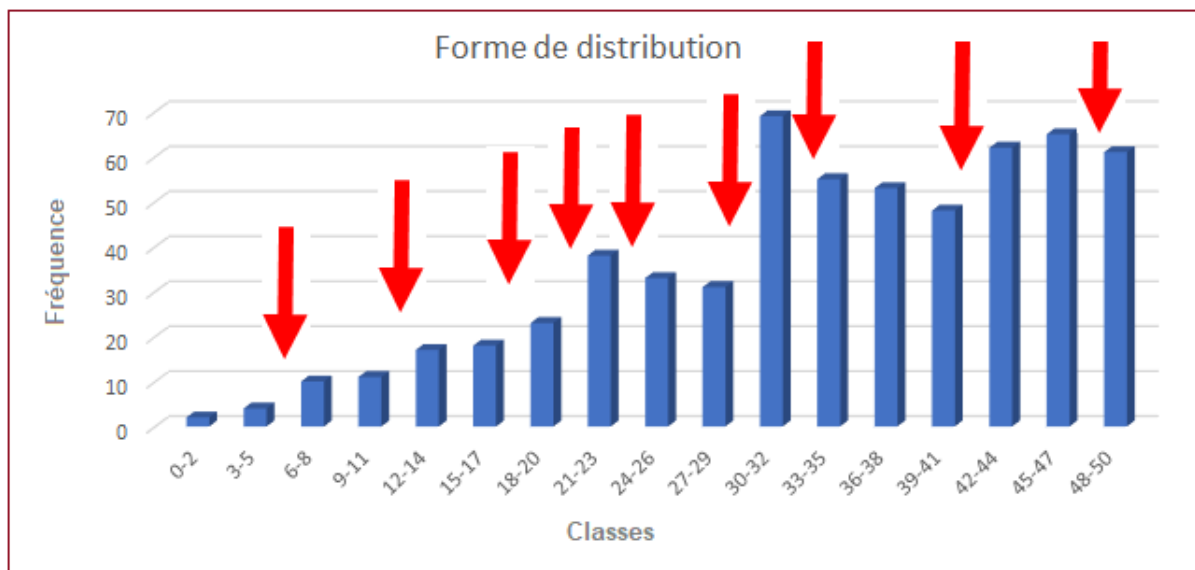


Figure 28 : Discrétisation par la méthode de seuils observés.

Le pas de discrétisation est représenté dans la Figure 29 :

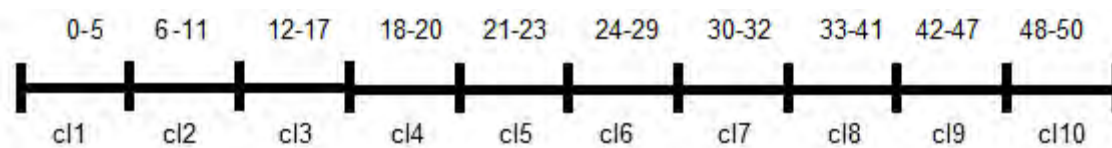


Figure 29 : Pas de discrétisation par la méthode de seuils observés.

Après comparaison des trois méthodes, nous avons opté pour la méthode des amplitudes égales, ce choix est dicté par la fiabilité du pas de discrétisation par rapport au facteur d'éloignement, c'est la méthode la plus adaptée pour constituer une carte d'intensité des enjeux qui reflètera de façon pertinente la structure des thématiques étudiées.

Le facteur d'éloignement des communes par rapport à la centrale nucléaire de Fessenheim permet de caractériser au mieux le niveau d'enjeu et de vulnérabilité post fermeture de la centrale de Fessenheim, pour cela nous avons multipliés les classes de coefficients obtenues par les indices cumulées de chaque commune pour donner du poids au facteur d'éloignement par rapport au CNPE Fessenheim.

Chapitre III

Résultat de l'analyse des espaces à enjeux environnementaux et socioéconomique.

Chapitre III : Résultat de l'analyse des espaces à enjeux environnementaux et socioéconomique :

1. Détermination du périmètre d'impact post fermeture du CNPE Fessenheim :

1.1 Cartographie des espaces à enjeux et de vulnérabilité :

La production cartographique issue de notre analyse fait apparaître l'ensemble des espaces à enjeux environnementaux et socioéconomique autour de Fessenheim, en effet les paramètres analysés interagissent les uns avec les autres, à titre d'exemple la dynamique démographique agit sur l'urbanisation, l'offre en équipement et d'autres paramètres, plus la dynamique est forte plus l'urbanisation s'accroît d'où la nécessité d'une stratégie de développement territoriale durable à travers une mise en place des projets d'aménagement partenariaux de part et d'autre des frontières.

La classification obtenue à l'instar de la compilation cartographique des enjeux analysés nous a permis de dégager une multitude de zonages d'impact post fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim (Figure 30), ces zonages sont répartis sur 10 niveaux à travers l'ensemble de l'emprise initiale, cinq d'entre eux sont répartis suivant la fonction d'éloignement par rapport à la centrale nucléaire de Fessenheim, sur 50 km de part et d'autre des frontières, cette classification met en avant les éléments structurants qui peuvent intervenir dans la problématique étudiée, selon leur poids.

L'enjeu autour des communes situées en marge du CNPE Fessenheim est très considérable du fait de l'importance de l'activité de la centrale et de l'existence d'une dynamique industrielle au bord du Rhin, ces zones recensent de nombreux enjeux de biodiversité de part et d'autre des frontières, un risque en inondation minime, elles sont donc privilégiées d'extension urbaine importante, accueillant une population urbaine qui souhaitent s'installer à proximité des activités et de leur lieu de travail. Par ailleurs, les zones qui souffrent en termes de l'accessibilité, de l'offre en équipement et des services à la population sont majoritairement rurales, ceci pourrait être lié au relief et à la nature de ces communes.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

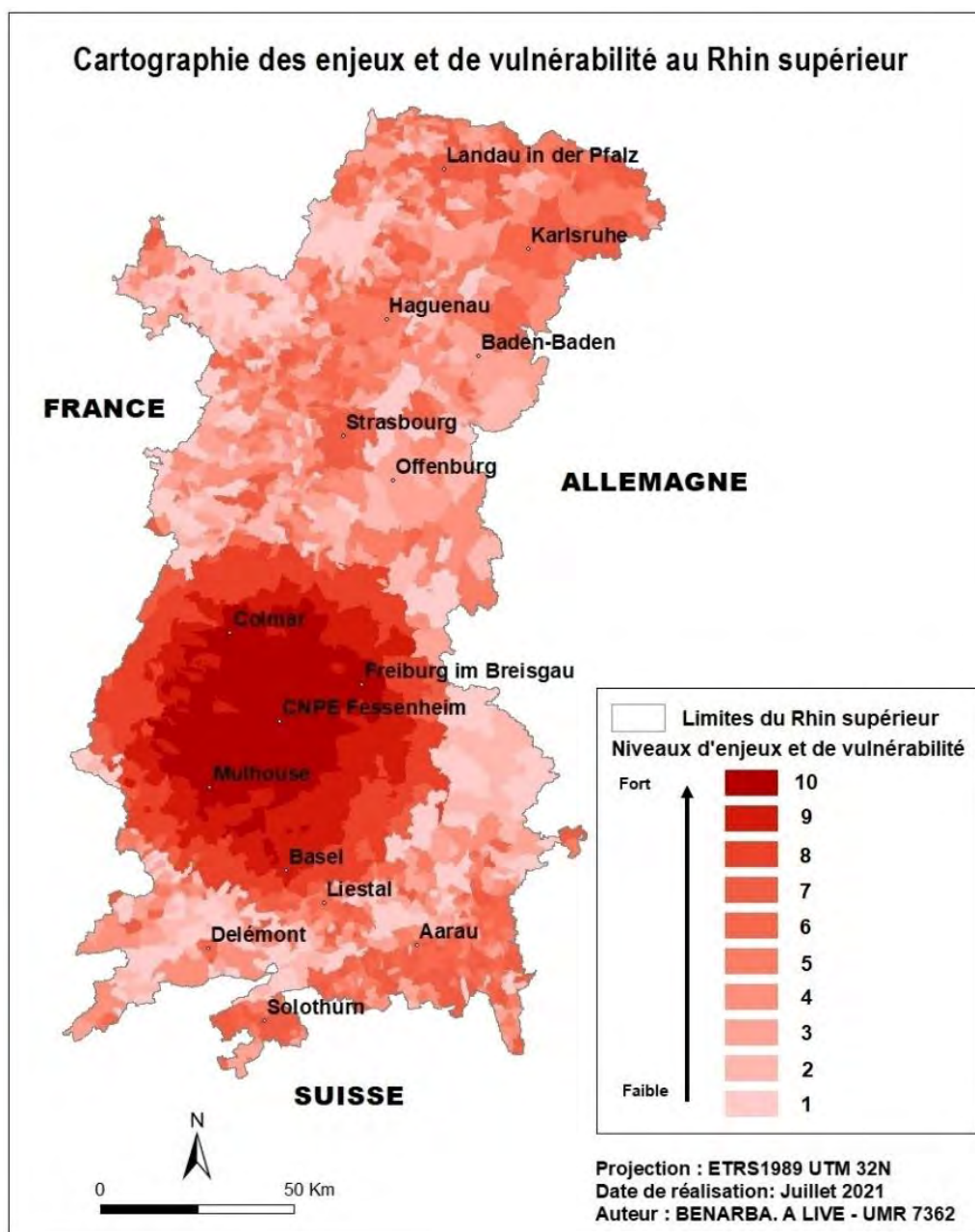


Figure 30 : Cartographie des enjeux et de vulnérabilité - Rhin supérieur.

L'objectif de faire du territoire du Rhin supérieur un modèle économique, social et environnemental exemplaire en Europe passe par un diagnostic de l'ensemble des enjeux existants, qui détermineront l'ampleur des impacts post fermeture de la centrale de Fessenheim, de ce fait, l'ensemble des communes ou l'enjeu est considérable après la fermeture du CNPE Fessenheim sont dans la nécessité d'accueillir les activités industrielles, portuaires et fluviales afin de restructurer leur économie et de redynamiser leur territoire.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Dans le but d'avoir une analyse cohérente et complète, nous avons effectué une seconde analyse statistique des classes d'enjeux et de vulnérabilité, et nous avons essayé de caractériser les facteurs explicatifs, les caractérisations des classes obtenues dans la cartographie sont synthétisées dans le tableau suivant :

| Classes d'enjeux et de vulnérabilité | Superficie du zonage (ha) | Nombre de communes | Caractéristiques | Localisation |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 Enjeu très fort | 214453,7 | 153 | Enjeu de biodiversité important, urbanisation très forte, dynamique démographique très considérable, abondance de zones à risque fort en inondation, un manque en matière des équipements et de l'attractivité, une production des énergies renouvelables importante, un impact du réseau électrique considérable. | De l'Est : Le piémont viticole alsaciens et la forêt de feuillus. De l'ouest : Les prairies et les forêts de conifères près de la région Freiburg. Du nord : jusqu'à la commune allemande Wyhl . Du sud : jusqu'à l'agglomération française Saint Louis. |
| 9 Enjeu fort | 170121,7 | 153 | Enjeu de biodiversité important, urbanisation très forte, une dynamique démographique importante notamment vers les agglomérations Colmar, Mulhouse, Freiburg et Bâle), zonage faible du risque fort en inondation, une production des énergies renouvelables remarquable, une offre en équipements faible avec une attractivité élevée vers Bâle, l'impact du réseau électriques reste important. | Le zonage s'étale de l'Est du massif vosgiens (Commune de Breitenbach-Haut-Rhin) et la Forêt-Noire à l'ouest (Commune de Kirchzarten) Du nord : jusqu'à la commune de Schwobsheim. Au sud : jusqu'à l'agglomération de Bâle. |
| 8 Enjeu Moyen | 210359,7 | 157 | Enjeux de biodiversité important, urbanisation moyenne, une dynamique démographique moins importante, zonage faible du risque fort en inondation, la production des énergies renouvelable est moins importante, manque d'équipements, attractivité faible, impact faible du réseau électrique. | De l'Est : Les hautes des Vosges. De l'ouest : La Forêt-Noire. Du nord : Jusqu'à la commune Hilsenheim en France et Ettenheim en Allemagne. Du sud : Muttentz près de Bâle. |

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

| | | | | |
|---------------------------------|-----------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>7 Enjeu Faible</p> | <p>37219,9</p> | <p>29</p> | <p>Enjeux de biodiversité important, une urbanisation et une dynamique démographique faible, zonage des risques forts en inondation très limité, production des énergies renouvelables faible, l'offre en équipement, l'attractivité et l'impact du réseau électrique demeurent faibles.</p> | <p>De l'Est : Les hautes des Vosges. De l'ouest : La Forêt-Noire. Du nord : Jusqu'à la commune Ebersheim en France et Rust en Allemagne. Du sud : Jusqu'à la commune Aesch en Suisse.</p> |
| <p>6 Enjeux très faible</p> | <p>118750,8</p> | <p>100</p> | <p>Une importante biodiversité, une urbanisation et une dynamique démographique très faible, un zonage des risques forts en inondation très limité, une production faible des énergies renouvelables, une offre en équipement et une attractivité très faible, un impact relativement faible du réseau électrique.</p> | <p>Limites de l'espace du Rhin supérieur de l'Est et de l'ouest Du nord : Jusqu'à la commune Huttenheim en France et Kippenheimen Allemagne. Du sud : Liestal en Suisse</p> |

Figure 31 : Les caractérisations des zonages d'enjeux et de vulnérabilité.

La première classe couvre 153 communes du Rhin supérieur ayant une superficie de 214453,7 hectares, ces communes se situent sur le fossé rhénan, entre le piémont viticole alsaciens et les prairies et les forêts de conifères près de la région Freiburg (Forêt-Noire), ce périmètre s'étend au nord vers la commune allemande Wyhl et au sud vers l'agglomération française Saint Louis.

L'enjeu est manifeste au niveau de ces communes, la situation environnementale est très sensible, on retrouve des zones protégées d'importance internationale, une pression anthropique traduite par des taux d'urbanisation très fort notamment aux agglomérations Freiburg, Mulhouse et Colmar, ceci est lié à la dynamique démographique très forte liée à la dynamique industrielle et économique attractive, le zonage des risques forts en inondation est important du fait de sa situation proche du Rhin, par contre cet espace souffre d'un manque en matière d'équipements analysés et du réseau ferroviaire, ce qui implique une attractivité et une accessibilité plus au moins faible notamment autour de la commune de Fessenheim. La production des énergies renouvelables est considérable et l'impact du réseau électrique est très important plus particulièrement en France, ceci est lié à la présence de la centrale hydroélectrique de Fessenheim.

La seconde classe est également constituée de 153 communes, couvrant une superficie de 170121,7 hectares, elles se localisent entre le massif vosgien (Commune de Breitenbach-Haut-Rhin) de l'est et la Forêt-Noire à l'ouest (Commune de Kirchzarten), ce zonage s'étale jusqu'à la commune de Schwobsheim au nord (Bas-Rhin, France) et, au sud vers l'agglomération de Bâle en Suisse.

