



UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

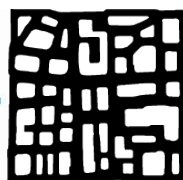


Image
Ville
Environnement

Burguin Ronan

M2 Géographie Environnementale

Faculté de Géographie et d'Aménagement, Université de Strasbourg, France

Soutenu publiquement le 25 juin 2018

Etablissement d'une base de données historique et géolocalisée du secteur de Kembs à Marckolsheim

Approche géohistorique du Grand Canal d'Alsace

Membres du jury :

- BADARIOTTI Dominique – Professeur – Laboratoire Image Ville Environnement
- SCHWARTZ Dominique – Professeur – Faculté de Géographie
- PUISSANT Anne – Maître de conférences HDR – Laboratoire Image Ville Environnement

Etablissement d'une base de données historique et géolocalisée du secteur de Kembs à Marckolsheim

Approche géohistorique du Grand Canal d'Alsace

Remerciements

Je tiens à remercier mes directeurs de stage, monsieur Dominique Badariotti et Laurent Schmitt, pour leur encadrement et leur aide pour rédiger ce mémoire.

Je remercie également tous les chercheurs et chercheuses du laboratoire qui m'ont également aidé à la réalisation de ce mémoire.

Je remercie tous mes ami(e)s de la faculté et en dehors pour leur soutien, leur aide, leur bonne humeur, qui par leur présence m'ont permis de croire en moi et en la réussite de mes études.

Je remercie tout particulièrement Quentin, par sa connaissance incroyable en SIG, qui m'a permis de réaliser des traitements et d'avancer dans mon travail.

Je remercie aussi ma famille, qui ont su m'écouter et s'intéresser à mon travail.

Liste des abréviations

CLC : Corine Land Cover

CSP : Catégorie Socio-Professionnelle

GCA : Grand Canal d'Alsace

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

INSEE : Institut Nationale de la Statistique et des Etudes Economiques

OCS : Occupation du sol

SIG : Système d'Information Géographique

Liste des figures

Figure 1 : Coupe géologique O-E du fossé rhénan (Source : lithotheque.site.ac-strasbourg.fr)

Figure 2 : Carte de notre zone d'étude (Source : interreg-rhin-sup.eu)

Figure 3 : Carte du Rhin en 1838 au niveau de la commune de Geiswasser

Figure 4 : Vu de la barre d'Istein (Source : <http://castorsrando.canalblog.com>)

Figure 5 : Déroulement de la rectification du Rhin près d'Istein (Les travaux ont commencé en 1850 et ont été terminés en 1876 dans ce secteur. Tiré de Honsell (1885).

Figure 6 : Profil en long diachronique du Rhin de Bâle à Maxau à trois stades différents de l'évolution post-würmienne et contemporaine du lit du fleuve (Source : L.Schmitt)

Figure 7 : Plan du bief d'Ottmarsheim (Source : Electricité de France, 1950)

Figure 8 : Vue transversale de l'usine de Kembs (Source : Electricité de France, 1970)

Figure 9 : Profil en long des équipements du Rhin de Kembs à Vogelgrun (Source : Electricité de France, 1970)

Figure 10 : Progression de la construction du GCA (Tiré de Arnaud, 2012)

Figure 11 : Images aériennes de 1970

Figure 12 : Orthophotographie de 1951

Figure 13 : Photos aériennes de 1970 issu du SIG

Figure 14 : Occupation du sol en 1990

Figure 15 : Occupation du sol en 2011

Figure 16 : Evolution de l'occupation du sol de 1951 à 2011

Figure 17 : Evolution de l'occupation du sol de 1951 à 2011 (2)

Figure 18 : Cartographie du réseau routier en 1951

Figure 19 : Cartographie du réseau routier en 2017

Figure 20 : Données sur l'éducation en 1968

Figure 21 : Données sur l'éducation en 1968 (2)

Figure 22 : Données sur l'éducation en 2014

Figure 23 : Données sur l'éducation en 2014 (2)

Figure 24 : Catégorie socio-professionnelle en 1968

Figure 25 : Catégorie socio-professionnelle en 2014

Figure 26 : Données sur la population en 1968

Figure 27 : Données sur la population en 2014

Figure 28 : Données sur les logements en 1968

Figure 29 : Données sur les logements en 2014

Figure 30 : Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux

Figure 31 : Evolution de l'occupation du sol entre 1951 et 2011

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des différents biefs

Tableau 2 : Caractéristiques des différentes écluses

Tableau 3 : Attribution des différentes valeurs

Tableau 4 : Changement de classe des différentes surfaces

Tableau 5 : Classification des risques d'infiltrations de 1 (risque faible) à 3 (risque élevé)

Tableau 6 : Largeur des paléo-chenaux

Sommaire

Table des matières

Remerciements	5
Liste des abréviations	6
Introduction	12
1. Cadre de l'étude.....	13
1.1 Zone d'étude	13
1.2 Problématique et objectifs	16
1 Etat de l'art.....	17
2.1. L'aménagement du Rhin jusqu'au XXème siècle	17
2.1.1. Le Rhin sauvage.....	17
2.1.2. La correction du Rhin.....	20
2.1.2. La régularisation du Rhin	23
2.2. Le grand canal d'Alsace	25
2.2.1 Début du projet.....	26
2.2.2 Construction du bief de Kembs (1932).....	28
2.2.3 Années 1950 : La poursuite des travaux (Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrun et Marckolsheim)	29
2 Etude de la dynamique d'un paysage	34
3.1 Les données utilisées et collectées	34
3.1.2 Données sur l'occupation du sol	35
3.1.2 Données sur la démographie et les sociétés humaines.....	36
3.1.3 Choix des dates	37
3.2 Créations de données	38
3.2.1 Géoréférencement.....	38
3.2.2 Digitalisation	38
3.3 Calcul des indicateurs	39
3.3.1 Indicateurs sur l'occupation du sol.....	39
3.3.2 Indicateurs socio-économiques.....	39
3.4 Cartographie de l'évolution de l'occupation du sol	40
3.4.1 Cartographie de l'occupation du sol	40
3.4.2 Cartographie de l'évolution d'occupation du sol	45

3.5 Cartographie des données socio-économiques.....	48
3.5.1 Cartographie de l'évolution du réseau routier	48
3.5.2 Cartographie de la population active et du niveau d'étude.....	51
3.5.3 Cartographie de l'évolution de la population.....	57
3.5.4 Cartographie de l'évolution du nombre de logements.....	59
3.6 Cartographie des écoulements d'eaux dans le GCA	61
3.6.1 Méthodologie mis en place	61
3.6.2 Cartographie des écoulements d'eaux du GCA vers le vieux Rhin.....	63
4. Résultats et interprétation	65
4.1 Analyse historique de l'occupation du sol.....	65
4.2 Analyse historique des impacts socio-économiques.....	67
4.3 Analyse des relations entre le GCA et les paléo-chenaux.....	69
4.4 Interprétation globale des résultats.....	69
4.5 Discussion autour des limites de notre zone d'étude et des données disponibles.....	70
Conclusion	72
Bibliographie.....	74
Annexes	78

Introduction

La présente étude vise à entreprendre une meilleure compréhension de l'impact du grand Canal d'Alsace sur son territoire. Il faut bien comprendre que ce canal a été entrepris par l'homme et est donc entièrement une construction anthropique qui a radicalement changé la physionomie du paysage et des écoulements d'eaux dans la zone.

Cette étude a pu se faire grâce au projet « Juxta Rhenum ». Son objectif principal est de comprendre comment l'implantation de la centrale nucléaire de Fessenheim a transformé l'écosystème local tant d'un point de vue socio-économique qu'environnemental. Juxta Rhenum est en lien avec le projet OHM (Observatoires Hommes-Milieus) qui est développé par le CNRS dont son but est d'étudier les modifications des équilibres socio écologiques par l'irruption d'un évènement majeur d'origine anthropique. Pour notre cas d'étude, il s'agit d'anticiper et de réfléchir aux évolutions entraînées par la fermeture de Fessenheim afin d'analyser les différents scénarii de transition énergétique dans la région du Rhin Supérieur. Mon mémoire est en lien avec d'autres étudiants venus de toute discipline (géographie, génie de l'eau, Géophysique, chimie, droit, informatique) qui étudie notamment l'impact du grand canal d'alsace sur son territoire, et notamment la pollution de ses eaux.

Ce mémoire vise à apporter les connaissances sur l'évolution de l'occupation du sol en l'espace de 60 ans, ainsi qu'une analyse socio-économique et des relations entre le grand canal d'Alsace et le vieux Rhin.

1. Cadre de l'étude

1.1 Zone d'étude

La zone d'étude en question se situe dans le département du Haut-Rhin en région Alsace. C'est un tronçon de 52km, entre Marckolsheim et Kembs, appelé le Grand Canal d'Alsace (d'où nous emploierons le terme de GCA pour faire plus simple).

La région Alsace offre une diversité de paysages où voisinent le massif des Vosges, les collines sous-vosgiennes, la plaine rhénane et le Jura alsacien. Le fossé rhénan appartient à une dépression large de 35 à 45 km, qui s'étend sur près de 300 km de Bâle jusqu'à Mayence. Dans notre cas, nous nous intéresserons à la partie ouest du fossé rhénan qui constitue la plaine d'Alsace. Cette plaine s'est formée à l'ère tertiaire lors de l'effondrement du fossé rhénan et le soulèvement des massifs des Vosges et de la Forêt-Noire. Ce fossé a été envahi par période par la mer, il a été comblé seulement à l'Oligocène par une série de marnes et d'argiles imperméables. (Risler, Schäfer, 2006). Par la suite, les rivières issues des deux massifs ont fini par combler le fossé car le Rhin s'écoulait alors vers la méditerranée. En réalité, le Rhin s'écoule dans cette zone depuis le quaternaire.

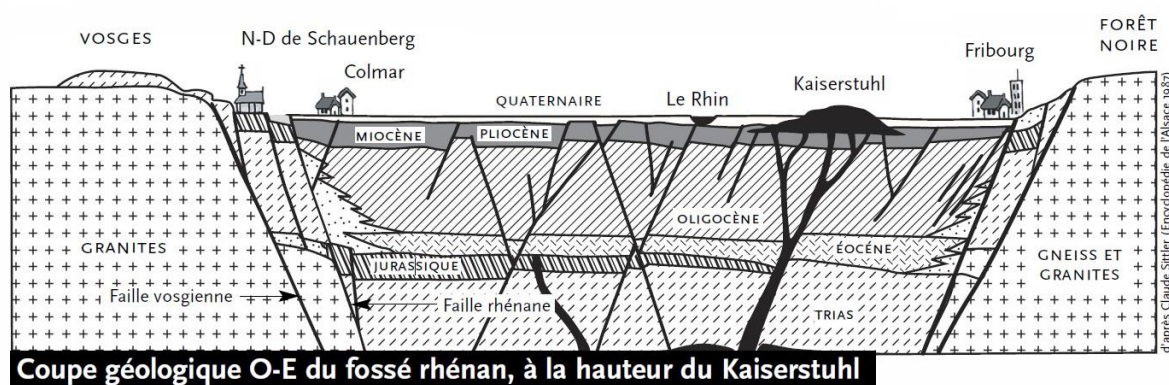


Figure 1 : Coupe géologique O-E du fossé rhénan (Source : lithotheque.site.ac-strasbourg.fr)

Le territoire du Rhin supérieur occupe une superficie de 21 518km². Il se situe à la frontière entre l'Allemagne, la suisse et la France. Ce fleuve est un axe de transport majeur en Europe, à cause de sa situation géographique qui le fait traverser 5 différents pays. Il prend sa source au Mont Gothard en Suisse (Electricité de France,

1970). Son bassin versant à une superficie de 160 000 km², une longueur de 1233 km et se jette dans la mer du nord. Le Rhin a environ 550 glaciers et 1200 lacs qui assurent à son débit une bonne régularité. En effet, ses étiages les plus sévères sont de 350m³/s, sa plus grande crue contemporaine de 5700 m³/s. Et son débit moyen avoisine 1020m³/s. Cette stabilité des débits a fait du Rhin une voie privilégiée de transport et d'échanges (Electricité de France, 1970). Il a un régime typiquement « alpin », qui se caractérise par un étiage en janvier-février, et de hautes eaux en juin-juillet.



Figure 2 : Carte de notre zone d'étude (Source : interreg-rhin-sup.eu)

Le profil en long du Rhin fait apparaître les différences de pente importantes montrant les différences importantes entre le Rhin alpin et les secteurs à l'aval (Emmenegger, 1978). En effet, des traits morphologiques comme le lac Constance, le massif schisteux rhénan ou la présence d'une barre rocheuse limitent à chaque fois vers l'amont l'érosion causée par la recherche du profil d'équilibre (Emmenegger, 1978). La première section du Rhin présente une pente plus forte (environ 1‰) car le cours du Rhin, en raison de la diminution de la pente, a formé un cône de déjection. Puis, entre Marckolsheim et Strasbourg, la pente diminue à une moyenne de 0,8‰ (Johnstone, 2010).

Ce canal a été construit, en parallèle au Rhin, pour permettre la production d'énergie électrique et améliorer la navigation car les bateaux ne pouvaient plus remonter jusqu'à Bâle. Plusieurs facteurs ont conduit à la construction de cet ouvrage, tout d'abord la configuration géographique de la région. Le Rhin fait figure de frontière naturelle entre l'Allemagne et la France. Pour des raisons politiques, historiques et économiques, trois phases d'aménagement ont eu lieu sur ce fleuve : la correction du fleuve, la régularisation du lit mineur et enfin la construction du GCA.

La construction de cet imposant ouvrage, qui a fait la fierté de la France car il est plus large que le canal de Suez, a considérablement modifié la morphologie et l'hydrologie de la zone. En effet, l'aménagement du Rhin dans un chenal unique a entraîné une incision de ce dernier, qui a ensuite provoqué un abaissement de la nappe phréatique alsacienne et impacté tout le réseau hydrographique de notre zone d'étude notamment.

Cette étude se concentre sur une zone s'étendant de Marckolsheim au nord, Kembs au sud, le Rhin à l'est et la forêt domaniale de la Hardt à l'ouest. Cette zone est appelée la Hardt qui relève des caractéristiques paysagères : tout d'abord c'est l'absence de relief où on trouve un sol séchant où les galets abondent. C'est une région essentiellement agricole qui offre donc un paysage plat, ouvert et dominé par les grandes cultures. Cette région a fortement bénéficié de l'arrivée du GCA et a su retrouver un second souffle grâce à l'arrivée de la canalisation. La correction du Rhin aurait fait baisser le niveau de la nappe et appauvri les terres et la canalisation a permis d'irriguer les terres. La zone s'étire sur plusieurs kilomètres mais reste peu large. Les villages présents sont orientés suivant les voies de communication, elles s'étendent en étoile ou en ramification arborescente et sont séparés de quelques kilomètres seulement (Bonneaud, 2017).

La réalisation de ces aménagements hydroélectriques permet à l'économie alsacienne de tirer profit du Rhin (Ritter, 1957). Le GCA a permis à une région déshéritée et en déclin, de se redresser. En effet, la région était soumise à des récoltes irrégulières. L'attraction de Mulhouse et des autres villes (Colmar, Saint-Louis) ont entraîné un vieillissement de la population (Ritter, 1957). La mise en service du bief d'Ottmarsheim a transformé le réseau d'irrigation par une prise d'eau construite en amont de l'usine et qui affecte 21m³/s d'eau supplémentaires au canal de la Hardt. Mais c'est surtout

l'industrialisation, par l'arrivée de la société Rhône-Poulenc en 1955 qui a redonné vie à la Hardt. Elle a profité de la disponibilité importante en énergie et de la navigation rhénane afin d'acquérir des hectares sur la commune de Chalampé. Puis une zone industrielle d'une centaine d'hectares s'est progressivement installée à Ottmarsheim et Chalampé (Ritter, 1957). Il doit permettre de remédier au chômage qui sévit dans la région.

