



MASTER Observation de la Terre et Géomatique

**Travail d'étude et de recherche
2016 - 2017**

Amy-Whitney SERYLO

Sujet : Présentation et dynamiques d'un site nucléaire à l'aide des SIG : le cas de la centrale nucléaire de Fessenheim

Encadrante : Anne PUISSANT

Laboratoire Image Ville Environnement ERL 7230 CNRS-UdS
3, rue de l'Argonne 67000 Strasbourg

Remerciements

Je voudrais tout d'abord remercier mon encadrante Madame Anne Puissant, tout d'abord pour m'avoir permis de réaliser cette étude qui m'aura permis d'enrichir mes connaissances, mais également pour sa disponibilité et ses conseils avisés.

J'aimerais également remercier Monsieur Grzegorz Skupinski pour son aide précieuse dans le travail de récolte de données.

Table des matières

Introduction.....	6
1 Les centrales nucléaires de production d'électricité, des infrastructures bouleversant les interactions entre l'homme et son milieu.....	7
1.1 Impacts des centrales nucléaires sur leur environnement et les sociétés humaines.....	7
1.1.1 Impacts sur le milieu naturel.....	8
1.1.2 Impacts sur les sociétés humaines.....	8
1.2 La centrale de Fessenheim, une centrale vieillissante située dans un site aménagé.....	10
1.2.1 Localisation du site.....	10
1.2.2 La centrale nucléaire de Fessenheim, une des premières centrales nucléaires françaises.....	11
1.3 L'observation de l'environnement.....	12
2 Présenter et étudier des dynamiques autour d'un site nucléaire.....	15
2.1 Détermination d'une zone d'étude et des impacts à analyser.....	15
2.2 Collecte de données et pré-traitements en fonction des thématiques traitées.....	16
2.2.1 Données permettant d'étudier l'occupation du sol.....	16
2.2.2 Des données propres à l'étude des impacts sur la démographie et les sociétés humaines.....	17
3 Résultats.....	19
3.1 Étude de l'environnement physique.....	19
3.1.1 L'hydrographie et l'inventaire forestier.....	19
3.1.2 L'occupation du sol et son évolution.....	20
3.1.3 L'occupation agricole, l'occupation du sol majoritaire autour de la centrale nucléaire de Fessenheim.....	27
3.2 Étude des sociétés.....	29
3.2.1 Infrastructures de transport et réseaux électriques.....	29
3.2.2 Équipements.....	31
3.2.3 Démographie et évolution des sociétés.....	33
Conclusion.....	36
Bibliographie.....	38
Annexes.....	40
Résumé.....	44
Abstract.....	44

Index des illustrations

Illustration 1: Les différents impacts d'une centrale nucléaire sur les sociétés humaines et sur l'environnement (Sources : Merenne-Schoumaker B., 2011. Géographie de l'énergie : acteurs, lieux et enjeux. Paris : Belin, 279p.).	10
Illustration 2: Localisation de la centrale de Fessenheim.	11
Illustration 3: Zones d'étude de 5 et 10 km de rayon autour de la centrale nucléaire de Fessenheim ainsi que les communes comprises dans l'étude.	15
Illustration 4: Index des images aériennes de 1970.	16
Illustration 5: Réseau hydrographique autour de la centrale nucléaire de Fessenheim.	19
Illustration 6: Surfaces végétales en 2017.	20
Illustration 7: Orthophotographie de 1951.	21
Illustration 8: Site de Fessenheim en 1971.	22
Illustration 9: Site de Fessenheim en 2011.	23
Illustration 10: Occupation du sol en 1990 d'après la nomenclature Corine Land Cover.	24
Illustration 11: Occupation du sol en 2012 d'après la nomenclature de Corine Land Cover.	25
Illustration 12: Taux d'évolution des types d'occupation du sol entre 1990 et 2012 (Source : CLC 1990 et 2012).	26
Illustration 13: Types d'occupations agricoles en 2014.	27
Illustration 14: Principales voies de communication routières et ferroviaires.	29
Illustration 15: Principales infrastructures électriques.	30
Illustration 16: Nombre d'équipements par commune en 2015, toutes catégories confondues.	31
Illustration 17: Population en 2014.	33
Illustration 18: Densité de population en 2014.	34
Illustration 19: Densités de population entre 1968 et 2014 (Source : INSEE).	34
Illustration 20: Evolution de la densité de population entre 1968 et 1975.	35

Index des tableaux

Tableau 1: Nombres et surfaces occupés par les différents types de cultures présents dans la zone d'étude de 5 km autour de la centrale nucléaire de Fessenheim (Source : RGP 2014).	28
Tableau 2: Nombres et surfaces occupés par les différents types de cultures présents dans la zone d'étude de 5 km autour de la centrale nucléaire de Fessenheim (Source : RGP 2014).	28
Tableau 3: Nombre d'équipements par catégorie et par commune en 2015 (Source : INSEE).	32

Index des annexes

Annexe 1: sujet du dossier.....	40
Annexe 2: Occupation du sol en 2000 d'après la nomenclature de Corine Land Cover.....	40
Annexe 3: Proportions des différents types d'occupations du sol en 1990, 2000 et 2012 dans la zone d'étude de 5 et 10 km.....	41
Annexe 4: Evolution des surfaces (ha) entre 1990 et 2012 occupées par les 4 types d'occupation du sol principaux dans les périmètres d'étude de 5 et de 10 km (Sources : CLC 1990, 2000 et 2012).....	41
Annexe 5: Equipements classés par catégories.....	42
Annexe 6: Taux d'occupation des surfaces communales par des surfaces agricoles en 2014.....	42
Annexe 7: Evolution de la densité des communes autour de Fessenheim de 1968 à 2014 (Source : INSEE)	42
Annexe 8: Evolution de la densité de population entre 1968 et 2014.....	43

Introduction

Depuis le récent décret annonçant sa fermeture prochaine, la centrale nucléaire de production d'électricité de Fessenheim est au cœur des débats. Construite dans les années 1970 et mise en service en 1977, il s'agit de la plus ancienne centrale du parc nucléaire français encore en activité. Construite initialement pour pouvoir fonctionner durant une période 30 à 40 ans, il s'agit d'une centrale vieillissante.

Structure pouvant se révéler extrêmement dangereuse en cas d'accident, l'installation d'une centrale nucléaire nécessite en outre des éléments bien particuliers, comme une source de refroidissement proche, une surface d'implantation importante, une faible densité humaine à proximité ainsi qu'un réseau routier efficace (Mérenne-Schoumaker, 2011). Construire une centrale nucléaire nécessite donc un terrain ayant déjà ces spécificité ou bien, si ce n'est pas le cas, une transformation de son lieu d'implantation.

Dans un contexte de transition énergétique et de développement durable, il existe aujourd'hui en France une certaine répulsion pour les centrales nucléaires, principalement dû au risque d'accident pouvant se révéler grave aussi bien pour l'environnement que pour les populations alentours, mais également à cause des différentes nuisances que leur fonctionnement entraîne : rejets d'éléments radioactifs, pollution thermique de l'eau servant à refroidir les réacteurs, pollution liée au stockage des déchets, bruit... (Mérenne-Schoumaker, 2011).

Nous nous situons donc dans un contexte d'anthropoconstruction lié à la construction d'un élément industriel (la centrale nucléaire) marqueur d'un processus d'artificialisation de l'espace (Chenorkian, 2014). Or ce genre d'événement est connu pour provoquer de profonds bouleversements dans l'équilibre des socio-écosystèmes existants (Chenorkian, 2012). Ainsi pourrions-nous dire que l'homme, en construisant cette centrale nucléaire et en la maintenant en fonctionnement, a certainement modifié l'environnement autour de cet aménagement, environnement pouvant être défini ici par « l'ensemble des systèmes naturels ou artificialisés dans lesquels l'homme intervient ou est intervenu, soit en les exploitant soit en les aménageant » (Monaco et Ludwig, 2009).

L'objectif de ce dossier sera, comme indiqué en annexe 1, de réaliser une présentation et de montrer l'évolution du site de la centrale nucléaire de Fessenheim depuis la construction de celle-ci sous la forme d'un Système d'Informations Géographiques. Ce dernier pourra servir de base à d'autres études ou projets de plus grande envergure comme la création d'un observatoire dédié au site de Fessenheim par exemple.

Dans ce contexte, nous pourrions ainsi formuler la problématique suivante :

Dans quelle mesure et de quelles manières la construction et l'exploitation de la centrale nucléaire de Fessenheim ont-elles contribué à modifier son lieu d'implantation et les territoires alentours ?

Afin de répondre à cette question, nous étudierons dans une première partie les différents impacts que les centrales nucléaires peuvent provoquer sur leur environnement. Nous montrerons également le site d'implantation de la centrale nucléaire de Fessenheim et présenterons différents moyens d'observer l'environnement. Cette première partie nous permettra d'émettre des hypothèses de recherche dont il conviendra dans la suite du dossier d'en vérifier l'exactitude. Une seconde partie énoncera les méthodologies qui seront mises en place afin de répondre à notre problématique et de vérifier nos hypothèses de recherche. Enfin, une troisième partie sera consacrée aux résultats et à leurs commentaires.

1 Les centrales nucléaires de production d'électricité, des infrastructures bouleversant les interactions entre l'homme et son milieu

La littérature nous apprend que « 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-Schoumaker, 2011). Sachant cela, nous pourrions en déduire qu'une centrale nucléaire impacte elle aussi son environnement.

Ainsi, à partir de la littérature, nous tâcherons d'établir une liste d'éléments potentiellement impactés par l'implantation et le fonctionnement d'une centrale nucléaire. Cela nous mènera à étudier le site de la centrale nucléaire de Fessenheim. Ces connaissances accumulées nous permettront d'émettre des hypothèses de recherche sur le cas précis de la centrale nucléaire de Fessenheim. Le reste du dossier tâchera d'y apporter des réponses.

Dans cette partie, nous étudierons dans un premier temps les impacts des centrales nucléaires de production d'électricité sur leur environnement. Puis nous nous intéresserons à la centrale nucléaire de Fessenheim. Enfin, nous nous intéresserons aux observatoires qui permettent d'observer un environnement dans toute sa complexité.

1.1 Impacts des centrales nucléaires sur leur environnement et les sociétés humaines

Comme toute industrie, une installation nucléaire s'inscrit dans un territoire déjà constitué d'un tissu démographique, d'une économie, de paysages et de réseaux (Pascal, 2011). De ce fait, il est admis que cette implantation risque fort d'avoir des impacts sur cet environnement, c'est-à-dire le cadre qui entoure l'objet d'étude, qui lui est proche (Mérenne-Schoumaker, 2011). Ainsi, il peut être intéressant de s'intéresser aux impacts que les centrales nucléaires sont susceptibles d'avoir sur leur environnement proche. Ces impacts peuvent survenir avant l'implantation, pendant l'exploitation et même après. Tout le monde a en tête des catastrophes provoquées par des centrales nucléaires, notamment celle, spectaculaire et à l'origine de l'émission d'un nuage radioactif ayant parcouru toute l'Europe, dont la France, et l'irradiation d'une grande zone autour de la centrale, provoquant une évacuation massive des habitants, de Tchernobyl, en Ukraine, en 1986 (Baud *et al.*, 2008). Enfin, plus récemment, celle de Fukushima du 11 mars 2011, au Japon, provoqué par un tsunami lui-même créé par un tremblement de terre, qui a eu des conséquences sur l'économie au niveau mondial en impactant des usines proches de la centrale (Pascal, 2011).

Mais ces impacts peuvent être d'une autre nature, comme des modifications des organisations spatiales (Mérenne-Schoumaker, 2011) ou des modifications des populations et de la perception du risque chez les individus concernés. Ainsi, nous tâcherons tout d'abord d'établir une liste d'impacts que les centrales nucléaires peuvent avoir sur leur milieu physique puis sur les sociétés humaines.

Les centrales nucléaires existent depuis les années 70. Elles ont été principalement construites dans des sites comportant des caractéristiques importantes tant pour leur fonctionnement que dans l'intérêt des populations. En général, une centrale nucléaire est de préférence construite sur un sol stable, dans une zone faiblement sismique et dans laquelle le vent est principalement orienté de manière à disperser des éventuels rejets polluants dans des zones peu habitées. Une grande surface, d'au moins 150 hectares, elle-même entourée d'une zone de dégagement deux à trois fois plus vaste et peu densément peuplée est généralement choisie. La proximité avec une autre centrale énergétique, nucléaire ou non, est évitée afin de limiter la

concurrence. La centrale nucléaire est souvent proche des centres de consommation pour éviter des pertes d'énergie par effet joule et l'augmentation de moyens financiers devant alors être investis dans l'extension du réseau électrique. Un cours d'eau au débit rapide, comme le Rhin ou le Rhône, est requis afin de refroidir les réacteurs. Enfin, la centrale nucléaire, qui nécessite des matières pour fonctionner et produit des déchets, doit être facilement accessible par des voies de communication efficaces. Ces mêmes voies peuvent également servir à l'évacuation de la population en cas d'accident (Mérenne-Schoumaker, 2011).

1.1.1 Impacts sur le milieu naturel

Les catastrophes citées plus haut avaient un point commun : l'émission d'éléments radioactifs pouvant irradier de façon physique humains, faune et flore et de contaminer cours d'eau et sols (Bocéno, 2004). Le risque nucléaire se définit de la façon suivante : il s'agit de la libération d'éléments radioactifs en dehors de conteneurs ou d'enceintes conçues pour les contenir. Ces fuites d'éléments radioactifs peuvent survenir lors de la fabrication du combustible, du transport de ce dernier, de la construction et du dysfonctionnement de la centrale ainsi que du traitement des déchets (Mérenne-Schoumaker, 2011 ; Comité de pilotage des risques majeurs, 2012). Ces éléments radioactifs peuvent se propager en se diluant dans l'air ou dans l'eau des cours d'eau ou des nappes phréatiques (Mérenne-Schoumaker, 2011). Par contre, le fonctionnement d'une centrale nucléaire ne semble pas émettre de dioxyde de carbone (CO₂), gaz supposé aggraver le changement climatique ; d'après la littérature, c'est lors de la construction de la centrale que l'émission de CO₂ dans l'atmosphère est la plus importante (Battiau, 2008). La fuite accidentelle d'éléments radioactifs peut également être visible sous la forme de particules se posant sur la végétation, les sols ainsi que dans les eaux. Les sols peuvent alors être contaminés pendant très longtemps, peut être même de façon irréversible, tandis que la flore peut être détruite ou contaminée et la faune subir les mêmes effets que l'homme comme des malaises, des modifications génétiques (sur plusieurs générations) voire la mort (Bocéno, 2004). Ces rejets peuvent donc provoquer une modification des écosystèmes à proximité de la centrale, mais également à l'échelle régionale voire de la planète entière (Iacona *et al.*, 2012). Pour éviter ces rejets, des filtres destinés à diminuer une grande part de la radioactivité des rejets sont utilisés. Les éléments sont alors stockés un moment avant d'être relâchés lorsque la radioactivité est très basse (Mérenne-Schoumaker, 2011).

Un autre impact sur l'environnement est la pollution thermique, qui provoque une augmentation de la température du cours d'eau qui refroidit le réacteur, provoquant alors une modification au niveau floristique et faunistique de la zone. Ce fait est cependant une chose plutôt bien maîtrisée aujourd'hui (Mérenne-Schoumaker, 2011).

Ces pollutions peuvent être le résultat d'éléments variés : catastrophes d'origine anthropique comme des erreurs humaines ou accidents survenant à l'extérieur de la centrale, mais également catastrophes naturelles comme des tremblements de terre et des inondations (Mérenne-Schoumaker, 2011). Même si des barrières sont présentes pour parer à toute éventualité, le risque zéro n'existe pas (Mérenne-Schoumaker, 2011 ; Comité de pilotage des risques majeurs, 2012).

1.1.2 Impacts sur les sociétés humaines

L'impact le plus connu d'un accident nucléaire concerne la santé. Si, tout d'abord, une centrale nucléaire peut créer du bruit ainsi que des odeurs, provoquant un sentiment d'inconfort, voire de stress, chez les individus qui y sont soumis (Iacona *et al.*, 2012), elle peut aussi irradier et contaminer les individus par l'émission d'éléments radioactifs ou chimiques contenus dans l'air, l'eau ou la nourriture (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012 ; EDF, 2016). Or, l'ingestion ou l'inhalation d'éléments radioactifs induisent une contamination interne du corps qui peut alors provoquer divers maux selon la quantité d'irradiation : une exposition à de fortes doses dans un laps de temps court, allant de quelques heures à quelques semaines, induit nausées, vomissements, brûlures de la peau, malaises, fièvre et même décès dans certains cas, tandis qu'une exposition à de faibles doses peut provoquer des cancers ou des modifications génétiques sur une échelle de temps longue (plusieurs années) (Comité de pilotage des risques majeurs,

2012). A la Hague (Manche), proche d'un site de retraitement de déchets nucléaires ainsi qu'un centre de stockage de déchets radioactifs en surface, un médecin a observé un nombre plus élevé de cas de leucémies chez les enfants dans cette région qu'ailleurs en France (Bocéno, 2004).

Un autre élément qui peut être impacté par la présence d'un site nucléaire est l'économie. En effet, une modification de l'économie locale a été observée dans certains cas : le site de la Hague, précédemment cité, a vu son économie passer d'une société plutôt tournée autour de l'industrie laitière à une société orientée autour de la filière nucléaire. Ce fait pourrait être vu comme une menace s'il n'était pas pourvoyeur d'emplois et s'il n'était pas accompagné d'aménagements facilitant et améliorant la vie des riverains : dans notre cas de la Hague, qui s'est dotée en installations de nature nucléaire à la fin des années 1950, le nucléaire a permis d'éviter un exode rural grâce à des transferts de taxes, de financer des installations, de subventionner des associations, d'entretenir le réseau d'épuration et d'installer des équipements urbains comme l'éclairage urbain et des salles de sports (Bocéno, 2004). Ces installations ont alors contribué à améliorer l'image de l'industrie nucléaire dans la commune. Cependant, le fait que l'industrie locale est alors dirigée par l'industrie nucléaire peut engendrer la détérioration de l'action publique au profit de l'industriel. Mais si le nucléaire peut contribuer à améliorer certains éléments d'une commune afin d'être mieux accepté, il n'en reste pas moins un générateur de vulnérabilité économique. Dans le cas d'exploitations agricoles, souvent nombreuses autour des sites nucléaires, un accident induisant une contamination des terres représente un réel risque pour les agriculteurs, mais également pour la filière agricole : en effet, il n'est pas aisés de transférer l'activité ailleurs dans un lieu non contaminé. Et c'est également le cas pour d'autres filières. Par exemple, si un accident nucléaire survenait dans le site nucléaire de Gravelines, près de Dunkerque, cela pourrait avoir de graves répercussions sur le port de Dunkerque et donc sur l'activité économique qui s'y déroule, engendrant une modification de la logistique. Rappelons que l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima a impacté des usines de production proches, ce qui a engendré au niveau mondial pénuries et dysfonctionnements (Pascal, 2011). Ajoutons à cela que certains sites peuvent également contaminer non seulement leur pays de construction, mais également un voisin : c'est le cas des centrales de Fessenheim, Chooz et Cattenom.

Enfin, un dernier point à noter est l'impact de la présence d'une centrale nucléaire sur la société. En effet, les individus, face à une centrale nucléaire, ne voient pas l'infrastructure de la même manière, et cette façon de la voir va influer leur comportement. En effet, depuis les récents accidents de Tchernobyl et de Fukushima, les centrales nucléaires sont vues avec crainte. Perçues comme un danger potentiel, beaucoup d'individus les fuient. L'enquête PERPLEX de 2006 révèle par exemple que 74 % des personnes interrogées refuseraient d'habiter à proximité d'une centrale nucléaire (IRSN PERPLEX, 2006). Cependant, il faut rappeler que les zones proches des centrales nucléaires ne sont pas des déserts humains ou des zones faiblement habitées : deux tiers des sites français comprennent plus de quinze mille habitants dans un rayon de cinq kilomètres. 1 036 000 habitants résident à moins de trente kilomètres de la centrale nucléaire de Fessenheim et environ cinq millions à moins de quatre-vingt kilomètres. Pour expliquer ce fait, il faut rappeler que les individus ont une perception du risque due à des aspects psychologiques et sociologiques qui va les pousser à adopter un certain comportement face à ce risque. Certains vont avoir tendance à exagérer le risque, d'autres à le minimiser voire à l'ignorer afin de diminuer leur sentiment de vulnérabilité. Quelques fois, les individus sont moins inquiets à l'égard d'un risque quand celui-ci devient une chose habituelle qu'ils côtoient chaque jour. Ainsi, il peut arriver que des individus résidant très près d'une infrastructure dangereuse soient moins inquiets face au risque que des individus résidant plus loin (halo effect) (Ronde et Hussler, 2012). Des éléments pouvant rassurer les individus sont les discours des autorités et des politiques ainsi que les mesures de protection prises comme des distributions préventives de pastilles d'iode (Heitz *et al.*, 2009).