L'enjeu reste plus au moins fort, le zonage se caractérise par une biodiversité riche et diversifiée avec des taux d'urbanisation plus au moins contrastés liés à une dynamique démographique importante notamment vers l'agglomération de Bâle en Suisse, l'enjeu est également considérable en termes du zonage du risque fort en inondation, de l'offre en équipement et de l'attractivité des villes, la production des énergies renouvelables reste importante et diversifiée, plus particulièrement en Allemagne, l'impact du réseau électriques est également remarquable.

La troisième classe regroupe 157 communes d'une superficie totale de 210359,7 hectares, ce zonage s'étend à l'est vers les hautes des Vosges, à l'ouest vers la Forêt-Noire, au nord vers la commune Hilsenheim en France et Ettenheim en Allemagne, il s'étend au sud vers la commune de Muttenz près de Bâle (Suisse).

Ce zonage abrite des zones protégées importantes et se caractérise par des taux d'urbanisation modérés, nous sommes plutôt dans les zones d'habitat hors agglomération ayant une nature rurales, ceci se traduit par une dynamique démographique moins importante et le risque fort en inondation demeure faible, la production des énergies renouvelable est moins importante et les villes sont moyennement dotées des équipements avec une attractivité qui devient faible en raison du manque des moyens de transport analysés au cours de notre étude, le réseau électrique est moins dense et son impact est faible en raison de la nature rurale de ce zonage.

La quatrième classe réunit 29 communes ayant une superficie totale estimée à 37219,9 hectares, ce zonage s'étale à l'est vers les hautes des Vosges et à l'ouest vers Forêt-Noire (Limites de l'espace du Rhin supérieur), du nord vers la commune Ebersheim en France et Rust en Allemagne, du sud vers la Commune Aesch en Suisse.

Les enjeux sont faibles dans cette classe. Malgré l'importance des zones protégées, l'urbanisation et la dynamique démographique restent faible, le zonage des

risques forts en inondation est très limité, la production des énergies renouvelables, l'offre en équipement, l'attractivité des villes et l'impact du réseau électrique sont également faibles.

Enfin, la cinquième classe qui couvre 100 communes d'une superficie totale de 118750,8 hectares, ce zonage est délimité par les limites de l'espace du Rhin supérieur de l'Est et de l'ouest et s'étend au nord vers la commune de Huttenheim en France et Kippenheimen Allemagne, du sud vers la commune de Liestal en Suisse.

Malgré l'importante richesse environnementale au niveau de cette classe, l'ensemble des enjeux demeurent très faibles, ceci s'explique par la nature rurale de ces communes ainsi que leurs positions éloignées par rapport à la centrale nucléaire de Fessenheim, on retrouve une urbanisation et une dynamique démographique très faible, un zonage des risques forts en inondation très limité, une production faible des énergies renouvelables, une offre en équipement et une attractivité très faible, un impact relativement faible du réseau électrique dû au relief.

1.2 Délimitation du périmètre à enjeu important :

Afin de mieux appréhender les espaces où les enjeux sont considérables et d'avoir une connaissance précise de la situation environnementale et socioéconomique autour de Fessenheim, nous avons dressé un contour simplifié qui caractérise les zones où les enjeux sont très forts après la fermeture de la centrale de Fessenheim, le traitement cartographique sous le logiciel ArcGis via l'outil (Simplifier un polygone) nous a permis d'obtenir un meilleur ajustement du zonage en supprimant les sommets relativement aigus tout en conservant la topologie globale de ce zonage.

L'approche lissée de la simplification d'un polygone utilise plusieurs algorithmes (Suppression de points, simplifier les courbes et surface pondérées), après avoir appliqué l'ensemble des algorithmes sur le contour obtenu, il s'est avéré que les résultats sont légèrement différents, nous avons donc décidé de maintenir le contour obtenu par l'algorithme surface pondérées (WEIGHTED AREA), ce choix est justifié par la meilleure qualité cartographique affichée par cet algorithme, il permet de

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

simplifie le polygone en supprimant leurs sommets les plus aigus sur des surfaces effectives.

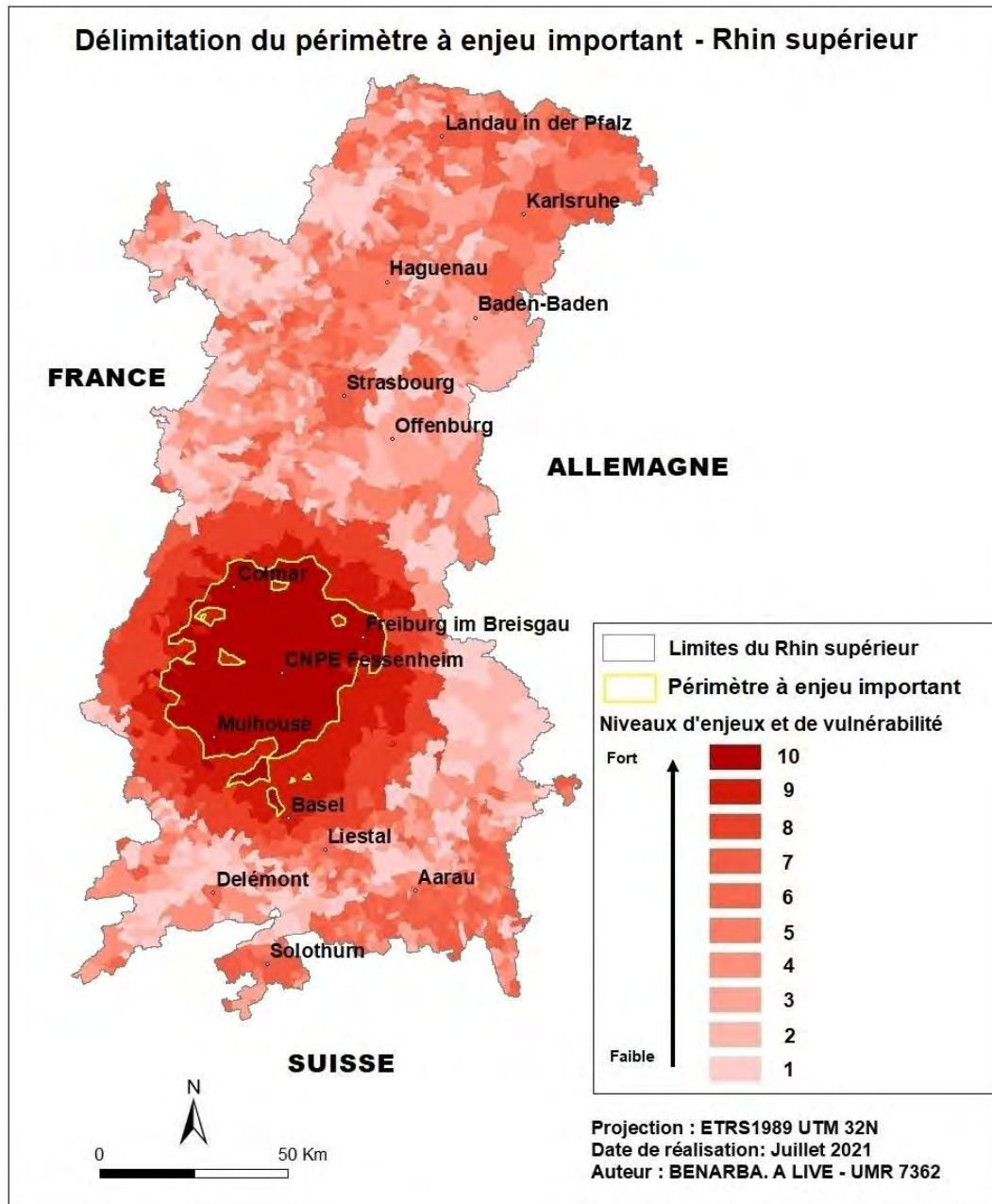


Figure 32 : Délimitation du périmètre à enjeu important.

La délimitation du périmètre où l'ensemble des enjeux est important nous a permis d'étudier de plus près les espaces à enjeux environnementaux et socio-économique après la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim, ces espaces subissent des pressions en lien avec les thématiques analysées, le zonage obtenu a une forme géométrique aléatoire, il est constitué de 153 communes du Rhin supérieur

ayant une superficie globale de 214453,7 hectares, ces communes se situent sur le fossé rhénan, entre le piémont viticole alsaciens et les prairies et les forêts de conifères près de la région Freiburg (Forêt-Noire).

Le zonage ou l'enjeu est très fort s'étend au sud vers :

La commune de Saint Louis (Haut-Rhin, France) qui jouxte la frontière franco-suisse, située sur une plaine d'inondation et trop proche du Rhin, la commune abrite des zones protégées importantes et diversifiées, par ailleurs, on note seulement neuf équipements avec une usine de production des énergies renouvelables, la commune est proche de l'EuroAirport Bâle Mulhouse Freiburg et traversée par la voie ferrée reliant Strasbourg à Bâle, elle est d'une densité intermédiaire (Grille communale de densité INSEE) estimée à 1314 hab/km² avec 20928 habitants, l'indice de renouvellement des générations est très fort, il est de 233 en 2016 ; Le taux d'urbanisation reste considérable, il est de 38,38 % en 2018.

La commune rurale de Fischingen (Bade Werttemberg, Allemagne), cette commune enregistre un taux d'urbanisation estimé à 14 % en 2018 avec une population estimée à 746 habitants et une densité de population de 421 hab/km², l'indice de renouvellement des générations demeure fort, il est de 211.

La commune rurale de Wittelingen (Bade Werttemberg, Allemagne), on note un taux d'urbanisation estimé à 8% en 2018, une population estimée à 998 habitants et une densité de population de 233 hab/km², l'indice de renouvellement des générations est de 147.

La commune de Kembs (Haut-Rhin, France) qui enregistre un taux d'artificialisation de 15,9% en 2018, elle abrite des zones protégées ayant une superficie qui couvre 81% de la superficie communale, cette commune ne dispose d'aucun équipement sur l'ensemble des équipements analysés, toutefois, il existe une usine de production renouvelable, la nombre d'habitants est estimé à 5226 habitants avec une densité de population de 338 hab/km² et un indice de renouvellement des générations relativement faible, il est de 94.

La commune de Sierentz (Haut-Rhin, France) qui avoisine la commune de Kembs, cette commune est dotée de deux équipements seulement et affiche un taux d'urbanisation estimé de 12.71 %, elle abrite des zones protégées qui couvrent 38.3

% de la superficie communale, le nombre d'habitants est de 3758 habitants, avec une densité de 303 hab/km² et un indice de renouvellement des générations de 222.

La commune de Koetzingue (Haut-Rhin, France) qui affiche un taux de zones protégées de 1,75% de la superficie communale, le nombre d'habitants est de 628 habitants en 2016 avec une densité de 132 hab/km² et un indice de renouvellement des générations très considérable, il est de 334, cette commune ne dispose d'aucun équipement et le taux d'urbanisation est de 7,8%.

Le zonage s'étend également au nord vers :

La commune de Wyhl (Bade Wertumberg, Allemagne) qui affiche un taux de zones protégées de 34,88 % de la superficie communale, le nombre d'habitants est de 3686 habitants en 2016 avec une densité de 232 hab/km² et un indice de renouvellement des générations égal à 106, cette commune n'est dotée d'aucun équipement sur l'ensemble des équipements analysés et le taux d'urbanisation est de 7,8 %.

Il s'étend au nord-est vers :

La commune d'Ostheim (Haut-Rhin, France) qui affiche un taux de zones protégées de 38,43 % de la superficie communale, le nombre d'habitants est de 1626 habitants en 2016 avec une densité de 212 hab/km² et un indice de renouvellement des générations égal à 146, cette commune n'est dotée d'aucun équipement sur l'ensemble des équipements analysés et le taux d'urbanisation est de 19,55 %.

Il s'étend également à l'ouest vers :

La commune Allemande de Gundelfingen (Bade Wertumberg, Allemagne) qui affiche un taux de zones protégées de 18,2 % de la superficie communale, le nombre d'habitants est de 11555 habitants en 2016 avec une densité de 834 hab/km² et un indice de renouvellement des générations égal à 131, cette commune est dotée de deux équipements sur l'ensemble des équipements analysés et le taux d'urbanisation est de 15,83 %.

Et à l'est vers :

La commune de Rouffach (Haut Rhin, France) qui affiche un taux de zones protégées de 46,51 % de la superficie communale, le nombre d'habitants est estimé à

4788 habitants en 2016 avec une densité de 127 hab/km² et un indice de renouvellement des générations égal à 182, cette commune n'est dotée d'aucun équipement sur l'ensemble des équipements analysés et le taux d'urbanisation est presque nul, il est de 0.05 %.

De manière générale, les communes qui constituent ce zonage se situent entre trois pôles ayant une forte dynamique industrielle, économique et agricole grâce au réseau fluvial adapté du Rhin, la région de Bâle en Suisse est considérée comme l'un des centres international de l'industrie (métallurgique, chimique et pharmaceutique) et de l'économie (Banques et compagnies d'assurances) ; Du côté allemand, l'évolutions de la stratégie de l'Etat dans le secteur de l'agriculture fait de la région de Freiburg l'un des piliers national dans la production agricole (principalement les céréales, betterave à sucre et pomme de terre) sans pour autant parler de l'importance de la vallée de Thann au pied des Vosges, en France, cet espaces accueillant les activités économiques et industrielles diversifiées (Industries chimique, textiles et viticulture).

La richesse de ces pôles qui se situe aux bords du zonage obtenu met en évidence la nécessité de mettre en place des stratégies de développement durable face aux enjeux identifiés. Les communes où l'enjeu est important affichent une dynamique démographique forte avec des taux d'artificialisation des sols faibles, néanmoins la densité de population demeure moyenne notamment dans les communes à caractère rural, on note également un taux de renouvellement des générations plus élevés en France qu'en Allemagne ou en Suisse, le risque fort en inondation est considérable de part et d'autre du Rhin, par ailleurs, la production des énergies renouvelables demeure importante en Allemagne qu'en France ou en Suisse, le développement de formes d'énergies renouvelable et de mobilité douce est donc nécessaire face aux enjeux actuels, tel que la création des réseaux intelligents SMART GRID dans tout le territoire du Rhin supérieur, une initiative qui vise à adapter la consommation à la production d'électricité et ses fluctuations à partir des sources d'énergies renouvelables.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

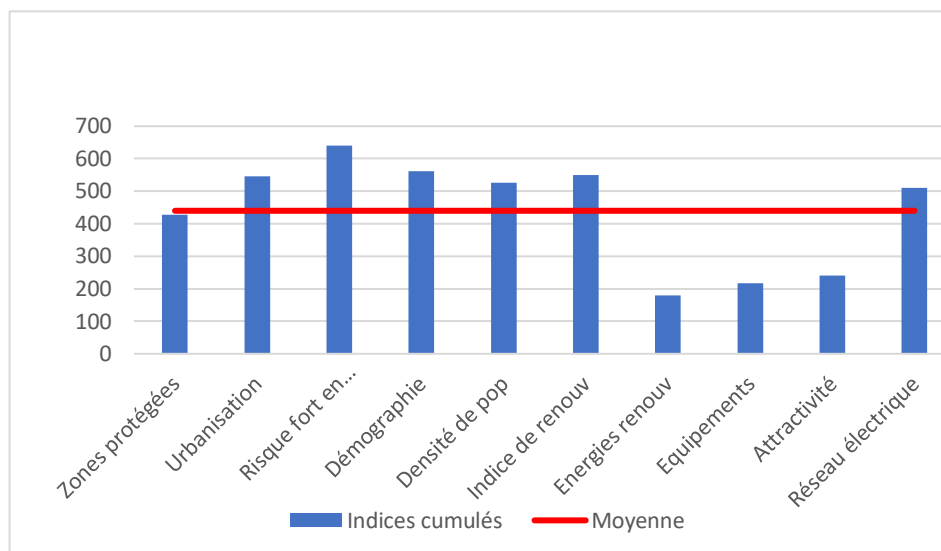


Figure 33 : Mise en relation des différents enjeux.