1.2 Problématique et objectifs

La problématique de l'étude sera la suivante : Comment et de quelle manière le grand canal d'Alsace a-t-il contribué à modifier l'occupation du sol ?

Pour répondre à cette problématique, plusieurs objectifs ont été fixés :

- Cartographier l'évolution de l'occupation avant et après la construction du GCA entre Kembs et Marckolsheim

L'idée est de mieux comprendre comment à évoluer l'occupation du sol sur notre zone. On sait que le GCA a modifié les paysages sur son tracé, et a également permis d'offrir de nouvelles opportunités à toute une région.

- Réaliser une étude socio-économique

A partir des données obtenues sur l'INSEE, il est important de voir l'évolution de la population à proximité et à plus longue distance du GCA. L'idée est de faire une analyse sur toute une zone géographique bien précise.

- Cartographier les croisements des paléo-chenaux de 1838 avec la GCA afin de montrer les zones d'apport privilégié vers le vieux Rhin

Dans le cadre du projet juxta Rhenum, il est important de cartographier les paléo-chenaux juste avant les premiers travaux d'aménagements du Rhin et le tracé du GCA. En effet, ceux-ci seraient des voies privilégiées d'apport en eau du GCA vers le vieux-Rhin et constitueraient un enjeu en termes de compréhension d'échanges de polluants.

1 Etat de l'art

2.1. L'aménagement du Rhin jusqu'au XXème siècle

Au cours des deux derniers siècles, le lit du Rhin a été particulièrement modifié. La transformation d'un lit sauvage en un lit canalisé a été accomplie en plusieurs phases répondant à une série d'objectifs évolutifs. Il a donc connu de nombreux changements de sa morphologie. Ces principaux changements concernent tous les travaux de correction du fleuve, la régularisation du fleuve, et de la canalisation. Ces aménagements ont eu des impacts géomorphologiques et hydro-géomorphologique considérable (Maire, 1996).

2.1.1. Le Rhin sauvage

Au début du XIXème siècle, la relation entre les sociétés humaines et la nature restait très déséquilibré « en faveur » de la nature. Le Rhin présentait une forte mobilité latérale et ils étaient compliqués de s'implanter durablement pour les villages le long de son cours (Decoville-Faller, 1968). Il s'étendait sur une largeur de plusieurs kilomètres, il s'agissait d'un lit à « chenaux multiples, tressés. Ces chenaux étaient encombrés de bancs alluviaux vifs, sableux et caillouteux, d'îles végétalisés et de hauts fonds, gênant la navigation » (Maire, 1996). Tout cet ensemble étaient très mobile, et chaque crue faisaient varier le talweg du fleuve de telle façon qu'on n'arrivait pas à se repérer. Les bras morts laissés par la décrue étaient propices à l'insalubrité et de nombreuses maladies (paludisme). Ainsi il était très difficile, dans ces conditions, d'envisager de quelconques constructions et de délimiter la frontière entre l'Alsace et le Grand-Duché de Bade (Arnaud, 2012). Les inondations empêchaient les habitants de s'installer au bord du fleuve, et une crue cinquantennale venaient envahir toute la plaine rhénane (Maire, 1996). Les populations tentaient de réparer et prévenir, à travers des levées de terre ou de diguettes, mais toutes leurs interventions restaient finalement quasiment inefficaces et étaient emportées à chaque crue (Decoville-Faller, 1968). Dans la région de la Hardt, les points les plus vulnérables se trouvaient à Geiwasser et Biesheim. A Geiswasser (Figure 1), le talweg du Rhin se tenait au pied du village. Ce n'est qu'à la suite d'une forte crue en 1833 que celui-ci bougea de

position, les habitants tentèrent de fermer définitivement l'ancien bras abandonné mais en 1838 les eaux submergèrent l'ouvrage et détruisirent des habitations (Decoville-Faller, 1968). Pour autant de nombreux projets virent le jour, d'abord côté français avec le général d'Arçon en 1789, qui proposait de fixer un tracé naturel. Puis le colonel badois Tulla qui proposa un tracé peu sinueux pour provoquer une incision et réduire les débordements. Et c'est ce dernier projet qui fut approuvé par la convention du 5 avril 1840 entre la France et le Grand-Duché de Bade (Arnaud, 2012).

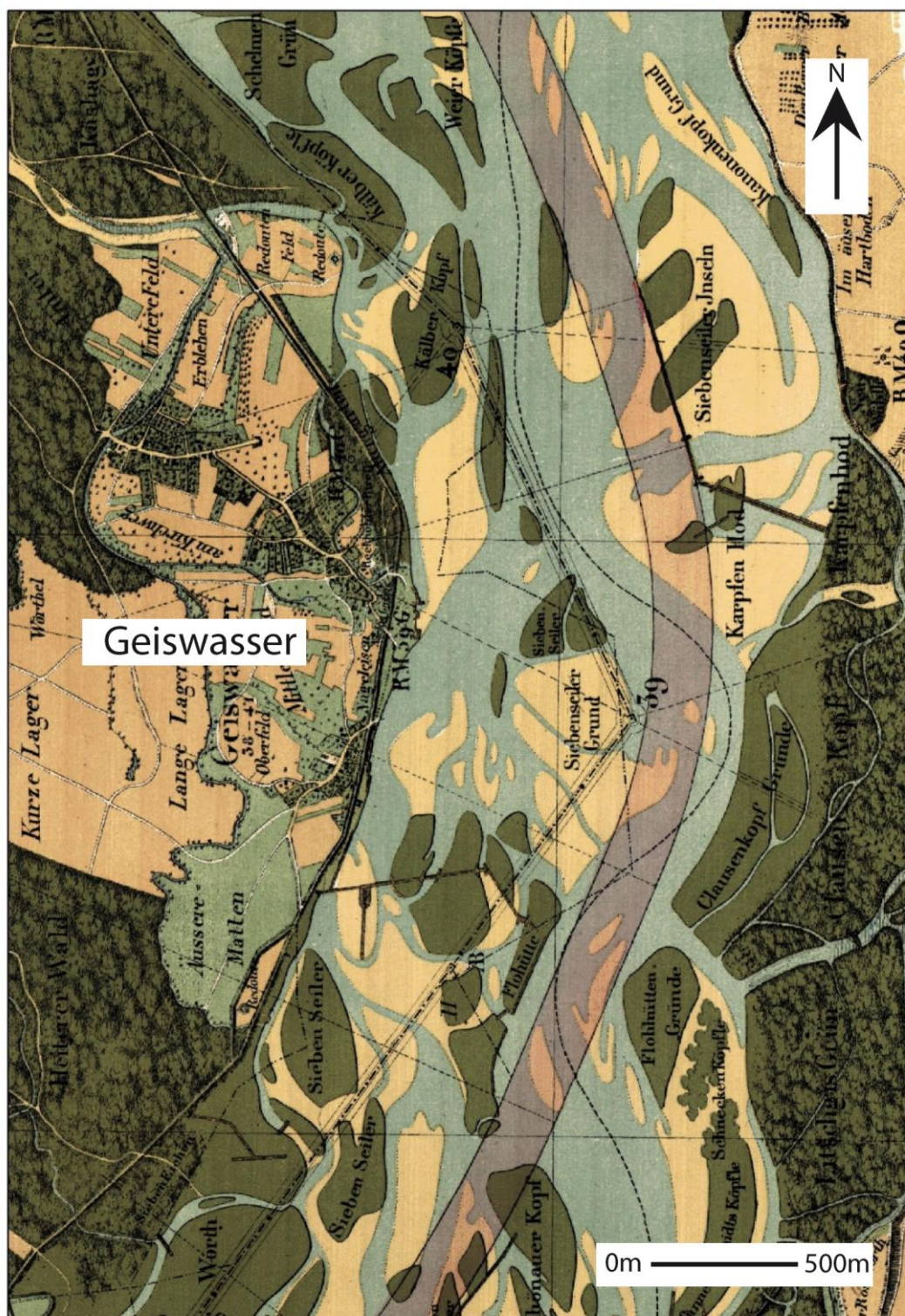


Figure 3 : Carte du Rhin en 1838 au niveau de la commune de Geiswasser

Sur cette carte (Figure 3), on peut voir que le talweg du Rhin se trouve proche de la commune de Geiswasser. A chaque inondation, Les digues construites étaient emportées par le courant.

2.1.2. La correction du Rhin

Au moment des crues, la surface d'inondation était considérable, et protéger les hommes était une priorité. De plus, les crues ainsi que l'érosion latéral, faisaient varier perpétuellement la morphologie du fleuve et sa géographie. Le but étant alors de contenir le Rhin dans un lit moyen capable de procurer un mouillage suffisant à la navigation, et en même temps de contenir les plus grandes crues. On envisageait dès lors d'utiliser la force du fleuve afin que « l'activité industrielle du Haut-Rhin puisse se développer » (Decoville-Faller, 1968). C'est à l'issue de travaux effectués de 1842 à 1876, que la « correction du Rhin aboutissait à un chenal unique, de tracé linéaire, compris entre des berges distantes de 200 à 250 mètres » (Maire, 1996). Ce lit était dimensionné pour un débit de $2000\text{m}^3/\text{s}$, les ouvrages ont été construits en fascines remplies de pierres, recouvertes par des enrochements mais ceux-ci ont évolué au cours des travaux et certaines ont dû être renforcées après des grandes crues (Johnstone, 2010). Le premier avantage a été la régression des inondations, en effet le Rhin creusa son lit et à mesure qu'il s'est enfoncé, les inondations diminuèrent d'ampleur (Decoville-Faller, 1968). Cela entraîna alors deux effets positifs :

- Permettre l'extension des terroirs agricoles, des secteurs autrefois inondés et laissés à la forêt furent convertis en prés et en parcelles cultivés.
- L'amélioration et le développement de voies navigables. Les bateaux bénéficièrent d'un niveau d'eau à peu près constant en toutes saisons et d'une plus grande sécurité. Ils pouvaient ainsi remonter jusqu'à Bâle (Decoville-Faller, 1968).

Au terme de la correction, le Rhin fut raccourci de 32km entre Bâle et Lauterbourg, soit 14% de son cours (Arnaud, 2012). Mais l'endiguement du fleuve entraîna un effet pervers, la concentration des eaux dans un chenal unique augmenta considérablement la force du courant et provoqua une violente reprise d'incision (Maire, 1996). On avait cherché à produire un approfondissement du fleuve mais celui-ci fut plus considérable que Tulla ne l'avait prévu. Il en résulta un « basculement » du profil en long du lit fluvial, avec un enfoncement marqué de sa partie supérieure, entre Bâle et Neuf-Brisach. L'érosion du lit entre Bâle où la pente du fleuve est de 1‰ et Strasbourg où elle est encore de 0,6‰ fut importante, excepté dans les environs de Rhinau (Junnod, 1996). En 80 ans, le fond du fleuve s'est abaissé de 3 mètres à Geiswasser et de 1,50 mètres à Biesheim (Decoville-Faller, 1968). Dès 1868, la

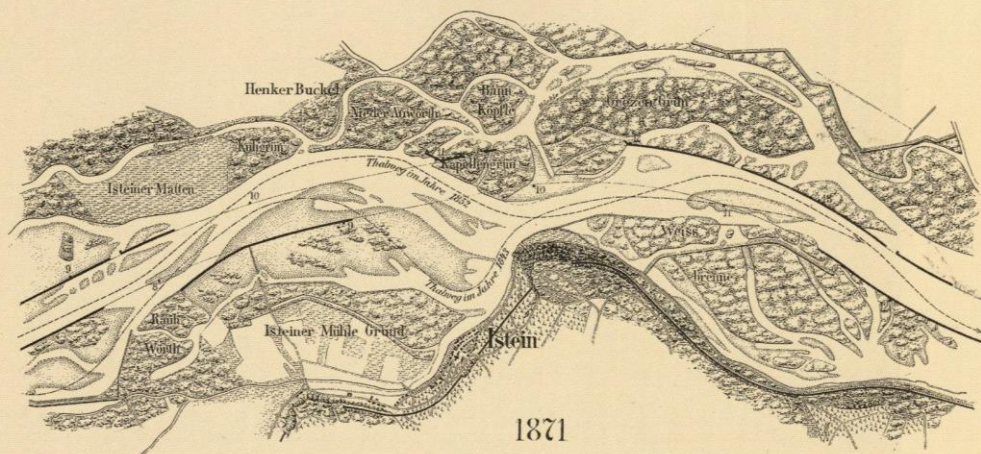
remontée du fleuve devint en effet très difficile en amont de Neuf-Brisach, la vitesse du fleuve était devenue trop importante. Et au fur et à mesure de son creusement, de grandes masses de gravier furent ainsi remises en mouvement, ceci eut un nouvel effet négatif sur la navigation. L'érosion du lit à l'aval immédiat de Bâle, découvrait la barre rocheuse d'Istein, ce qui coupait tout accès au port suisse (Maire, 1996). Ces conséquences néfastes entraînèrent alors un nouveau projet dans le but d'améliorer la navigation sur le Rhin.



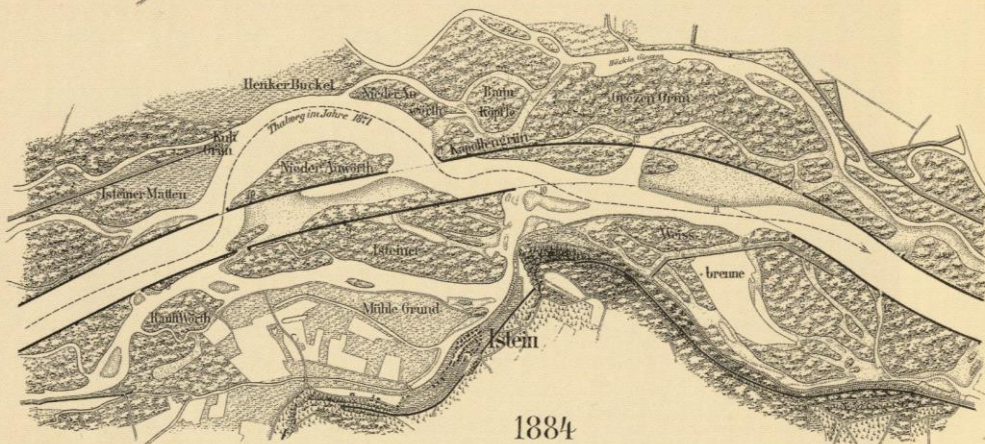
Figure 4 : Photo de la barre d'Istein (Source : <http://castorsrando.canalblog.com>)

RHEIN-KORREKTION BEI ISTEIN

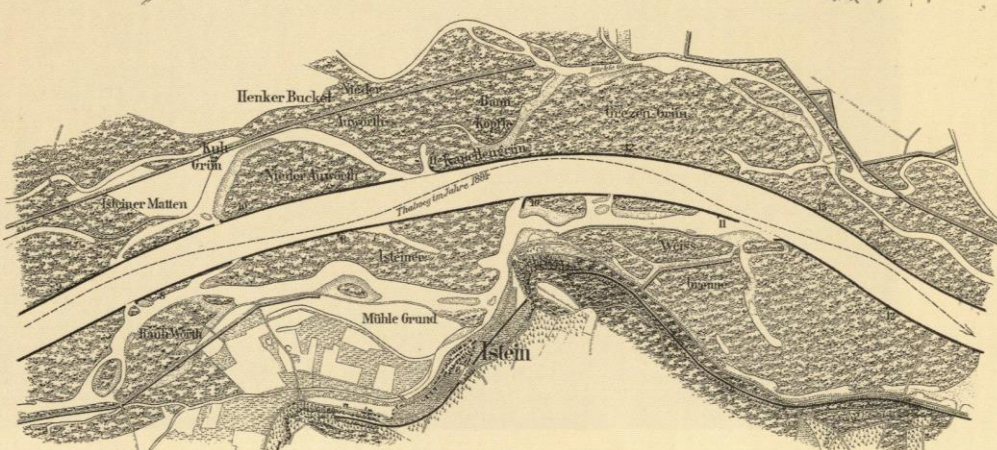
1843-1852



1871



1884



Maßstab = 1:25000

0 500 1000 1500 2000 2500 Meter

Figure 5 : Déroulement de la rectification du Rhin près d'Istein. Les travaux ont commencé en 1850 et ont été terminés en 1876 dans ce secteur. Tiré de Honsell (1885).