Après enquête, il s'est révélé que certains individus craignaient moins que d'autres le risque nucléaire : c'est le cas des hommes par rapport aux femmes, des individus âgés par rapport aux individus jeunes, des individus ayant des connaissances scientifiques par rapport aux individus davantage littéraires et des individus ayant déjà résidé ou résidant près d'une telle infrastructure face aux individus pour lesquels cela

n'a jamais été le cas. Après, cela dépend également de la confiance accordée par les individus aux autorités : si l'individu se sent protégé, il sera davantage enclin à résider près d'un site nucléaire et à non pas oublier le risque, mais à l'accepter. Enfin, il semblerait que les individus habitant dans un milieu rural craindraient davantage le risque nucléaire que les individus résidant en milieu urbain (Ronde et Hussler, 2012).

L'image suivante résume les différents impacts que peuvent avoir les centrales nucléaires sur les sociétés humaines ainsi que sur l'environnement :

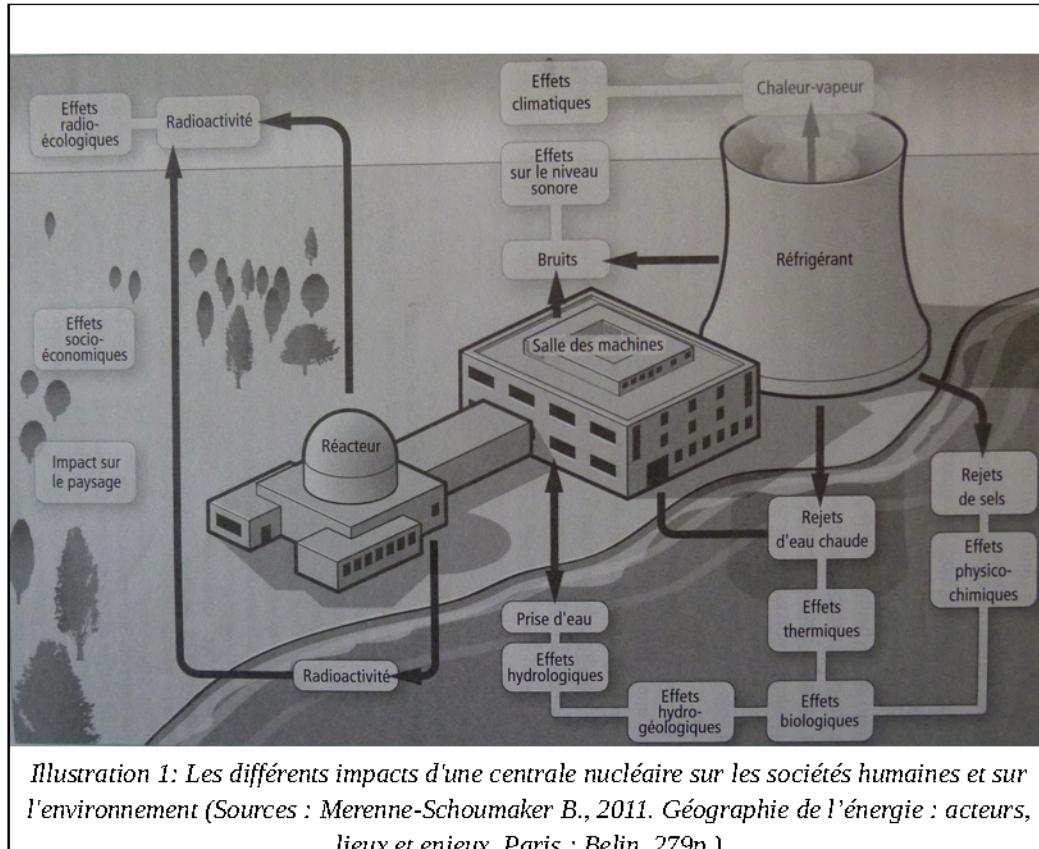


Illustration 1: Les différents impacts d'une centrale nucléaire sur les sociétés humaines et sur l'environnement (Sources : Merenne-Schoumaker B., 2011. Géographie de l'énergie : acteurs, lieux et enjeux. Paris : Belin, 279p.)

A présent que nous avons évoqué les impacts des centrales nucléaires sur leur environnement, nous allons nous intéresser plus spécifiquement à la centrale nucléaire de Fessenheim.

1.2 La centrale de Fessenheim, une centrale vieillissante située dans un site aménagé

La centrale nucléaire de Fessenheim est la première bâtie en France. Projet décidé dans les années 1960, bâtie dans les années 1970, son apparition dans le Haut-Rhin, au bord du Grand Canal d'Alsace ne rencontre pas que des éloges. Nous allons donc présenter cette centrale nucléaire, première bâtie sur le sol français.

1.2.1 Localisation du site

La centrale nucléaire de Fessenheim se situe à proximité de la ville de Fessenheim, commune d'environ deux mille habitants, elle-même localisée dans l'Est de la France comme l'indique l'illustration 2, dans le département du Haut-Rhin (68) faisant aujourd'hui partie de la région du Grand Est.

Comme nous pouvons le voir sur l'illustration 2, la commune de Fessenheim se trouve proche de deux grandes villes françaises : Mulhouse se situe à 26 km au sud-ouest, Colmar, au nord-ouest, à 34 km, et d'une ville importante de l'autre côté de la frontière, en Allemagne, Fribourg-en-Brisgau, à 32 km. Ainsi, le territoire autour de Fessenheim est un territoire très peuplé (Pascal, 2011).

La centrale a été construite sur la rive gauche du Grand Canal d'Alsace, qui longe le Rhin, frontière naturelle avec l'Allemagne. C'est ce cours d'eau au débit puissant qui permet de refroidir les deux réacteurs.

La commune de Fessenheim possède, fait unique sur le territoire français, deux centrales produisant de l'électricité. La première qui a été construite est hydroélectrique tandis que la seconde est nucléaire. Cependant, l'implantation de ces deux centrales ont nécessité des aménagements du site initial. En effet, pour faciliter la navigation, le Rhin a été canalisé à partir de 1840. Puis, à la suite de l'apparition d'une barre rocheuse à Istein, freinant la navigation, il a été décidé de la construction d'un second canal avoisinant le Rhin, le Grand Canal d'Alsace, en 1950 (Nonn, 2008). Après la construction de plusieurs centrales hydroélectriques, notamment la centrale hydroélectrique de Fessenheim en 1956, les politiques décident d'y faire construire une seconde centrale, nucléaire cette fois, quelques années après (Christen et Hamman, 2015).

1.2.2 La centrale nucléaire de Fessenheim, une des premières centrales nucléaires françaises

Les travaux de construction de la centrale, qui ont provoqué quelques manifestations anti-nucléaires, ont été bénéfiques à la région puisqu'ils ont permis de solliciter des entreprises de la région Alsace et du bassin rhénan, participant ainsi au développement économique (EDF, 2016). Si ce site nucléaire est du coup assez urbanisé – il est en effet un des plus peuplés avec près de 5 millions d'habitants dans un rayon de 80 km –, il est en réalité majoritairement agricole, comme la plupart des sites nucléaires en France (Pascal, 2011).

La centrale est composée de deux réacteurs qui ont été construits entre 1971 et 1978 avant d'être raccordés au réseau électrique en 1977 (Lévêque, 2013 ; Christen et Hamman, 2015). La centrale est la première du parc français à être entrée en exploitation, en 1978 (Christen et Hamman, 2015). En 2012, ils ont fourni 88 % de la production électrique alsacienne en 2012 et 2,1 % de la production électrique française, toutes sources confondues, en 2010 (Christen et Hamman, 2010).

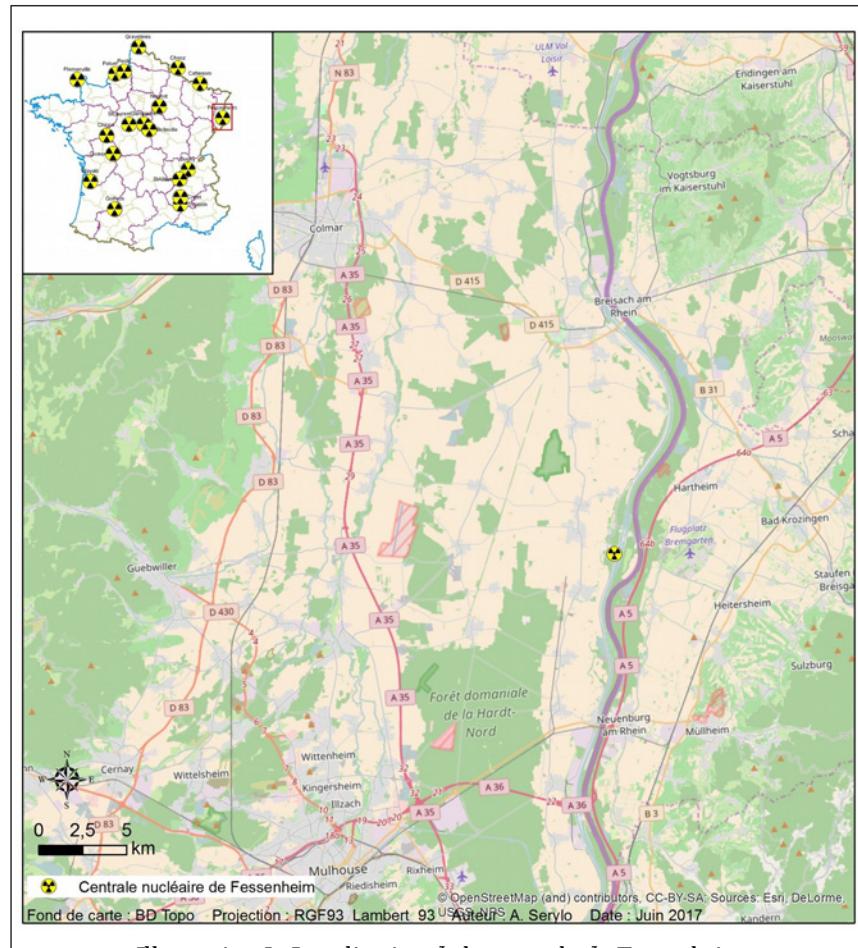


Illustration 2: Localisation de la centrale de Fessenheim

Les aménagements faits sur le Rhin ont facilité l'implantation de la centrale. En effet, la centrale pompe de l'eau par une station de pompage depuis la dérivation du Canal d'Alsace afin de refroidir les réacteurs ; l'eau utilisée est alors rejetée dans le canal d'amenée de l'usine hydroélectrique située plus en aval sur le canal. L'eau y est alors turbinée avant de rejoindre le Grand Canal d'Alsace (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012).

Centrale produisant de l'électricité, celle-ci est évacuée depuis la centrale vers le poste d'interconnexion de Mulhbach où elle est acheminée vers les postes de Logelbach à l'ouest, Sierentz au sud et Marckolsheim au nord grâce à des lignes de 400 kW (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012).

Cependant, de par sa proximité avec une faille du fossé rhénan, Fessenheim est une commune concernée par des risques qui peuvent porter gravement atteinte à la centrale (Lévéque, 2013). En effet, la zone est sismique : plusieurs séismes sont survenus dans la région depuis plusieurs siècles, dont certains ont provoqué de secousses ressenties à Fessenheim. Ainsi, la commune est placée en zone de sismicité modérée. Le tremblement de terre enregistré le plus puissant survenu dans la région est celui survenu à Bâle en 1356 (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012 ; EDF, 2016). De par ce risque sismique, l'implantation et l'exploitation de la centrale nucléaire est risquée. Cependant, les mesures parasismiques ont été améliorées au fil des années. Les deux réacteurs ont été conçus pour résister à tous les risques afin de protéger les individus et l'environnement et notamment au risque sismique : en effet, ils ont été bâtis de manière à pouvoir résister à un séisme de puissance cinq fois supérieure au séisme survenu à Bâle en 1356, c'est-à-dire qu'ils devraient résister à un tremblement de terre d'une magnitude de 6,7 sur l'échelle de Richter (EDF, 2016).

Le site est également soumis à d'autres risques, notamment au risque inondation en cas de rupture d'une des digues du Grand Canal d'Alsace (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012 ; Lévéque, 2013), mais également au risque de mouvement de terrain de par le phénomène de retrait/gonflement qui touche toute la zone le long du Rhin (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012). Enfin, la zone est soumise au risque de pollution en cas de rejet d'éléments polluants dans l'immense nappe phréatique située juste en-dessous de la zone (Lévéque, 2013).

De ce fait, deux documents ont été créés en cas d'accident. Le premier, le PIU (plan interne d'urgence) a été rédigé par le directeur d'établissement. Y sont expliqués le comportement et l'organisation à mettre en place sur l'installation en cas d'accident, ainsi que les mesures de sécurité appropriées et la manière dont les autorités et le publics doivent être informés (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012). Un autre document, le PPI (plan particulier d'intervention), est conçu par le préfet du département d'implantation et informe des mesures à appliquer afin d'assurer une sauvegarde de la population, des biens ainsi que de l'environnement et dont les actions sont applicables jusque dans un rayon de 10 km autour de la centrale (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012).

Maintenant que nous avons présenté les potentiels impacts des centrales nucléaires et montré que la centrale nucléaire de Fessenheim était localisée sur un site très anthropisé, nous allons à présent étudier des méthodes permettant d'observer les dynamiques de environnement.

1.3 L'observation de l'environnement

Des études archéologiques ont montré que des territoires ont été marqués de façon irrémédiables par d'anciens sites industriels. Ainsi pouvons-nous admettre qu'une activité créée par l'homme a des conséquences aussi bien sur la société humaine que sur l'environnement (Bocéno, 2004). L'environnement, dans le cas présent, représente le cadre dans lequel l'homme, seul ou au sein d'une société, évolue. L'homme aurait alors des interactions avec son lieu de vie, c'est-à-dire des relations à double sens entre l'homme et son milieu de vie : le milieu influencerait les actions ainsi que le fonctionnement des sociétés humaines tandis que les sociétés humaines, de par leurs actions et leurs décisions, auraient également un impact sur le milieu.

Ces actions et décisions auraient alors des conséquences sur le milieu à plus ou moins long terme et à plus ou moins grande échelle (Robert et Chenorkian, 2014). Les raisons de ces interactions entre l'homme et son milieu peuvent être les suivantes : une concentration démographique, les capacités importantes de l'homme à modifier son milieu ainsi que des effets d'impacts en retour sur des systèmes sociaux complexifiés (Chenorkian, 2014). Cela induit une complexité et une instabilité des systèmes dans lesquels l'homme intervient. Cette complexité est due au caractère imprévisible et rapide des interventions humaines ainsi que par l'irruption d'éléments non reliés aux systèmes présents naturellement, comme des décisions politiques par exemple (Chenorkian, 2014). En aménageant les espaces, l'homme crée donc une pression anthropique importante sur les systèmes existants, qui en sont alors modifiés et si complexes qu'ils en deviennent difficiles à étudier.

De ce fait, pour étudier l'environnement dans toute leur complexité, il existe plusieurs outils. En France, il existe les Zones Ateliers, qui visent à étudier une unité fonctionnelle à partir d'expérimentations et d'observations. Ce sont des recherches pluridisciplinaires menées sur le long terme (ZA-INEE).

Il existe également en France les Observatoires de Recherche en Environnement, qui visent à étudier les fonctionnements et changements brutaux ou progressifs des systèmes, mais également les évolutions de phénomènes continus ou intermittents pouvant affecter des écosystèmes. L'ampleur des changements et leur répartition spatiale peuvent être étudiées. Éventuellement, ces études peuvent intégrer l'aspect anthropique, mais ce n'est pas toujours le cas (CNRS).

Enfin, il existe également en France les Observatoires Hommes-Milieux, qui visent à étudier les conséquences d'un événement majeur pouvant engendrer de fortes modifications au niveau environnemental, culturel, sociétal et économique dans les systèmes existants. Cet événement peut être ou non d'origine anthropique (Lagadeuc et Chenorkian, 2009). Ce peut être une artificialisation ou une atténuation de cette dernière (Chenorkian, 2012 ; Chenorkian, 2014). L'homme représente une partie intégrante des systèmes socio-économiques et pas uniquement une variable de forçage des systèmes ou un système distinct (Chenorkian, 2014). Toutes les sciences de l'environnement (sciences de la géosphère, de la biosphère, de l'homme et de la société) sont mobilisées pour réaliser cette étude qui se réalise alors dans un contexte prônant l'interdisciplinarité (CNRS ; Lagadeuc et Chenorkian, 2009). L'étude n'est pas l'unique point important de ces observatoires : ce dernier assure également la conservation, le partage et l'accessibilité des données afin de pérenniser ces dernières (Chenorkian, 2014). Apparu en 2007, ayant obtenu validation scientifique, reconnaissance institutionnelle et soutien financier en 2012, il existe aujourd'hui onze OHM en France, mais également à l'étranger (Chenorkian, 2014 ; CNRS ; DRIIHM, 2017). La méthode employée par les OHM est souvent similaire : elle consiste à étudier un état initial des socio-écosystèmes qu'un événement fondateur viendra à modifier, quelque fois profondément. Cet événement fondateur est souvent l'objet de recherche de l'OHM et permet de susciter la recherche. Ces études nécessitent donc de réaliser une rétrospective du milieu et sont importante pour comprendre de façon juste les dynamiques et développer les recherches aux problématiques interdisciplinaires. (Chenorkian, 2012 ; Chenorkian, 2014).

Nous avons appris que les centrales nucléaires pouvaient avoir un impact sur les éléments vivants et non-vivants ainsi qu'avoir une influence sur les sociétés humaines, notamment sur la santé humaine. La présence d'une centrale nucléaire est susceptible de changer le type d'économie dominante, l'image d'une commune de façon négative mais aussi de façon positive. Cependant, un accident nucléaire peut également impacter toute une filière économique, ce qui peut avoir des conséquences au niveau local, voire au niveau mondial. Nous avons également observé que le comportement des individus face au nucléaire pouvait être différent en fonction des actions des politiques locales, mais également en fonction de l'individu lui-même, de son âge, de son sexe, de son degré de confiance dans les autorités et dans les institutions, de son degré de conscience du risque...

Puis nous avons vu que la centrale nucléaire de Fessenheim avait été une des premières centrales nucléaires construites. Construite dans le Haut-Rhin, sur la rive gauche du Grand Canal d'Alsace, elle se situe dans une zone très peuplée et dont l'occupation du sol est majoritairement agricole.

Enfin, nous avons étudié quelques dispositifs permettant d'observer l'environnement et ses systèmes rendus davantage complexes à cause des actions humaines. Il s'avère que les Observatoires Homme-Milieux pourraient se révéler préférables aux zones ateliers et aux observatoires de l'environnement car ils considèrent l'homme comme éléments constitutifs des socio-écosystèmes. De plus, leurs études sont souvent menées autour de conséquences d'actions anthropiques dans des espaces déjà anthroposés, ce qui est le cas du site de Fessenheim. Enfin, ils s'intéressent aux conséquences d'un événement anthropique ou non sur des systèmes existants, ce qui peut s'avérer pertinent dans une étude des conséquences de l'implantation d'une centrale nucléaire sur son environnement.

Ces connaissances nous amènent alors à nous poser les hypothèses suivantes :

- Le site est bien desservi par des voies de communication importantes pour amener le combustible et évacuer les déchets nucléaires ;
- L'occupation du sol majoritaire est constituée par des surfaces agricoles ;
- La population de Fessenheim est plus importante que celle des autres communes ;
- L'augmentation de la population de Fessenheim est survenue juste après la construction de la centrale afin de loger les employés travaillant dans la centrale ;
- De ce fait, afin de pouvoir loger les nouveaux venus, les zones urbaines ont dû se développer ;
- A l'instar de la Hague, Fessenheim possède plus d'équipements urbains que les autres communes de la zone d'étude.

Le reste du dossier visera donc à vérifier l'exactitude de ces hypothèses. Pour commencer, nous expliquerons la méthodologie appliquée pour l'étude.

2 Présenter et étudier des dynamiques autour d'un site nucléaire

Dans les OHM, une présentation d'un territoire d'étude se réalise à partir de thématiques courantes : transport d'électricité, voies de communication, démographie, limites administratives, zones protégées, occupation du sol, inventaire forestier, hydrographie et relief (Robert, 2008). Ainsi, nous déterminerons tout d'abord le rayon d'étude du travail. Puis nous indiquerons les données pouvant être mobilisées pour l'étude ainsi que les pré-traitements réalisés.