Les unités géographiques autour de Fessenheim ont une mosaïque de zones protégées diversifiées, notamment autour des zones humides, cette richesse offre à la région un caractère exceptionnel, ces zones protégées couvrent des surfaces importantes, elles contribuent non seulement à l'atténuation des pressions engendrées par les actions anthropiques, plus particulièrement autour de Fessenheim, mais aussi joue un rôle prépondérant dans l'activité économique des communes qui y abritent, ce sont des lieux privilégiés du tourisme et de l'agriculture durable sans pour autant parler de leurs valeurs culturelles. En termes des équipements et de l'attractivité des villes, ces communes souffrent de manque d'infrastructures ferroviaires et des services dédiés à la population, néanmoins l'impact le réseau électrique est considérable.

Il est à noter également qu'il existe plusieurs communes au sein du zonage obtenu où l'ensemble des enjeux est moins important, ces communes sont incluses dans la deuxième classe, il s'agit de :

La commune d'Umkirch dans le Bade Werttemberg ayant une superficie de 875.7 ha, les zones protégées représentent 63,91 % de la superficie communale, le nombre d'habitants est estimé à 5400 habitants avec densité de 659 hab/km² et un indice de jeunesse égal à 95, le taux d'urbanisation est de 20.

La commune d'Artzenheim au nord de Fessenheim, sa superficie est de 966,77 ha, les zones protégées représentent 44,2 % de la superficie communale, la population

est de 849 habitants avec densité de 94 hab/km² et un indice de renouvellement des générations de 129, le taux d'urbanisation est de 6,9 %.

La commune de Wettolsheim au nord-ouest de Fessenheim, sa superficie est de 885,8 ha, les zones protégées couvrent 99,25% de la superficie de la commune, le nombre d'habitants est de 1776 habitants avec une densité de 214 hab/km² et un indice de renouvellement des générations égal à 102, le taux d'urbanisation est de 15,63%.

La commune d'Eguisheim au nord-ouest de Fessenheim ayant une superficie égale à 1412,89 ha, 99,04 % de la superficie communale est constituée de zones protégées, la commune enregistre un taux d'urbanisation de 6,87 %, le nombre d'habitants est de 1782 habitants, sa densité de 134 hab/km² et l'indice de renouvellement des générations est égal à 87.

La commune d'Obermorschwihr au nord-ouest de Fessenheim, sa superficie est de 159,05 ha, les zones protégées couvrent 99,79% de la superficie totale, sa population est estimée à 366 habitants, sa densité est de 246 hab/km², l'indice de renouvellement des générations est égal à 115 et le taux d'urbanisation est de 10,36%.

La commune d'Oberentzen à l'ouest de Fessenheim, sa superficie est de 882,2 ha, les zones protégées couvrent 58,21% de la superficie de la commune, sa population est de 635 habitants, sa densité est de 77 hab/km², l'indice de renouvellement des générations est égal 153 et le taux d'urbanisation est de 5,63%.

La commune de Munwiller à l'ouest de Fessenheim, sa superficie est de 674,12 ha, les zones protégées couvrent 3,23 de la superficie de la commune, le nombre d'habitants est de 497 habitants avec une densité de 79 hab/km², l'indice de renouvellement des générations est de 114 avec un taux d'urbanisation de 4.86 %.

1.3 Comparaison du périmètre obtenu à celui du projet de territoire :

L'objectif de faire du territoire du Rhin supérieur une référence à l'échelle européenne en matière d'économie bas carbone amène les autorités à réfléchir à mettre en valeur la richesse de ce territoire à travers un modèle économique et

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

industriel exemplaire, pour ce faire, un périmètre d'impact de la fermeture du CNPE a été défini pour ce projet de territoire.

Etant donné que l'espace tri nationale du Rhin supérieur se caractérise par une dynamique économique cohérente et une richesse naturelle exceptionnelle bénéficiant aux cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne en Suisse, aux lands allemands du Bade-Wurtemberg et de la Rhénanie-Palatinat, ainsi qu'à l'Alsace incluant les départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin, la coopération transfrontalière franco-germano-suisse fait naître plusieurs programmes pour soutenir les projets transfrontaliers.

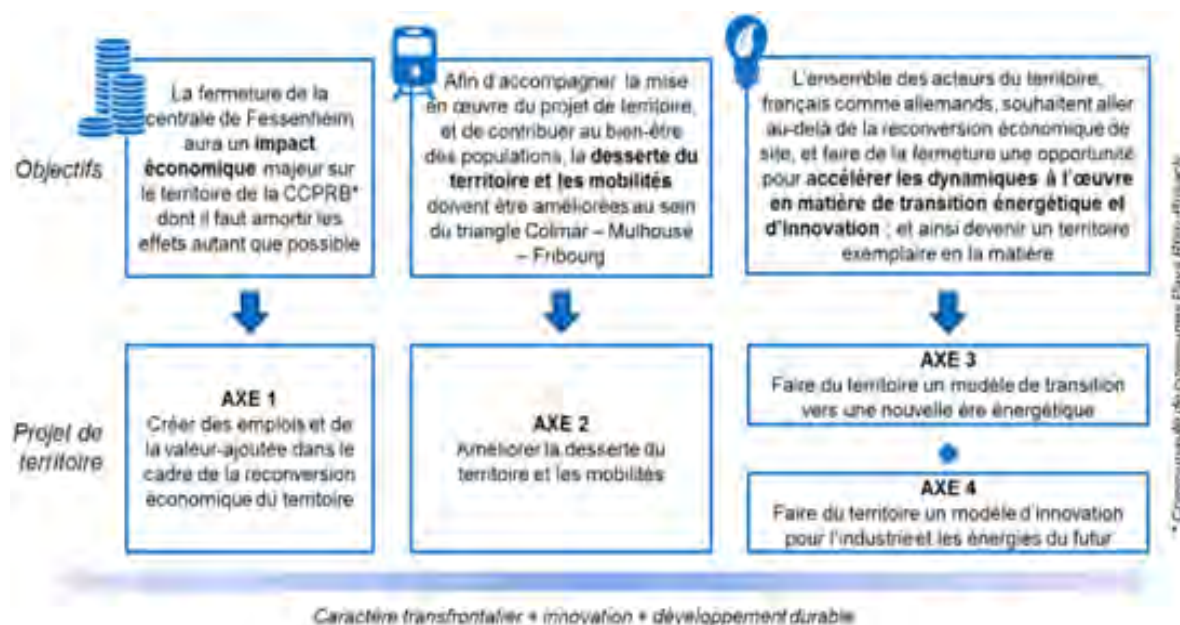


Figure 34 : l'ambition collective et partagée pour l'avenir du territoire de Fessenheim (Source : projet de territoire de Fessenheim, direction départementale des territoires du Haut Rhin)

Le périmètre défini pour le projet de territoire (Figure 35) concerne le triangle Colmar- Mulhouse-Fribourg, la coopération franco-allemande transfrontalière a pour objectif de créer de l'emploi et de la valeur ajoutée, de l'innovation et de l'excellence énergétique ainsi qu'améliorer la mobilité et la desserte au sein de l'ensemble de ce territoire après la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

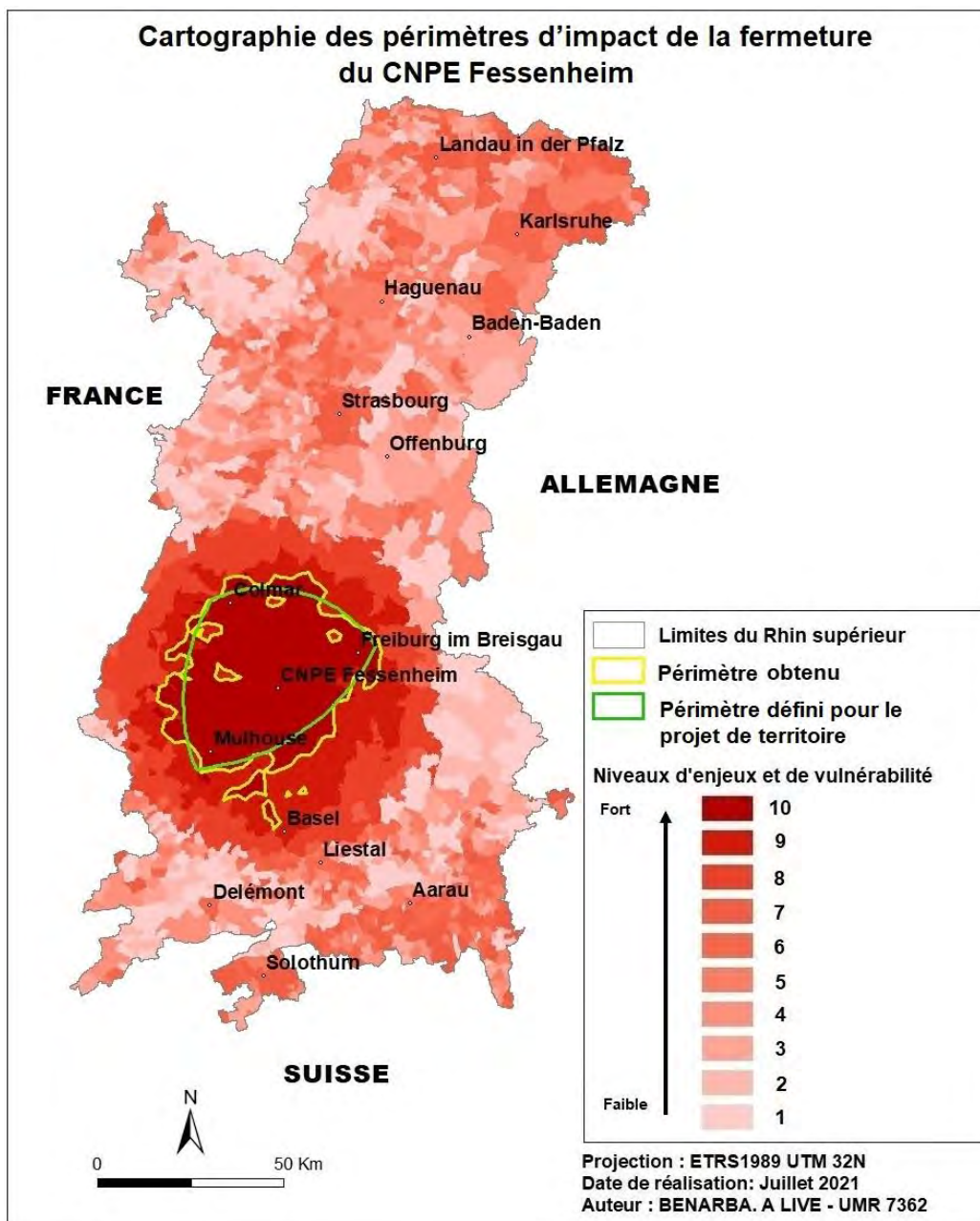


Figure 35 : Cartographie des périmètres d'impact de la fermeture du CNPE Fessenheim.

Le diagnostic de l'ensemble des thématiques préalablement définies a démontré que l'emprise géographique des enjeux environnementaux et socio-économiques inhérents à la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim dépasse l'aire actuelle du projet d'aménagement de territoire, ceci remet en question la pertinence stratégique du zonage prédéfini.

En effet, le contour que nous avons obtenu met en lumière les pressions que les territoires autour de Fessenheim subissent déjà à la suite de l'annonce de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim, elle traduit au mieux les défis de la

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

reconversion économique post fermeture, dans ce contexte, l'ampleur des enjeux autour de Fessenheim dépasse le périmètre d'impact prédéfini pour le projet de territoire signé le 1^{er} février 2019. L'impact environnemental et socioéconomique va au-delà de ce zonage, ceci induit en erreur la stratégie du développement économique durable qui devrait concerner plusieurs communes se trouvant en dehors triangle Colmar- Mulhouse-Fribourg.

L'ensemble des communes affectées par la fermeture du CNPE Fessenheim sont dans la nécessité d'accueillir les activités industrielles économiques par le biais des stratégies pour le développement durable, l'objectif serait de redynamiser leur territoire tout en renforçant des partenariats et coopérations transfrontalières.

1.4 Le parc d'activité EcoRhena, un défi majeur post CNPE Fessenheim :

La centrale nucléaire de Fessenheim a généré des retombées économiques importantes sur le territoire du bassin rhénan pendant qu'elle était opérationnelle, sa fermeture aura des répercussions remarquables sur le plan environnemental et socioéconomique, la perte d'emploi (850 salariés du CNPE et 344 salariés prestataires permanents en 2018), l'augmentation du fardeau financier des communes et la diminution de l'activité économique dans les entreprises locales pourraient entraîner des chocs sociaux et une dégradation de la qualité de vie au niveau de ces communes.

Le maintien de la dynamique sociale existante pendant le fonctionnement de la centrale repose sur des projets de reconversion et des stratégies de développement durable, l'objectif est de promouvoir la stabilité des revenus provenant de la centrale de Fessenheim pour les municipalités concernées et de rajeunir l'économie des territoires impactés.

Parmi les plans d'avenir de la résilience à la fermeture de la centrale de Fessenheim, le projet d'aménagement du Parc d'Activités EcoRhena et de la création de la zone d'aménagement concerté (ZAC) initiée par les élus de la communauté de commune du Pays de Brisach sur les communes de Balgau,



Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Nambsheim, Heiteren et Geiswasser, l'objectif est de revitaliser le territoire de Fessenheim et favoriser le développement industrialo-portuaire au long de la voie d'eau Bâle-Rotterdam d'ici 2023.

Plusieurs organismes se sont organisés autour du Comité Syndical du Syndicat Mixte qui gère le Port Rhénan de Colmar/Neuf-Brisach (SMO), l'objectif est de réussir ce projet qui s'inscrit dans l'axe 1 du projet de territoire, il s'agit d'une zone d'activité située au bord grand canal d'Alsace ayant une superficie initialement estimée à 220 hectares, mais cette superficie est réduite à 82 hectares en raison de plusieurs contraintes environnementales et enjeux de biodiversité.