Sur cette carte (Figure 4), on voit l'effet des différents aménagements réalisés au cours du temps. On est passé d'un fleuve sauvage à un chenal unique en l'espace de 40 ans. On a un appauvrissement du réseau hydrographique

2.1.2. La régularisation du Rhin

En 1900, la situation était catastrophique pour la navigation. L'ingénieur français Henri Girardon proposa alors de construire des épis perpendiculaires aux berges afin de délimiter un chenal de navigation. (Junnod, 1996). La construction de ceux-ci commença en 1907 à l'aval de Strasbourg, le talweg fut ainsi allongé et un auto curage l'entretenait naturellement. Après 1918, l'idée d'une régularisation du Rhin s'imposa. Son unique objectif était l'amélioration des conditions de navigation. Deux thèses s'affrontèrent : l'aménagement du Rhin lui-même, ou la construction d'un canal latéral (Antoine, 1922 cité par Arnaud, 2012). Cette dernière option fut finalement choisie.

La première thèse a pour but la transformation du chenal d'étiage, très instable et sinueux au sein du lit mineur de 200m, en un chenal de navigation bien fixé, de moindre largeur et de tracé régulier, fait d'amples courbures alternées (Maire, 1996). L'idée est de construire un chenal d'étiage d'au moins 75m de large, 2m de profondeur et navigable au moins 318 jours par an (Arnaud, 2012). La construction d'épis transversaux au fond du lit devait empêcher l'érosion du lit. Les résultats furent dans un premier temps notable : A Geiswasser, l'érosion passa de 13 cm par an entre 1925 et 1930 à 2,7 cm par an entre 1935 et 1950 (Decoville-Faller, 1968). Il améliora le trafic fluvial jusqu'à Bâle mais pendant peu de temps car ceci s'avérait inefficace au bout de quelques décennies et l'incision reprit de plus bel (Arnaud, 2012).

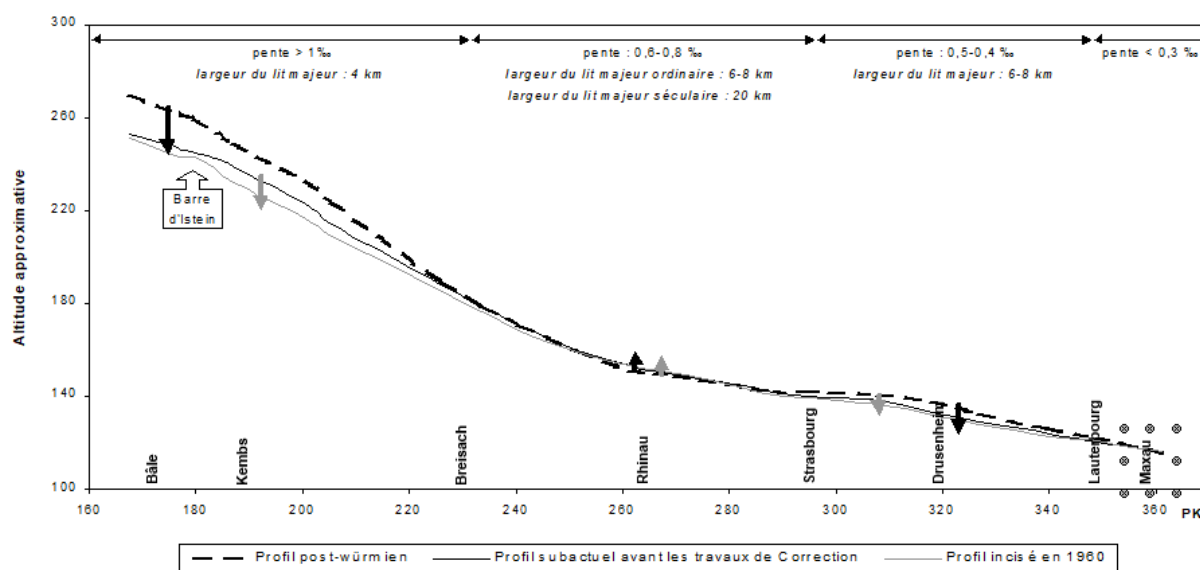


Figure 6 : Profil en long diachronique du Rhin de Bâle à Maxau à trois stades différents de l'évolution post-würmienne et contemporaine du lit du fleuve (Source : L.Schmitt)

Sur la figure 5, on peut voir l'évolution de l'incision du Rhin, notamment en amont de Rhinau. Cette incision est la conséquence des travaux d'aménagement.

La nappe phréatique s'est également affaissée du fait de l'enfoncement du fleuve. Cet affaissement serait la cause de la mauvaise situation de l'agriculture de la Hardt, mais cette situation est discutable car la nappe était déjà hors de portée dans certaines zones de la Hardt et donc elle n'était pas susceptible d'influencer la terre arable (Decoville-Faller, 1968). L'idée de remédier à cette sécheresse par l'irrigation est ancienne. Avant 1900, l'Etat d'Alsace-Lorraine fit construire à ses frais le canal de la Hardt. Les travaux durèrent 22 ans (de 1890 à 1912) et permirent la construction d'environ 40 km de canaux.

Malgré plusieurs décennies de travaux ordonnés par l'administration allemande puis française, l'obstacle de la barre rocheuse d'Istein avait subsisté (Maire, 1996). Celle-ci bloquait donc toujours la navigation mais elle permettait également de bloquer l'érosion verticale qui préservait les quais et les ponts de la cité suisse. La solution d'un bief de contournement fut retenue pour éviter cette barre rocheuse. Cette idée offrait un dessein novateur de production énergétique formé par les industriels mulhousiens dès 1902 (Maire, 1996). C'est en 1928 que débuta une troisième phase d'aménagement du Rhin : la canalisation.

2.2. Le grand canal d'Alsace

Après la première guerre mondiale qui a vu la France victorieuse, le traité de Versailles lui confère le droit exclusif d'aménager le Rhin entre Bâle et Lauterbourg. C'est à partir de 1928 que commencèrent les premiers travaux. Cet aménagement a un double rôle : il ouvre une grande voie navigable et c'est une source considérable d'énergie électrique. 8 usines seront construites dont 4 sur le grand canal. Ces usines sont assorties d'une écluse à deux sas qui rétablit la voie de navigation. Les écluses totalisent une hauteur de 105 mètres franchis à la vitesse de 3m/mn dans les petits sas et 1,50m/mn dans les grands, sauf à Kembs où les vitesses sont de 1,20m/mn et 1,10m/mn. (Electricité de France, 1970). En année moyenne, la production totale d'énergie des 8 centrales sera voisine de 7 milliards de kWh, dont 42% en hiver (d'octobre à mars) et 58% en été (d'avril à septembre) (Electricité de France, 1950). Le grand canal d'alsace, entre Kembs et Volgelgrun, se subdivise en quatre biefs consécutifs, et sont construits suivant le même schéma type (Electricité de France, 1950) :

- un canal d'amenée à section trapézoïdale. Sa longueur est de 10 à 14 km suivant les biefs, sa profondeur de 9 à 9,4 mètres. Sa largeur est de 80 mètres au fond, et de 140m environ au niveau du plan d'eau. Une telle section a été calculée pour permettre le passage du débit maximum avec une vitesse moyenne de l'ordre de 1,20m/s.
- Ensuite, le canal subdivise en deux branches : à l'ouest, le canal de force motrice, long d'environ 1,5 km, qui aboutit à l'usine. A l'est, le canal de navigation d'une longueur de 1 km qui aboutit aux écluses. Et juste à l'aval, les prolongements de ces deux branches se réunissent pour former à nouveau un chenal unique, qui aboutisse au bief suivant.
- Et un canal de drainage est prévu à l'ouest du GCA pour assurer l'écoulement des eaux d'infiltration et éviter un relèvement excessif de la nappe souterraine dans la plaine cultivée. Il est assez large et assez profond pour éviter tout danger (CCNR, 1954).

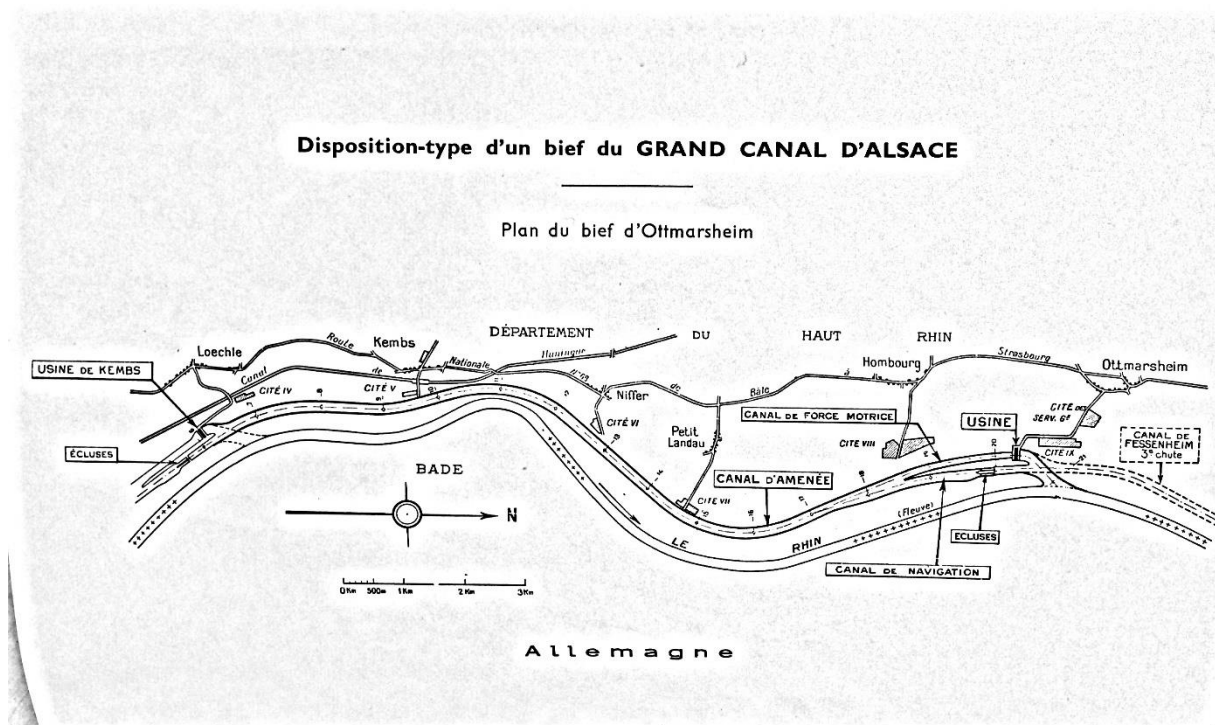


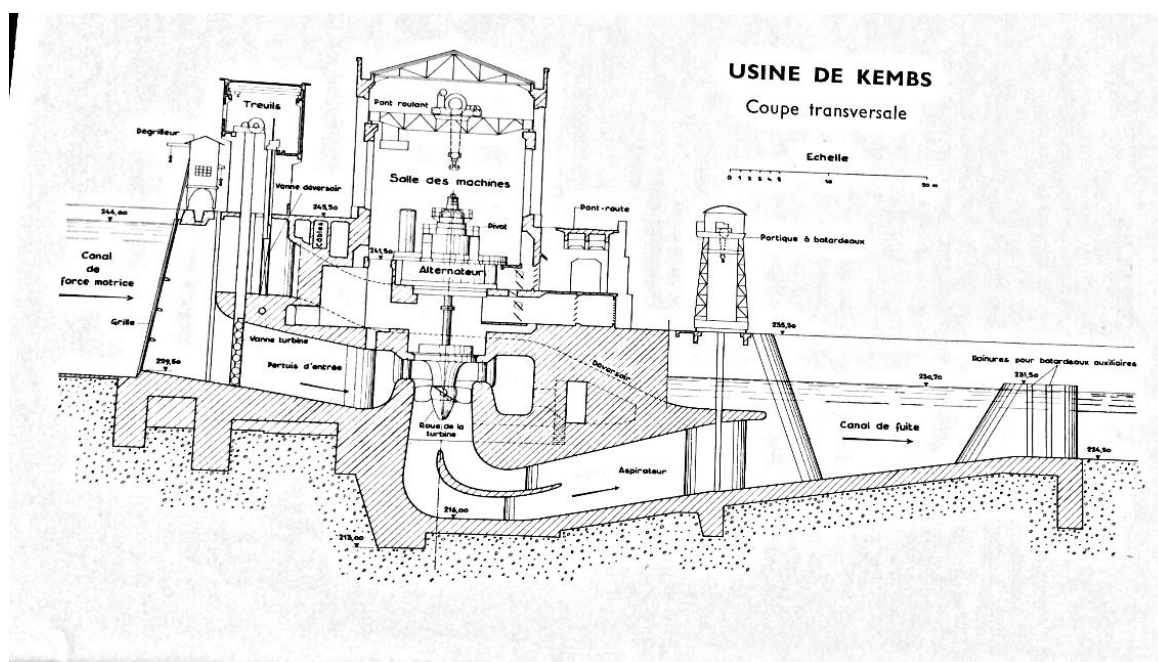
Figure 7 : Plan du bief d'Ottmarsheim (Source : Electricité de France, 1950)

Le Grand Canal d'Alsace (GCA) assure à lui tout seul le trafic fluvial actuel de toute la suisse.