2.1 Détermination d'une zone d'étude et des impacts à analyser

Le Plan Particulier d'Intervention (PPI) de la centrale de Fessenheim regroupe des mesures de protection visant à protéger la population présente dans un rayon de 10km autour de la centrale (Comité de Pilotage des Risques Majeurs, 2012). Pour étudier l'occupation du sol autour d'une centrale nucléaire, la littérature recommande un rayon de 5 et 10 km (Durand *et al.*, 2008). Selon les thématiques étudiées, un rayon d'étude de 5 km peut ne pas rendre compte efficacement de la situation en terme d'occupation du sol et permet donc un travail plus précis, tandis qu'un rayon de 10 km est susceptible de rendre le travail plus exhaustif (Durand *et al.*, 2008). Les territoires étudiés dans les rayons de 5 et de 10 km peuvent être visibles dans l'illustration 3 :

Dans cette zone, il convient à présent de déterminer les impacts pouvant faire l'objet d'une étude thématique. Nous déjà énuméré les différents impacts que pouvaient avoir les centrales nucléaires sur leur environnement dans la première partie du dossier. Nous savons donc que l'implantation d'un site nucléaire peut induire un changement d'économie qui pourrait être visible dans l'espace, comme une diminution de l'activité agricole au profit de l'industrie du nucléaire (Bocéno, 2004). Ainsi serait-il pertinent d'étudier l'évolution de l'occupation du sol depuis une date antérieure à la construction de la centrale nucléaire jusqu'à aujourd'hui. Sachant que le territoire est majoritairement agricole (Pascal, 2011), aussi serait-il également intéressant de visualiser cette occupation de façon plus détaillée. Comme il s'agit d'une centrale nucléaire, son implantation peut induire des modifications dans le paysage, comme une modification des voies de communication (le fonctionnement d'une centrale nucléaire nécessitant un réseau routier

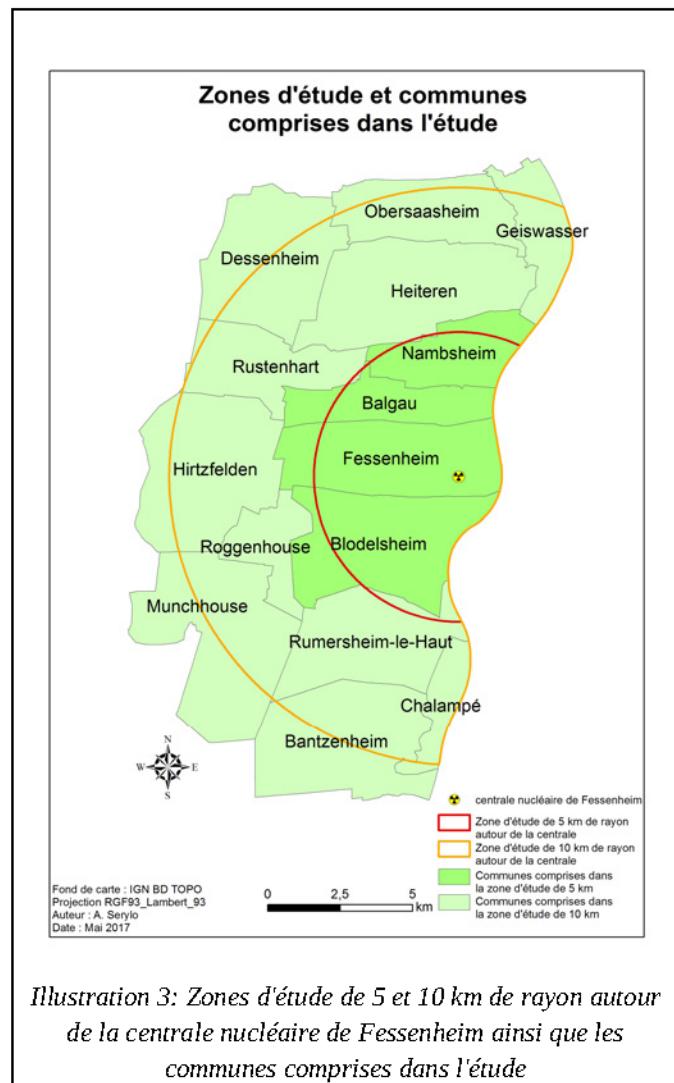


Illustration 3: Zones d'étude de 5 et 10 km de rayon autour de la centrale nucléaire de Fessenheim ainsi que les communes comprises dans l'étude

efficace) et des implantations électriques (ajout de lignes électriques par exemple). Ces deux derniers points pourraient être intéressants à visualiser.

Nous avons vu également que les centrales nucléaires pouvaient avoir des impacts sur les individus, et, notamment, sur le lieu de résidence de ceux-ci. Il serait donc judicieux de nous intéresser à la démographie et à l'évolution de celle-ci depuis la construction de la centrale. Enfin, nous avons vu que la construction d'un site nucléaire pouvait induire des avantages pour la commune, comme la construction d'équipements financés par l'industrie nucléaire.

Comme nous avons listé les éventuels impacts induits par la construction de la centrale nucléaire de Fessenheim sur son environnement, nous allons à présent indiquer comment trouver des données afin de vérifier l'ampleur de ces impacts.

2.2 Collecte de données et pré-traitements en fonction des thématiques traitées

Cette partie visera à collecter les données ainsi que les pré-traitements nécessaires à l'étude de nos impacts regroupés par thématique. Nous verrons donc dans un premier temps la thématique de l'occupation du sol, puis celle de la démographie et, enfin, celle correspondant aux équipements de notre zone d'étude.

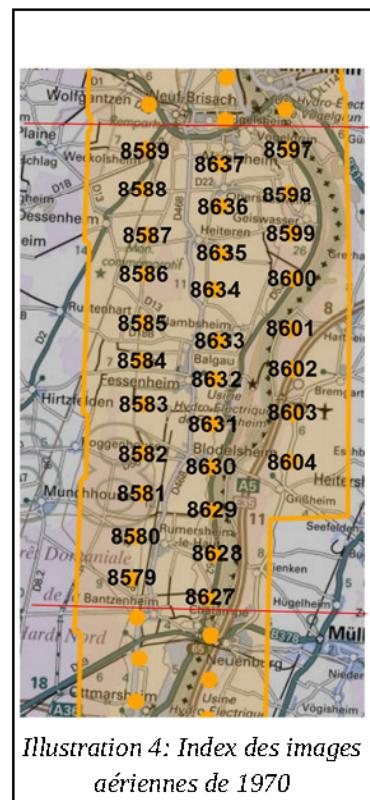
2.2.1 Données permettant d'étudier l'occupation du sol

Afin de montrer l'état actuel de l'occupation du sol ainsi que ses dynamiques, il serait intéressant de nous intéresser à des données représentant la réalité comme des orthophotographies. Il s'agit d'images en format raster issues d'une collection de mosaïque représentant le territoire. Ces images ont une résolution de 50 cm. Elles peuvent être téléchargées depuis le site de l'IGN. Différentes dates peuvent alors être utilisées pour montrer l'évolution temporelle ; dans notre cas, nous utiliserons les orthophotos de 1951, 2000 et 2011.

Elles peuvent être complétées par des images aériennes. Ces images peuvent également être obtenues depuis le site de l'IGN qui propose beaucoup de dates en fonction des missions. Les échelles dépendent de la mission. Il peut être utile de créer un index indiquant le territoire que représente l'image, comme le montre l'illustration 4. Ce système permet par la suite de savoir exactement ce que montre l'image et de choisir les plus pertinentes pour l'étude.

Ces images montrent le territoire mais ne sont pas géoréférencées. Il est donc nécessaire avant de les utiliser de leur attribuer une projection et de les géoréferencer. Dans notre cas, nous avons choisi l'année 1970 avec une résolution au 1:20000 car cela correspond à la date de début de la construction de la centrale nucléaire. Après cette date, il est très difficile d'obtenir des vues aériennes de la centrale nucléaire.

Pour étudier plus précisément l'occupation du sol d'un territoire et son évolution dans le temps, il peut être utile d'utiliser des représentations vectorielles comme des données Corine Land Cover (CLC). Il s'agit d'une nomenclature basée sur des images satellite Landsat d'une résolution de quinze mètres, créée en 1985 dans le but de réaliser un état des lieux de l'environnement et des ressources naturelles à l'échelle européenne. L'occupation du sol y est décrite selon une nomenclature hiérarchique, en trois niveaux, qui représente aujourd'hui une référence en



terme d'occupation du sol et de photo-interprétation (Robert et Autran, 2012). Plus le niveau est élevé, et plus l'étude sera faite à une échelle fine (Mure et Robert, 2009). Comme nous nous intéressons à la dynamique, c'est-à-dire à l'évolution temporelle, nous sélectionnons plusieurs dates : 1990, 2000 et 2012. Ces données sont disponibles sur le site de l'agence européenne de l'environnement (European Environment Agency) à l'échelle européenne, mais également sur le site du ministère de l'environnement durable à l'échelle de la France ou des départements.

Concernant les pré-traitements à réaliser pour utiliser ces données, il convient simplement de changer la projection des couches des années 1990 et 2000, initialement en Lambert II étendu, en Lambert 93. La somme des surfaces par type de culture peut ensuite être obtenue par un « summarize »

Les données pouvant être utiles pour une étude de l'occupation du sol sont des données issues de la BD Topographique de l'IGN. Téléchargeable depuis le site de l'IGN. Il s'agit d'une base de données vectorielle représentant l'ensemble de la France à différentes échelles. L'utilisation de cette base de données semble être judicieuse quand il s'agit d'étudier un territoire. En effet, cette base de données permet d'obtenir beaucoup d'informations sur l'occupation spatiale d'un lieu, tant au niveau administratif (limites de communes), qu'au niveau des infrastructures (axes routiers, ferroviaires, électriques) et du bâti. Elle contient également des informations concernant les surfaces végétalisées et l'hydrographie.

Pour étudier plus précisément l'occupation agricole du sol, il peut être intéressant d'utiliser les données contenues dans le Registre Parcellaire Graphique anonyme (RPG). Téléchargeable sur le site du gouvernement (data.gouv.fr), il s'agit d'un document dans lequel les surfaces agricoles y sont répertoriées sous le terme d'îlots parcellaires, chaque îlot correspondant graphiquement à un polygone visualisable sur une carte. Cependant, plusieurs cultures différentes peuvent être présentes sur dans un même îlot. Cependant, le RPG n'indique que les îlots parcellaires qui sont soumis aux déclarations de la Politique Agricole Commune (PAC) ; ainsi, certaines cultures n'apparaissent pas. Il en est ainsi de la viticulture, de l'arboriculture, de la pisciculture et de la trufficulture (Durand *et al*, 2008). Le RPG se compose d'un fichier en format shape qui contient des informations concernant le numéro d'îlot, la commune de la parcelle, la forme juridique, la surface déclarée par l'exploitant, le département de rattachement, les surfaces graphiques, les surfaces des cultures, les codes des cultures (au nombre de 28 différents) ainsi que les noms des cultures.

2.2.2 Des données propres à l'étude des impacts sur la démographie et les sociétés humaines

Quand il s'agit d'étudier la démographie d'un site, il est en général important de se référer aux données démographiques de l'Institut National des Statistiques et des Etudes Economiques (INSEE), téléchargeable sur le site de l'INSEE. Le site de l'INSEE propose beaucoup de données pouvant être utiles pour analyser la population d'un lieu, mais également leur évolution. Peuvent être trouvées par exemple des données concernant la démographie, les catégories socio-professionnelles, le niveau d'étude, la mobilité...

Les données de l'INSEE sur la démographie peuvent être contenues dans des bases de données chronologiques. Celles-ci contiennent le nombre d'habitant par commune depuis 1968 en fonction des dates de recensement de la population.

Afin de conserver une certaine régularité dans l'étude de l'évolution de la population, nous avons choisi de prendre en compte les dates suivantes : 1968, 1975, 1982, 1990, 1999, 2008 et 2014. Ces données peuvent ainsi permettre de calculer la densité de population, les taux d'évolution du nombre d'habitants et de la densité de population entre chaque date et, d'une façon plus globale, entre 1968 et 2014.

Une étape préparatoire importante consistera à simplifier les données de l'INSEE car il s'agit d'un tableau qui contient les données démographiques de toutes les communes françaises, ce qui peut s'avérer lourd à traiter. Dans notre cas, nous avons au préalable sélectionné les communes du Haut-Rhin.

L'un des impacts de la présence d'une centrale nucléaire pouvant être l'augmentation du nombre d'équipements dans les communes proches de la centrale, il peut être intéressant de sélectionner des données relatives à cela. Ces données peuvent être trouvées une nouvelle fois sur le site de l'INSEE et se nomment « Base permanente des équipements », ou bpe, et sont disponibles par année. Nous avons opté pour la base de données la plus complète, qui contient la localisation des équipements relatifs au commerce, au secteur médical, aux services, aux transports, à l'enseignement, aux sports et loisirs, et au tourisme. La donnée obtenue se compose d'une base de données qu'il est préférable de transformer en shapefile tout en gardant ses coordonnées géographiques afin de pouvoir l'utiliser en cartographie. Afin d'obtenir visuellement le nombre d'équipements par commune, il peut être nécessaire de réaliser un « summarize » sur les communes en indiquant de réaliser la somme des équipements.

Nous avons donc indiqué dans cette partie quelles données étaient considérées comme importantes pour réaliser une présentation et une étude des dynamiques sur le site de la centrale nucléaire de Fessenheim. Toutes ces données ont été inventoriées dans des tableaux. Les bases de données ou données en format vecteur et raster ont été répertoriées dans un premier tableau en indiquant le nom de la donnée, sa description, dans quelle thématique elle peut être intéressante, la date, le territoire visualisé, le type et le format, la projection ainsi que la source et l'échelle/résolution. Un tableau spécifique a été dédié aux images aériennes et un autre aux données statistiques.

3 Résultats

Comme dans notre partie précédente, nous essayerons de présenter notre terrain d'étude en fonction de la méthode de présentation des Observatoires Hommes-Milieux. Cette partie visera à tenter de vérifier nos hypothèses de recherche établies dans la première partie. Nous présenterons d'abord l'environnement physique de la centrale nucléaire puis les éléments montrant l'aspect anthropique.

3.1 Étude de l'environnement physique

Cette partie présentera les aspects physiques du territoire : l'hydrographie et les surfaces forestières, l'occupation du sol actuelle et son évolution depuis 1990 ainsi qu'une présentation plus précise de l'occupation agricole.

3.1.1 L'hydrographie et l'inventaire forestier

Comme nous l'avons écrits plus haut, la présence de cours d'eau à proximité d'une centrale nucléaire est une chose primordiale pour l'implantation de celle-ci. En effet, une centrale nucléaire doit être construite à proximité d'un cours d'eau pour permettre une refroidissement de ses réacteurs (Mérenne-Schouemaker, 2011).

Ainsi, l'illustration 5 nous montre les cours d'eau dans notre zone d'étude.

Ainsi, comme nous l'avions indiqué dans la description du site, la centrale nucléaire est implantée sur la rive gauche du Grand Canal d'Alsace, qui permet le refroidissement des réacteurs. À l'est du Grand Canal d'Alsace serpente le Rhin, frontière naturelle entre la France et l'Allemagne. Ces deux cours d'eau sont les plus importants de la zone, mais non les seuls : en effet, la zone est découpée par plusieurs rivières et canaux (notamment l'ancien canal du Rhône au Rhin), qui se jettent ou prennent leur source dans le Rhin ou dans le Grand Canal d'Alsace.

De plus, nous pouvons observer plusieurs stations de pompage, à Fessenheim même, mais également, pour beaucoup, dans les communes au sud de Fessenheim, notamment Blodelsheim, Rumersheim-le-Haut et Bantzenheim. Il y a également quelques sources à Blodelsheim, Rumersheim-le-Haut et Munchhouse.

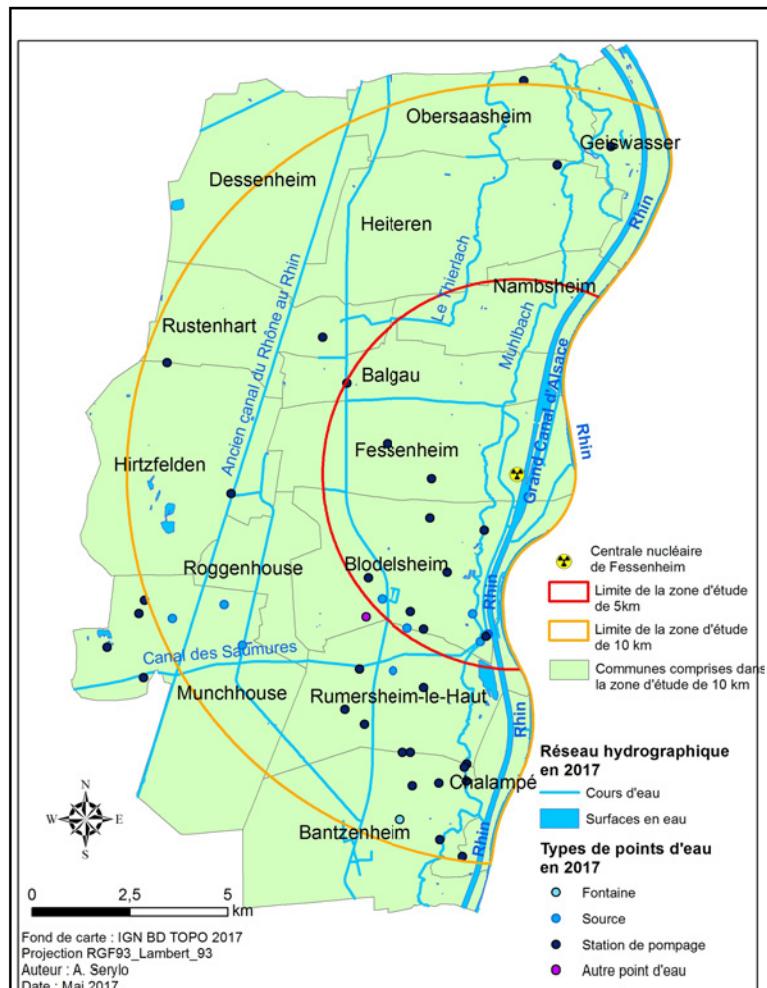


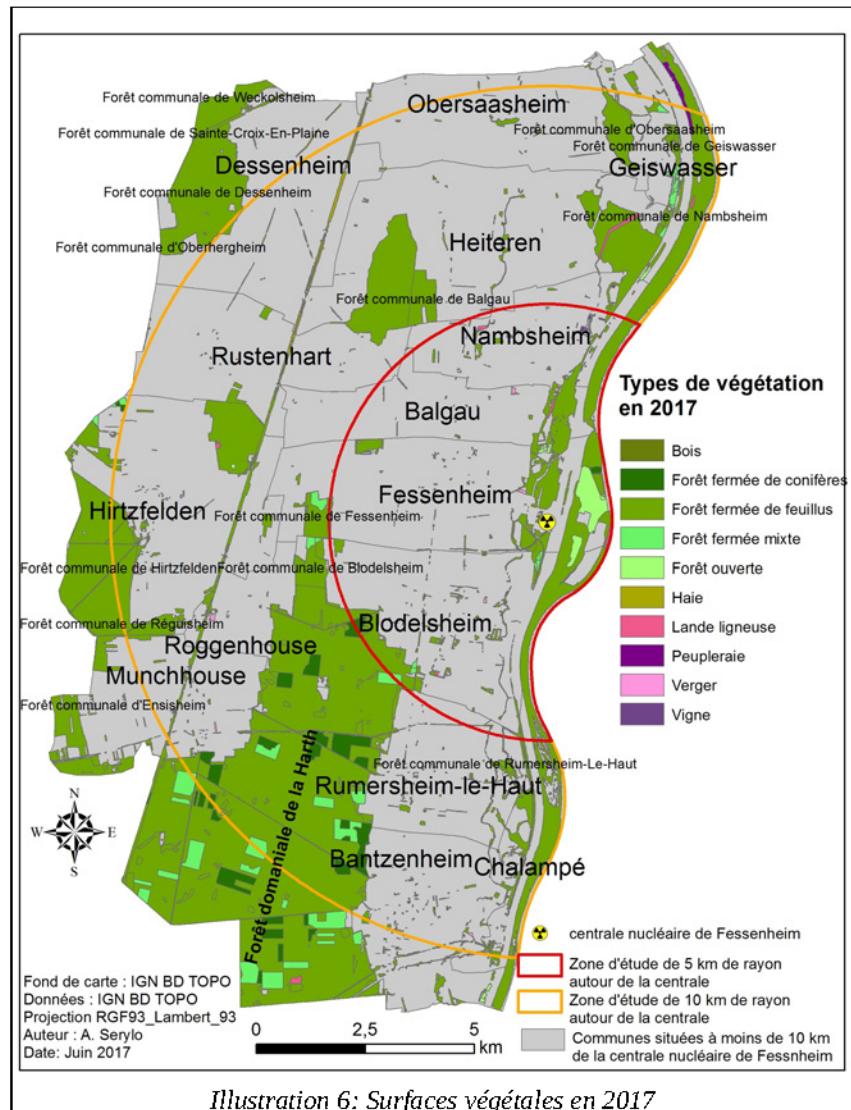
Illustration 5: Réseau hydrographique autour de la centrale nucléaire de Fessenheim

En ce qui concerne les surfaces forestières, la carte 6 nous en indique les principales :

Nous pouvons ici observer qu'il y a sur notre terrain d'étude une forêt principale, la forêt domaniale de la Hardt, au sud de la zone, sur les communes de Bantzenheim, Rumersheim-le-Haut, Blodelsheim, Roggenhouse et Munchhouse.