Les objectifs du projet d'aménagement du Parc d'Activités et de la création de la zone d'activité EcoRhena sont les suivants :

- Créer les conditions propices au développement économique pour compenser les pertes d'emplois et de ressources fiscales entraînés par la fermeture du CNPE de Fessenheim.
- Développer une zone d'attractivité d'entreprises internationales.
- Réaliser une opération exemplaire sur le plan environnemental, au travers notamment d'une démarche d'écologie industrielle territoriale durant toutes les phases de la création et de la vie de la ZAC
- Favoriser la réduction d'émission de gaz à effet de serre par le développement du trafic fluvial.
- Faciliter la mise en œuvre de la stratégie de développement du Port Rhénan.
- Faire de la zone un modèle de « zone d'activités du futur »
- Proposer une alternative durable et opérationnelle à l'acheminement par voie d'eau des colis lourds en cas de réalisation du projet VAL'M (Un des projets pour l'optimisation du stockage des déchets radioactifs)

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

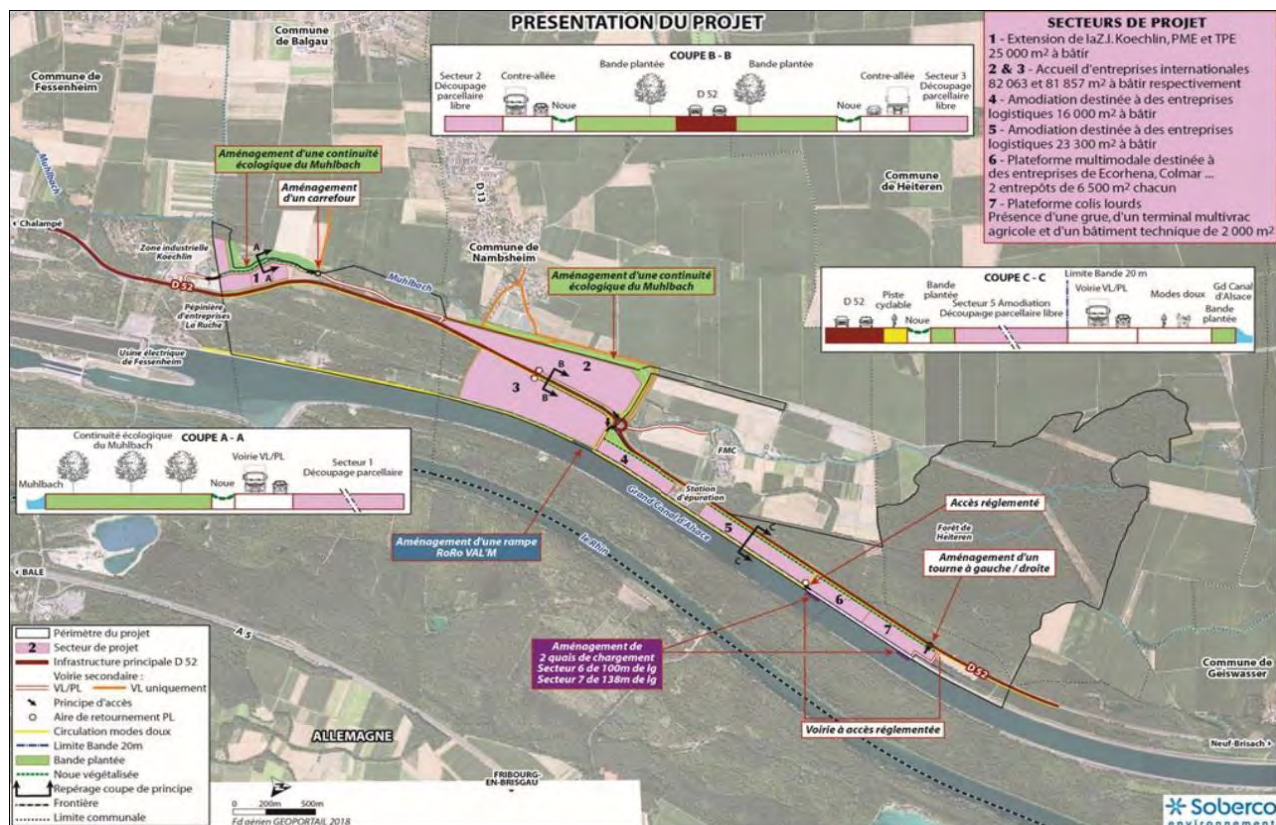


Figure 36 : Présentation du projet EcoRhena (Source : SMO du Port Rhénan de Colmar / Neuf-Brisach Janvier 2021).

Le choix de ce site est alimenté par la situation géographique frontalière privilégiée, proche du Rhin qui pourrait donc bénéficier des infrastructures de transport fluviale, les aides financières concernant les réductions d'impôts et de subventions à la création d'emplois, ainsi que la richesse environnementale du territoire, ces atouts mis en avant vont attirer des marchés de part et d'autre des frontières (Marché français, allemand et suisse).

Cette zone d'activité, considérée comme l'artère d'un développement du projet de territoire, est un premier programme d'investissements de 27 millions d'euros, le nouveau parc d'activités franco-allemand pour les entreprises multinationales est une opportunité réelle pour les entreprises internationales et locales avec des ambitions de la promotion des énergies renouvelables tout en favorisant d'une économie circulaire, un potentiel de développement du port rhénan de Colmar/Neuf-Brisach.

2. Discussion, limites et perspectives :

La centrale nucléaire de Fessenheim a pendant longtemps modifié la structure démographique et sociologique du territoire de la Communauté de Communes Pays Rhin-Brisach et les communes limitrophes, son arrêt et démantèlement constituent un processus complexe du fait des défis majeurs, face à la nécessité d'une reconversion économique des communautés impactées ainsi que les coûts du démantèlement et la question de la gestion des déchets radioactifs.

D'autres défis consistent à la question environnementale, celle de l'emploi et de l'évolution de la démographie et de la population, dans ce contexte il s'avère indispensable de mettre en valeur les spécificités régionales très marquées de l'ensemble du territoire du Rhin supérieur tout en tenant compte des approches adaptées à l'ampleur des enjeux post fermeture de la centrale. Ceci amène à la création d'une infrastructure industrielle, de transport et de marché moderne ; pour redynamiser les territoires autour du CNPE Fessenheim.

Les impacts socioéconomiques et les implications importantes de l'environnement ont été évalués suivant trois axes, les enjeux environnementaux et les aménagements, la vulnérabilité sociale et économique ainsi que l'accessibilité et la mobilité durable. À travers notre analyse, nous avons démontré que le périmètre d'impacts de la fermeture du CNPE Fessenheim dépasse celui défini pour le projet de territoire, en effet l'emprise géographique des impacts couvre plusieurs communes qui ne sont pas prises en compte dans la stratégie de développement durable soutenues et validées par l'ensemble des organismes gouvernementales de part et d'autre des frontières.

La caractérisation des espaces à enjeux environnementaux et socioéconomiques autour de Fessenheim a été élaborée à l'échelle du Rhin supérieur, la production cartographique du périmètre d'impact de la fermeture du CNPE semblent pertinente à l'égard des thématiques étudiées, il aurait été souhaitable d'étendre l'étude en analysant d'autres paramètres initialement prévue tels que l'emploi et le chômage, la démographie des entreprises, la fiscalité et les budget administratif, le trafic routier et fluviale, les déplacements pendulaires et les travailleurs transfrontaliers, , les données sur le tourisme...ceci pourraient bien affiner notre analyse en contribuant à l'élaboration de divers indices et donc à une meilleures

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

caractérisation des espaces à enjeux, malheureusement l'accès à ces données du côté allemand et suisse était impossible.

De plus, des limites méthodologiques ont été rencontrées lors de la réalisation de notre étude, il s'agit notamment de l'unification des indices à l'échelle communale et surfacique, ajoutant à cela le calcul de l'accessibilité par le biais de l'outil de recherche et calcul d'itinéraires dans un réseau de transport.

De ce fait, cette tentative de dresser un zonage d'impact environnementaux et socioéconomique à la suite de la fermeture de la centrale de Fessenheim semble bien réussi, il serait également intéressant d'envisager des études approfondies sur chaque thématique afin de mieux caractériser l'ampleur des impacts, ceci pourra contribuer à bien piloter les stratégies de développement envisagées et les plans de restructuration autour de Fessenheim dans un contexte de transition énergétique (Réseaux intelligents SMART GRID) mais également socio-économique (Diversification économique, développement des infrastructures, fournir une éducation et des connaissances pour l'innovation, promouvoir la recherche scientifique, création d'emplois dans d'autres secteurs économiques...)

Conclusion :

La volonté politique de sortir du nucléaire en France, tout en développant les énergies renouvelables se manifeste à travers une résolution particulièrement ambitieuse, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) promulguée le 17 août 2015, met en place des mesures politiques ayant pour objet de réduire les émissions de gaz à effet de serre, de développer les énergies renouvelables et d'améliorer l'efficacité énergétique.

Cependant, cette volonté se traduit par la réduction de la dépendance aux énergies nucléaire de 75 à 50 % à l'horizon de 2025 et du mix de production électrique français à 50 % à l'horizon de 2035, à cette fin, la fermeture de la centrale de Fessenheim construite dans les années 1970 interviendra dans le plan de développement des énergies renouvelables en France, une centrale située à proximité du Grand Canal d'Alsace, dans la commune de Fessenheim (Haut-Rhin) et qui a assuré pendant son activité une production de plus de 440 milliards de kilowatts-heures d'électricité bas carbone, soit environ la consommation électrique annuelle de la France.

Toutefois, les conséquences potentielles de la fermeture de la centrale de Fessenheim sont lourdes, l'évaluation des impacts environnementaux et socioéconomiques est un travail primordial avant de mettre en place des stratégies de développement durable et des mesures compensatoires pour la restructuration économique et la préservation de la dynamique sociale existante déjà.

Le travail que nous avons réalisé nous a permis d'obtenir dans un premier temps une multitude de zonages, élaborés à partir de plusieurs indices suivant les thématiques que nous avons analysé, ces indices ont été couplés avec la fonction d'éloignement par rapport à la centrale nucléaire de Fessenheim pour mieux comprendre et caractériser les enjeux environnementaux et socioéconomiques après la fermeture du CNPE Fessenheim.

La production cartographique issue du recouvrement de jeu de cartes nous a ensuite conduit à la définition du périmètre d'enjeux et de vulnérabilité, expliquant les enjeux environnementaux et socioéconomiques, ainsi que les interactions Homme-Milieus après la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim, ceci mettra en

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

avant les périmètres où une stratégie de développement durable post fermeture est nécessaire, et ce, à travers une coopération transfrontalière des acteurs politiques pour le maintien et/ou l'amélioration de la qualité de vie et de la résilience sociale, sociétale et environnementale dans le futur projet de territoire.

La comparaison du périmètre obtenu dans notre travail à celui défini pour le projet de territoire est le cœur de notre sujet, l'objectif est d'évaluer la pertinence stratégique de ce dernier, néanmoins, il s'est avéré que plusieurs espaces accueillant des populations importantes n'ont pas été pris en compte dans la stratégie de restructuration économique durable, en effet le périmètre d'enjeu et de vulnérabilité que nous avons pu obtenir après l'analyse des différents enjeux expliquant les pressions que les territoires autour de Fessenheim subissent, traduit au mieux les défis de la reconversion économique après la fermeture de la centrale de Fessenheim.

L'importance de notre travail réside dans la connaissance des différents enjeux et vulnérabilité qui aideraient à mieux caractériser la complexité d'un territoire par le biais d'un diagnostic des éléments structurants, qui interviennent dans la problématique étudiée. L'expérience du démantèlement du CNPE Fessenheim pourrait également apporter à la France une opportunité de devenir un nouveau centre de recherche et d'expertise liée à la mise hors service des centrales nucléaires en France, en Europe et dans le monde entier.

Bibliographie :

Ambroise, P. (2011). Le risque d'accident nucléaire : une approche territoriale. Métropolitiques, 10 octobre 2011. <https://metropolitiques.eu/Le-risque-d-accident-nucleaire-une.html>

Appunn, K. (2015). The challenges of Germany's nuclear phase-out. Clean Energy Wire. <https://www.cleanenergywire.org/dossiers/challenges-germanys-nuclear-phase-out>

Badariotti, D. (1997). Fronts d'hier, frontières : le Rhin supérieur. Persee, Volume 72 N°3 Géocarrefour pp. 213-222.

Bertrand, F. (2004). Planification et développement durable : vers de nouvelles pratiques d'aménagement régional ? L'exemple de deux Régions françaises, Nord-Pas-de-Calais et Midi-Pyrénées. Géographie. Université François Rabelais - Tours, 2004. Français.fftel-00012142ff.

Boudoua, A. (2019). L'impact d'une centrale nucléaire sur l'offre en équipements et services à la population : analyse spatiale du territoire de Fessenheim. Université de Strasbourg. Faculté de Géographie et d'Aménagement.

Collard , F. (2018). La politique énergétique en Europe. Cairn Info, Courrier hebdomadaire du CRISP 2018/38-39 (n° 2403-2404), pp 5-66.

Cooper, J-G. (2016). The Pilgrim Nuclear Power Station Study : A Socioeconomic Analysis and Closure Transition Guide Book". Landscape Architecture & Regional Planning Masters Projects. 76. https://scholarworks.umass.edu/larp_ms_projects/76

Danière B.J. (2020). Analyse cartographique de l'évolution de la vulnérabilité en zone urbaine face aux inondations dites remarquables. hal-02600626.

Davis L et Hausman C (2016). Market Impacts of a Nuclear Power Plant Closure. American Economic Journal: Applied Economics, 8 (2): pp92-122.

François, P. (2020). Fessenheim : le scandale de la fermeture. iFRAP, pp 3-5.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

<https://www.ifrap.org/agriculture-et-energie/fessenheim-le-scandale-de-la-fermeture>

Gagnol, V et al. (2012). CNPE de Fessenheim: Étude d'impact socioéconomique et conséquences d'une éventuelle fermeture. Syndex. http://ecolo.org/documents/documents_in_french/Fessenheim-rapport-SYNDEX-Expertise%20Socio-Economique.pdf

Galgóczi, B. (2019). Phasing out coal – a just transition approach. european trade union institute. <https://www.etui.org/publications/working-papers/phasing-out-coal-a-just-transition-approach>

Ginige, K et al. (2018). Mapping stakeholders associated with societal challenges : A Methodological Framework. ScienceDirect. Volume 212, 2018, Pp 1195-1202

Guillemot, H & Dalmedico, A-D. (2006). Changement climatique : Dynamiques scientifiques, expertise, enjeux géopolitiques Pp 412-432

HILAL, M. (2007). Temps d'accès aux équipements. Economie et Statistique. Persee.402 pp. 41-56 https://www.persee.fr/doc/estat_0336-1454_2007_num_402_1_7099

JACQUEMIN, L. (2012). Cartographie des enjeux environnementaux en Alsace. Université de Strasbourg. Faculté de Géographie et d'Aménagement.