2.2.1 Début du projet

Le Rhin constitue la première voie navigable du monde, uniquement sur sa partie en aval de Strasbourg car en amont c'est une voie médiocre du fait des nombreux aménagements réalisés (Desaunais, 1933). Sa pente y est très forte : de 0.86 à 1.08 au maximum et sa vitesse atteint les 2,77m/s. Ces deux caractéristiques rendaient la navigation délicate, la force du courant contraignait à employer des remorqueurs à aubes de 800 à 1500 CV, mais à faible tirant d'eau à cause de la faible profondeur (2 mètres). La navigation rhénane entre Bâle et Strasbourg était longue et coûteuse, mais aussi incertaines et dangereuse. Il était devenu indispensable d'améliorer cela. En 1906, les suisses parlaient de faire sauter ces rochers mais cela aurait conduits à la formation d'une nouvelle barre rocheuse en amont (Desaunais, 1933). René Koechlin fut le premier à envisager la construction d'un canal latéral au Rhin, il devait établir un projet d'utilisation hydro-électrique du Rhin en 1894 mais malgré de très longues discussions, le projet tomba à l'eau en 1912 à cause de l'opposition du grand-duché

de Bade et du Reich allemand (Desaunais, 1933). La première guerre mondiale survint et la France victorieuse obtint le droit exclusif d'aménager le Rhin, le droit de construire par dérivation des canaux d'irrigation et de navigation (Desaunais, 1933). Ce projet de réalisation d'un canal latéral fut adopté par le conseil supérieur des Travaux publics le 20 décembre 1920, il fut placé sous le régime du Rhin afin d'éviter toute concurrence sur l'énergie électrique et la navigation (Desaunais, 1933). Ce grand canal comporterait une dérivation du Rhin au moyen d'un barrage mobile d'un débit maximum de 850m³. Il comporterait huit biefs avec huit usines à Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrun, Markolsheim, Sundhausen, Gerstheim et Strasbourg (Demangeon, 1928). Les délégués français purent signer l'accord de Strasbourg le 12 juillet 1924 permettant la construction d'un premier tronçon, celui de Kembs. En 1925, la CCNR a autorisé le projet au même moment que le projet de régularisation du Rhin entre Istein et Strasbourg (Johnstone, 2010). C'est sous la loi de mars 1927, qui déclare d'utilité publique et concède à la « Société des Forces motrices du Haut-Rhin » l'aménagement de la chute de Kembs sur le Rhin que ce projet avait été réalisé (Demangeon, 1933). Au niveau de Kembs, la majeure partie des eaux était dérivée dans un canal latéral continu, dénommé grand canal d'Alsace et sur lequel devait être implanté des centrales hydrauliques, et dont chacune d'elles étaient associée à des biefs et écluses de navigation. En attendant sa construction, la plus grande partie du trafic du port de Bâle passait par le canal du Rhône au Rhin et le canal de Huningue. La première usine fut celle de Kembs et entra en service en 1932.



2.2.2 Construction du bief de Kembs (1932)

Dès 1902, René Koechlin présentait un projet pour l'aménagement de la chute de Kembs. Pour réaliser cela, il créa la société des forces motrices du Rhin en 1910 (Junod, 1996). Le bief de Kembs a été inauguré le 9 octobre 1932 par Albert Lebrun après des travaux considérables : le déplacement de 7 millions de m³ de terre, l'emploi de 50 000 m³ de béton et de 25 000 tonnes de métal (Desaunais, 1933). Le barrage a été établi en travers du lit du Rhin à 5,5km en aval de la frontière franco-suisse, il relève le niveau du fleuve d'environ 8m et le remous ainsi créé s'étend jusqu'en amont du port de Bâle (Electricité de France, 1970). Ce barrage comporte 5 passes de 30 mètres de largeur fermées chacune par deux vannes qui permettent d'évacuer des crues de l'ordre de 6000m³/s. Les treuils électriques de manœuvre des vannes sont disposés sur une passerelle couverte, à la partie supérieure du barrage. Les écluses de Kembs ont été conçues pour permettre le passage de grands convois, les bateaux actuels atteignent 110 mètres de longueur et les convois en flèche 185 à 187 mètres (Junod, 1996). L'usine fut créée pour recevoir six groupes verticaux « hélice » mais à l'époque seulement cinq furent installés car l'usine était surpuissante par rapport aux besoins en énergie de l'époque (Electricité de France, 1970). Depuis un 6^{ème} groupe « Kaplan » a été installé et une turbine hélice transformée en « Kaplan ». Ils débitent à 8,8kV sur des transformateurs élévateurs 8,8/150kV et 8,8/220kV (Electricité de France, 1970). L'entretien de cet ouvrage est entièrement assuré par Electricité de France et sa mise en eau en 1932 a permis la reprise jusqu'à Bâle du trafic fluvial qui était pratiquement interrompu depuis le début du siècle par le surcreusement du Rhin (Electricité de France, 1970). Il produit 845 millions de kWh par an. Mais en 1940, des destructions militaires ont atteint l'usine, le barrage, le canal et les écluses. Des premières réparations ont eu lieu en septembre 1946 qui lui ont permis de reprendre sa production normale, et sa reconstruction définitive a été achevée en 1949 (Electricité de France, 1950). Chaque centrale est équipée de déchargeurs qui assurent la continuité du débit, afin d'éviter la formation sur le canal d'une onde qui gênerait la navigation, et la réduction de l'énergie produite par les autres usines. A Kembs, il y a 24 passes de décharges (Electricité de France, 1950).

Biefs	Longueur de l'aménagement	Niveau normal de retenue	Hauteur de chute brute maximal
Kembs	6.8km	244.26m	14.36m
Ottmarsheim	14.5km	229.9m	15.5m
Fessenheim	16.8km	214.4m	15.7m
Vogelgrun	14.1km	198.7m	12.3m
Marckolsheim	8.3km	186.4m	13.2m

Tableau 1 : Caractéristiques des différents biefs

Ecluses	Dimensions grand sas	Dimensions petit sas	Profondeur du sas
Kembs	182,9x25m	97.9x25m	20.5m
Ottmarsheim	185x23m	185x12m	23m
Fessenheim	185x23m	185x12m	23m
Vogelgrun	185x23m	185x12m	19.55m
Marckolsheim	185x23m	185x12m	20m

Tableau 2 : Caractéristiques des différentes écluses

2.2.3 Années 1950 : La poursuite des travaux (Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrun et Marckolsheim)

Le tracé du canal a été étudié de manière à réduire autant que possible sa longueur en conservant la faculté de le construire et de l'exploiter successivement bief par bief. Chaque bief était raccordé au Rhin par un canal de fuite provisoire (CCNR, 1954). C'est EDF qui lança en 1948 la construction du second bief d'Ottmarsheim. L'usine est directement située à l'aval de celle de Kembs qui reçoit les eaux turbinées par cette dernière (Electricité de France, 1970). Cette usine a été mis en service à partir de 1952, elle contient quatre groupes Kaplan. L'architecture et la conception des schémas restent semblables à celles de Kembs. Les quatre groupes fournissent sur un jeu de barres 10kV auquel sont raccordés les transformateurs élévateurs qui relient cette usine à 220kV aux postes de Kembs et Fessenheim, ainsi que les transformateurs 10/65kV pour la desserte des besoins locaux (Electricité de France, 1970). Le canal d'Ottmarsheim est aménagé pour un débit de 1 160m³/s et une vitesse maximum de l'eau de 1.20m³/s. Il est long de 14,4 km à section trapézoïdale. Sa largeur au plafond est de 80m. L'usine est entièrement construite sur du gravier. Les terrassements atteignent un total de 10 millions de m³ représentés essentiellement par les déblais du

canal d'amenée et du canal de fuite (17 millions de m³). 670 000 m³ de béton ont été utilisé dont 190 000 m³ pour l'usine, 250 000 m³ pour les écluses et 230 000 m³ pour les revêtements du canal. Pour exécuter les travaux à sec, ils ont dû abaisser la nappe phréatique soit par gravité, soit par pompage, comme pour l'usine de Kembs.

En 1953, l'usine de Fessenheim est la plus puissante de la chaîne grâce à ses 15,50m de hauteur de chute aménagée. Elle a été mise en service en 1956 et ressemble de près à Ottmarsheim. Le canal d'amenée possède une largeur de 80m au plafond, des talus inclinés à 3 :1. La hauteur d'eau maximal est de 8,5 mètres et les berges sont arasés au minimum à 1 mètre au-dessus du plan d'eau maximum. Les talus sont revêtus jusqu'au-dessous du niveau inférieur de la nappe phréatique (Electricité de France, 1970). Les talus du canal d'amenée ont un revêtement en argile ou en béton descendu au minimum jusqu'au niveau de l'eau. Le canal de force motrice à une largeur de 40 mètres au plafond. Le bief de Fessenheim a les mêmes caractéristiques que celui d'Ottmarsheim. Il a nécessité 21 millions de m³ de terrassement et la mise en place de 700 000m³ de béton. Le bief d'Ottmarsheim a été régie par EDF, et celui de Fessenheim par des entreprises privées.

L'usine de Vogelgrun a été mise en service en 1959 et est la première d'une série de trois usines de conception identique (Electricité de France, 1970).

La hauteur de chute est de l'ordre de 14 à 15 mètres pour les 3 premières usines et seulement de 11,60 mètres à Vogelgrun. Au total, la puissance installée sur le Grand Canal d'Alsace est de 552 000 kW pour une production moyenne annuelle de 3,4 milliards de kWh (Junod, 1996).

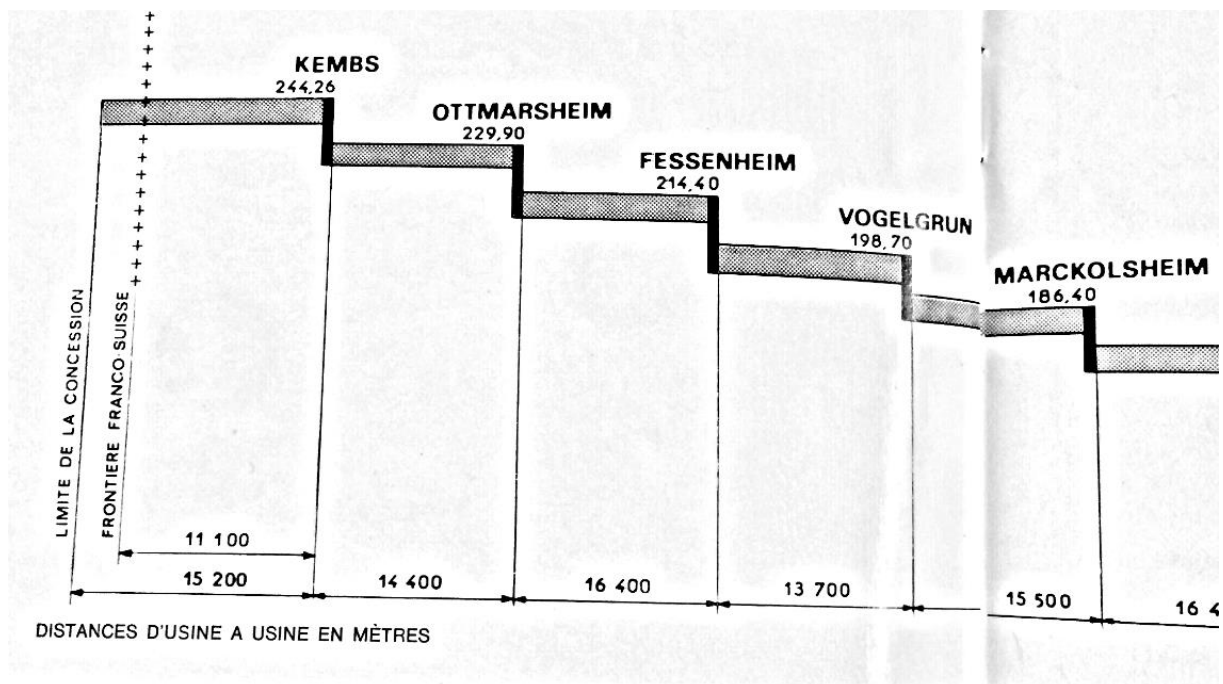


Figure 9 : Profil en long des équipements du Rhin de Kembs à Vogelgrun (Source : Electricité de France, 1970)

C'est le traité de Luxembourg qui mettra fin à la construction du GCA car à l'époque il devait atteindre Strasbourg. Mais l'Allemagne voulait conserver un accès direct au fleuve et donc la France continua la construction de chutes en festons, c'est-à-dire à l'aide de dérivations comme la chute de Marckolsheim (1961) et Rhinau (1963).

La production hydro-électrique des 8 usines représente 8,5 milliards de kWh pour une puissance installée de 1,5 million de kW. Cette production est presque l'équivalente à celle d'une centrale nucléaire telle que Fessenheim qui a produit 11 milliards de kWh en 1995 (Junod, 1996).

La construction de ces barrages et d'usines hydroélectriques a posé des problèmes d'érosion, d'abaissement de la nappe phréatique, de la suppression de champ d'inondation. Les écluses sont au nombre de 2 par chute. Ils ont été mis en service quelques mois avant les usines hydroélectriques afin que les bateaux puissent franchir les chutes (Junod, 1996). Ils sont entièrement automatisés. Toutes les écluses rhénanes sont gratuites, cela résulte de la convention de Mannheim du 17 octobre 1868 qui a supprimé tout les droits et taxes sur le Rhin et ouvert la navigation à tous pays (junod, 1996).

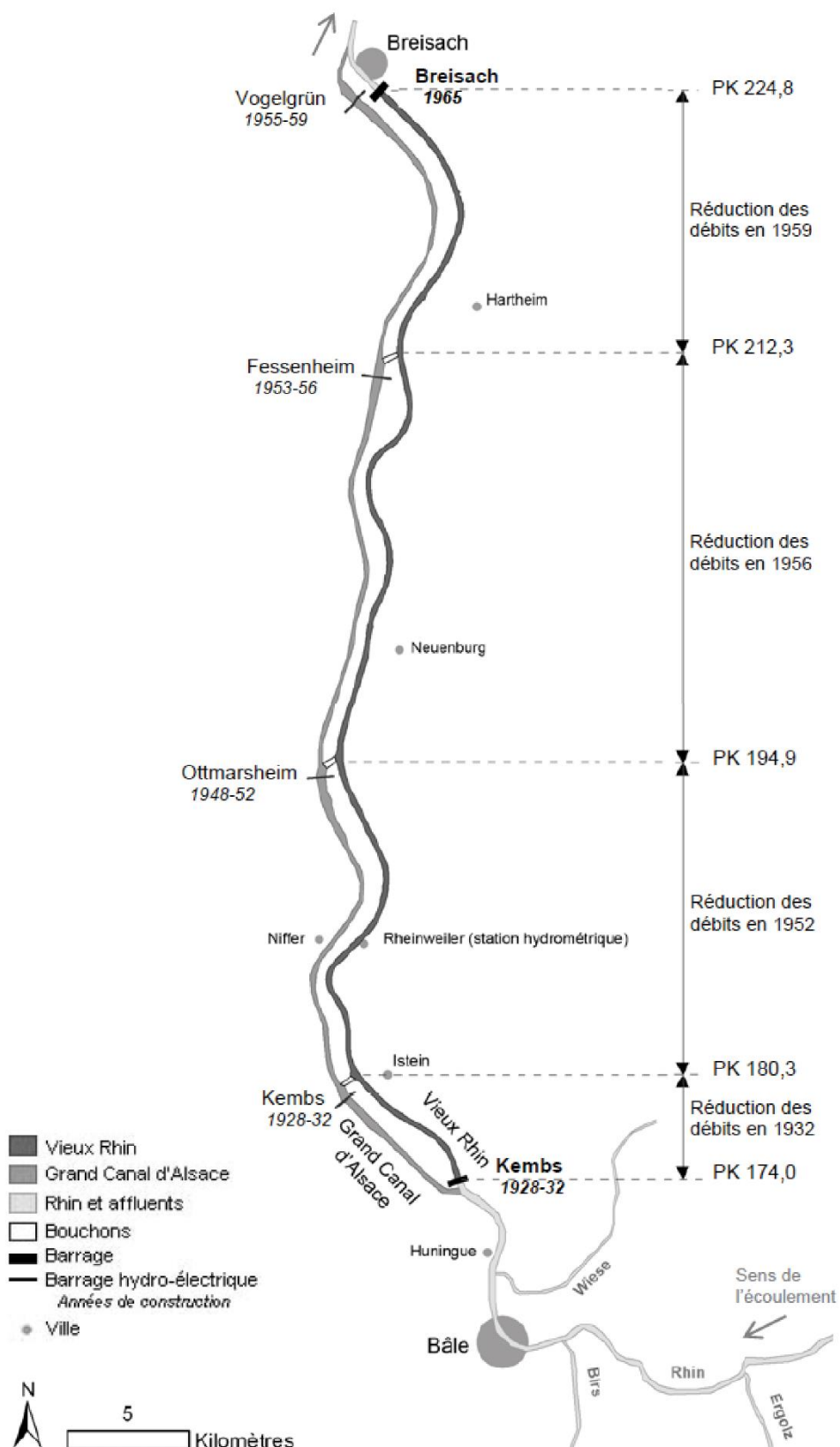


Figure 10 : Progression de la construction du GCA (Tiré de Arnaud, 2012)

Ils existent au total 10 chutes sur le Rhin. Le barrage de Kembs contrôle le GCA qui comporte donc 4 chutes. Tout ces barrages ont été dimensionnés pour le passage de crues de période de retour supérieure à 1000 ans (Kembs permet d'évacuer des crues de

6000 m³/s. Ils sont constitués de 6 vannes de 20 mètres d'ouverture chacune et de 10 à 15 mètres de hauteur en moyenne. Les barrages du GCA laissent passer un débit permanent dans le vieux Rhin (environ 20 à 30 m³/s). Dès que le débit dépasse 1400m³/s dans le GCA, ils sont renvoyés dans le vieux Rhin. Les barrages ne sont pas des barrages de retenues, il reste possible de stocker de l'eau dans un bief mais pour des volumes faibles.