Les autres forêts sont en grande majorité des forêts communales. Fessenheim compte trois surfaces occupées par des forêts de ce genre. Nous pouvons noter que les surfaces les plus proches de la centrale semblent justement être des surfaces forestières de feuillus.

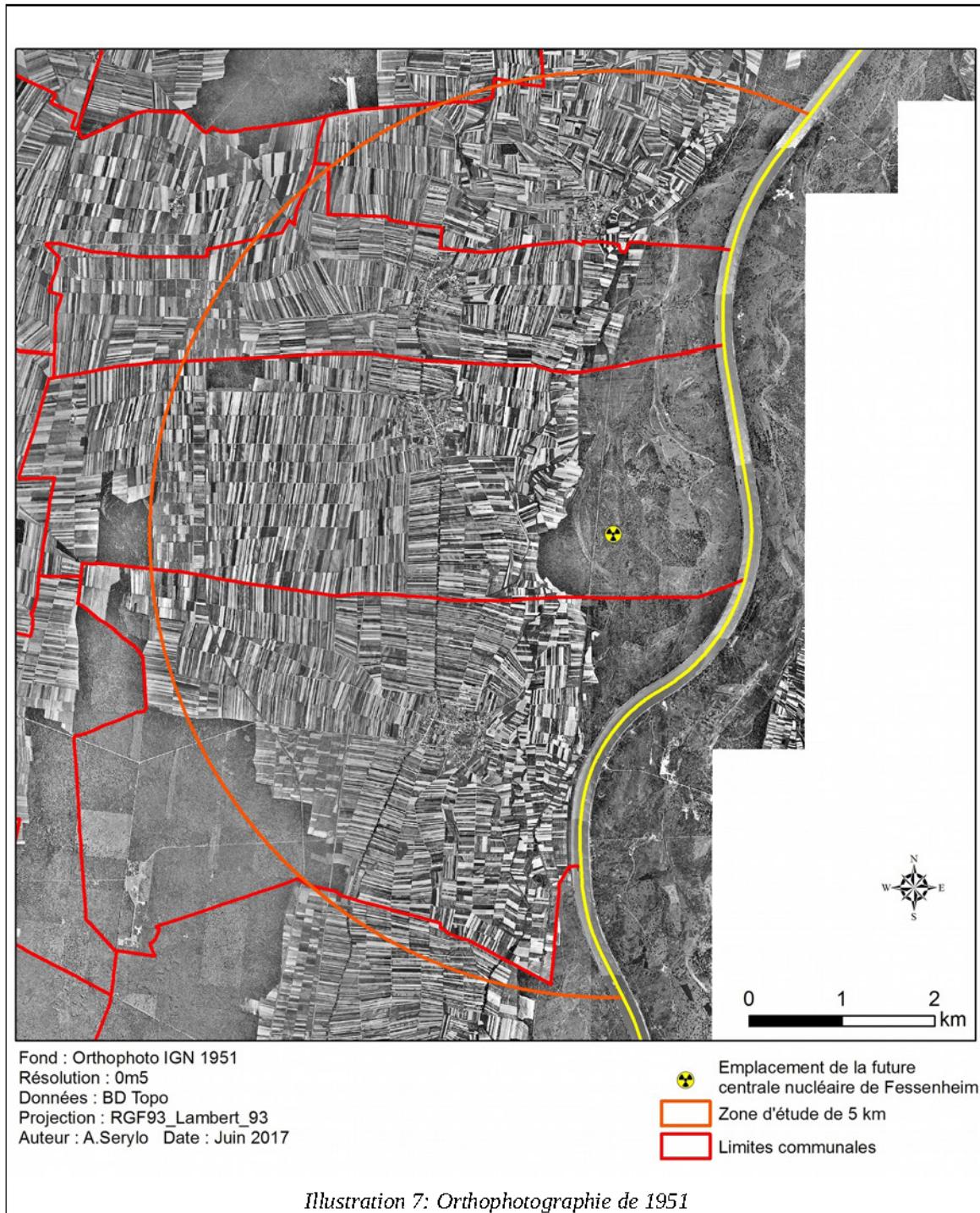
À présent que nous avons observé les cours d'eau et les surfaces occupées par la végétation, nous allons nous intéresser plus précisément aux différentes occupations du sol ainsi que leurs surfaces respectives sur le territoire étudié.



3.1.2 L'occupation du sol et son évolution

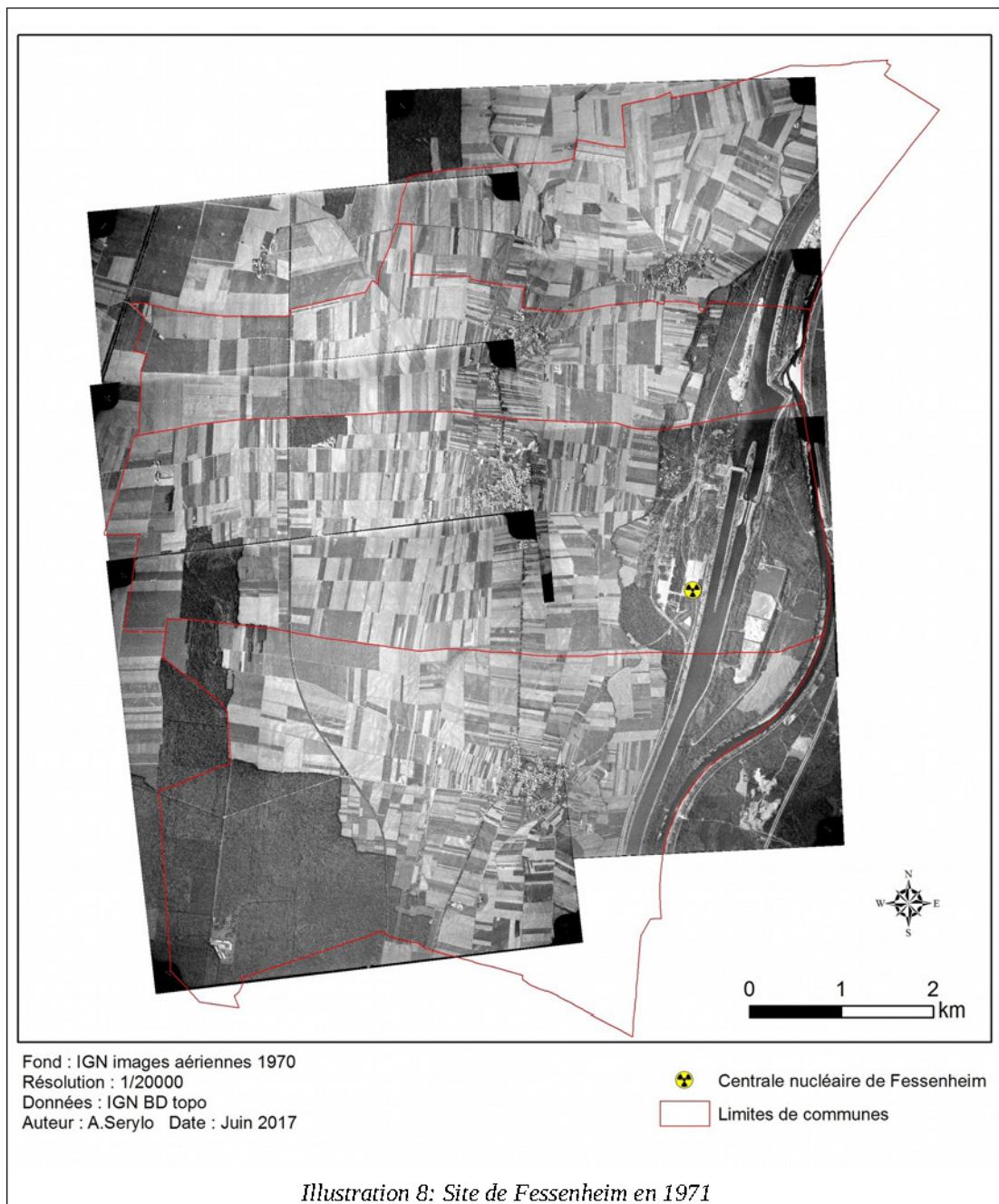
Nous avons appris dans une première partie que le territoire autour de la centrale nucléaire de Fessenheim était principalement occupée par des surfaces agricoles (Pascal, 2011). Nous allons dans cette partie vérifier si cela est exact. Tout d'abord, nous allons analyser les orthophotos relatives à plusieurs dates, puis nous nous intéresserons aux cartes utilisant les données Corine Land Cover.

L'illustration 7 nous montre la situation en 1951, c'est-à-dire plus de vingt ans avant la mise en service de la centrale nucléaire de Fessenheim.



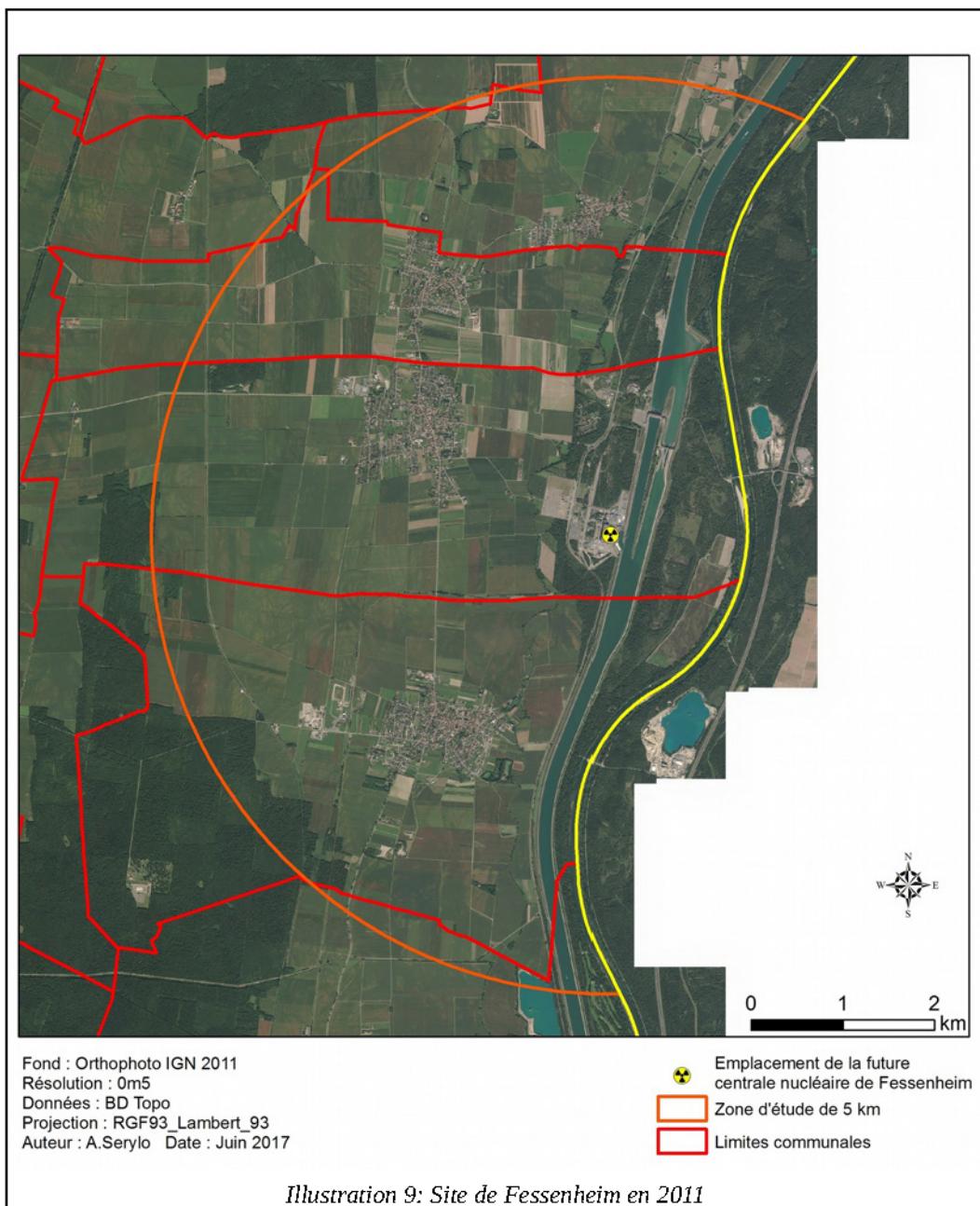
A cette époque, les travaux du Grand Canal d'Alsace viennent de débuter, mais on n'en voit pas trace dans les environs de Fessenheim. L'emplacement de la future centrale est occupée par des zones forestières entrecoupées de cours d'eau et ne semble pas artificialisé. Le Rhin est déjà canalisé. La majeure partie du territoire est occupée par des surfaces agricoles, qui marquent les limites des zones forestières. On remarque la présence de routes, notamment la D468 qui traverse Fessenheim.

L'illustration 8 nous montre une vue de la zone en 1971 :



En 1971, nous remarquons que l'occupation agricole est toujours prépondérante. Cependant, nous pouvons tout de suite remarquer la présence du Grand Canal d'Alsace. L'emplacement de la future centrale nucléaire est déjà construit et en place, mais les réacteurs ne sont pas encore bâtis. Les forêts qui occupaient l'emplacement de la centrale en 1950 ont pratiquement disparues, certainement à cause des travaux d'aménagement du Grand Canal d'Alsace mais également à cause de l'étendue des surfaces agricoles. La commune de Fessenheim semble s'être étendue.

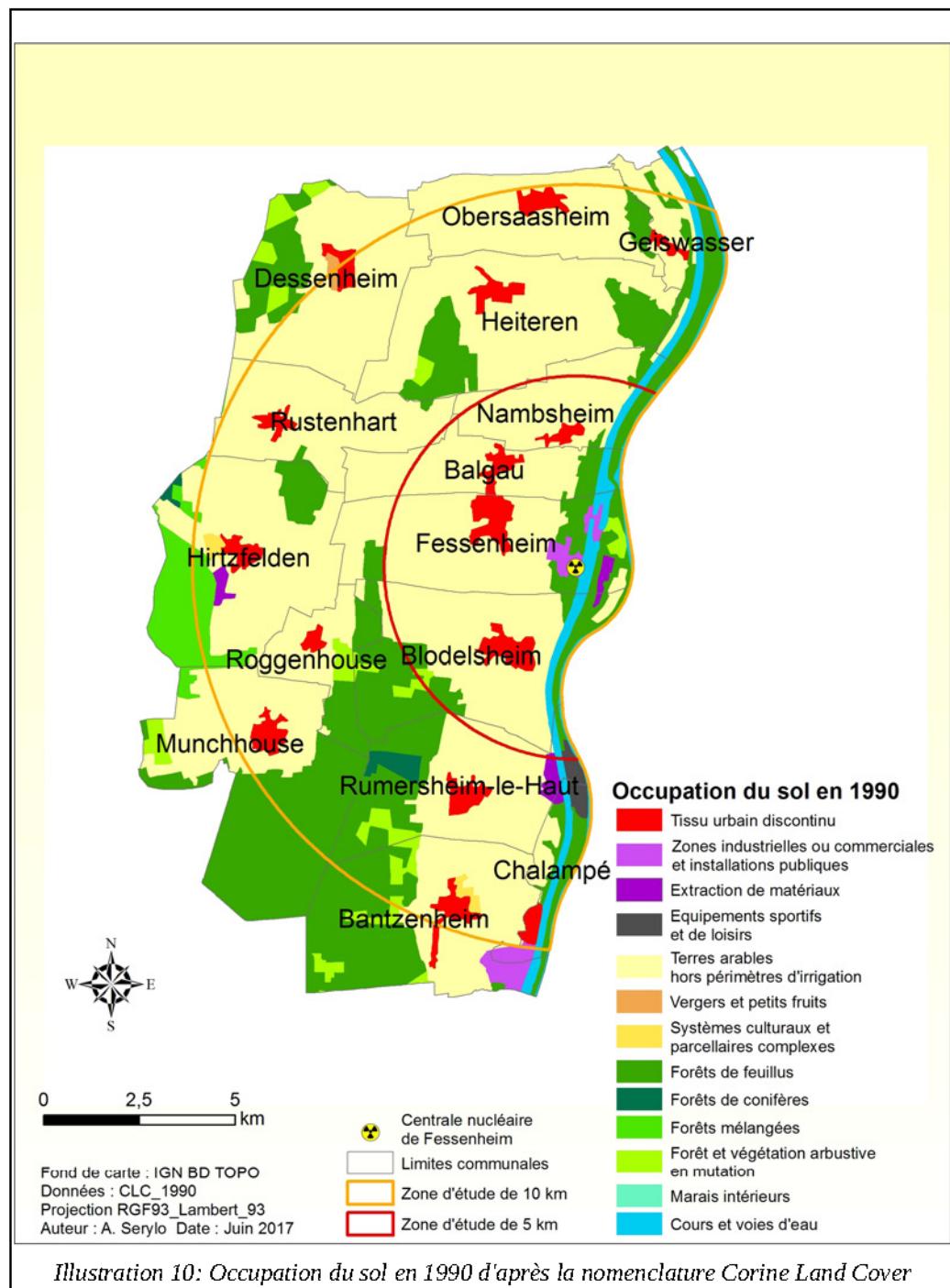
Nous pouvons comparer cette situation à la situation actuelle grâce à l'illustration 9, qui date de 2011 :



Nous observons toujours une grande place de l'agriculture dans l'occupation du sol. Les villes aux alentours de la centrale semblent s'être étendues encore davantage. L'emplacement de la centrale est presque entièrement artificialisé, au détriment des surfaces forestières qui autrefois étaient majoritaires.

À présent que nous avons vu d'après des orthophotographies et des images aériennes l'évolution de la situation depuis 1951, nous pourrions pousser plus loin cette étude en essayant d'étudier l'évolution de l'occupation du sol plus précisément grâce à des données issues de bases de données Corine Land Cover.

Ainsi, nous pouvons voir dans l'illustration 10 représentant l'occupation du sol en 1990 que la majeure partie du territoire autour de la centrale nucléaire de Fessenheim était occupée par des terres agricoles, lesquelles occupent 12455 ha soit 68 % du territoire dans la zone d'étude de 10km, et 3356ha soit plus de 70 % du territoire de 5km de rayon.