Kayastha, B. (2016). Analyzing the Socioeconomic Impacts of Nuclear Power Plant Closure. Digital WPI <https://digitalcommons.wpi.edu/igp-all/269>

Keppler, J-H. (2017), Rationales for Capacity Remuneration Mechanisms: Security of Supply Externalities and Asymmetric Investment Incentives, Energy Policy, vol. 105, p. 562-570

Keppler, J-H et Cometto, M. (2013). L'interaction entre les énergies nucléaire et renouvelables et ses effets systémiques dans les réseaux électriques bas carbone. Annales des Mines - Responsabilité et environnement 2013/1 (N° 69), 29-35

Kołodziejski, M. (2021). Coopération territoriale européenne. Parlement européen. Fiches thématiques sur l'Union européenne. Parlement européen.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/98/cooperation-territoriale-europeenne>

LAMBERT, N et ZANIN, C. (2020). Les principes de discrétisation. Docplayer. <https://docplayer.fr/207567281-Discretiser-supports-de-cours-prepares-par-nicolas-lambert-et-christine-zanin-2020.html>

Larrue, C. (2010). Politique d'aménagement du territoire et développement durable. Presse universitaire du Septentrion, 411-420.

Lavergne, R. (2016). La transition énergétique française et son contexte. Les Echos Events, Forum de la Transition énergétique.

Lévêque, F. (2013). Politiques d'entrée et de sortie du nucléaire. hal-00841398ff.

Levratto, N et Clemenceau, I. (2005). Élaboration d'un indice de vulnérabilité socio-économique d'un littoral : une application au cas de la région Corse. VertigO.

Mavromatidi, A et al. (2018). Mapping and analyzing socio-environmental vulnerability to coastal hazards induced by climate change: An application to coastal Mediterranean cities in France. Aix Marseille University.

Mérenne-Schoumaker, B. (2011). Géographie de l'énergie: acteurs, lieux et enjeux. péronnas: Belin Sup Géographie, Paris, 2007, 272 pages.

Meyer, T. (2017). Les dynamiques territoriales de la centrale de Fessenheim (1) : Analyses démographiques. L'atome de discorde.

Meyer, T. (2017). Les dynamiques territoriales de la centrale de Fessenheim (2) : évolution du profil sociologique. L'atome de discorde.

Meyer, T. (2017). Les dynamiques territoriales de la centrale de Fessenheim (4) : décrypter les retombées fiscales du nucléaire. L'atome de discorde.

Meyer, T. (2017). Les dynamiques territoriales de la centrale de Fessenheim (5) : Le nucléaire et le paysage. L'atome de discorde.

Préfecture du Haut-Rhin. (15). Etude des effets induits de la fermeture du CNPE de Fessenheim sur le territoire. www.haut-rhin.gouv.fr, 2019.

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Projet de territoire. (2019). Projet de territoire, notre ambition commune pour l'avenir du territoire de Fessenheim. <https://www.haut-rhin.gouv.fr/Politiques-publiques/Avenir-du-territoire-de-Fessenheim/Projet-de-territoire>.

Quivy, R & Campenhoudt, L-V. (1995). Manuel de recherches en sciences sociales. eformation.hypotheses.org.

Tannous M et Pacreau X. (2020). Les relations internationales ISBN : 978-2-11-157183-9

Thevenet, A. (2020). De la nécessité de l'accompagnement des acteurs de la coopération transfrontalière : Expériences du Rhin supérieur. RECERC, 4-6.

Verpeaux, M et al. (2020). Les collectivités territoriales et la décentralisation. vie-publique.fr.

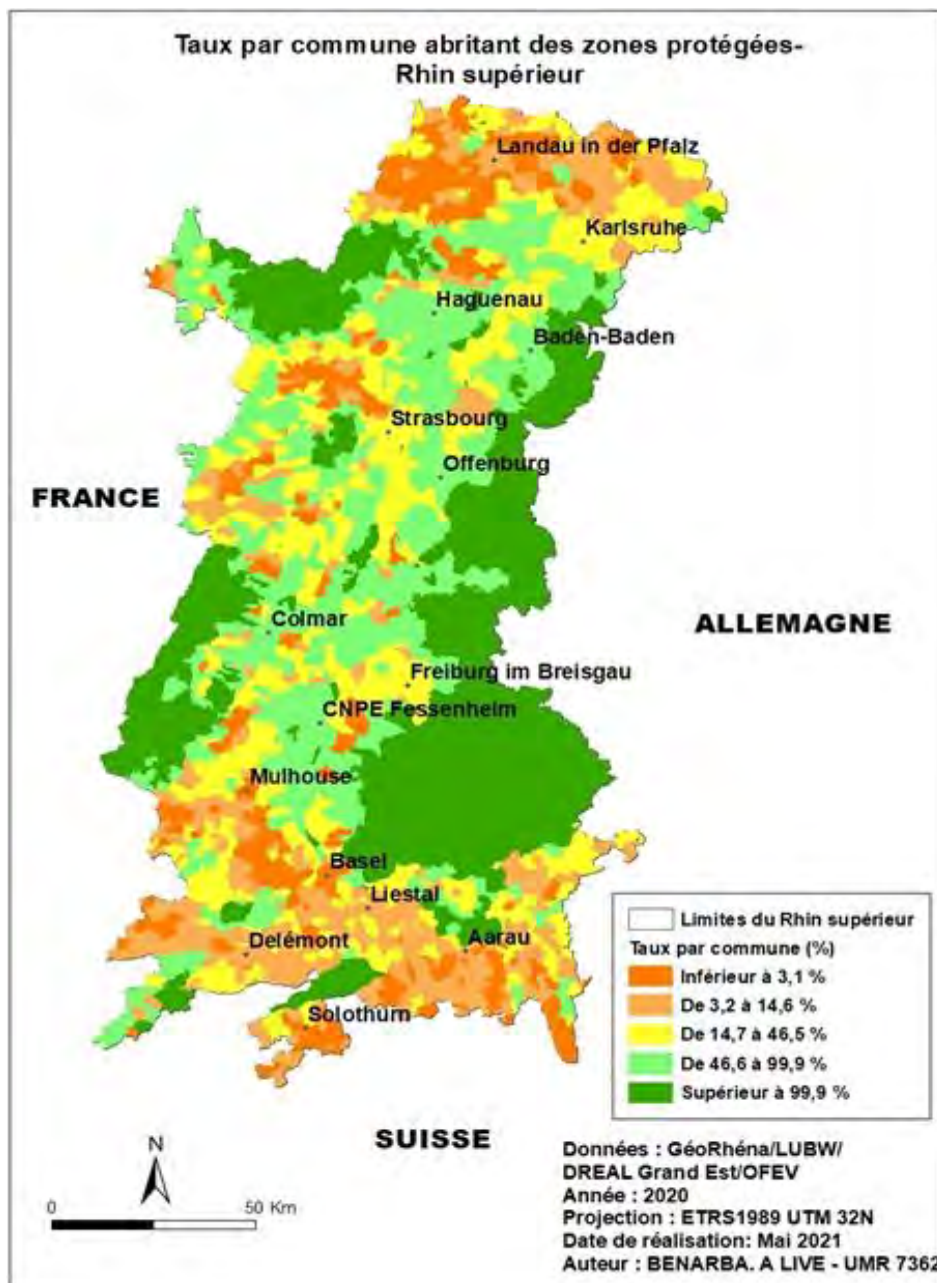
Zuindeau, B. (2010). Développement durable et territoires. Presses universitaires du Septentrion, pp 49-58.

Table des annexes :

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Annexe 1 : Taux par commune abritant des zones protégées - Rhin supérieur. | 98 |
| Annexe 2 : Taux d'urbanisation par commune - Rhin supérieur. | 99 |
| Annexe 3 : Risque inondation : Taux par communes exposées à un risque fort - Rhin supérieur. | 100 |
| Annexe 4 : Impact du réseau électrique à haute tension - Rhin supérieur. | 101 |
| Annexe 5 : Part de la production des énergies renouvelables par commune - Rhin supérieur. | 102 |
| Annexe 6 : Part des équipements par commune – Rhin supérieur. | 103 |
| Annexe 7 : Carte d'attractivité par commune - Rhin Supérieur. | 104 |
| Annexe 8 : Mise en relation des enjeux étudiés – Classe d'enjeu 9. | 105 |
| Annexe 9 : Répartition des enjeux par type (%) - Classe d'enjeu 9. | 105 |
| Annexe 10 : Mise en relation des enjeux étudiés – Classe d'enjeu 8. | 106 |
| Annexe 11 : Répartition des enjeux par type (%) - Classe d'enjeu 8. | 106 |
| Annexe 12 : Mise en relation des enjeux étudiés - Classe d'enjeu 7. | 107 |
| Annexe 13 : Répartition des enjeux par type (%) - Classe d'enjeu 7. | 107 |
| Annexe 14 : Mise en relation des enjeux étudiés - Classe d'enjeu 6. | 108 |
| Annexe 15 : Répartition des enjeux par type (%) - Classe d'enjeu 6. | 108 |
| Annexe 16 : Chronologie de la prise de conscience environnementale, source : François Bertrand. 2004. | 109 |
| Annexe 17 : Parc électronucléaire français- Puissance installée par date en (MW) Source : Autorité de sûreté nucléaire (ASN). | 110 |

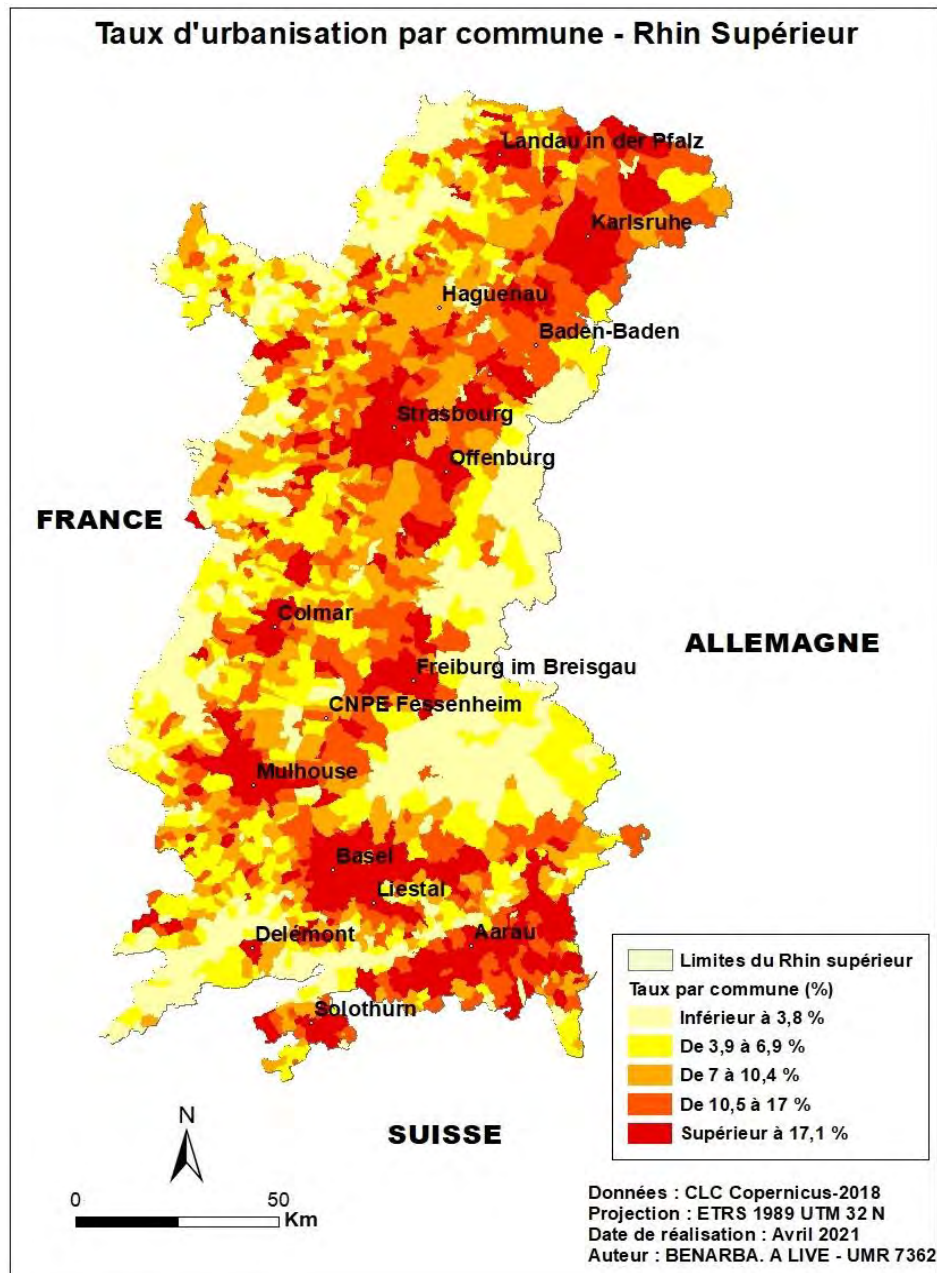
Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 1 : Taux par commune abritant des zones protégées - Rhin supérieur.