2 Etude de la dynamique d'un paysage

3.1 Les données utilisées et collectées

La construction du GCA a changé l'occupation du sol des communes avoisinantes. En effet, comme expliqué plus haut, notre étude va s'étendre sur une trentaine de communes qu'on appelle communément la plaine de la Hardt.

Données socio-économiques			
Thème	Nom	Année	Source
Démographie	Population active de 25 à 54 ans pour les composantes suivantes : catégorie socio professionnelle, niveau de diplôme, secteur d'activité	1968, 1975, 1982, 1990 ,1999, 2009, 2014	Insee
Démographie	Population municipale et âge	1968, 1975, 1982, 1990 ,1999, 2009, 2014	Insee
Logement	Séries historiques	1968, 1975, 1982, 1990 ,1999, 2009, 2014	Insee
Diplôme	Niveau d'étude	1968, 1975, 1982, 1990 ,1999, 2009, 2014	Insee

Données géographiques			
Thème	Nom	Année	Source
Occupation du sol	Orthophotographies	1951, 1956, 2000, 2015	Live
Occupation du sol	Photographies aériennes	1969, 1970, 1972	IGN
Occupation du sol	Corine land cover	1990, 2000, 2010	gouv.fr
Occupation du sol	Cigal	2000, 2011	Cigalsace

3.1.2 Données sur l'occupation du sol

Pour commencer, nous avons obtenu une série d'orthophotographies de 1951, 1956, 2000 et 2015 disponible au sein du laboratoire LIVE. Les orthophotographies sont des images aériennes ou satellitaires de la surface terrestre qui sont déjà géoréférencées, ainsi elles servent de fond cartographique dans les SIG. Celle obtenue couvre l'ensemble du département du Haut-Rhin.

La fin de construction du GCA a donc eu lieu dans les années 60 et n'a plus bougé jusqu'à nos jours. Il nous paraît intéressant de connaître comment l'occupation du sol a évolué depuis 1950 jusqu'en 2017. Pour cela il faut compléter ma zone d'étude par des photographies aériennes issus de la base données IGN appelé « Remonter le temps ». Sur leur site, on peut comparer, télécharger ou commander plus de 3 millions de photos aériennes. Elles sont recensées mais pas géoréférencées. Ainsi grâce aux orthophotographies, le géoréférencement des images de 1947 montre l'état de l'OCS avant le début des travaux de Kembs jusqu'à Vogelgrun.

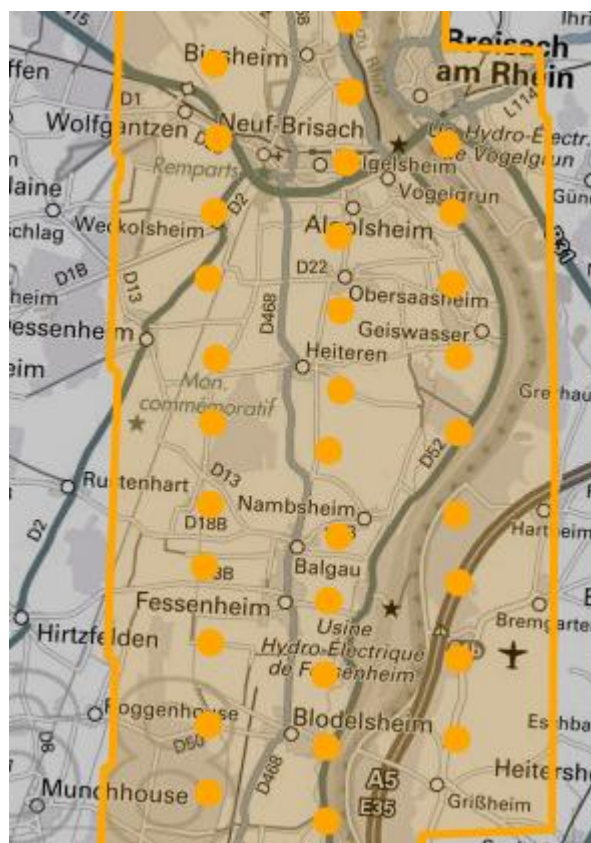


Figure 11 : Images aériennes de 1970 (Source : Remonter le temps.fr)

Pour ce faire, il faut leur attribuer une projection et ensuite les géoréférencer. A chaque image, il faut attribuer 5 points de calage. Pour géoréférencer les photos aériennes de 1970, il faut se baser sur les orthophotographies de 1956 et trouver 5 endroits n'ayant pas ou peu évolué en 14 ans. Une fois réalisé, il faut ouvrir la table des liens et utiliser le système de transformation « Transformation projective » pour obtenir une erreur résiduelle inférieure à 1. Les plus vieilles images date de 1933, soit après la construction de la centrale hydro-électrique de Kembs. Il m'est donc impossible d'obtenir des clichés en amont de ma zone d'étude qui sont restés naturels. La zone d'étude étant composée d'une trentaine de communes s'étendant de 70km du sud au nord et 30 km d'est en

ouest, les images aériennes couvrant la totalité étaient peu abondantes. Ainsi, nous avons obtenu des images aériennes de 1970 qui couvre la plupart de mes communes, et de 1969 pour celle situé le plus à l'ouest de ma zone d'étude (Munchhouse, Roggenhouse, Hirtzfelden, Rustenhardt, Dessenheim, Hettenschlag, Appenwihr). Ces photographies aériennes étant anciennes et peu détaillées, nous avons choisi d'appliquer la nomenclature de niveau 1 décrite dans la base de donnée Cigal : l'évolution de l'espace forestier, du milieu hydrographique, des territoires artificialisés et des espaces agricoles. Pour étudier plus précisément l'occupation du sol, l'utilisation des représentations vectorielles comme des donnée Corine land cover (CLC). C'est une base de données européenne d'occupation biophysique des sols qui me permet d'avoir des cartes d'OCS de 1990, 2000, 2006 et 2012, ainsi que leur évolution dans le temps. Il se base sur des images satellites Landsat d'une précision de l'ordre de 20-25 mètres pour cartographier l'ensemble du territoire de l'Union européenne et ainsi connaître au mieux l'état de l'environnement actuel.

Il est aussi important d'avoir une base de données issues de la BD topographique de l'IGN. Celle-ci couvre l'ensemble du territoire national et est disponible sur leur site. Elle permet d'étudier les éléments du paysage sous forme de vecteurs de précision métrique. En effet, pour une analyse spatiale, cette base de donnée est complète puisqu'on y trouve des informations sur le bâti, la végétation, le réseau routier et ferrée,

3.1.2 Données sur la démographie et les sociétés humaines

Pour réaliser une étude socio-économique d'un territoire, l'INSEE (Institut National des Statistiques et des Etudes Economiques) est une source de données indispensable pour notre étude. En effet, l'étude des populations et de son évolution est une source d'information riches qui constitue sa base de données. Par exemple, nous nous intéresserons aux catégories socio-professionnelles, et l'analyse de leur évolution suivant 4 dates : 1968, 1982, 1999 et 2014. Il est important de voir si le GCA qui a permis la construction de la centrale nucléaire de Fessenheim et des zones industrielles d'Ottmarsheim et de Neuf-Brisach à fais évoluer cette statistique dans cette zone. Il m'est paru intéressant de voir comment le niveau d'étude des habitants de cette zone à évoluer également, ainsi que le réseau routier, le nombre de

logements, l'âge. Tous ces paramètres vont être analysé sous forme cartographique puis interpréter.

Les données obtenues sur l'INSEE sont issues de l'ensemble du territoire national. Afin d'éclaircir notre connaissance sur l'impact du GCA, nous travaillerons également à l'échelle de l'Alsace, du Haut-Rhin et à une échelle locale, à savoir quelques communes proches de Fessenheim. En effet, si on constate une évolution de certains facteurs, il faut être sûr que cette évolution est bien dû au GCA, et non pas à une tendance nationale. Nous comparons les données de notre zone d'étude à l'échelle locale (Fessenheim), départementale (Haut-Rhin), régionale (Alsace) et nationale (France).

3.1.3 Choix des dates

Pour réaliser une étude sur l'évolution de l'OCS et des indicateurs socio-économiques, il est important de faire le point sur la disponibilité de la donnée et sur la pertinence de celle-ci.

Pour l'OCS, le GCA a commencé en 1930 avec la construction du bief de Kembs, puis s'en est suivi une période de 25 ans sans qu'il y ait de construction majeure. C'est à partir des années 1950 que fut reconstruite en parti l'usine de Kembs à cause de la guerre, et les 3 autres usines qui suivront. Sur l'IGN, les plus vieilles images aériennes datent de 1933, soit après Kembs, il est donc impossible de connaître l'OCS avant cette date et donc de voir l'état de l'OCS à Kembs. Nous avons décidé d'entreprendre une digitalisation de l'OCS datant de l'orthophotographie de 1951, soit juste avant la construction des 3 prochains biefs, puis de géoréférencés des images des années 1970 issue de l'IGN. La zone d'étude étant assez étendue, il est difficile de trouver des images qui recouvrent l'ensemble de ma zone d'étude une même année. L'année 1970 couvre une partie de mon territoire de Kembs à Neuf-Brisach, nous avons utilisé des images aériennes de 1972 de Neuf-Brisach à Marckolsheim. Et enfin des photographies de 1969 pour les communes citées précédemment. Pour faciliter l'interprétation, nous avons considéré que pour le géoréférencement des images de 1969, 1970 et 1972, il n'existe pas de différence majeure. Ensuite, grâce aux couches CLC, nous avons des données d'OCS qui datent de 1990, 2000 et 2012. 4 dates ont été retenu finalement : 1951, 1970, 1990 et 2011 pour avoir une évolution du territoire tous les 20 ans.

Pour l'étude socio-économique, les dates dépendent directement des données issues de l'INSEE car c'est la base de données la plus complète : 1968, 1975, 1982, 1990, 1999 et 2014. Mais pour l'interprétation, il ne nous a pas été utile de retenir toutes ces dates. Ainsi nous avons décidé de retenir 1968 car cela correspond à juste avant la construction de Fessenheim, 1982, 1999 et 2014 pour voir l'évolution toutes les 15 à 20 ans en moyenne et que cela soit plus pertinent. Il aurait été intéressant d'avoir des données avant 1954 mais l'INSEE ne fournit généralement pas avant 1968 et donc ces données d'avant la construction du GCA n'ont pas pu être étudiées, sauf pour l'étude sur l'augmentation de la population

3.2 Créations de données

3.2.1 Géoréférencement

Pour pouvoir étudier l'OCS dans le temps, je suis allé sur le site de l'IGN « Remonter le temps ». C'est un site qui recense des photos aériennes anciennes sur le territoire français. Ainsi nous utilisons l'orthophotographie de 1956 afin de voir l'OCS avant la construction des biefs d'Ottmarsheim, Fessenheim et Vogelgrun. Puis le géoréférencement des images de 1970 permet de recouvrir presque entièrement ma zone d'étude. 5 points de calage ont été appliqués sur des éléments qui paraissaient n'avoir pas bougé dans le temps (Routes, maisons, usines, ...), Ensuite, l'application de la méthode de transformation projective permet de minimiser l'erreur résiduelle. Nous avons estimé que cette erreur devait être inférieure à 1 afin d'avoir le meilleur calage possible. Nous avons régulièrement ajouté un 6^{ème} point de calage si je n'arrivais pas à obtenir une erreur raisonnable.

3.2.2 Digitalisation

Pour la digitalisation, il n'existe aucune donnée d'OCS avant 1990. L'utilisation de la nomenclature de la donnée issues de CIGAL permet la digitalisation des différents éléments. Nous avons sélectionné la nomenclature de niveau 1 car elle était la plus simple à comprendre et se compose de 4 classes : territoires artificialisés, territoires agricoles, espaces forestiers et semi-naturels et milieux hydrographiques. Ainsi, nous

avons utilisé la BD cidal de 2000 et puis digitalisé l'OCS en 1970 et 1951 par rétro-portage de la base de données d'occupation du sol de niveau 1.

Après avoir digitalisé les différents éléments. L'outil de géotraitement « fusion » permet de regrouper tous les éléments digitalisés, puis de faire une intersection avec mes communes d'étude. Ensuite, sur la table attributaire, la création un nouveau champ « surface_ocs » permet d'obtenir la valeur de surface des éléments. Puis l'outil « calculer la géométrie » permet de sélectionner la surface en hectare. Pour avoir le pourcentage, il faut créer un nouveau champ. Puis sélectionner l'outil « calculateur de champs ». Sur cette base, il faut diviser la surface de chaque classe par la surface de la commune, puis la multiplier par 100 afin d'avoir la valeur en pourcentage (par exemple : surf_ocs / surf_ha * 100)

3.3 Calcul des indicateurs

3.3.1 Indicateurs sur l'occupation du sol

Pour les données d'occupation du sol, nous avons calculé ces indicateurs suivant les 4 dates retenues (1951, 1970, 1990, 2011).