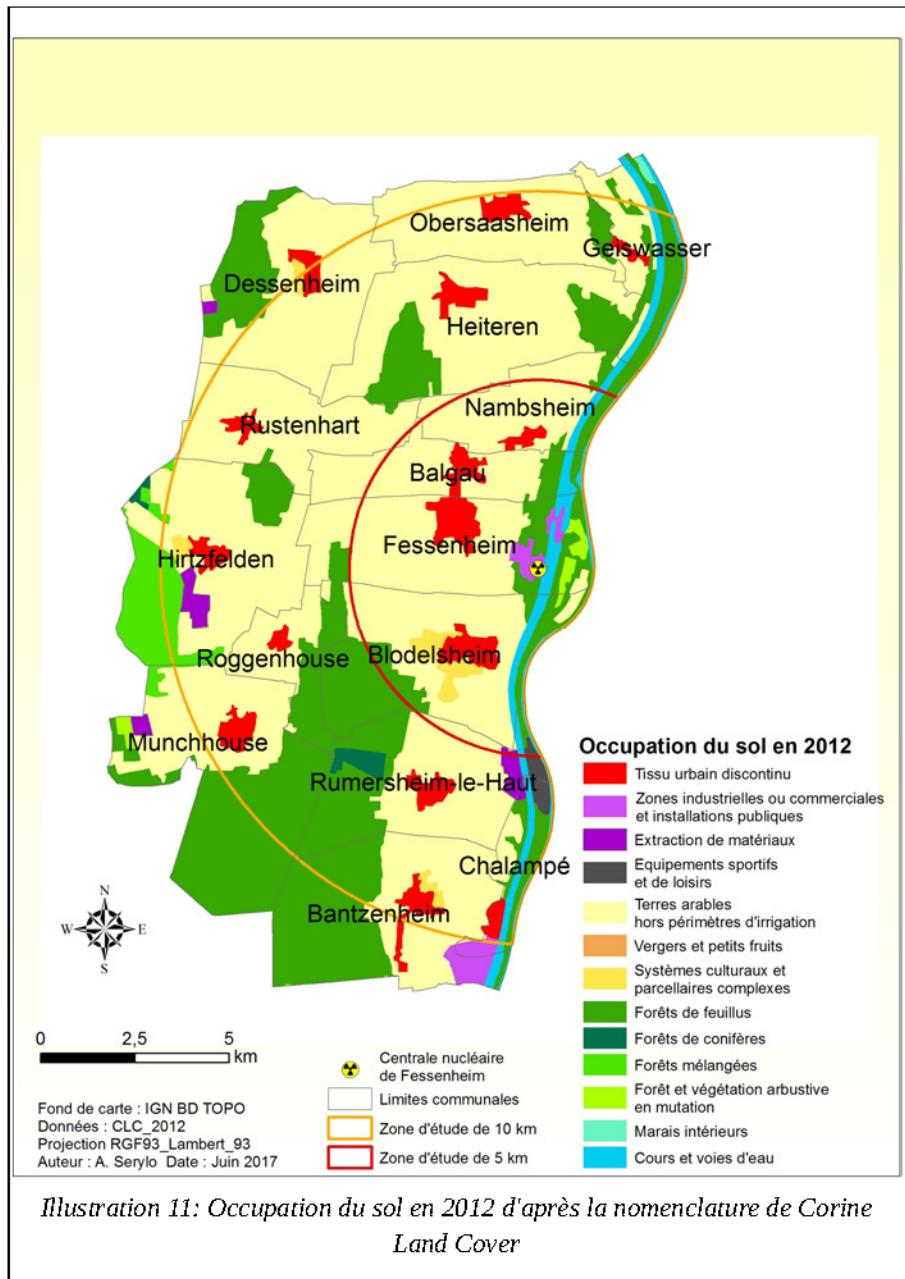


Nous pouvons facilement voir sur cette carte que la zone d'étude est également beaucoup occupée par des zones forestières et que les zones artificialisées représentent qu'une faible proportion de la zone d'étude : 1173 ha soit environ 6 % dans un rayon de 10 km, et 441ha soit 9 % de la zone d'étude de 5 km.

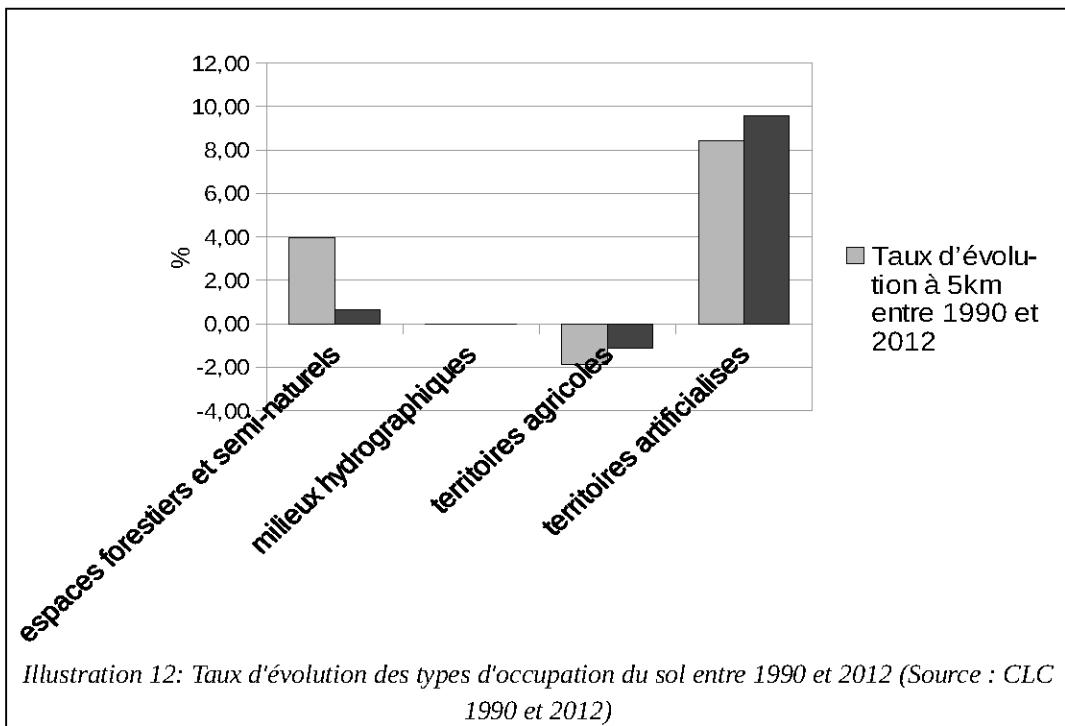
Pour voir l'évolution du sol entre 1990 et aujourd'hui, nous pouvons visualiser dans l'illustration 11 l'occupation du sol en 2012 :

Nous observons dans l'illustration 11 que l'agriculture occupe toujours la majorité du territoire. Cependant, ses surfaces ont diminué. Elles occupent 12316 ha, soit environ 67 % du territoire dans la zone d'étude de 10 km et 3293 ha soit 10 % de la zone d'étude de 5 km. Les surfaces artificialisées, quant à elles, ont augmenté et occupent 1285 ha soit 7 % dans la zone d'étude de 10 km.

Visualiser la carte de 2000 pourrait également être intéressante pour voir des évolutions dans une plus courte durée, mais pour éviter de surcharger ce dossier, nous nous intéresserons surtout aux cartes de 1990 et de 2012. Cependant, la carte d'occupation du sol de 2000 pourra être visualisée en annexe 2. D'après ces cartes, il semblerait qu'il y ait eu une certaine évolution entre ces deux dates. En 2012 par exemple, il y a presque plus de forêts et de végétation arbustives en mutation. À Hirtzfelden, une zone d'extraction de matériaux a vu sa surface diminuer. Certaines zones occupées par du tissu urbain semblent s'être étalées.



Pour aller plus loin dans l'analyse et avoir des données chiffrées, nous avons réalisé des graphiques afin de voir la part des occupations du sol principales (zones urbanisées, zones agricoles, zones forestières et milieux hydrologiques) sur le territoire. Ces graphes sont visibles en annexe 3. Pour mieux visualiser l'évolution des occupations du sol entre 1990 et 2000 dans nos territoires d'étude de 5 et 10 km, on peut calculer un taux d'évolution qui est représenté par l'illustration 12 .



Ce graphique, dont les chiffres sont disponibles en annexe 4, nous indique clairement qu'il y a eu une augmentation des surfaces artificielles de plus de 110 ha soit 10 % dans la zone d'étude de 10 km, ainsi qu'une augmentation des espaces forestiers et semi-naturels. Les surfaces agricoles diminuent d'environ 140ha dans la zone d'étude de 10 km et de 63ha dans la zone d'étude de 5km.

Cependant, nous pouvons noter que, selon le périmètre d'étude, les chiffres ne sont pas tout à fait similaires. Ainsi, dans le rayon de 5 km autour de la centrale nucléaire, il y a eu une plus forte augmentation des surfaces forestières et semi-naturelles (4%) que dans le périmètre de 10 km de rayon (0,65%). Dans le rayon de 5 km également, la diminution des territoires occupés par l'agriculture est plus importante (-1,88%) que dans le rayon de 10 km (-1,11%). Par contre, l'artificialisation des surfaces a été plus importante dans le périmètre de 10 km (9,6%) que dans celui de 5 km (8,4%). Finalement, le seul élément qui a vu ses surfaces rester stables est le milieu hydrographique.

Ainsi, nous pouvons en déduire qu'il y a eu entre 1990 et 2012 une augmentation des surfaces artificialisées et forestières et semi-naturelles au détriment des surfaces agricoles. Une étude plus approfondie sur le sujet pourrait permettre d'indiquer plus précisément quels sont les types de surfaces artificielles et forestières qui ont vu leur surfaces augmenter, et quels types de cultures ont vu leurs surface le plus diminuer. Malheureusement, nous ne pouvons chiffrer l'évolution de l'occupation des sols à partir de dates antérieures à 1990. Un moyen d'obtenir ces informations a été décrit dans la présentation de Samuel Robert de 2010 (Robert *et al.*, 2010) et serait de se baser sur des cartes topographiques ou des images aériennes qu'il faudrait géoréférencer, permettant ainsi de créer une mosaïque d'images. Ensuite, il faudrait numériser des polygones et leur assigner la même nomenclature que celle utilisée dans la nomenclature Corine Land Cover.

3.1.3 L'occupation agricole, l'occupation du sol majoritaire autour de la centrale nucléaire de Fessenheim

D'après Ambroise Pascal, si la centrale nucléaire de Fessenheim est une des centrales les plus entourées de territoires urbanisés (9 à 15 % du territoire dans un rayon de 30 km, cela étant dû à la présence de grandes villes en France (Mulhouse) aussi bien qu'en Allemagne (Fribourg)), elle est également très entourée de territoires agricoles, qui représentent plus de la moitié de la surface du site dans un rayon de 30 km (dans la partie française du site étudié) (Pascal, 2011). Réaliser une cartographie des surfaces agricoles est donc un bon moyen de vérifier cette théorie.

L'occupation agricole du sol à 5 km et à 10 km autour de la centrale sont visualisables dans l'illustration 13.

Nous pouvons dès lors observer qu'une grande partie du sol jusqu'à 5 km autour de la centrale est occupée par les surfaces cultivées. En effet, cette zone contient 729 parcelles au total. Majoritairement, ces parcelles sont occupées par des cultures de maïs en grain et d'ensilage : elles sont au nombre de 381, soit 52,26 % des parcelles. Beaucoup de surfaces agricoles sont des surfaces gelées sans production ; celles-ci sont au nombre de 233 et représentent alors 31,96 % du nombre total de parcelles.

Dans un rayon de 10 km, nous pouvons également observer qu'une grande partie du site est occupée par des surfaces agricoles. Au total, le territoire comporte 2338 parcelles. Une majorité de ces parcelles contiennent de cultures de maïs en grain et ensilage (1241 parcelles en sont, soit 53,08 % du nombre total de parcelles).

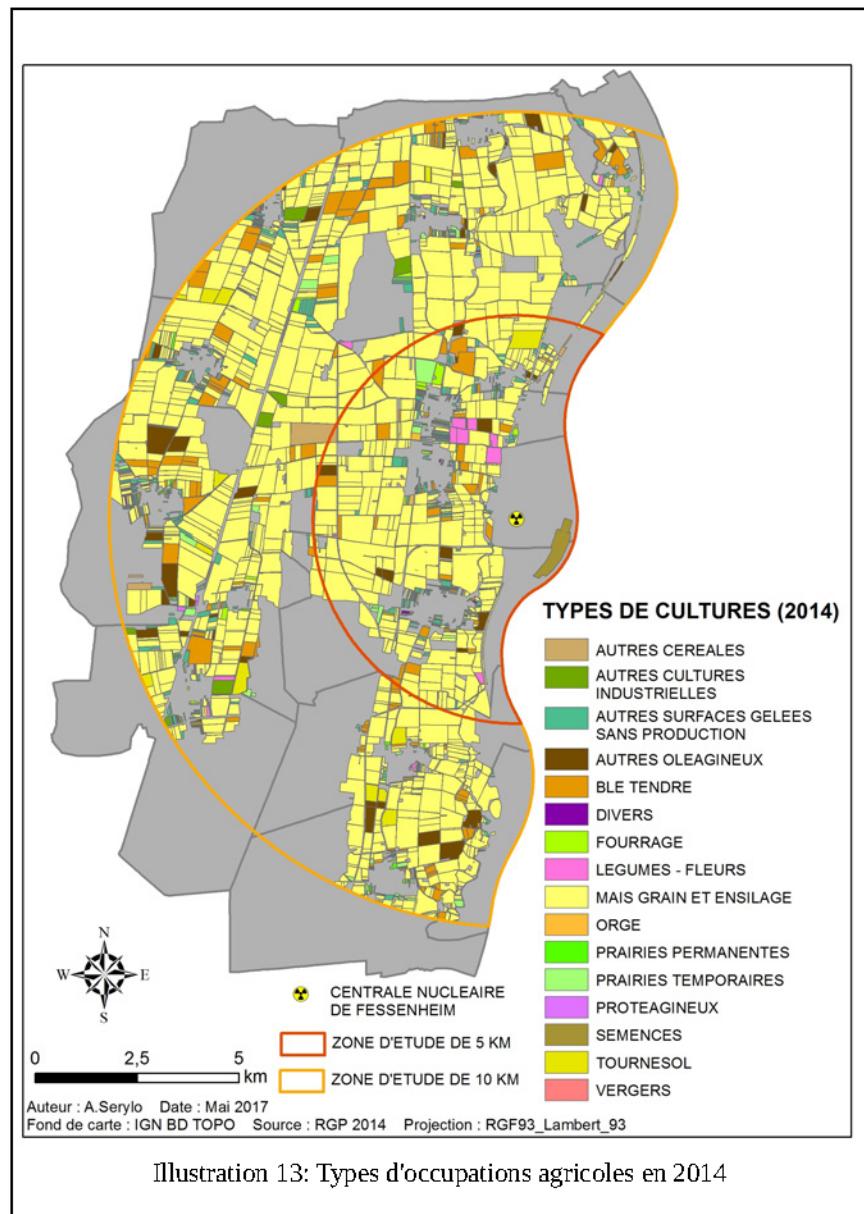


Illustration 13: Types d'occupations agricoles en 2014

Cependant, le nombre de parcelles n'est pas forcément représentatif de l'occupation du sol : il faut aussi s'intéresser aux surfaces occupées par l'agriculture proprement dites. Nous obtenons une surface d'étude de 4775 ha. Après calculs, nous obtenons un total de 2896,35 ha occupés par des cultures. Les surfaces cultivées représentent donc 60,66 % de la surface d'étude de 5 km totale.

Nom des cultures	Nombre de parcelles	Surfaces totales
AUTRES CEREALES	4	9,83
AUTRES GELS	233	130,74
AUTRES OLEAGINEUX	14	65,91
BLE TENDRE	43	172,72
DIVERS	5	2,46
FOURRAGE	13	23,12
LEGUMES - FLEURS	10	56,17
MAIS GRAIN ET ENSILAGE	381	2305,82
ORGE	3	6,17
PRAIRIES PERMANENTES	2	0,45
PRAIRIES TEMPORAIRES	16	43,81
SEMENCES	1	45,91
TOURNESOL	1	32,80
VERGERS	3	0,44

Tableau 1: Nombres et surfaces occupés par les différents types de cultures présents dans la zone d'étude de 5 km autour de la centrale nucléaire de Fessenheim (Source : RGP 2014)

situées à moins de 5 km de la centrale sont occupées par des cultures de maïs en grain et d'ensilage.

En ce qui concerne les surfaces dans un rayon de 10 km, la zone d'étude comprend 18275 ha tandis que les surfaces occupées par l'agriculture représentent 11054,22 ha. 60 % de la zone d'étude de 10 km sont occupée par des surfaces agricoles. Les surfaces occupées par les différentes cultures sont indiquées par le tableau 2.

Nous pouvons observer que les surfaces de culture de maïs grain et ensilage sont de 8889,57 ha, soit 48,64 % de la surface d'étude totale et 80,42 % de la surface agricole totale.

Nous pouvons aussi nous demander quelles sont les communes qui comprennent le plus de surfaces agricoles. La

Nom des cultures	Nombre de parcelles	Surfaces totales
AUTRES CEREALES	17	85,29
AUTRES CULTURES INDUSTRIELLES	8	81,60
AUTRES GELS	601	406,48
AUTRES OLEAGINEUX	52	336,97
BLE TENDRE	183	766,32
DIVERS	20	6,86
FOURRAGE	35	46,93
LEGUMES - FLEURS	20	72,90
MAIS GRAIN ET ENSILAGE	1241	8889,57
ORGE	10	12,61
PRAIRIES PERMANENTES	38	19,51
PRAIRIES TEMPORAIRES	83	117,38
PROTEAGINEUX	3	3,94
SEMENCES	1	45,91
TOURNESOL	14	159,12
VERGERS	12	2,83

Tableau 2: Nombres et surfaces occupés par les différents types de cultures présents dans la zone d'étude de 5 km autour de la centrale nucléaire de Fessenheim (Source : RGP 2014)

cartographie réalisée pour cela, visible en annexe 6, nous indique que les communes possédant le plus de surfaces agricoles sont Rustenhart dont plus de 88 % de sa surface sont occupées par des terres agricoles, Obersaasheim, qui en comprend 86 %, puis Balgau (72,5%) et Heiteren (70%). Fessenheim en comprend 58 %. Elle n'est donc pas la commune la plus agricole du secteur. D'un point de vue général, nous pouvons observer que les communes qui comprennent le plus de surfaces agricoles sont situées dans la partie nord de la zone d'étude et les communes qui en comptent le moins dans le sud de la zone, à l'exception de Geiswasser. Si l'on repense aux précédentes cartes sur l'occupation du sol, nous pouvons mettre ce résultat

Le tableau 1 récapitule les surfaces occupées par chaque type de cultures dans un rayon de 5 km.

En ce qui concerne nos principales cultures, il s'avère que les surfaces occupées par des cultures de maïs et d'ensilage représentent 2305,82 ha, soit 48,29 % de la surface d'étude de 5km totale et 79,61 % des surfaces agricoles. Ces résultats montrent donc une écrasante majorité de culture de maïs et d'ensilage sur la zone d'étude.

Ce tableau montre bien que la majorité des surfaces cultivées

en relation avec la carte de l'occupation forestière : en effet, rappelons qu'une grande partie du sud de la zone d'étude est occupée par la forêt domaniale de la Hardt, une forêt très étendue. De ce fait, il est logique de penser que des surfaces occupées par des forêts ne peuvent être cultivées, ce qui pourrait expliquer cette distribution.

Nous pouvons donc en déduire que, que ce soit dans un rayon de 5 ou de 10 km autour de la centrale nucléaire de Fessenheim, le sol est en majorité occupé par des surfaces agricoles, et que, parmi ces surfaces agricoles, le type de culture majoritaire est la culture du maïs.

3.2 Étude des sociétés

Cette partie visera à présenter les différentes infrastructures de transport qui, rappelons-le, doivent permettre d'acheminer efficacement combustible et déchets vers et depuis la centrale, ainsi que les réseaux électriques. Puis, nous nous intéresserons aux équipements présents sur la zone d'étude car nous avions émis l'hypothèse, à partir de l'article de Laurent Bocéno (2004) que Fessenheim était dotée de plus d'équipements que les autres communes de la zone d'étude. Enfin, nous étudierons l'aspect démographique en étudiant l'évolution de la population depuis 1968 afin de vérifier si l'implantation de la centrale a eu un impact sur la démographie.

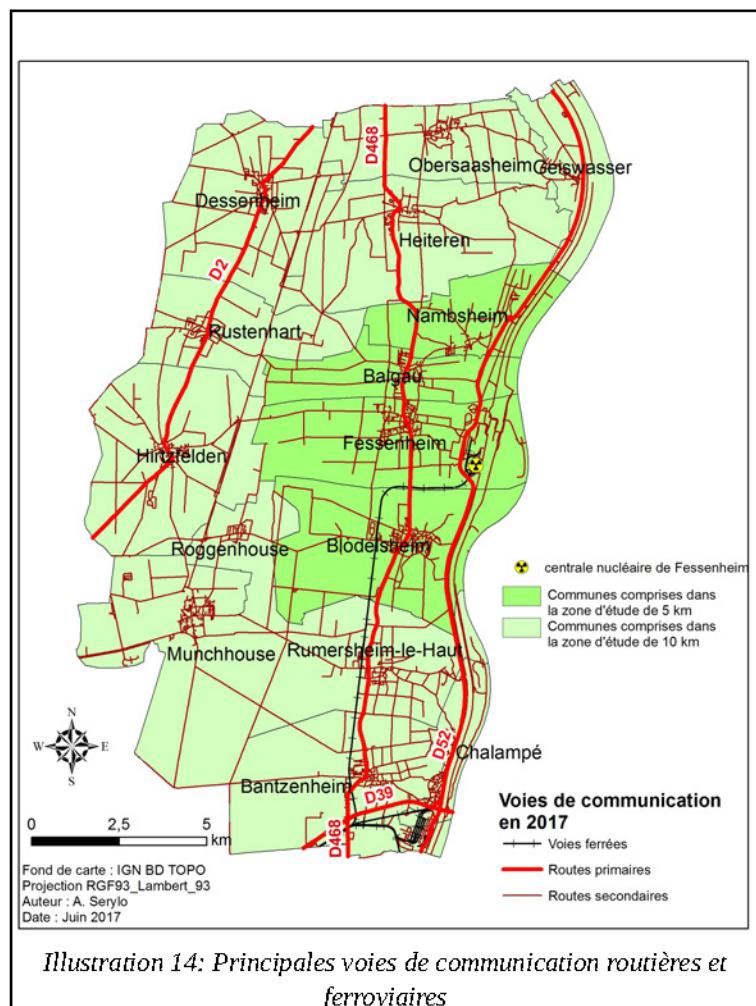
3.2.1 Infrastructures de transport et réseaux électriques

Nous avons expliqué dans la première partie qu'une centrale nucléaire nécessitait l'accès à un bon réseau routier, car il faut pour son fonctionnement importer du combustible régulièrement, mais également évacuer les déchets (Mérenne-Schoumaker, 2011).