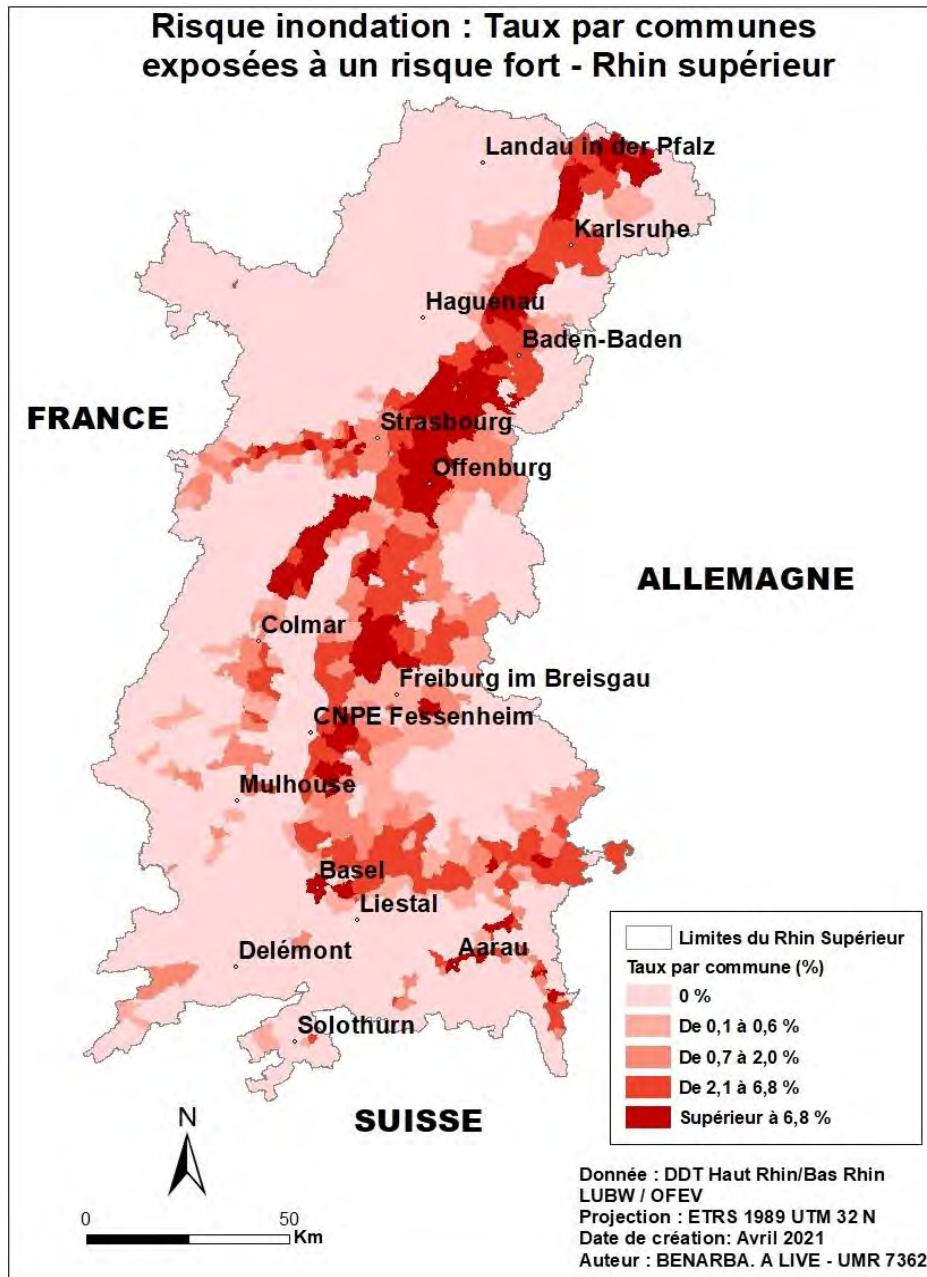
Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 2 : Taux d'urbanisation par commune - Rhin supérieur.



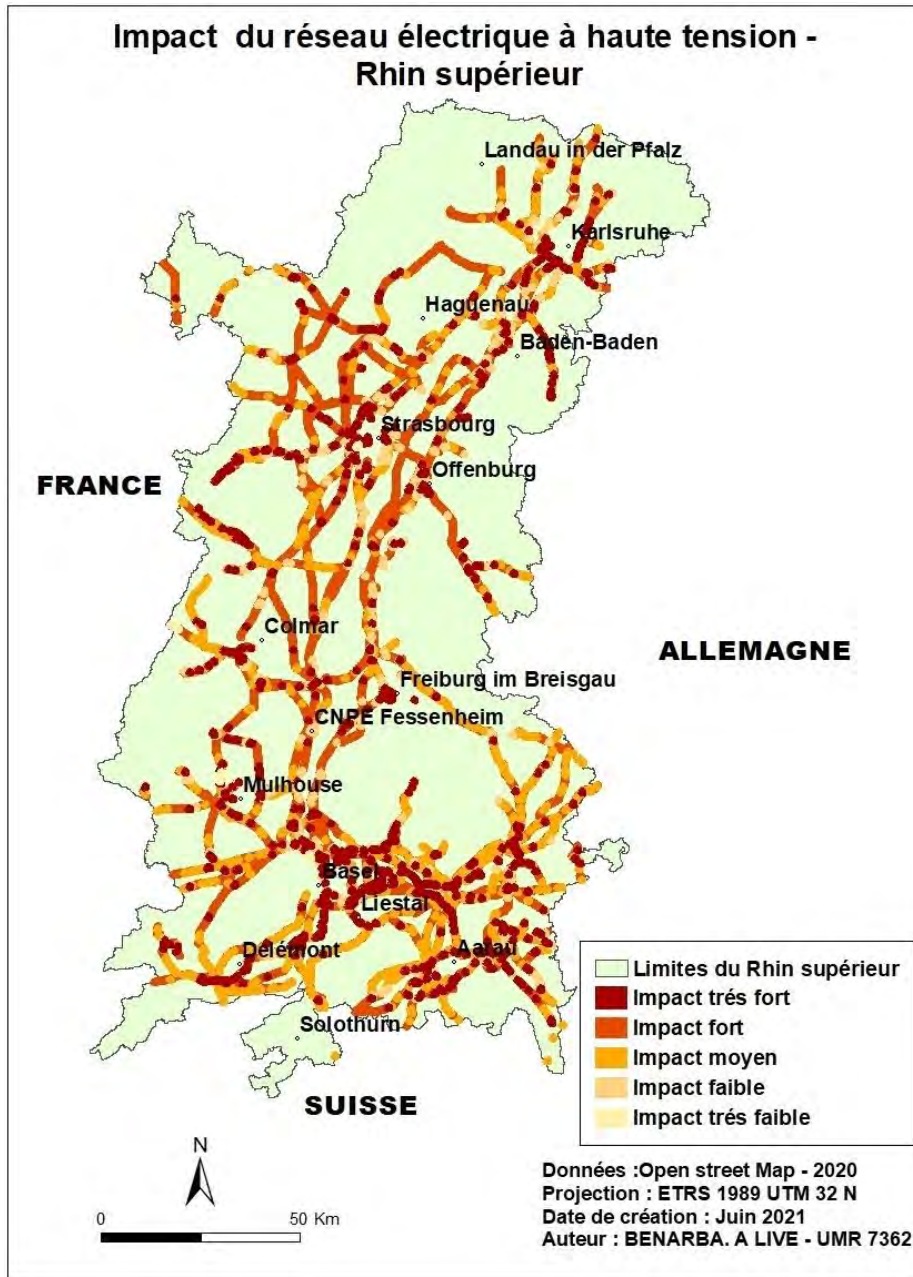
Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 3 : Risque inondation : Taux par communes exposées à un risque fort - Rhin supérieur.



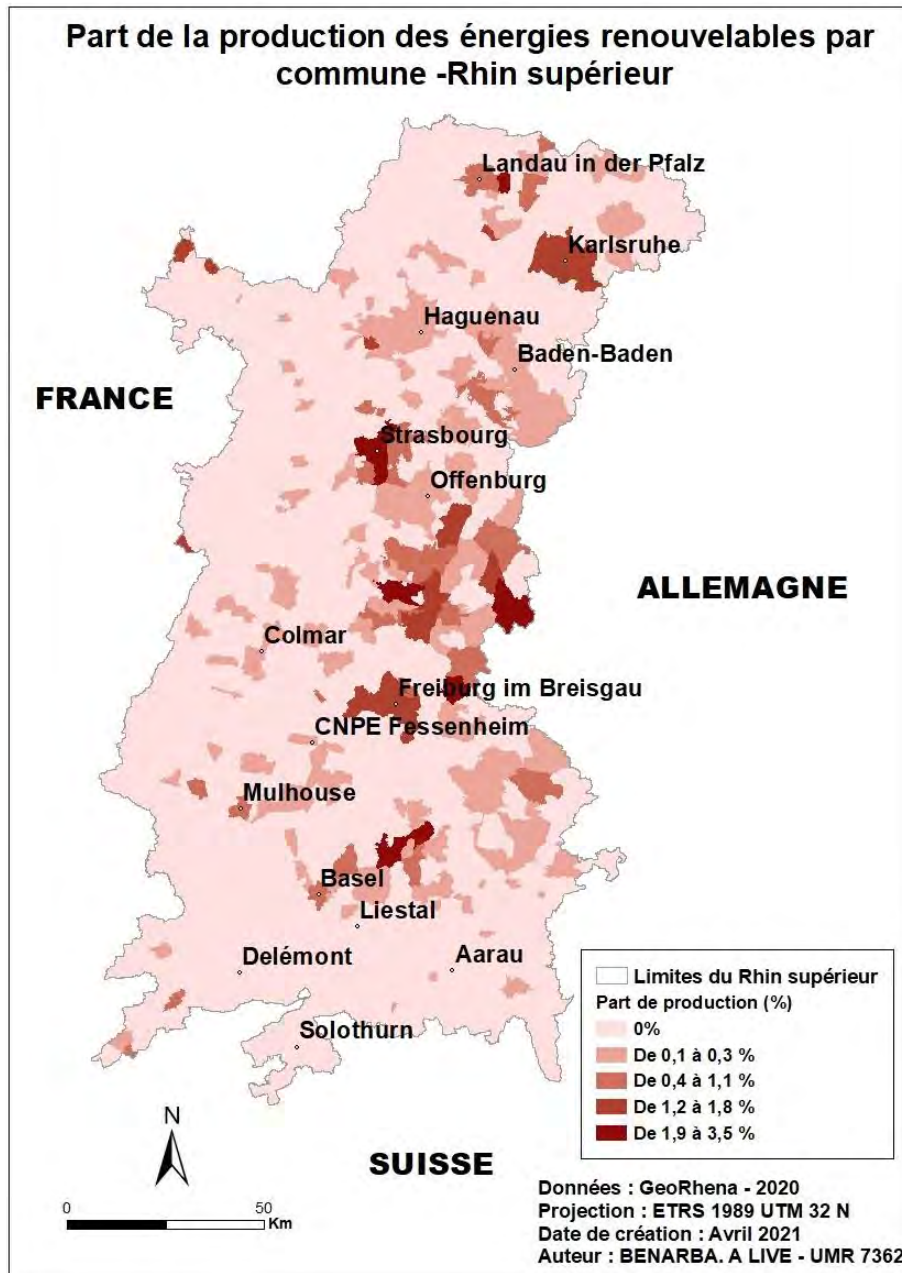
Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 4 : Impact du réseau électrique à haute tension - Rhin supérieur.

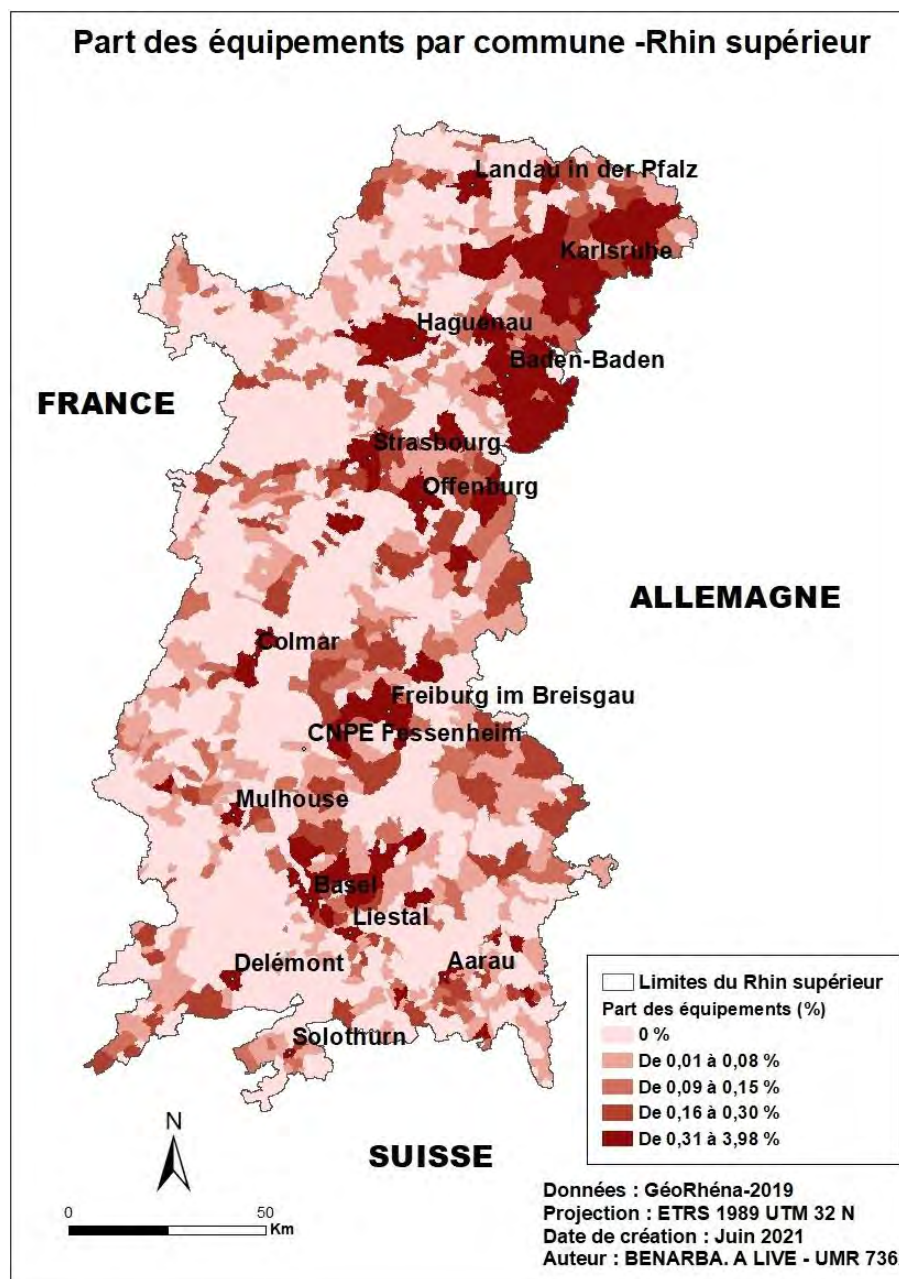


Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 5 : Part de la production des énergies renouvelables par commune - Rhin supérieur.