Part des surfaces agricoles par commune : $\frac{\text{Surface agricole}}{\text{Surface commune}} * 100$

Part des surfaces artificialisés par commune : $\frac{\text{Surface artificialisée}}{\text{Surface commune}} * 100$

Part des surfaces en eau par commune : $\frac{\text{Surface en eau}}{\text{Surface commune}} * 100$

Part des surfaces forestières par commune : $\frac{\text{Surface forestière}}{\text{Surface commune}} * 100$

Evolution des surfaces entre 2 dates : Exemple : $\frac{(\text{Surface}_{2011} - \text{Surface}_{1951})}{\text{Surface}_{1951}} * 100$

3.3.2 Indicateurs socio-économiques

Part de la population active sans diplôme ou au mieux BEPC ou brevet des collèges :

$\frac{\text{PopAct sans diplôme}}{\text{PopAct}} * 100$

Part de la population active possédant un diplôme CAP ou BEP : $\frac{\text{PopAct CAP BEP}}{\text{PopAct}} * 100$

Part de la population active possédant un diplôme de niveau baccalauréat : $\frac{\text{PopAct BAC}}{\text{PopAct}} *$

100

Part de la population active possédant un diplôme d'étude supérieur : $\frac{\text{PopAct etudesup}}{\text{PopAct}} * 100$

Evolution du niveau d'étude entre 2 dates : Exemple : $\frac{\text{Bac2011}-\text{Bac1968}}{\text{Bac1958}} * 100$

Part de la population active au lieu de travail exerçant la profession d'agriculteur : $\frac{\text{PopAct agriculteur}}{\text{PopAct}} * 100$

Part de la population active au lieu de travail exerçant la profession d'artisans, commerçants ou chefs d'entreprises : $\frac{\text{PopAct Artisans}}{\text{PopAct}} * 100$

Part de la population active au lieu de travail exerçant la profession de cadres, professions intellectuelles supérieures : $\frac{\text{PopAct Cadres}}{\text{PopAct}} * 100$

Part de la population active au lieu de travail exerçant la profession d'employé : $\frac{\text{PopAct employé}}{\text{PopAct}} * 100$

Part de la population active au lieu de travail exerçant la profession d'ouvrier : $\frac{\text{PopAct ouvrier}}{\text{PopAct}} * 100$

Evolution de la CSP entre 2 dates : Exemple : $\frac{\text{PopActOuvrier2014}-\text{PopActOuvrier1968}}{\text{PopActOuvrier1968}} * 100$

Part des résidences principales : $\frac{\text{Nombre résidences principales}}{\text{Nombre de logements}} * 100$

Part des logements vacants : $\frac{\text{Nombre logements vacants}}{\text{Nombre de logements}} * 100$

Part des moins de 15 ans dans la population : $\frac{\text{Personne des moins de 15 ans}}{\text{Nombres de personnes}} * 100$

Part des plus de 60 ans dans la population : $\frac{\text{Part des plus de 60 ans}}{\text{Nombres de personnes}} * 100$

3.4 Cartographie de l'évolution de l'occupation du sol

3.4.1 Cartographie de l'occupation du sol

La carte suivante nous présente notre zone d'étude au niveau de la commune de Fessenheim en 1951. C'est une orthophotographie en noir et blanc. Les travaux du GCA n'ont pas encore commencé, la forêt recouvre entièrement l'emplacement futur du GCA. Plus à l'ouest, on a une région essentiellement agricole. Pour digitaliser, j'ai alors repris la couche cidal de 2000, et la nomenclature de niveau 1. Nous l'avons

passée en mode édition, et ainsi nous avons modifier, ajouter ou supprimer les différentes entités. La difficulté pour digitaliser résulte que l'orthophotographie à une faible résolution. L'utilisation d'une nomenclature de niveau 2 aurait été difficile et nous avons abandonné cette idée par soucis de commettre des erreurs.

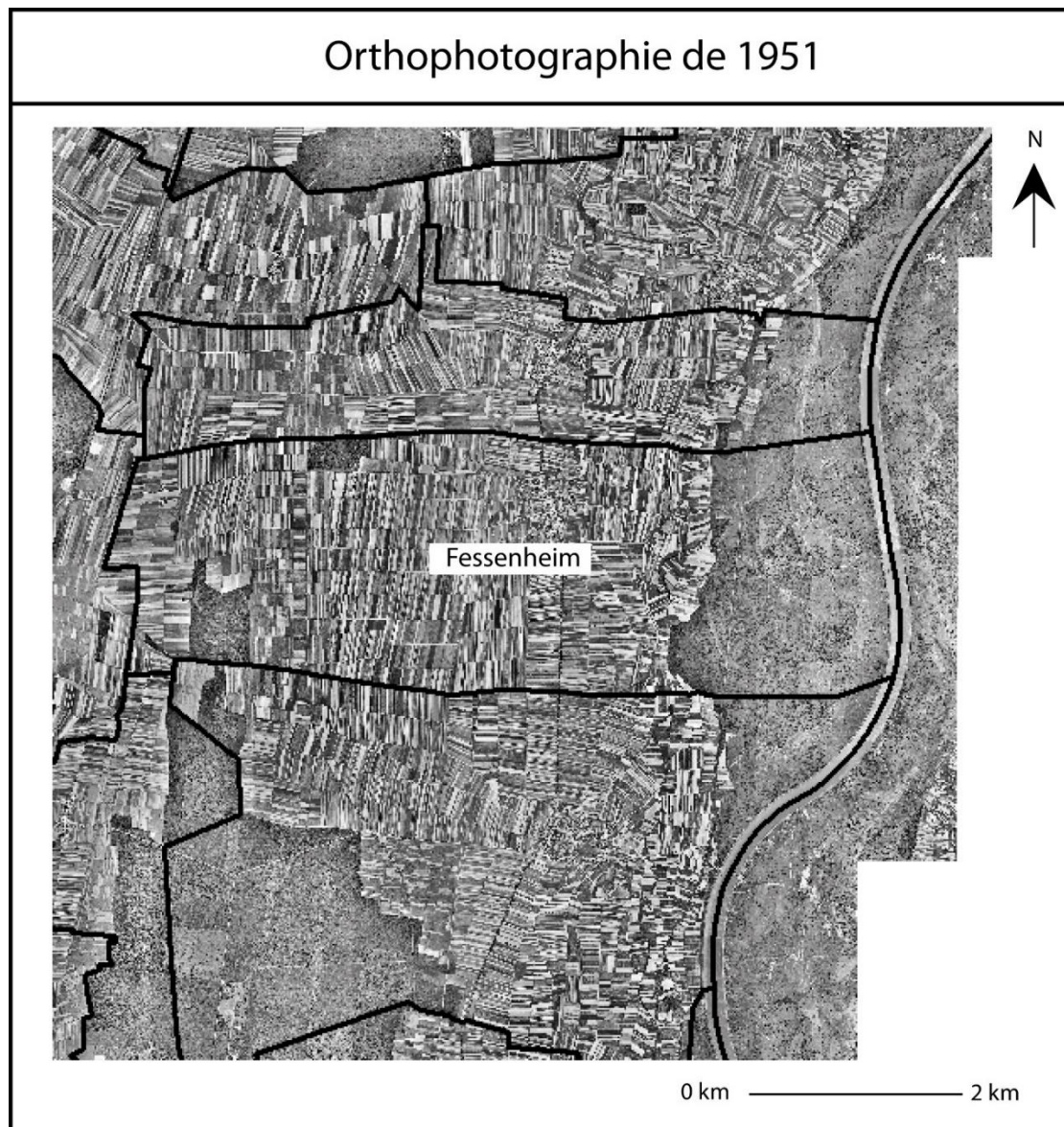


Figure 12 : Orthophotographie de 1951

Nous avons téléchargé les photos aériennes de l'IGN et je les ai géoréférencé (Figure 13). Les photographies sont également en noir et blanc, nous avons donc utilisé des photos de 1970 de Kembs à Neuf-Brisach, 1969 de Munchouse à Appenwihr et 1972 jusqu'à Marckolsheim. On peut donc y voir l'arrivée du GCA sur notre zone et la construction de la centrale nucléaire de Fessenheim. On a une région qui est plus anthropisée. La surface forestière a rétréci au profit des surfaces artificialisées. Les

surfaces artificialisées ont gagné en superficie et l'aménagement « en feston » est construit au niveau de Marckolsheim.

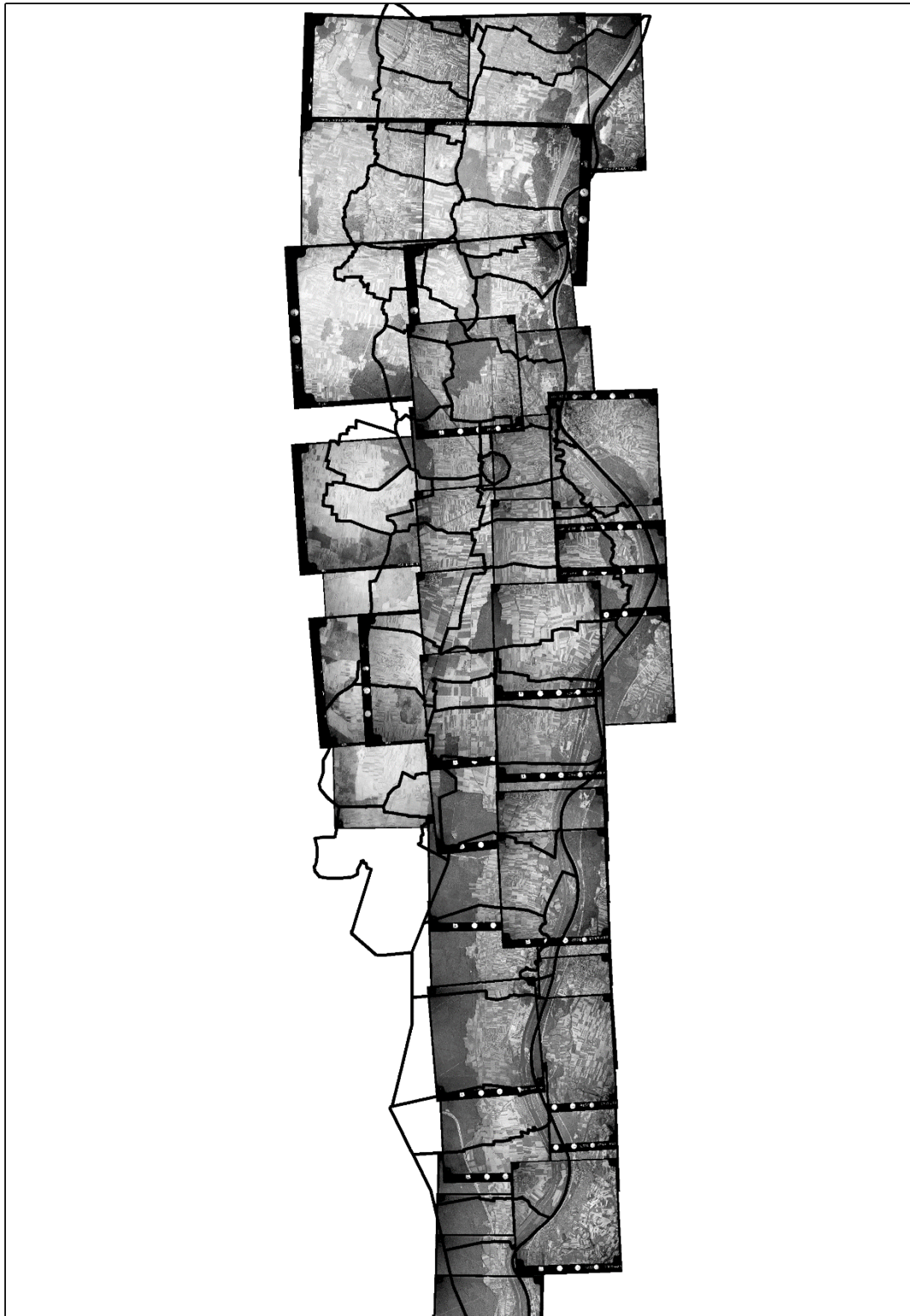


Figure 13 : Photos aériennes de 1970 issu du SIG

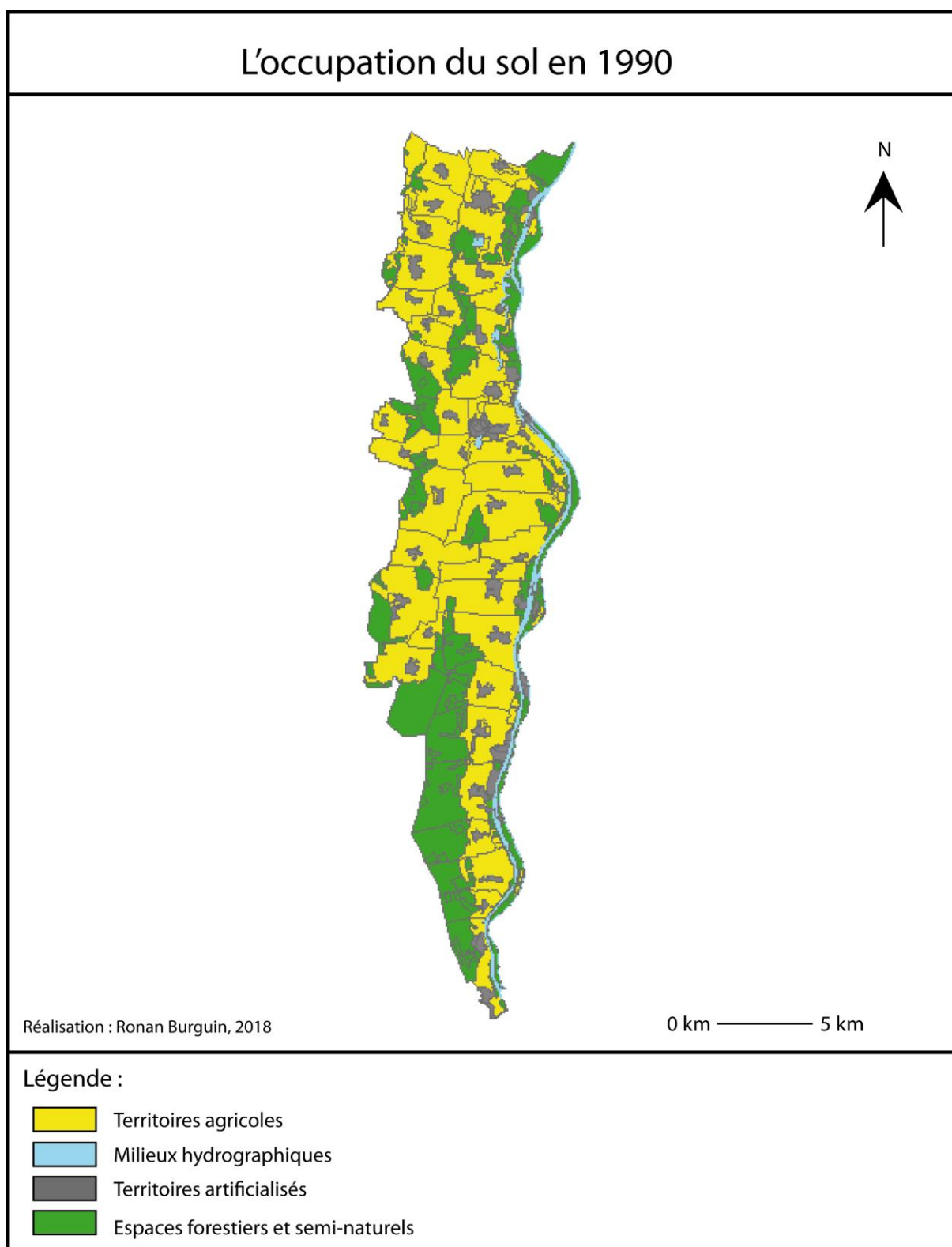


Figure 14 : Occupation du sol en 1990

L'année 1990 et 2011 montre la dynamique d'artificialisation en cours sur tout le territoire, en contre parti des territoires agricoles. La surface forestière en bordure du Rhin a largement diminué au profit du GCA.