Ainsi, réaliser une cartographie répertoriant les différents axes routiers peut s'avérer intéressant. Cette cartographie est représentée dans l'illustration 14 .

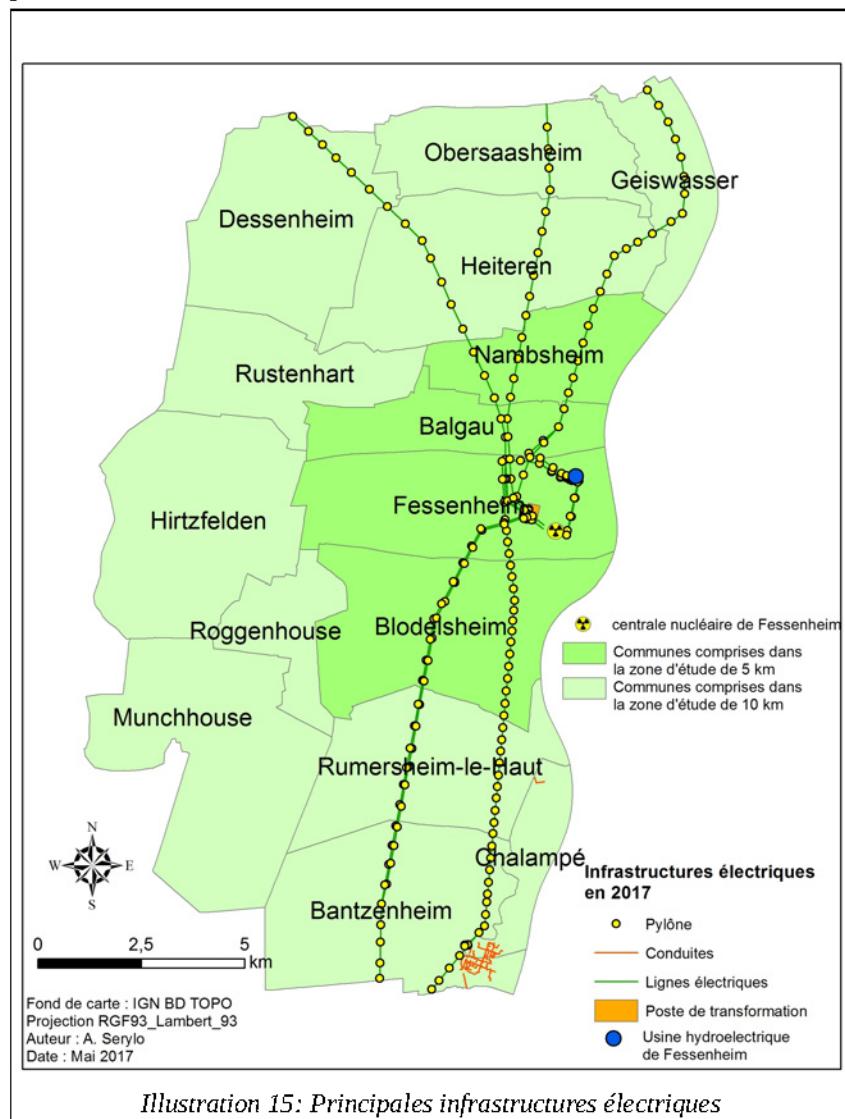
Nous pouvons tout de suite remarquer qu'il n'y a sur la zone d'étude qu'une seule voie de chemin de fer, qui semble partir de la centrale nucléaire et partir vers le sud. Il s'agit en réalité d'une voie de chemin de fer appartenant à EDF. Ce faible nombre de voies ferrées expliquera le nombre quasi-nul de gares dans le secteur.

Au niveau des voies routières, la zone est traversée par plusieurs voies importantes, non pas importante en terme de taille et de trafic, mais plutôt en terme d'importance pour le bon fonctionnement de la centrale. En effet, une des routes les plus importantes pour le fonctionnement de la centrale est la route départementale 52 qui relie Saint-Louis à Neuf-Brisach (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012). Une route qui traverse la carte dans un axe nord-sud, traversant Fessenheim, est



la route départementale 468. Cette route, qui relie Bâle à Strasbourg, est un axe important car c'est sur cette route que traversent régulièrement les transports de matières dangereuses qui partent ou reviennent de la centrale nucléaire (Comité de pilotage des risques majeurs, 2012).

Centrale produisant de l'électricité oblige, nous allons à présent visualiser les installations électriques présentes sur le site de l'étude dans l'illustration 15 :



Nous observons très nettement l'influence des deux centrales (la centrale nucléaire ainsi que l'usine hydroélectrique de Fessenheim) sur les infrastructures électriques de la zone. Nous pouvons d'abord voir que les pylônes relient les deux centrales à un poste de transformation en formant une boucle. Puis, les lignes électriques se dirigent soit vers le nord (trois lignes) soit vers le sud (deux lignes). Nous pouvons imaginer que ces lignes électriques relient des villes importantes. Après quelques recherches sur le site Géoportail, nous avons pu observer que la ligne électrique la plus à l'ouest de celles qui partent vers le nord se dirige vers l'ouest du pays, passant au sud de Colmar. La ligne qui part vers le nord, au milieu, semble prendre une direction nord, passant à Vogelsheim jusqu'à Nancy en passant par Sélestat. La ligne qui part vers le nord la plus à l'est, elle, se dirige vers le nord jusqu'à l'usine hydroélectrique de Vogelgrun. La ligne qui part vers

le sud se dirige vers le sud jusque Sierentz, au sud de Kembs où se trouve une autre usine hydroélectrique.

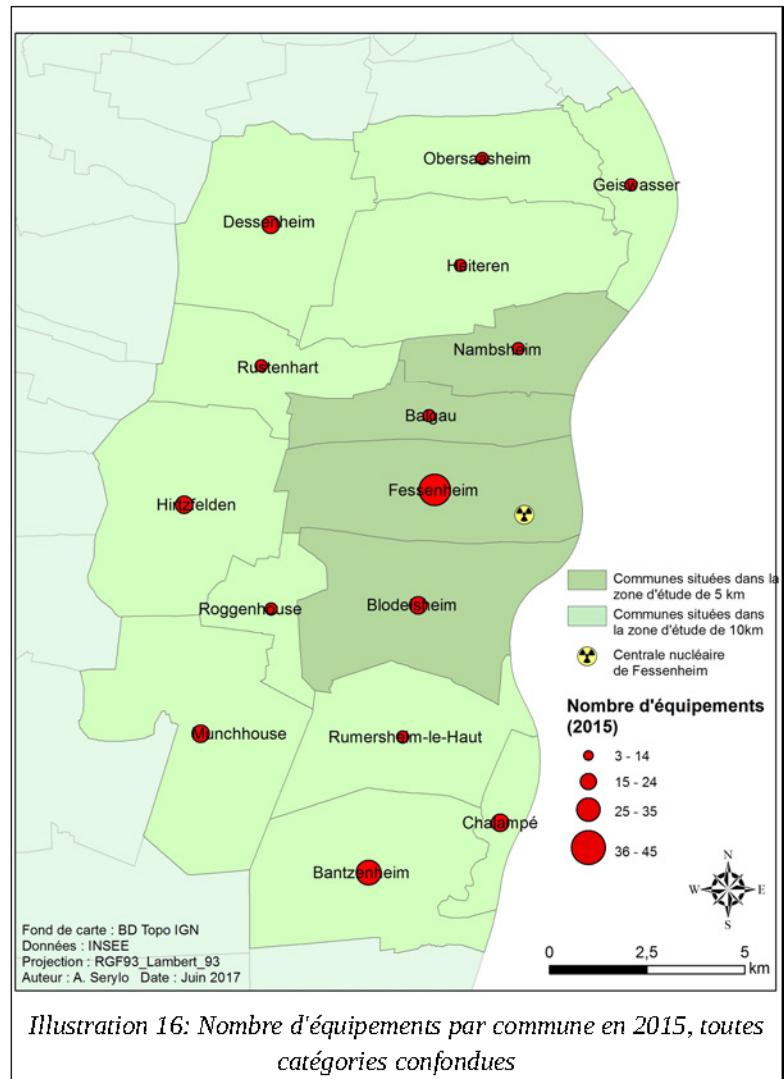
Ces cartes nous démontrent donc l'influence des centrales de Fessenheim dans le réseau électrique français. Leur électricité semble pouvoir alimenter des zones pourtant éloignées de la centrale. Cependant, la présence de la centrale nucléaire non loin de la commune de Fessenheim a induit la présence de routes sur lesquelles transitent des matières dangereuses et polluantes. La RD 468 notamment, passe en plein cœur de la commune, à proximité directe donc de la population. Cependant, la centrale nucléaire n'a pas semblé avoir une forte influence sur le réseau ferroviaire : mis à part la ligne privée d'EDF qui part de la centrale, mille autre voie ferrée dans la zone. Cela pourrait induire des déplacements majoritaires automobiles quand il s'agit de se rendre dans la centrale – cela doit notamment être le cas pour le personnel qui y travaille quotidiennement, lesquels, rappelons-le, sont de l'ordre d'un millier de personnes (EDF, 2016).

3.2.2 Équipements

Nous avions émis l'hypothèse, d'après l'article de Laurent Bocéno de 2004, que Fessenheim, à l'instar de la Hague, possédait davantage d'équipements que les autres communes de la zone afin d'améliorer son image mise à mal par la présence de la centrale.

Ainsi, nous avons calculé le nombre d'équipements par commune, que nous pouvons illustrer par l'illustration 16.

Nous pouvons tout de suite observer que Fessenheim est la commune de la zone d'étude qui possède le plus d'équipements, toutes catégories confondues. Afin de comparer avec un cadre plus général, le nombre d'équipements moyen à l'échelle du Haut-Rhin est de 30 par commune, le minimum étant de 1 à Wolfersdorf et le maximum de 1663 à Mulhouse. À l'échelle de notre zone d'étude de 10 km, nous obtenons un nombre moyen d'équipements de 14. Ce nombre est plus bas que la moyenne du Haut-Rhin, mais cela paraît normal compte tenu de l'absence de grande ville dans la zone. La commune à cette échelle qui en possède le moins est Geiswasser avec 3 équipements, et celle qui en compte le plus est Fessenheim avec 45. Dans la zone d'étude de 5 km, nous obtenons une moyenne de 19 équipements par commune, plus que dans le périmètre de 10 km autour de la centrale. La commune possédant le moins d'équipements est Blodelsheim avec 20 équipements. Il semblerait donc que, dans notre zone d'étude, ce sont les communes les plus proches de la centrale qui posséderaient le plus d'équipements.



Nous pouvons également analyser plus finement les résultats. La cartographie disponible en annexe 5 nous montre les répartitions des équipements en fonction de leur catégorie. Le résultat sera cependant montré dans le tableau 3. En effet, un point sur la carte peut en réalité correspondre à plusieurs équipements.

distance par rapport à la centrale	nom_ville	transports	tourisme	sports loisirs	services	secteur médical	enseignement	commerces
0 à 5 km	Fessenheim	1	1	13	3	19	2*	6
0 à 5 km	Blodelsheim	1	2	5	2	3	2	6
0 à 5 km	Balgau			4		2	1	
0 à 5 km	Nambsheim			3			1	
5 à 10 km	Geiswasser		1	1			1	
5 à 10 km	Obersaasheim			4			1	
5 à 10 km	Heiteren			2		2	1	2
5 à 10 km	Dessenheim			4	2	7	2	2
5 à 10 km	Rustenhart			5			1	1
5 à 10 km	Hitzfelden	1		8	1	1	1	3
5 à 10 km	Roggenhouse			2			1	1
5 à 10 km	Munchhouse			6	2	9	2	3
5 à 10 km	Rumersheim-le-Haut			2	2	3	2	1
5 à 10 km	Bantzenheim	1	3	12	2	7	1	5
5 à 10 km	Chalampé			7	1	2	2	3

Tableau 3: Nombre d'équipements par catégorie et par commune en 2015 (Source : INSEE)

En observant le tableau, nous pouvons tout de suite observer que Fessenheim est la commune qui posséderait le plus d'équipements, quelle que soit la catégorie, la seule exception étant la catégorie des équipements liés au tourisme pour lesquels c'est la commune de Bantzenheim qui détient le score le plus élevé.

En ce qui concerne les équipements liés aux transports, il est à noter que les communes possèdent une station de taxi, sauf Bantzenheim qui la seule commune du secteur à posséder une gare. D'après la bd topo de l'IGN, cette gare serait en réalité une aire de triage.

Concernant les équipements de sport et de loisirs, c'est Fessenheim qui possède le plus de ce genre d'équipements, suivi de près par Bantzenheim. Cependant, toutes les communes de la zone d'étude possèdent au moins un équipement de ce genre. Le nombre d'équipements sportifs et de loisirs moyen dans la zone de 0 à 5 km autour de la centrale est de 6,25 ; dans la zone de 5 à 10 km autour de la centrale, il est de 4,82 tandis que dans la zone de 0 à 10 km autour de la centrale il est de 5,2. Il y a donc en moyenne plus d'équipements dans les communes les plus proches de la centrale nucléaire.

Dans le secteur médical, c'est Fessenheim qui possède le plus d'équipements, et ce de façon écrasante. En effet, elle en possède 19, soit dix équipements de plus que la seconde ville, Munchhouse. Serait-ce la ville qui donne des avantages aux équipements médicaux afin de montrer que la ville prend soin de ses habitants et ce malgré la présence de la centrale ? Ou bien serait-ce dû au fait qu'il y a plus de personnes malades ? En regardant le détail, nous nous apercevons que Fessenheim est la seule commune du secteur à posséder des ambulances, quatre des sept médecins omnipraticiens de la zone d'étude, le seul pédicure-podologue et l'une des deux pharmacies de la zone (l'autre se situant à Bantzenheim).

Dans le domaine de l'enseignement, Nous pouvons voir que Fessenheim possèdent deux équipements de ce type, mais elle n'est pas la seule dans ce cas : Blodelsheim, Dessenheim, Munchhouse, Rumersheim-le-Haut et Chalampé également. Nous pouvons d'ailleurs nous apercevoir de deux schémas qui se répètent. Le premier nous montre que les communes qui ne possèdent qu'un seul établissement scolaire possèdent toute une école primaire. Les communes qui en possèdent deux, elles, possèdent une école primaire ainsi qu'une école maternelle, sauf Fessenheim qui, elle, possède une école primaire ainsi qu'un collège, le seul de la zone. Encore une fois, il semblerait que Fessenheim ait été favorisée dans ce domaine.

Enfin, en ce qui concerne les commerces, les deux communes qui en possèdent le plus sont Fessenheim et Blodelsheim, les communes les plus proches de la centrale nucléaire donc. Fessenheim possède une boucherie-charcuterie, une boulangerie, la seule librairie-papeterie-journaux de la zone, l'un des deux magasins d'optique (l'autre se trouvant Blodelsheim), l'une des deux stations-services (l'autre se situant à Chalampé) et l'un des deux supermarchés (l'autre étant également localisé à Chalampé). Il semblerait donc que de ce côté-là aussi le fait d'être localisé à proximité de la centrale ait eu des avantages.

Il apparaît donc finalement, après étude, que Fessenheim soit sans conteste la commune de la zone d'étude la mieux équipée, que ce soit en nombre (elle possède la majorité des équipements de sports et de loisirs, de services, du secteur médical et de commerces) qu'en importance (c'est la seule commune à posséder un collège). Ces résultats semblent donc valider la théorie de Laurent Bocéno.

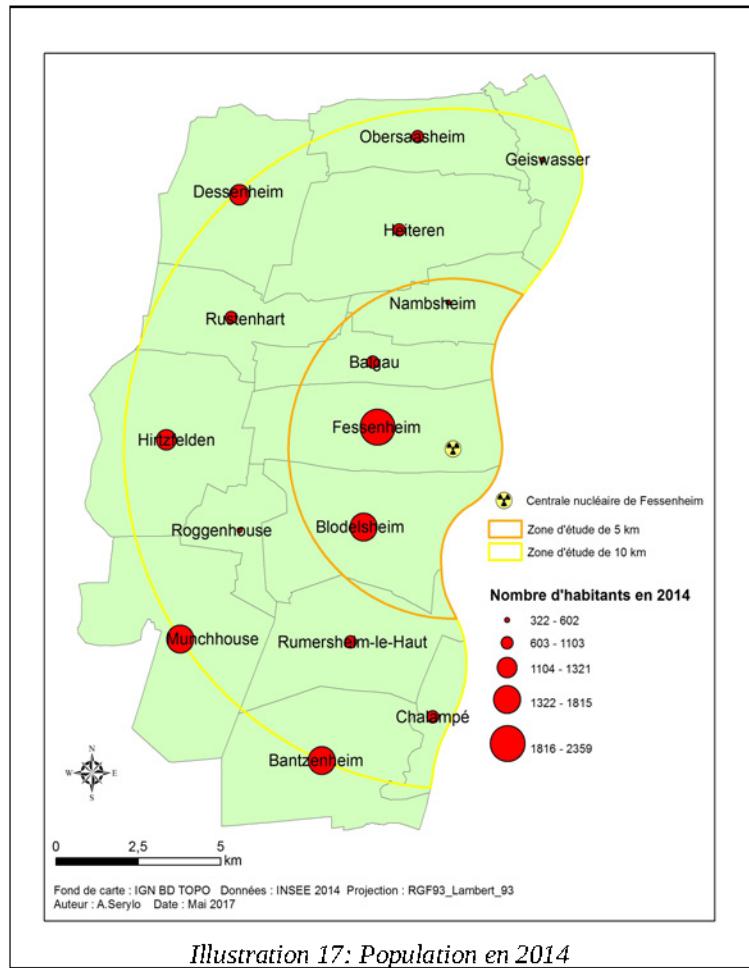
Cependant, il convient d'indiquer que ces résultats ne sont pas forcément fidèles à cent pour cent à la réalité. En effet, malgré la fiabilité de la source, en observant la base de données, nous pouvons trouver étrange que dans cette zone il y ait si peu de bâtiments administratifs par exemple. Cependant, nous pouvons estimer que ces données servent simplement à donner une idée du nombre d'équipements présents sur notre terrain d'étude.

3.2.3 Démographie et évolution des sociétés

Nous avons vu que la centrale nucléaire de Fessenheim fournissait environ un millier d'emplois et que la commune était très bien équipée. Ainsi, nous pourrions logiquement penser que ces faits pourraient encourager les individus à venir s'installer dans la commune, et ce malgré la présence de la centrale perçue comme éventuellement dangereuse. C'est donc ce que nous allons tâcher de découvrir dans cette dernière partie.

Nous pouvons tout d'abord visualiser dans l'illustration 17 le nombre d'habitants dans la zone étudiée.

Nous pouvons tout de suite observer que la commune la plus peuplée de la zone est Fessenheim avec 2359 habitants, suivie par Blodelsheim (1815 habitants), commune voisine de la centrale, ainsi que par Bantzenheim (1644 habitants) et Munchhouse (1602 habitants), situées plus loin.



Nous avons cependant vu qu'étudier la densité de population serait peut-être plus adaptée pour une étude de la population. Ainsi, nous pouvons voir dans l'illustration 18 qu'en réalité Fessenheim n'est pas la commune qui possède le plus d'habitants au kilomètre carré, mais Chalampé avec 199 habitants au kilomètre carré.