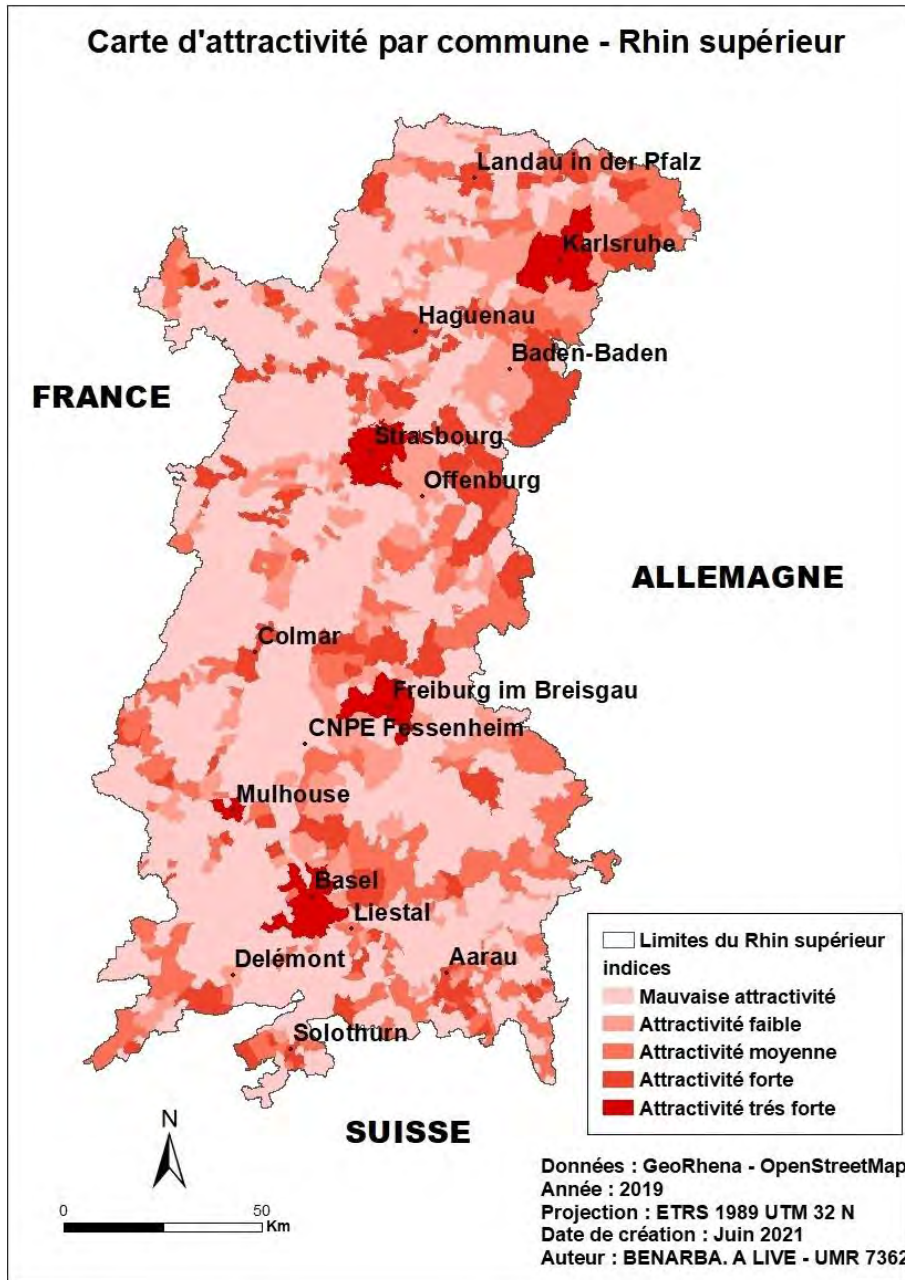


Annexe 6 : Part des équipements par commune – Rhin supérieur.



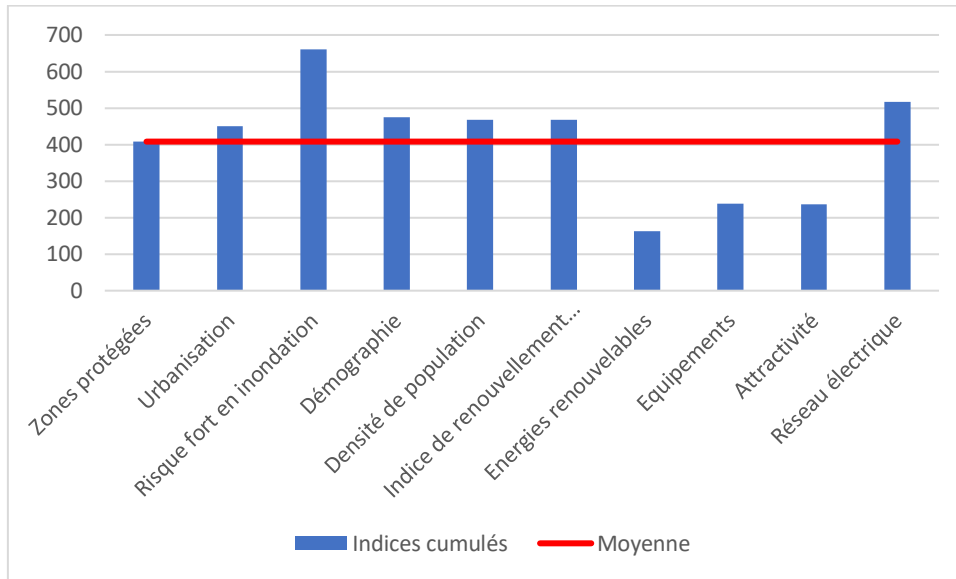
Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 7 : Carte d'attractivité par commune - Rhin Supérieur.

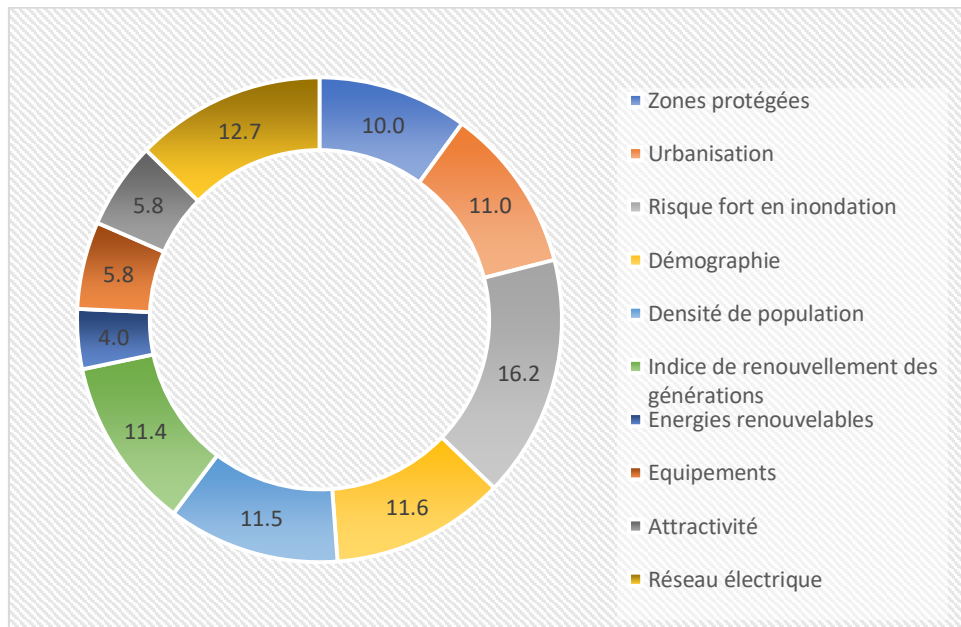


Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 8 : Mise en relation des enjeux étudiés – Classe d'enjeu 9.

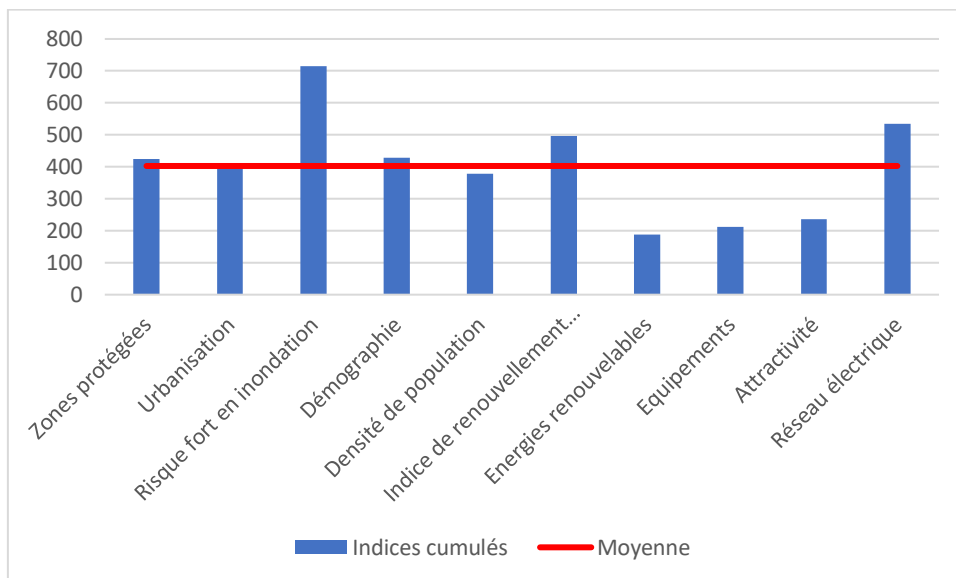


Annexe 9 : Répartition des enjeux par type (%) - Classe d'enjeu 9.

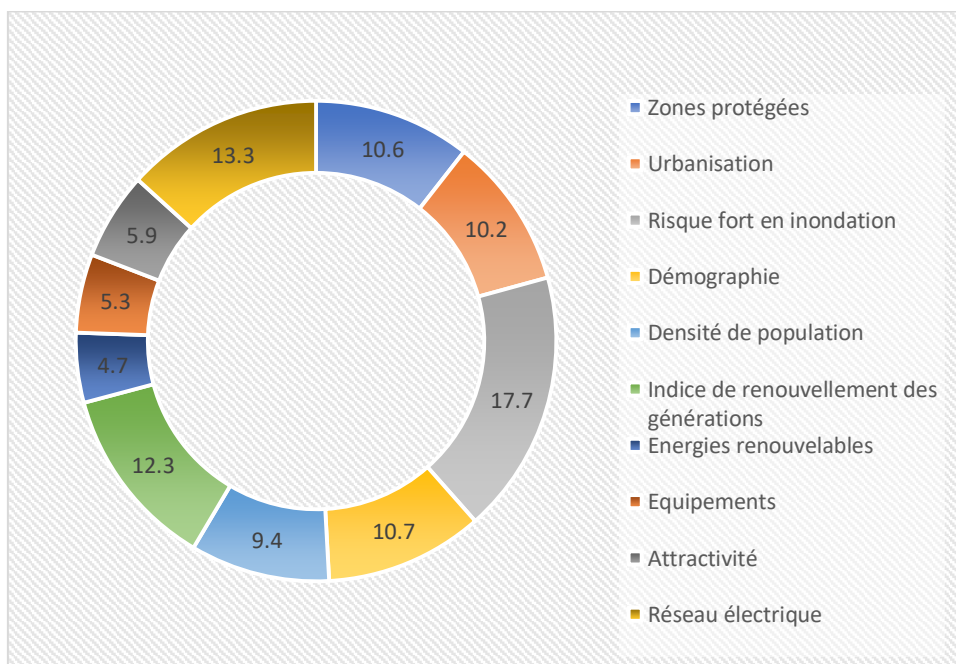


Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 10 : Mise en relation des enjeux étudiés – Classe d'enjeu 8.

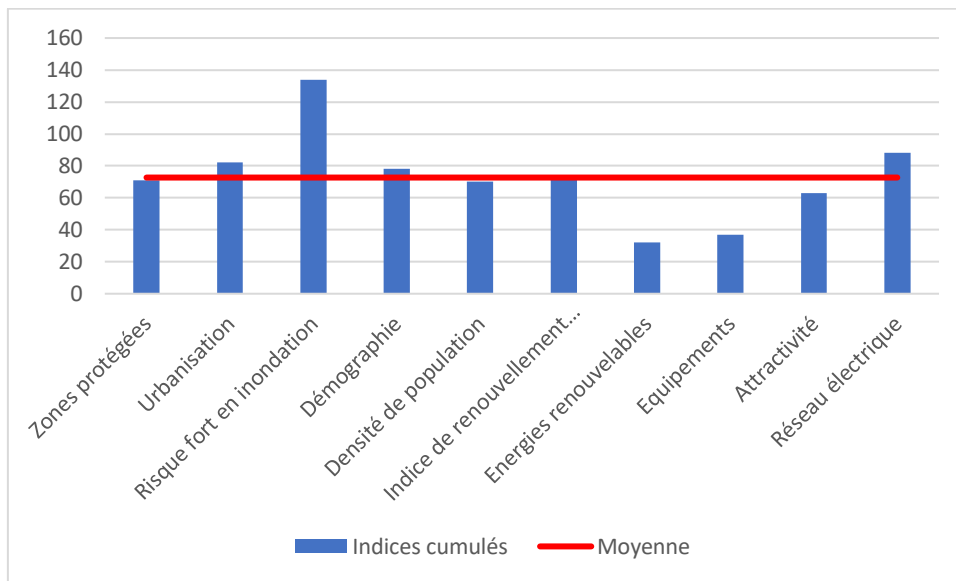


Annexe 11 : Répartition des enjeux par type (%) - Classe d'enjeu 8.

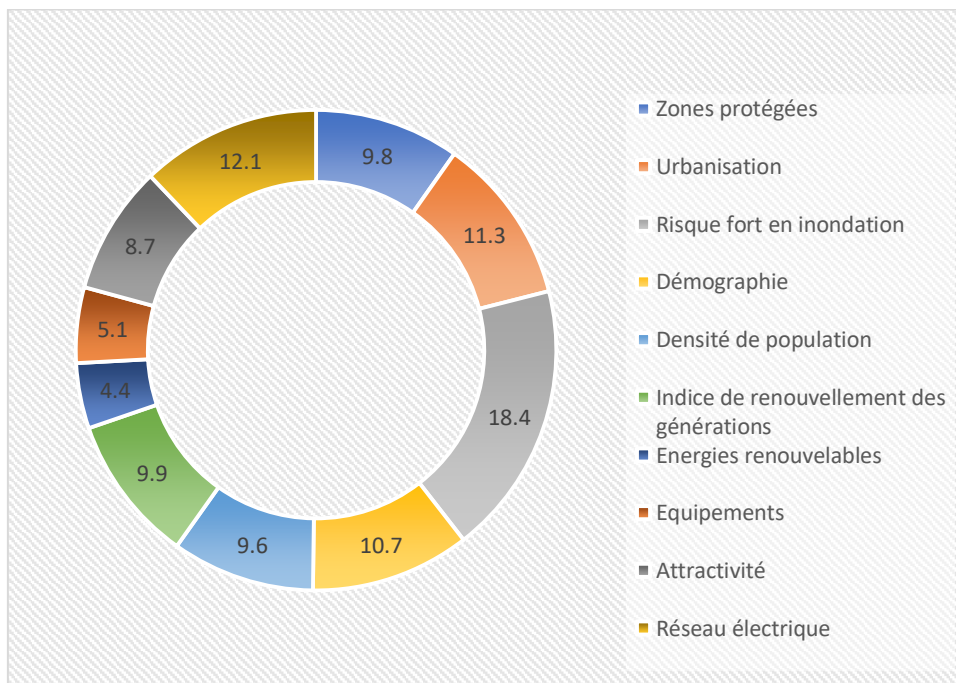


Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 12 : Mise en relation des enjeux étudiés - Classe d'enjeu 7.