L'occupation du sol en 2011

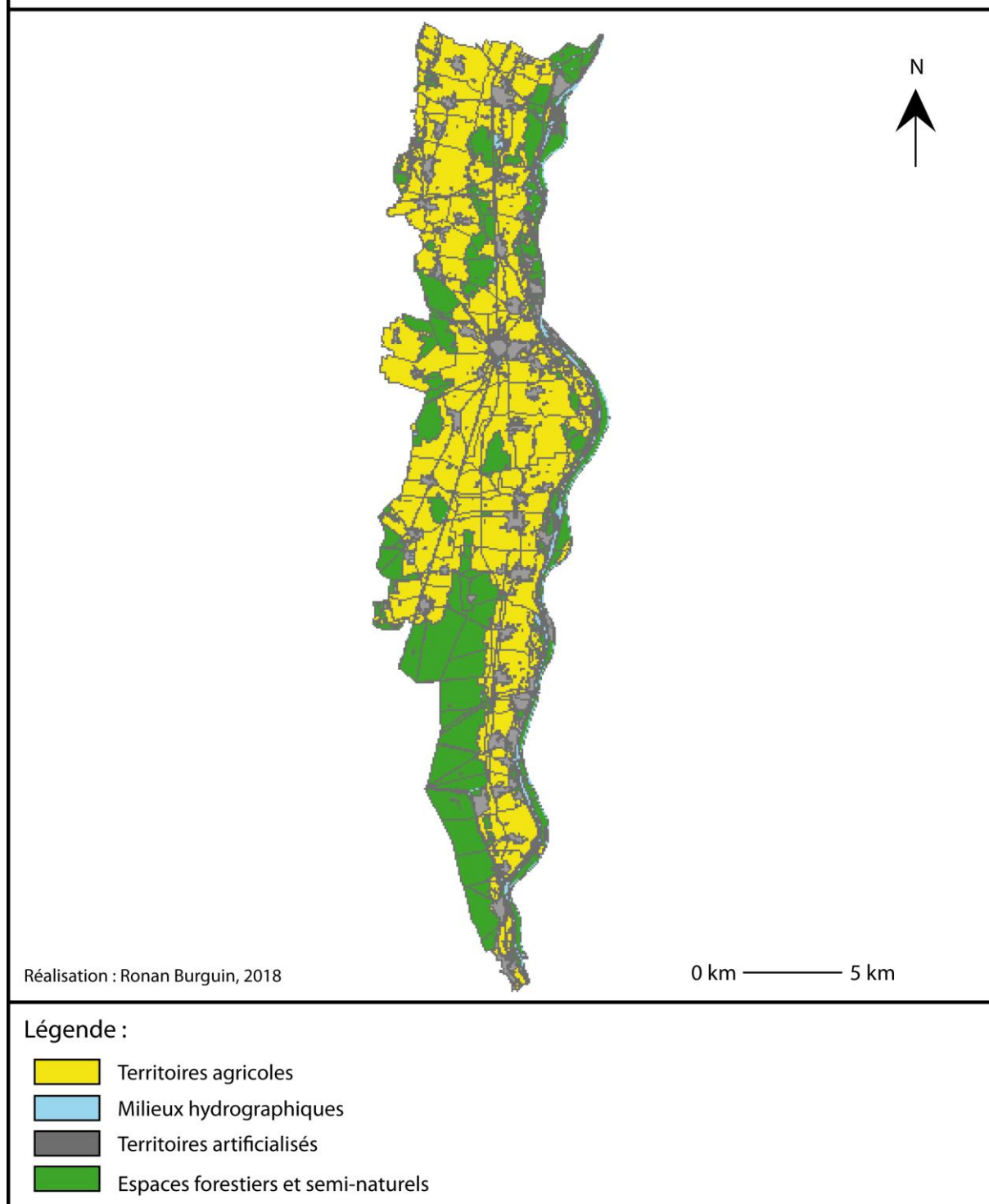


Figure 15 : Occupation du sol en 2011

3.4.2 Cartographie de l'évolution d'occupation du sol

Il m'est impossible de créer une carte d'évolution de 1951 à 2011 à cause d'un trop important nombre d'erreurs (environ 5000 erreurs), lorsque nous avons voulu faire « Personnaliser -> barre d'outils -> topologie ».

Une autre solution a été trouvée afin de compenser ce problème. Nous avons passé les couches de 1951 et 2011 en format raster en utilisant l'outil « polygon to raster ». Ensuite, sur la symbologie de mes couches, nous sélectionnons « Etiré » pour pouvoir reclasser les valeurs. Puis l'outil « Reclassification » afin de modifier les valeurs de mes classes que j'ai synthétisé dans le tableau suivant :

Classes	2011	1951
Espaces forestiers et semi-naturels	0	8
Milieux hydrographiques	1	16
Territoires agricoles	2	32
Territoires artificialisés	4	64

Tableau 3 : Attribution des différentes valeurs

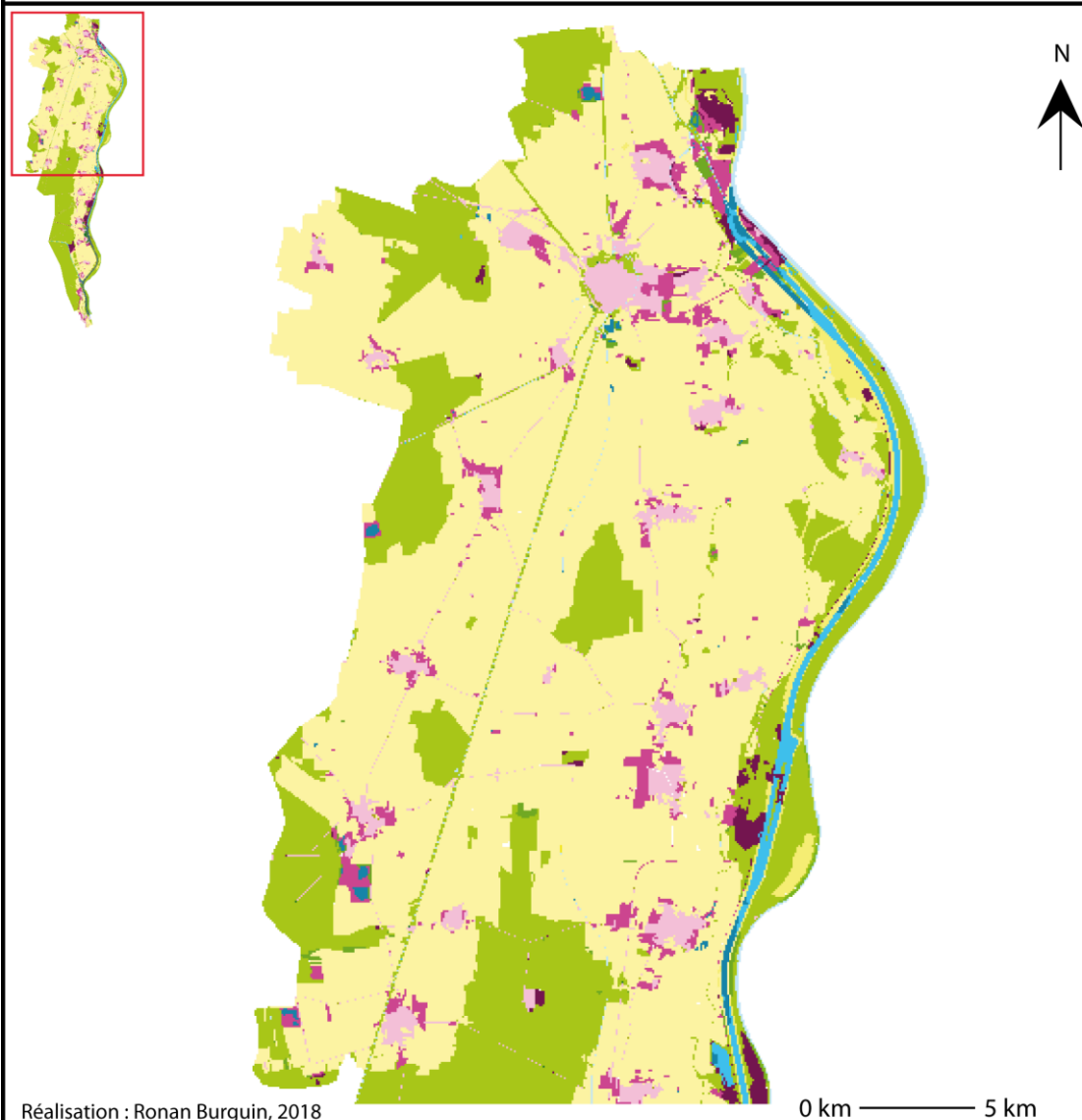
L'utilisation de l'outil « Soustraction » permet alors de comparer l'évolution de l'OCS entre ces 2 dates. On peut également utiliser l'outil « Addition » en inversant les deux dates en sortie.

-	8	16	32	64
0	8	16	32	64
1	7	15	31	63
2	6	14	30	62
4	4	12	28	60

Tableau 4 : Changement de classe des différentes surfaces

Le tableau ci-dessus synthétise le changement de classe des différents éléments. Il symbolise le passage d'une surface à une autre. Par exemple, « 8-1 = 7 » ce qui équivaut au passage d'un Espace forestier et semi-naturel à une surface agricole. Nous avons donc appliqué un code couleur pertinent afin d'avoir une représentation cartographique. Les autres cartes sont disponibles en annexe (Annexes 1 à 6).

Evolution de l'OCS de 1951 à 2011



Réalisation : Ronan Burguin, 2018

0 km — 5 km

Légende :

Evolution des surfaces agricoles

- Surface agricole stable
- Surface agricole vers surface artificialisée
- Surface agricole vers surface en eau
- Surface agricole vers surface forestière

Evolution des surfaces artificialisées

- Surface artificialisée stable
- Surface artificialisée vers surface agricole
- Surface artificialisée vers surface en eau
- Surface artificialisée vers surface forestière

Evolution des surfaces forestières

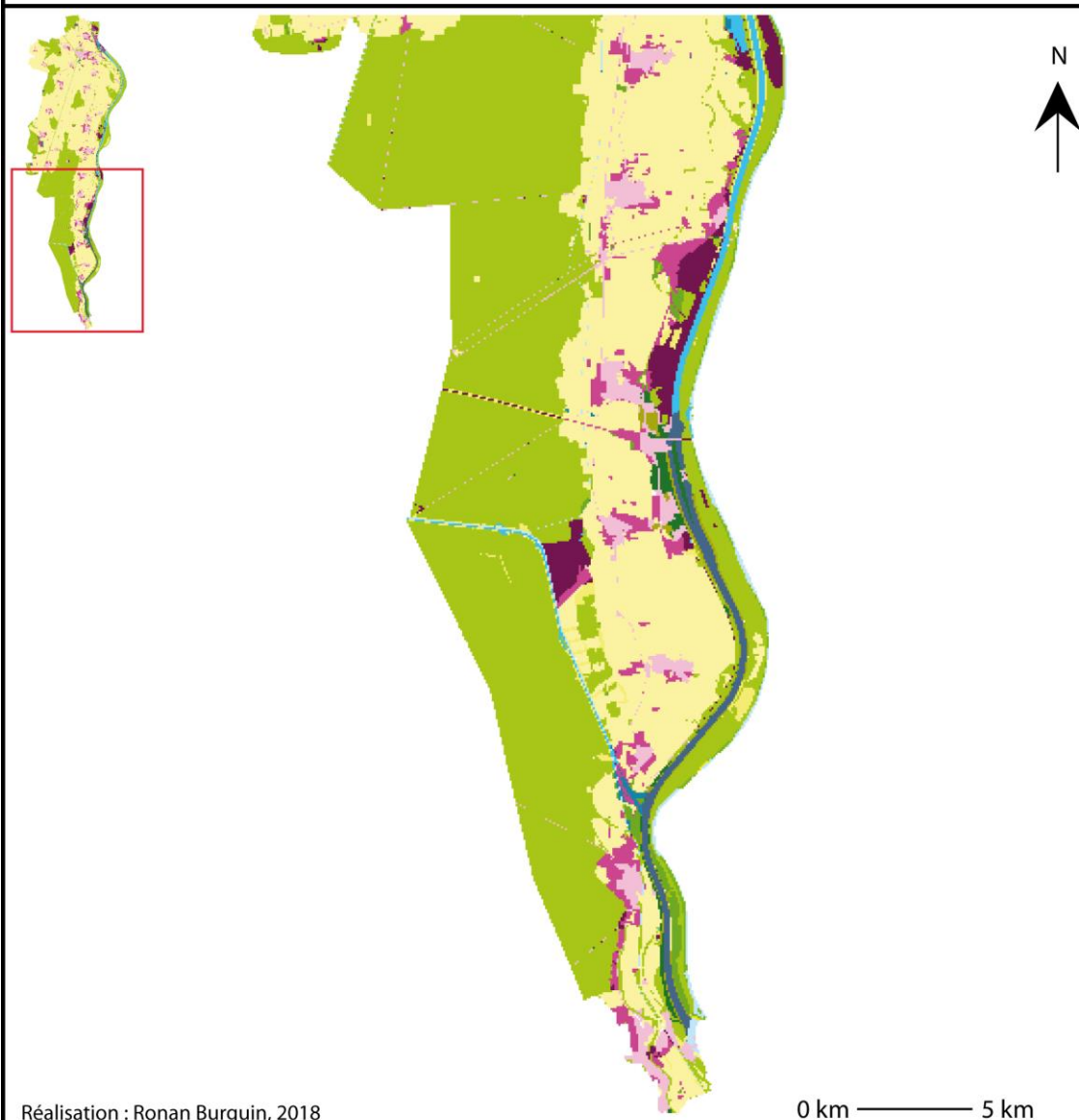
- Surface forestière stable
- Surface forestière vers surface artificialisée
- Surface forestière vers surface agricole
- Surface forestière vers surface en eau

Evolution des surfaces en eau

- Surface en eau stable
- Surface en eau vers surface artificialisée
- Surface en eau vers surface agricole
- Surface en eau vers surface forestière

Figure 16 : Evolution de l'occupation du sol de 1951 à 2011

Evolution de l'OCS de 1951 à 2011



Légende :

Evolution des surfaces agricoles

- Surface agricole stable
- Surface agricole vers surface artificialisée
- Surface agricole vers surface en eau
- Surface agricole vers surface forestière

Evolution des surfaces artificialisées

- Surface artificialisée stable
- Surface artificialisée vers surface agricole
- Surface artificialisée vers surface en eau
- Surface artificialisée vers surface forestière

Evolution des surfaces forestières

- Surface forestière stable
- Surface forestière vers surface artificialisée
- Surface forestière vers surface agricole
- Surface forestière vers surface en eau

Evolution des surfaces en eau

- Surface en eau stable
- Surface en eau vers surface artificialisée
- Surface en eau vers surface agricole
- Surface en eau vers surface forestière

Figure 17 : Evolution de l'occupation du sol de 1951 à 2011 (2)

Sur la figure 13 et 14, nous pouvons voir l'évolution des différentes surfaces entre les dates le plus éloignées. On constate donc des changements majeurs sur le territoire et que nous détaillerons dans la partie interprétation.

3.5 Cartographie des données socio-économiques

Pour toutes les années d'études (1968, 1982, 1999, 2014), nous avons réalisé des cartes de l'évolution du réseau routier, du niveau d'étude, de la population et des logements. Pour les données sur la population active et l'évolution du nombre d'habitants, nous les avons représentés grâce à la méthode de Jenks. Cette méthode de discrétisation entraîne une agrégation des données en classes impliquant une amélioration de la lisibilité de la carte. Elle minimise la variance intra classe et maximise la variance interclasse Elle permet de conserver au mieux l'information en la simplifiant. Les cartes réalisées sont de l'année 1968 et 2014, les autres (1982, 1999) sont disponible en annexe (Annexes 7 à 16)

3.5.1 Cartographie de l'évolution du réseau routier

Pour réaliser cette carte, nous avons repris la digitalisation de l'OCS en 1951. Nous avons repris les 4 classes et garder les surfaces artificialisées. Puis nous avons gardé exclusivement le réseau routier. En 2017, c'est la base de données issu du laboratoire.