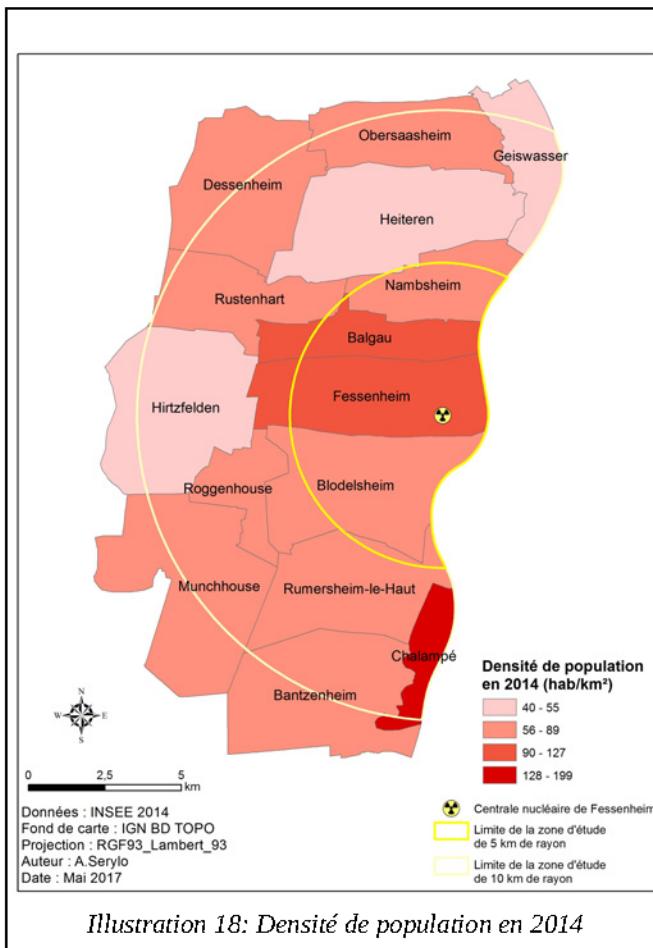
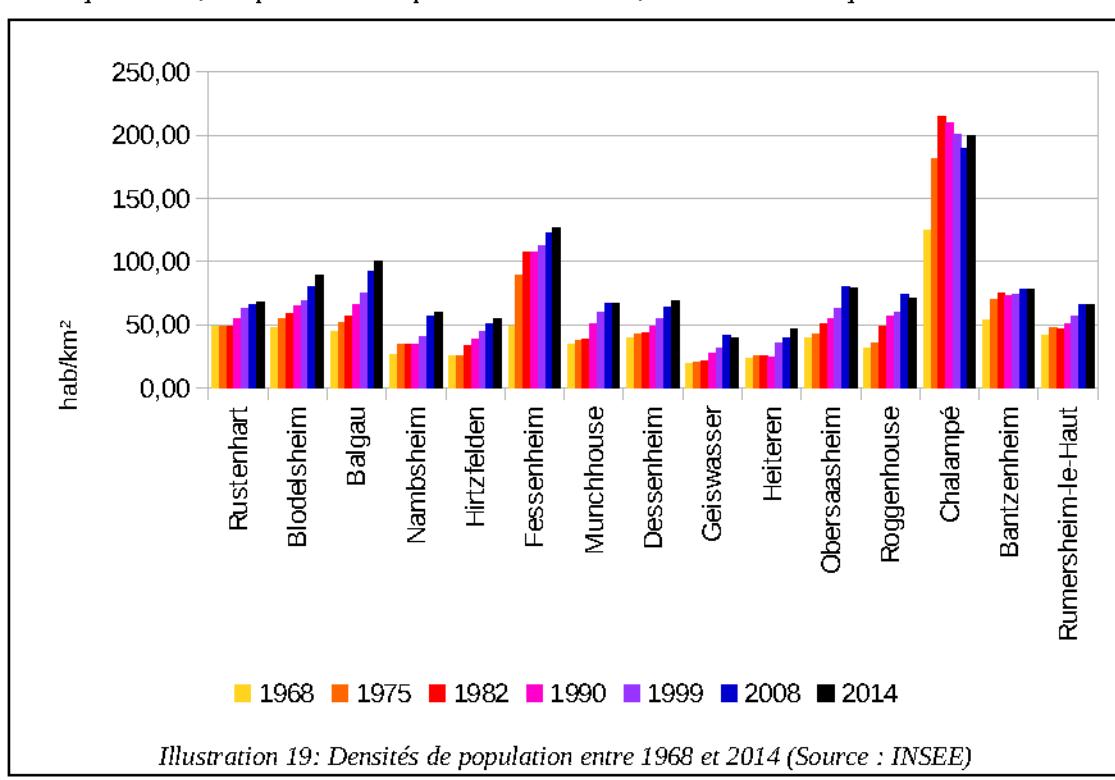


Illustration 18: Densité de population en 2014

Cependant, nous pouvons constater que Fessenheim (127 hab/km²) et Balgau (101 hab/km²), deux des communes les plus proches de la centrale, sont respectivement les secondes et troisièmes communes les plus densément peuplées de la zone. Les communes les moins densément peuplées se situent entre 5 et 10 km de la centrale.

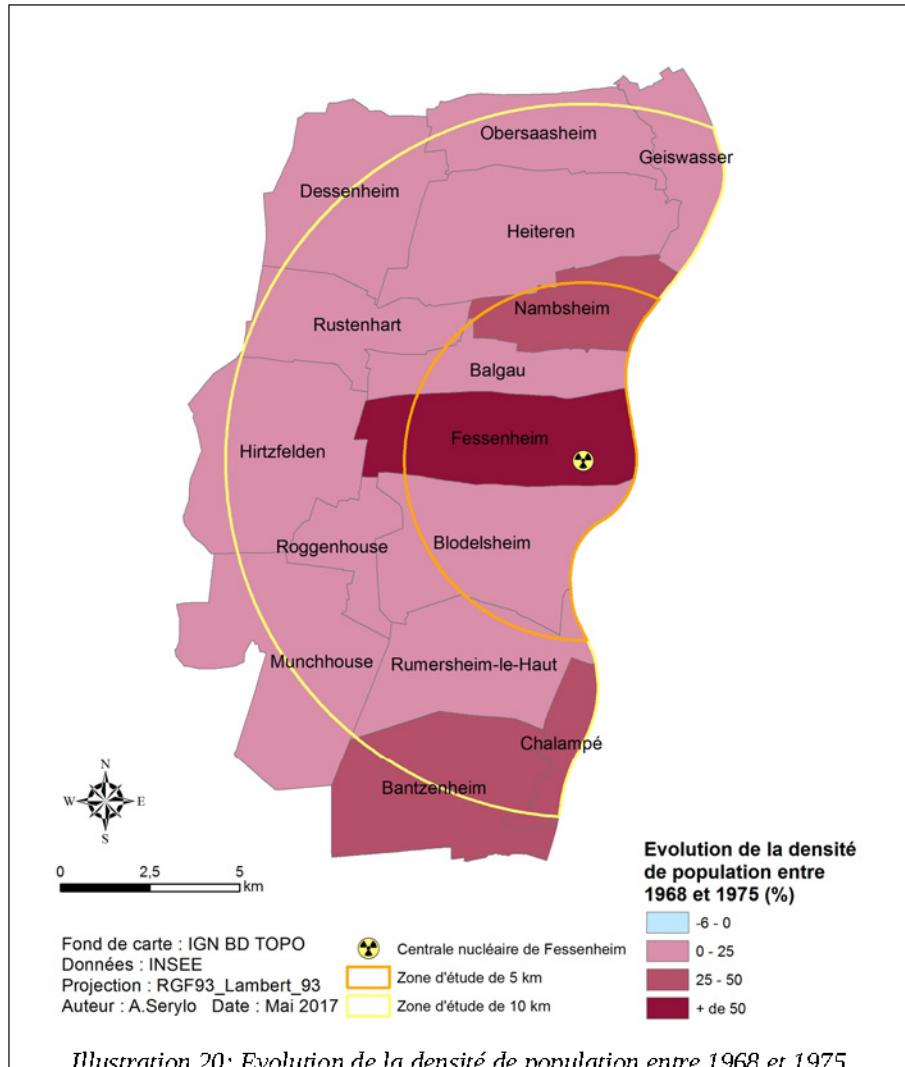
Nous devons cependant comparer ces valeurs de densité de population avec la densité moyenne de population du Haut-Rhin. D'après l'INSEE, cette dernière était de 215,2 habitants au kilomètre carré en 2013 ; en 2014, la densité de population de Fessenheim est de 127 hab/km² et la commune la plus densément peuplée de la zone, Chalampé, est à 199 hab/km². Nous pouvons donc en déduire que les densités de population dans cette zone est plus basse que la densité de population moyenne du département.

Cependant, nous pouvons nous demander si cela en ont toujours été ainsi. Pour cela, il conviendrait d'étudier l'évolution des densités de population depuis 1968, ce que nous indique l'illustration 19, dont les chiffres précis se situent en annexe 7 :



Nous pouvons observer que toutes les villes voient leur densité de population augmenter durant cette période. Ce graphique nous montre clairement que Chalampé est, depuis 1968 et ce sans interruption, la commune la plus densément peuplée. Fessenheim n'était pas la commune la plus densément peuplée en 1968 (Bantzenheim, Blodelsheim et Chalampé la dépassent). Cependant, entre 1968 et 1975, nous nous apercevons que Fessenheim voit sa densité de population fortement augmenter, passant de 48 hab au km² à 89 km², devenant ainsi la seconde commune la plus densément peuplée de la zone, position qu'elle garde jusque 2014. Afin de mieux cerner la situation, l'illustration 20 montre l'évolution de la densité de population entre 1968 et 1975.

Dans cette carte, nous ne pouvons que constater que Fessenheim a vu sa densité de population grimper de près de 85 % entre 1968 et 1975, dates soulignées par les débuts des travaux de construction de la centrale nucléaire de Fessenheim. Ainsi, il semblerait que la construction de la centrale nucléaire ait eu un impact important sur l'évolution de la densité urbaine. Dans les cartes d'évolution de la densité des périodes suivantes disponibles en annexe 8, nous pouvons constater que, durant la période pendant laquelle la centrale a commencé à être exploitée, le taux d'augmentation de la densité urbaine était de 20 %, avant d'être quasiment nul (-0,1%) entre 1982 et 1990. Cela pourrait signifier que c'est la construction, et non pas la mise en service et l'exploitation, qui a fait augmenter la densité de population.



Une étude de dates de construction du parc d'habitation pourrait certainement compléter cette étude, car peut-être la construction de la centrale s'était-elle accompagnée d'une augmentation de construction de logements, permettant ainsi aux constructeurs voire aux futurs travailleurs de s'installer au plus près de leur lieu de travail. À partir de 1982 jusqu'à aujourd'hui, il n'y a finalement pas eu de forte augmentation de la densité urbaine.

Conclusion

Bien que représentant une puissante source d'énergie, l'énergie nucléaire est susceptible d'avoir des effets néfastes sur l'environnement : le fonctionnement d'une centrale nucléaire peut engendrer diverses pollution chimiques et radioactives dans l'air, l'eau et le sol. Ces rejets radioactifs peuvent, à faible doses, irradier des êtres vivants, ce qui peut aboutir, au bout de plusieurs années à des maladies de type cancers voire des modifications au niveau génétiques, tandis qu'à hautes doses, cela peut aboutir, dans une échelle de temps court, à un mal-être voire à la mort. Outre ces effets, l'industrie du nucléaire est tenue responsable des modifications des économies de leur site d'implantation et d'une détérioration de l'action publique, toute la commune dépendant alors de l'industrie du nucléaire. Des effets bénéfiques de cette présence nucléaire peuvent cependant apparaître, comme le financement d'équipements ou le subventionnement d'association, améliorant quelque peu l'image de la commune détériorée par l'image du nucléaire. Ainsi, malgré la tendance des individus à fuir les centrales nucléaires, les percevant comme dangereuses, d'autres, qui y voient également des avantages, choisissent de résider à proximité.

Nous avons ensuite vu que la centrale de Fessenheim était implantée dans un site densément peuplé, proche d'une centrale hydroélectrique et dans un lieu sensible aux tremblements de terre, aux mouvements de terrain et aux inondations. La centrale a été construite dans un lieu fortement aménagé, d'abord pour améliorer la navigation mais aussi pour la création de centrales hydroélectriques grâce à la canalisation du Rhin puis à la construction du Grand Canal d'Alsace. La centrale nucléaire de Fessenheim, bâtie sur la rive gauche du Grand Canal d'Alsace, profite de ces aménagements qui ont déterminé le site de son implantation.

Ce milieu, alors très anthropisé, pourrait alors être l'objet d'étude d'un Observatoire Hommes-Milieux, outil qui s'attache à étudier de façon interdisciplinaire les systèmes et les dynamiques des espaces anthropisés ayant subis un changement important. C'est ainsi que nous avons présenté le sujet d'étude à la manière d'un OHM tout en tâchant de montrer quelques dynamiques du lieu entre la période précédant la construction de la centrale et le présent.

Ce travail bibliographique a alors abouti à la formulation d'hypothèses de travail dont le reste du travail a visé, outre à présenter le territoire de l'étude, à en vérifier la véracité. Ce sont surtout des cartes qui ont servi à présenter ce territoire, créée à partir de la base de données topographiques de l'IGN, du registre parcellaire graphique anonyme dans le cas de l'étude des surfaces agricoles, des données d'occupation du sol Corine Land Cover à différentes dates, d'orthophotographies et d'images aériennes prises à différentes dates et des données statistiques de l'INSEE.

En tout premier lieu, nous avons vu que le territoire était parcouru par deux routes principales. L'une, la D52, est très proche de la centrale et relie Saint-Louis à Neuf-Brisach. L'autre, la D468, est certainement la plus importante : d'une part elle relie Strasbourg à Bâle, d'autre part, elle traverse la ville de part et d'autre. Ces deux routes, combinées à une voie ferrée appartenant à EDF et qui aboutit à la centrale nucléaire même, contribue certainement à acheminer efficacement les éléments allant ou provenant de la centrale. Cela semble donc valider notre hypothèse.

Nous avons également observé, visuellement d'abord grâce aux orthophotos et images aériennes, que les surfaces artificialisées avaient augmenté entre 1951 et 2011. La création de cartes à partir de données CLC ont permis de montrer que ces surfaces artificialisées avaient augmenté de près de 10 % entre 1990 et 2012, et ce au détriment des surfaces agricoles. Cependant, n'ayant pas de données précises d'occupations du sol avant 1990, il n'est pour le moment pas possible de chiffrer l'évolution de l'occupation du sol entre une date antérieure à 1970 à maintenant. Une solution pourrait être la digitalisation de cartes topographiques ou images aériennes anciennes géoréférencées. Notre hypothèse semble cependant donc validée.

Comme nous l'avions émis en hypothèse, la majorité (70%) du territoire autour de la centrale de Fessenheim est occupée par des surfaces agricoles. Ce sont principalement des cultures de maïs.

Nous avons vu que la densité de population de Fessenheim a énormément augmenté entre 1968 et 1975, date marquant la construction de la centrale nucléaire. Par contre, bien que plus densément peuplée que la majorité des autres communes de notre territoire d'étude, Fessenheim est la commune qui comprend le plus de résidents, elle n'est cependant pas la commune la plus densément peuplée : c'est Chalampée, située à cinq kilomètres de la centrale, qui l'est. Si l'hypothèse concernant une augmentation de la population correspondant à la construction de la centrale est validée, l'hypothèse concernant le fait que Fessenheim est la plus peuplée des communes du lieu d'étude est également vraie, bien qu'elle ne soit pas la plus densément peuplée.

Enfin, nous avons observé la nette supériorité numérique du nombre d'équipements dont été dotée Fessenheim, tant au niveau commerces qu'au niveau des équipements sportifs et de loisirs. Elle possède en outre la très grande majorité des équipements médicaux du secteur, et en est la seule commune à posséder un collège. Cela valide donc notre dernière hypothèse. Cependant, nous ne connaissons pas l'évolution du nombre d'équipements.

L'étude pourrait être détaillée bien davantage, car la littérature est plutôt vaste sur le sujet : la composition, comme l'âge, les catégories socio-professionnelles ou les niveaux d'études de la population pourrait être étudiés par exemple. Une analyse plus fine de l'évolution territoire pourrait être réalisée : des cultures agricoles par exemple, mais aussi de l'urbanisation, du parc résidentiel ou des industries, afin de voir plus précisément les impacts qu'a eu la centrale nucléaire sur son territoire d'implantation. Cependant, cette étude, bien que relativement basique, pourrait servir de base de travail en cas de création d'un observatoire dédié au site de Fessenheim.

Bibliographie

- Battiau M., 2008. L'énergie, un enjeu pour les sociétés et les territoires. Paris : Ellipses éditions marketing, 201 p.
- Baud P., Bourgeat S., Bras C., 2008. Dictionnaire de géographie. Paris : Hatier, 607 p.
- Bocéno L., 2004. Le risque nucléaire à La Hague. Les Annales de la recherche urbaine, 95, p 78-81. [Page consultée le 23/05/2017]. Disponible sur Internet : <http://www.persee.fr/docAsPDF/aru_0180-930x_2004_num_95_1_2536.pdf>.
- Chenorkian R., 2012. Les Observatoires Hommes-Milieux : un nouveau dispositif pour une approche intégrante des interactions environnements-sociétés et de leurs dynamiques. Sud-Ouest Européen, 33, p. 3-10.
- Chenorkian R., 2014. Eléments constitutifs des Observatoires hommes-milieux, origine et évolution. In : Chenorkian R. et Robert S., Les interactions hommes-milieux. Questions et pratiques de la recherche en environnement. Edition Quæ, p. 23-38.
- Christen G., Hamman P., 2015. Transition énergétique et inégalités environnementales. Strasbourg : Presses universitaires de Strasbourg, 228 p.
- CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique. Observatoires Homme-milieux. [Page consultée le 05/05/2017]. Disponible sur Internet <<http://www.cnrs.fr/innee/outils/ohm.htm>>.
- Comité De Pilotage Des Risques Majeurs, Cabinet Risk, 2012. Document d'information communal sur les risques majeurs : Les risques majeurs à Fessenheim. 72p. [page consultée le 03/05/2017]. Disponible sur Internet : <http://www.fessenheim.fr/fileadmin/fichiers/DICRIM_maj_2012_b.pdf>.
- DRIIHM, Dispositif de Recherche Interdisciplinaire sur les Interactions Hommes-Milieux [site consulté le 11/05/2017]. Disponible sur Internet : <<http://www.driihm.fr/>>.
- Durand V., Mercat C., Maurau S., Charton J., Jourdain F., 2008. Caractérisation cartographique de l'occupation du territoire autour des sites nucléaires pour l'évaluation des risques sanitaires et radiologiques, apport des systèmes d'information géographique. SIG 2008, conférence francophone ESRI, 1^{er} et 2 Octobre, Versailles.
- EDF, 2016. La centrale nucléaire de Fessenheim : une production d'électricité au cœur de l'Alsace. Dossier de presse. [Page consultée le 03/05/2017]. Disponible sur Internet : <https://www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producent-industriel/carte-des-implantations/centrale-fessenheim/presentation/dp_cnpe_fsh_2015 - def.pdf>
- Heitz C., Spaeter S., Auzet A.-V., Glatron S., 2009. Local stakeholders' perception of muddy flood risk and implications for management approaches : A case study in Alsace (France). Land Use Policy, 26, p 443-451.
- Iacona E., Taine J., Taman B., 2012. Les enjeux de l'énergie. Après Fukushima. 2^{nde} éd. Paris : Dunod, 226 p.

IRSN PERPLEX, 2006. Experts et grand public : quelles perspectives face au risque ? Rapport final du contrat de recherche Perplex, juillet. Disponible sur internet : <www.irsn.org>.

Lagadeuc Y., Chenorkian R., 2009. Les systèmes socio-écologiques : vers une approche spatiale et temporelle. Natures Sciences Sociétés, 2, 17, p. 194-196.

Lévêque F., 2013. Politiques d'entrée et de sortie du nucléaire. 24 p.[consulté le 16/05/2017]. Disponible sur Internet : <<https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00841398/document>>.

Merenne-Schoumaker B., 2011. Géographie de l'énergie : acteurs, lieux et enjeux. Paris : Belin, 279 p.

Monaco A. et Ludwig W., 2009. De l'exploration au développement durable des milieux aquatiques. In : Monaco A. et al, Le golfe du Lion. Un observatoire de l'environnement en Méditerranée. Versaille : éditions Quæ, p. 9-16.