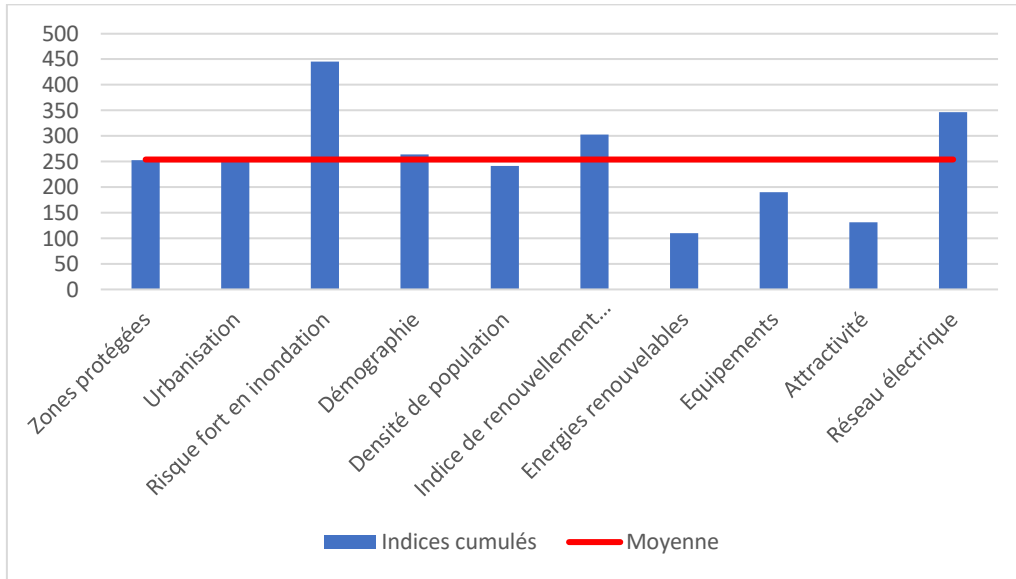


Annexe 13 : Répartition des enjeux par type (%) - Classe d'enjeu 7.

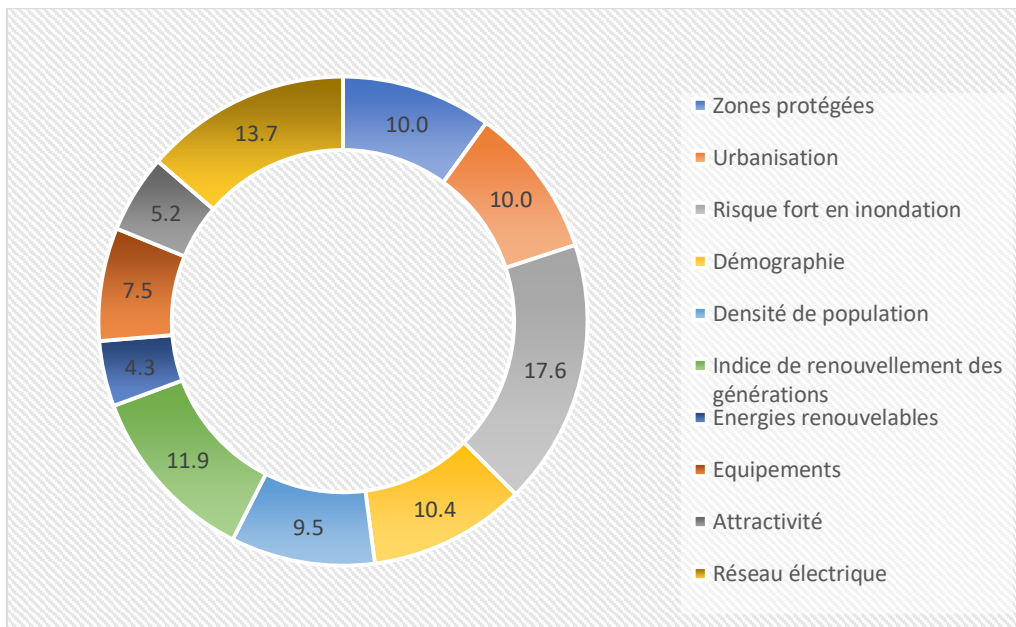


Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 14 : Mise en relation des enjeux étudiés - Classe d'enjeu 6.



Annexe 15 : Répartition des enjeux par type (%) - Classe d'enjeu 6.



Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 16 : Chronologie de la prise de conscience environnementale, source : François Bertrand. 2004.

| Quelques repères pour une chronologie de la prise de conscience environnementale et de son institutionnalisation | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Institutionnalisation de l'environnement en France | événements internationaux majeurs | Naissance de l'écologie politique |
| <p><u>1963</u> : création des Parcs Nationaux (<i>Port-Cros</i> et <i>la Vanoise</i> sont les deux 1^{ers} créés)</p> <p><u>1964-1965</u> : Vote de la loi sur l'Feau (dont la Datar est motrice) – Création des Comités de bassin et des Agences de bassin</p> <p><u>1965</u> : La Datar initie la réflexion sur les Parcs Naturels Régionaux (PNR), 1^{er} créé en 1968</p> | <p><u>1948</u> : création de l'Union International pour la Protection de la Nature (UICN)</p> <p><u>Années 50</u> : Augmentation des catastrophes écologiques d'origine anthropique (pollution au mercure à Minamata, dissémination de DDT dans l'atmosphère par exemple) et nouvelle nature des problèmes environnementaux</p> <p><u>1957</u> : 1^{ère} recherche sur les Gaz à Effet de Serre</p> <p><u>1961</u> : création du WWF</p> <p><u>Années 60</u> : conquête spatiale et 1^{ères} visions extérieures de la "planète bleue"</p> <p><u>1^{ères} pluies acides</u></p> <p><u>1967</u> : marée noire (<i>Torrey Canyon</i>)</p> <p><u>1968</u> : 1^{ères} réflexions internationales sur les questions environnementales globales (conférence sur la conservation des ressources de la biosphère à Paris)</p> | <p>Des ouvrages scientifiques précurseurs tels que "<i>La planète au pillage</i>" d'Orson (1948) ou "<i>La faim du monde</i>" de Vogt (1950) annoncent la prise de conscience environnementale à venir.</p> <p>A leurs suites, d'autres ouvrages comme "<i>Le printemps silencieux</i>" de Rachel Carson (1956), "<i>Quelle terre laisserons-nous à nos enfants ?</i>" de Barry Commoner (1963) ou, en France, "<i>Avant que nature ne meure</i>" de Jean Dorst (1964) ou encore "<i>Arcadie, essai sur le mieux vivre</i>" de Bertrand de Jouvenel (1968), participent à ce mouvement. L'écologie devient un phénomène social.</p> <p><u>1968-1970</u> : l'écologie se constitue en idéologies</p> |
| <p><u>Octobre 1969 - Mai 70</u> : réflexion au sein de la DATAR : « programme des 100 mesures pour l'environnement »</p> <p><u>juillet 1970</u> : création du Haut Comité de l'Environnement (sous tutelle de la DATAR)</p> <p><u>janvier 1971</u> : création du Ministère de la Protection de la Nature et de l'Environnement (R. Poujade)</p> <p><u>1975</u> : Création du Conservatoire du Littoral</p> <p><u>1976</u> : Loi sur la protection de la Nature et sur les Installations Classées</p> <p>Création des réserves naturelles</p> | <p><u>1970</u> : lancement du programme scientifique international « <i>Man & Biosphere</i> »</p> <p><u>1971</u> : convt^e de Ramsar (zones humides)</p> <p><u>1972</u> : 1^{ère} assemblée internationale consacrée à l'environnement : « Conférence mondiale des Nations-Unies sur l'environnement » (<i>Stockholm</i>)</p> <p>Création du PNUE</p> <p><u>1972</u> : convention de l'ONU sur le patrimoine mondial culturel et naturel</p> <p><u>1973</u> : convention CITES sur le commerce international des espèces menacées d'extinction</p> <p><u>1976</u> : accident à la dioxine (<i>Seveso-Italie</i>)</p> <p><u>1978</u> : marée noire (<i>Amoco Cadiz</i>)</p> <p><u>1979</u> : 1^{ère} conf. mondiale sur le climat</p> <p>convention de Bonn (espèces migratrices)</p> <p>accident nucléaire (<i>Three Mile Island</i>)</p> | <p><u>1970</u> : création de "Friends of the Earth", ONG environnementale</p> <p><u>1971</u> : création de "Greenpeace"</p> <p><u>1972</u> : publication du rapport du club de Rome « <i>The limits to growth</i> »</p> <p><u>1972</u> : Pour la 1^{ère} fois, 2 candidats écologistes se présentent en France aux législatives</p> <p><u>1973</u> : 1^{er} choc pétrolier</p> <p><u>1974</u> : René Dumont - 1^{er} candidat écologistes aux présidentielles (1,3%)</p> <p>Le mouvement de l'écologie politique se constitue, notamment autour d'ouvrages d'Ivan Ilitch, d'André Gorz ou de Jacques Ellul.</p> <p><u>1978 – 1981</u> : fin des mouvements sociaux post-68</p> |
| <p><u>1982</u> : Directive Seveso</p> <p><u>1982-1983</u> : lois de décentralisation et réforme de la planification</p> <p><u>1989</u> : rapport Barnier « <i>140 lois, 817 décrets mais toujours pas de droit de l'environnement</i> »</p> <p><u>1990</u> : Plan National pour l'Environnement (PNE)</p> | <p><u>1983</u> : création par l'ONU de la Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement (CMED)</p> <p><u>1984</u> : accident chimique (<i>Bhopal-Inde</i>)</p> <p><u>1986</u> : catastrophe nucléaire (<i>Tchernobyl</i>)</p> <p><u>1987</u> : « <i>Notre avenir à tous</i> », dit « rapport Brundtland », remis à l'ONU</p> <p><u>1987</u> : protocole de Montréal sur les gaz nocifs à l'ozone (CFC)</p> <p><u>1988</u> : création du GIEC</p> <p><u>1989</u> : marée noire (<i>Exxon Valdez</i>)</p> | <p><u>1981</u> : Brice Lalonde, candidat écologiste à l'élection présidentielle (3,9%)</p> <p><u>1984</u> : création du parti Les Verts</p> <p><u>1988</u> : Antoine Waechter : candidat écologiste à l'élection présidentielle (3,8%)</p> <p><u>1989</u> : 1^{er} bon score du vote écologiste (8%) aux élections municipales de mars 1989</p> |

Source François Bertrand. 2004

Evaluer l'impact social, sociétal et environnemental de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim : vers une nouvelle définition des contours géographiques du projet de territoire ?

Annexe 17 : Parc électronucléaire français- Puissance installée par date en (MW) Source : Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

| Mw | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | total | |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Fessenheim | 1 760 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 760 |
| Bugéy | | 1 820 | 1 760 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 580 |
| Dampierre | | | 1 780 | 1 780 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 560 |
| Gravelines | | | 2 730 | 910 | 910 | 910 | 910 | 910 | 910 | | | | | | | | | | | | | | | | 5 460 |
| Tricastin | | | 2 745 | 915 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 660 |
| Blayais | | | 910 | 910 | 910 | 1 820 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 640 |
| Saint-Laurent | | | 1 830 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 830 |
| Chiron | | | | | 905 | 905 | 905 | | 905 | 905 | | | | | | | | | | | | | | | 3 620 |
| Cruas | | | | | | 1 830 | 1 830 | 1 830 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 660 |
| Paluel | | | | | | 2 660 | 1 330 | 1 330 | 1 330 | 1 330 | | | | | | | | | | | | | | | 5 320 |
| Famanville | | | | | | 1 330 | 1 330 | 1 330 | 1 330 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 660 |
| Saint-Alban | | | | | | 1 335 | 1 335 | 1 335 | 1 335 | | | | | | | | | | | | | | | | 2 670 |
| Cattenom | | | | | | | | 1 300 | 1 300 | 1 300 | 1 300 | | | 1 300 | 1 300 | | | | | | | | | | 5 200 |
| Beleval | | | | | | | | | 1 310 | 1 310 | 1 310 | 1 310 | | | | | | | | | | | | | 2 620 |
| Nogent | | | | | | | | | 1 310 | 1 310 | 1 310 | | | | | | | | | | | | | | 2 620 |
| Golfech | | | | | | | | | | | | | | 1 310 | | | | | | | | | | | 2 620 |
| Penly | | | | | | | | | | | | | | 1 330 | | | | | | | | | | | 2 660 |
| Chooz | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 500 | 1 500 | | | | | 3 000 |
| Civaux | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 495 | 1 495 | | | 2 990 |
| Total puissance installée | 1 760 | 1 820 | 1 760 | 7 255 | 6 345 | 1 815 | 4 555 | 5 400 | 4 905 | 6 200 | 4 825 | 2 620 | 3 940 | 1 300 | 1 300 | 1 330 | 1 310 | 1 310 | 1 500 | 2 995 | 1 495 | 1 495 | 1 495 | 1 495 | 63 130 |

Source : ASN

Résumé :

La centrale nucléaire de Fessenheim est mise à l'arrêt depuis le 30 juin 2020, pendant son fonctionnement, elle a joué un rôle prépondérant dans la vie environnementale et socio-économique de ses territoires, son démantèlement amène à mettre en place des stratégies de développement économique durable afin de réussir la revitalisation et l'amélioration de la qualité de vie locale (diversification économique, création de l'emploi et de la valeur ajoutée, développement d'infrastructures, promouvoir la recherche scientifique et les connaissances pour l'innovation...)

Notre étude, qui s'inscrit dans le cadre du projet Juxta Rhenum, consiste à rechercher spatialement les zones d'enjeux impliquant les modifications environnementales potentielles et les impacts socio-économiques déclenchés de la fermeture du CNPE Fessenheim, l'objectif est d'évaluer la pertinence stratégique du zonage défini pour le projet de territoire lancé dans le cadre d'une coopération transfrontalière franco-allemande. En effet, le périmètre d'impact obtenu dépasse largement celui défini pour le projet de territoire, plusieurs espaces accueillant une population urbaine autour de Fessenheim ne sont pas concernées dans la stratégie de développement durable soutenues et validées par l'ensemble des organismes gouvernementales de part et d'autre des frontières.

Mots-clés : Centrale nucléaire, Fessenheim, démantèlement, environnementale, socio-économique, Juxta Rhenum, CNPE, coopération transfrontalière.

Abstract :

The Fessenheim nuclear power plant has been shut down since June 30, 2020. During its operation, it played a crucial role in the environmental and socio-economic life of its territories, and its dismantling leads to the implementation of sustainable economic development strategies in order to successfully revitalize and improve the local quality of life (Economic diversification, creation of employment and added value, development of infrastructure, promotion of scientific research and knowledge for innovation...).

Our study, which is part of the Juxta Rhenum project, consists of spatially investigating the issue areas involving potential environmental changes and socio-economic impacts triggered by the closure of the Fessenheim nuclear power plant. The objective is to assess the strategic relevance of the zoning defined for the territory project launched as part of a Franco-German cross-border cooperation. Indeed, the impact perimeter obtained largely exceeds that defined for the territory project, several areas hosting an urban population around Fessenheim are not concerned in the sustainable development strategy supported and validated by all government agencies on both sides of the borders.

Keywords : *Nuclear power plant, Fessenheim, dismantling, environmental, socio-economic, Juxta Rhenum, NPP, cross-border cooperation.*