Mure C., Robert S., 2009. Evolution récente de l'occupation du sol à Gardanne. Apport d'une cartographie de l'occupation du sol. Séminaire 2009 de l'OHM Bassin Minier de Provence. [Page consultée le 23/05/2017]. Disponible sur Internet : <<https://www.ohm-provence.org/IMG/pdf/murerobertpdbc58.pdf>>.

Nonn H., 2008. L'Alsace et ses territoires. Strasbourg : Presses universitaires de Strasbourg, 576 p.

Pascal A., 2011. Le risque d'accident nucléaire : une approche territoriale. Metropolitique.eu. [Page consultée le 03/05/2017]. Disponible sur Internet : <<http://www.metropolitiques.eu/Le-risque-d-accident-nucleaire-une.html>>.

Robert S. et Autran J., 2012. Décrire à grande échelle l'occupation des sols urbains par photo-interprétation. Réflexion méthodologique et expérimentation en Provence. Sud-Ouest Européen, 33, p. 25-40.

Robert S. et Chenorkian R., 2014. Etudier les interactions hommes-milieux, pourquoi et comment ? In : Chenorkian R. et Robert S., Les interactions hommes-milieux. Questions et pratiques de la recherche en environnement. Edition Quæ, p. 9-22.

Robert S., 2008. L'Observatoire Hommes-Milieux du Bassin Minier de Provence. Intérêt pour une cartographie de l'occupation du sol à grande échelle. Rendez-vous technique du CRIGE-PACA. [Page consultée le 23/05/2017]. Disponible sur Internet : <http://www.crige-paca.org/index.php?eID=tx_crigedocuments&hash=d7abaf20&fid=92>.

Robert S., Charpentier E., Falconnier A., 2010. Reconstitution de l'historique de l'occupation du sol dans le bassin minier. Expérimentations à partir de la cartographie IGN. Séminaire 2010 de l'OHM Bassin Minier de Provence. [Page consultée le 23/05/2017]. Disponible sur Internet : <<https://www.ohm-provence.org/IMG/pdf/robertpdf-202024.pdf>>.

Ronde P. et Hussler C., 2012. De l'impact de la localisation résidentielle sur la perception et l'acceptation du risque nucléaire : une analyse sur données françaises (avant Fukushima). Cybergeo : European Journal of Geography, Espace, Société, Territoire, 624. [Page consultée le 05/05/2017]. Disponible sur Internet : <<http://cybergeo.revues.org/25581>>.

ZA-INEE (Zones Ateliers, Institut écologie et environnement). [page consultée le 22/06/2017]. Disponible sur Internet : <<http://www.za-inee.org/>>

Annexes

Sujet 8 : Dynamiques d'un espace à enjeu : le site de Fessenheim

Encadrants :

Anne Puissant (anne.puissant@live-cnrs.unistra.fr) et Grégoire Skupinski (grzegorz.skupinski@live-cnrs.unistra.fr)

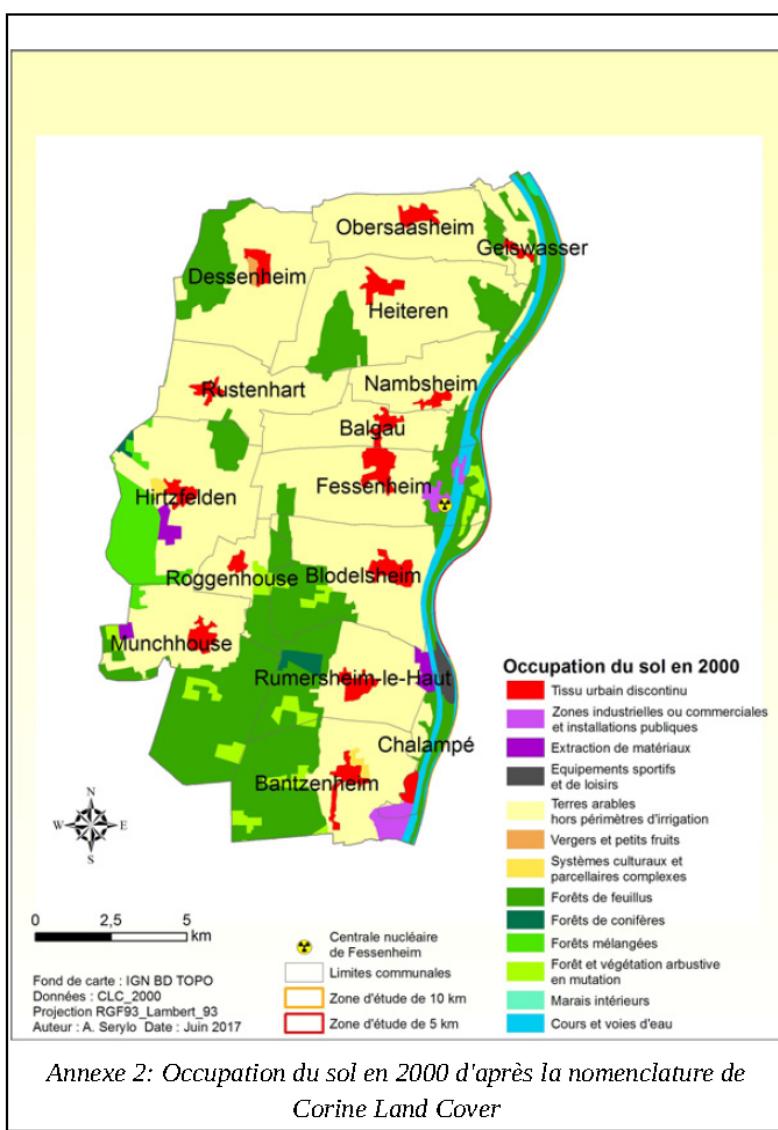
Organisme : LIVE

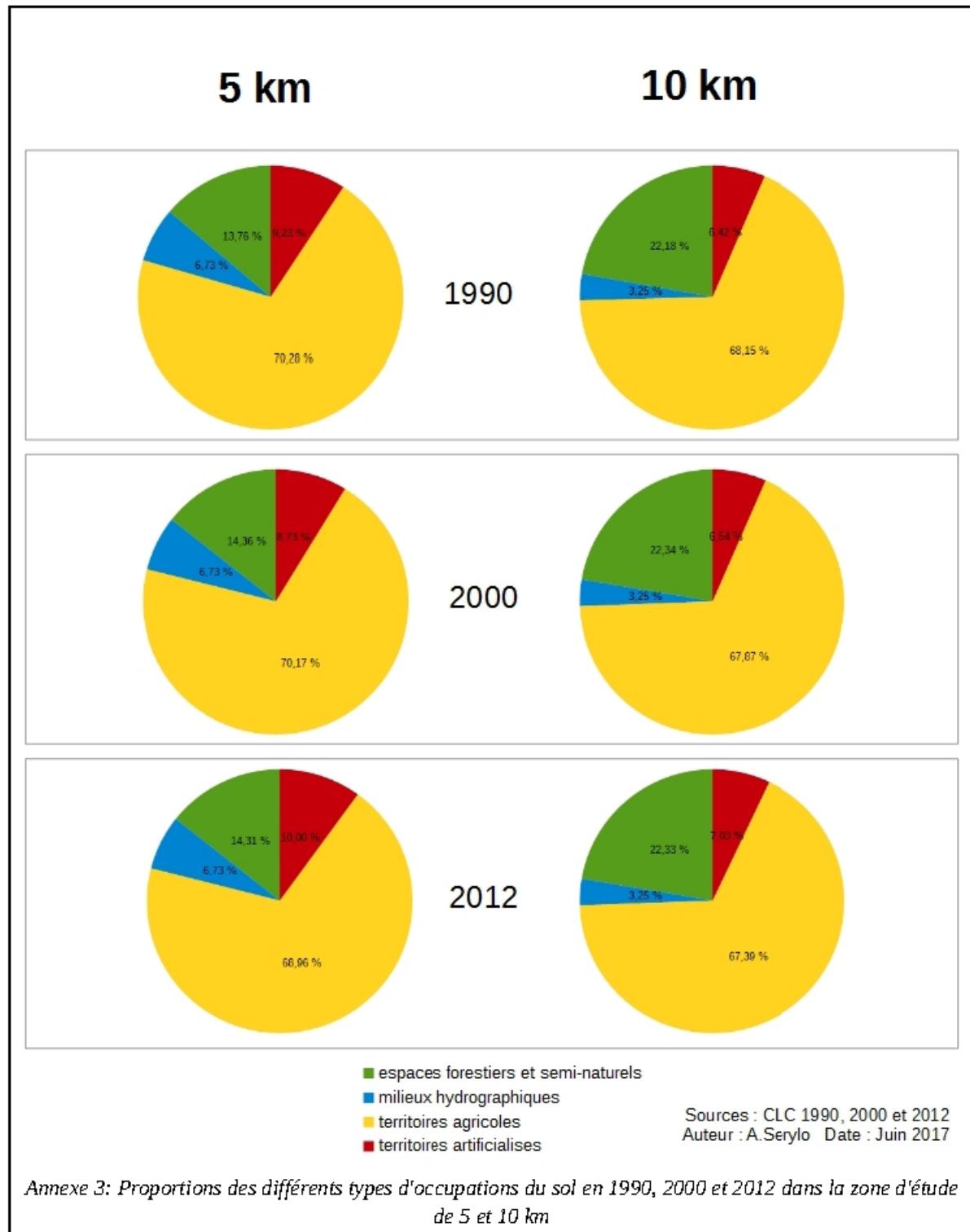
Contexte et objectifs (5 à 10 lignes) :

Le site de Fessenheim fait partie des territoires qui au cours de leur histoire, ont subi une profonde transformation par un impact anthropique majeur. L'implantation d'une Centrale Nucléaire de Production d'Électricité (CNPE) a en effet modifié le socio-écosystème environnant, et ce de part et d'autre de nos frontières. Afin d'analyser le fonctionnement environnemental, sociétal et économique de ce socio-écosystème dans toutes ses composantes et d'en suivre l'évolution au cours des prochaines décennies, il est important d'avoir une vision rétrospective du territoire et de voir comment celui-ci a évolué au cours des dernières décennies. Dans ce contexte, l'objectif est de rechercher, collecter et structurer les données disponibles sur le site afin d'analyser et de représenter l'état et la dynamique du site.

Données disponibles : BD à constituer à partir des données disponibles

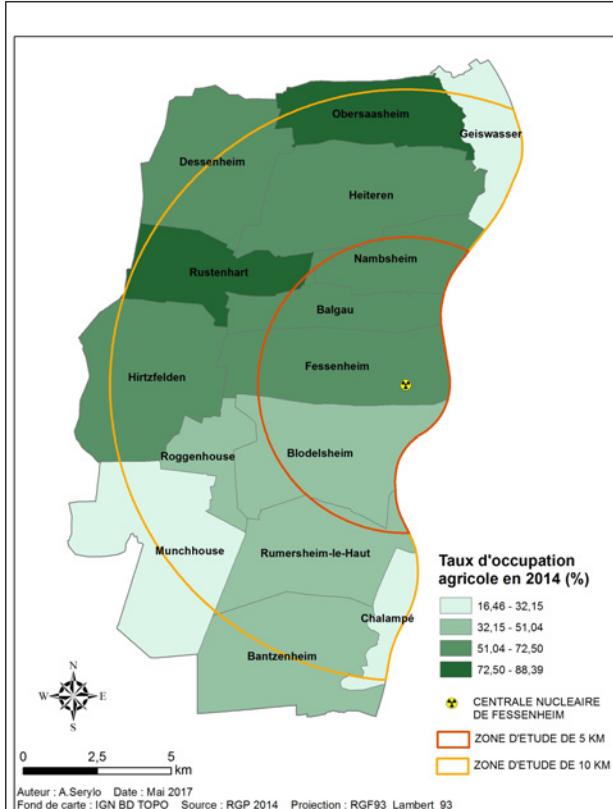
Annexe 1: sujet du dossier



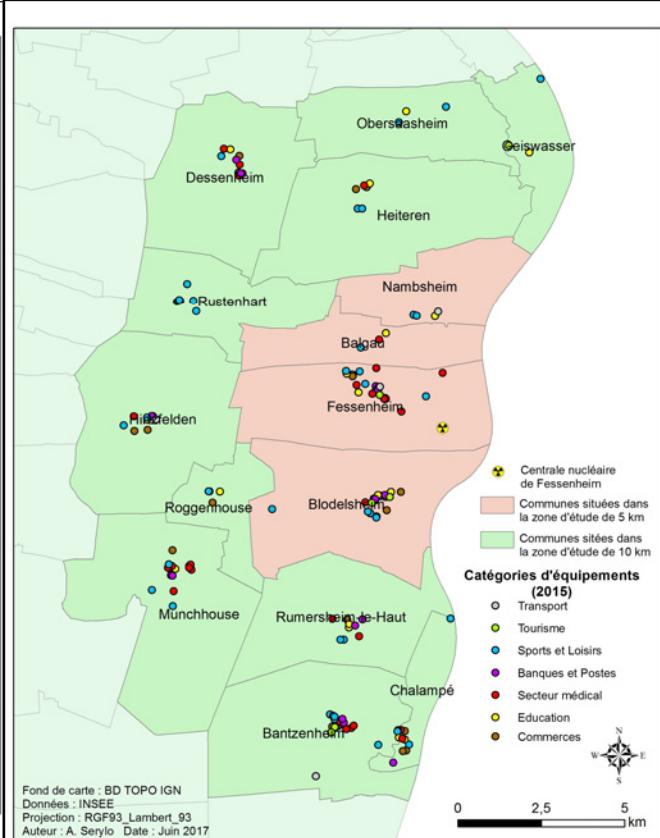


Type d'occupation du sol	1990		2000		2012		évolution entre 1990 et 2012 (ha)	
	5km	10km	5km	10km	5km	10km	5km	10km
espaces forestiers et semi-naturels	657,10	4054,35	685,72	4082,97	683,18	4080,52	26,08	26,17
milieux hydrographiques	321,56	593,14	321,56	593,14	321,56	593,05	0,00	-0,08
territoires agricoles	3356,13	12454,68	3350,96	12403,98	3292,93	12316,20	-63,21	-138,47
territoires artificialisés	440,54	1173,11	417,10	1195,18	477,67	1285,55	37,13	112,44

Annexe 4: Evolution des surfaces (ha) entre 1990 et 2012 occupées par les 4 types d'occupation du sol principaux dans les périmètres d'étude de 5 et de 10 km (Sources : CLC 1990, 2000 et 2012)



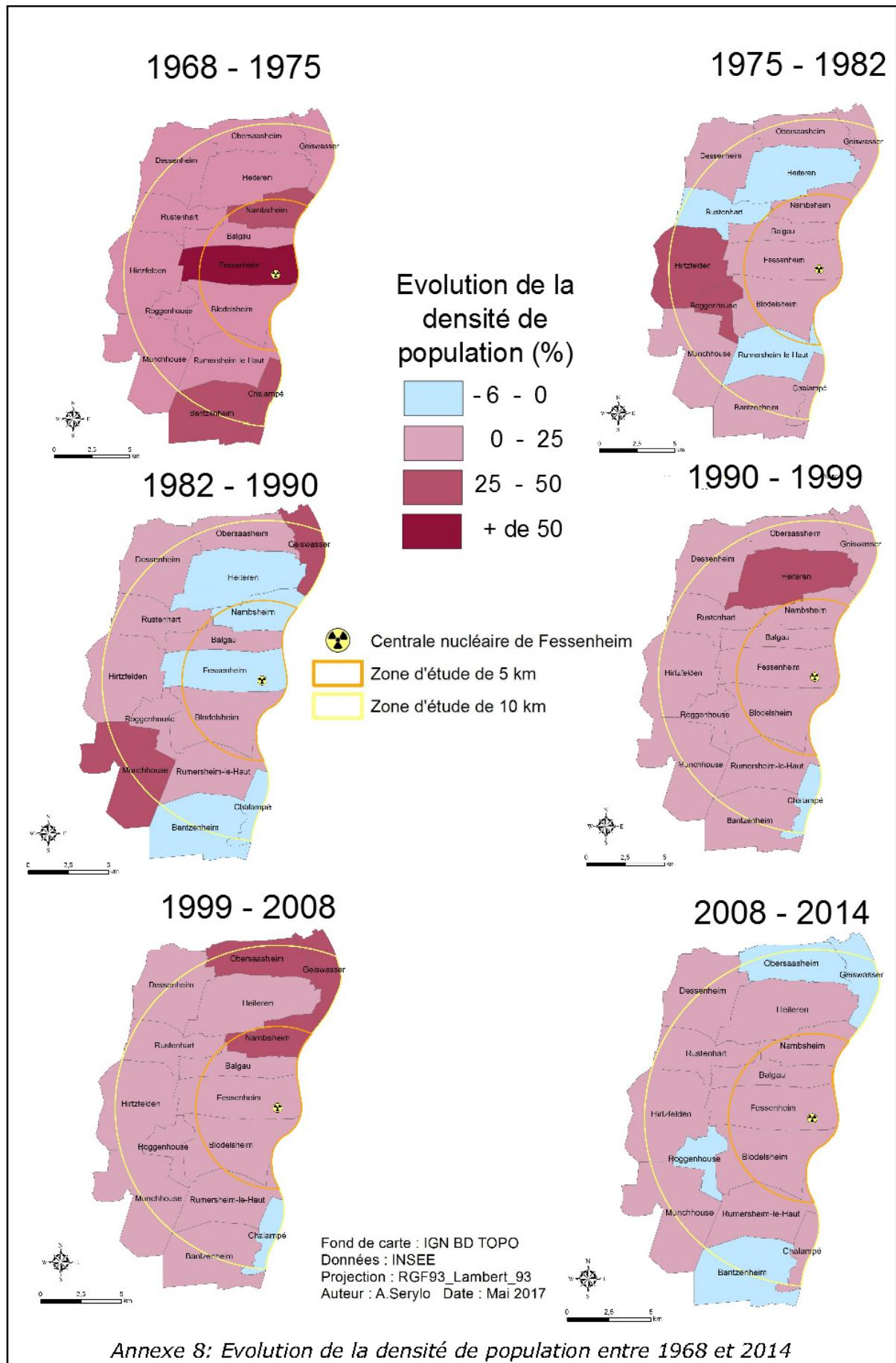
Annexe 6: Taux d'occupation des surfaces communales par des surfaces agricoles en 2014



Annexe 5: Equipements classés par catégories

Nom commune	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2014
Rustenhart	48,33	48,49	48,33	54,75	62,49	65,94	67,92
Blodelsheim	47,87	54,96	58,52	64,39	68,83	80,26	88,66
Balgau	44,36	51,21	57,21	66,27	74,60	92,51	100,52
Nambshiem	25,92	34,06	34,36	34,26	40,31	56,99	59,77
Hirtzfelden	25,32	25,41	33,57	38,41	44,44	50,42	54,77
Fessenheim	48,26	89,03	107,83	107,72	112,95	122,42	127,06
Munchhouse	33,98	37,51	38,92	50,51	59,35	66,42	66,54
Dessenheim	39,58	42,77	43,45	48,59	54,97	63,77	69,16
Geiswasser	19,59	20,70	21,44	27,48	31,67	41,16	39,68
Heiteren	23,59	25,78	25,60	24,13	35,01	39,96	46,56
Obersaasheim	39,15	42,33	50,62	54,73	62,56	79,85	79,23
Roggenhouse	31,09	35,03	48,08	57,17	60,06	73,71	71,28
Chalampé	124,54	180,90	214,26	209,50	200,17	188,98	199,13

Annexe 7: Evolution de la densité des communes autour de Fessenheim de 1968 à 2014 (Source : INSEE)



Annexe 8: Evolution de la densité de population entre 1968 et 2014

Résumé

Les centrales nucléaires de production d'électricité existent depuis les années 1970 en France. La centrale de Fessenheim fut la première construite.

La littérature nous apprend toutefois que toute industrie modifie son site d'implantation ainsi que les territoires qui l'entourent, aussi bien au niveau environnemental qu'au niveau sociétal et culturel.

Ainsi, il s'agira dans ce mémoire de présenter le lieu d'étude mais également, à partir d'un état initial considéré comme précédent la construction de la centrale, de tenter d'en étudier des dynamiques, montrant de ce fait l'impact que l'implantation de la centrale nucléaire de Fessenheim a eu sur son environnement.

Mots-clés : centrales nucléaires, dynamiques, environnement

Abstract

Nuclear power stations exist for almost fifty years. They were built to make France self-sufficient in electricity power. The Fessenheim nuclear power station was the first one to be built.

However, every industry alters its location and territories around it. It modifies the environment, human societies and human culture.

Consequently, this work aims to present the Fessenheim nuclear power station and its territory and the evolution happened in the territory because of the building of the nuclear power station.

Keywords : nuclear power station, evolution, environment