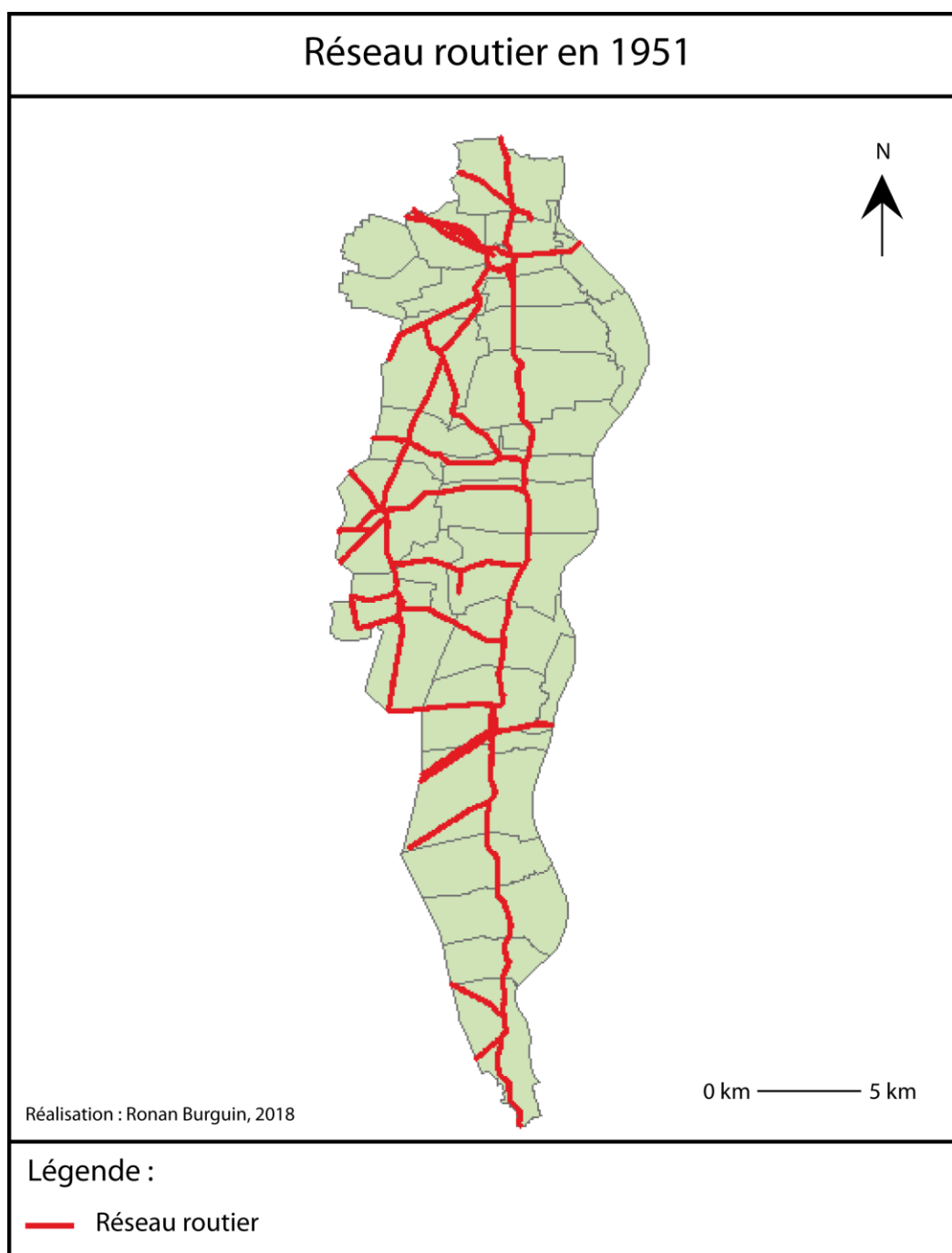


Figure 18 : Cartographie du réseau routier en 1951

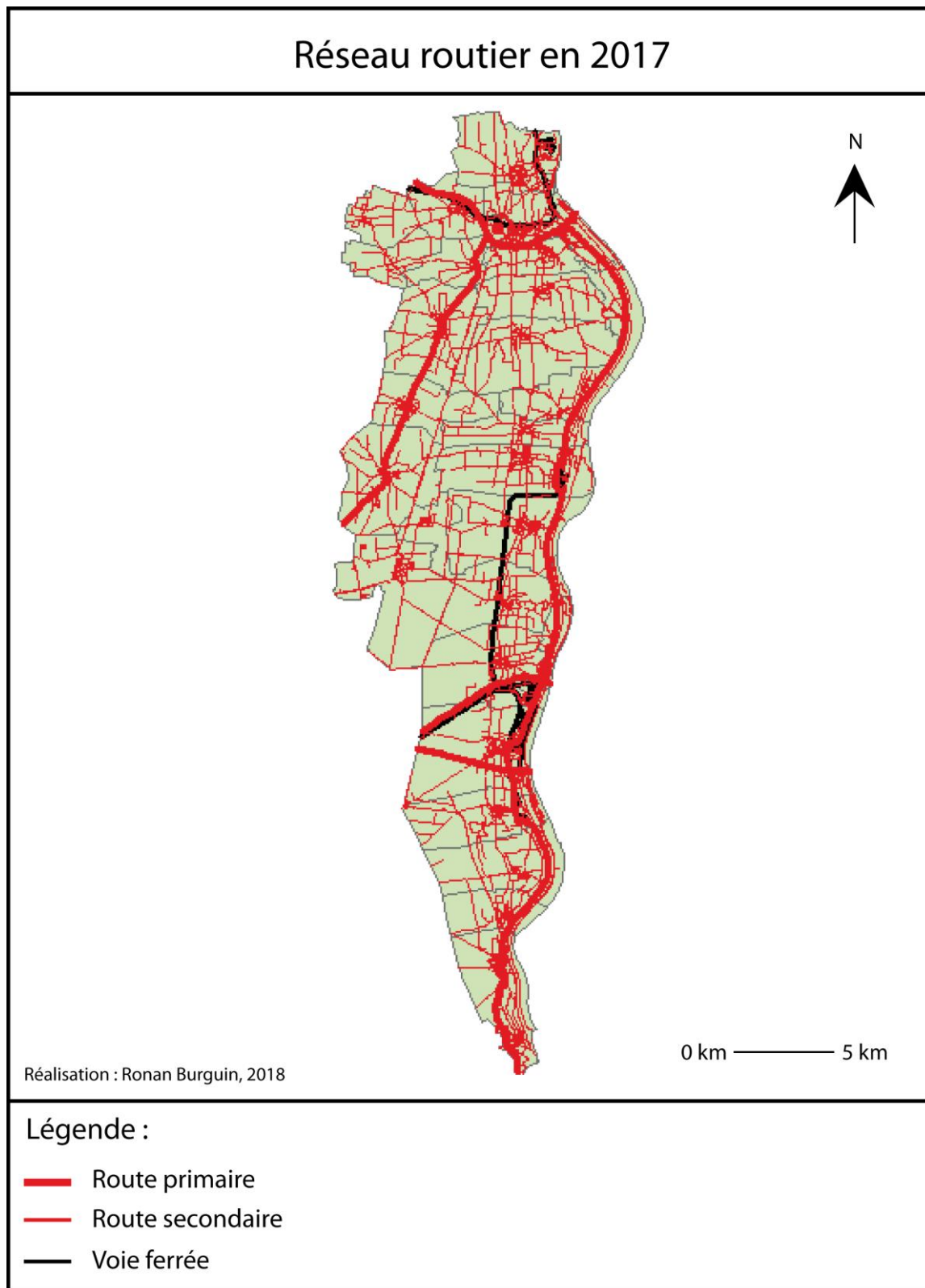


Figure 19 : Cartographie du réseau routier en 2017

On constate donc une qu'il y a plus de voies de communications en 2017 (Figure 16), notamment sur la zone du GCA. En effet on s'aperçoit qu'une nouvelle route à été construite le long du Rhin, et on remarque qu'elle n'existe pas en 1951 (Figure 15).

3.5.2 Cartographie de la population active et du niveau d'étude

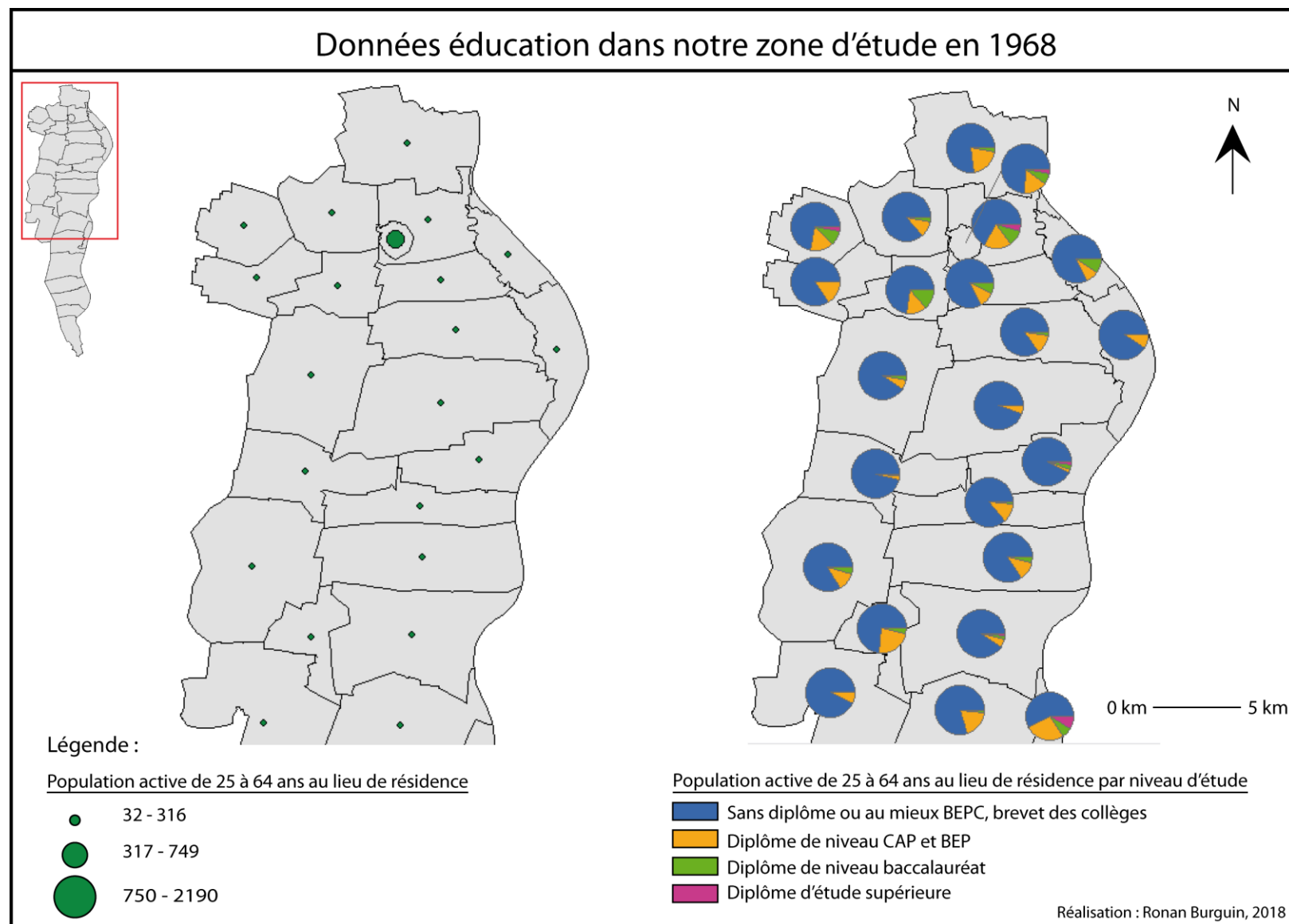


Figure 20 : Données sur l'éducation en 1968

Données éducation dans notre zone d'étude en 1968

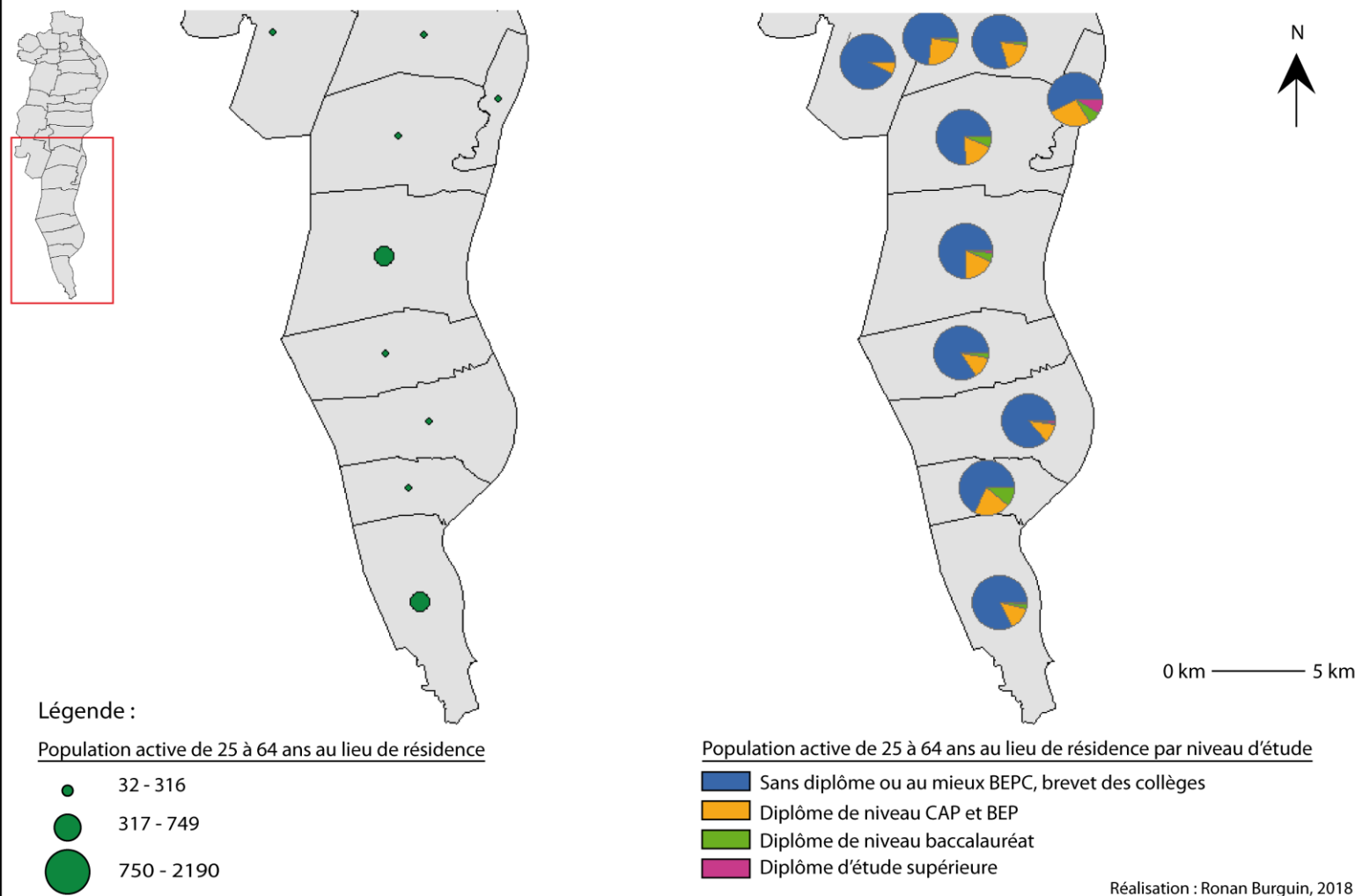


Figure 21 : Données sur l'éducation en 1968 (2)

En 1968, on a une population majoritairement sans diplôme, ainsi qu'une faible part de la population active. Le GCA est construit depuis 15 ans, mais les zones industrielles et la centrale nucléaire ne sont pas encore sorties de terre (Figure 20 et 21).

Données éducation dans notre zone d'étude en 2014

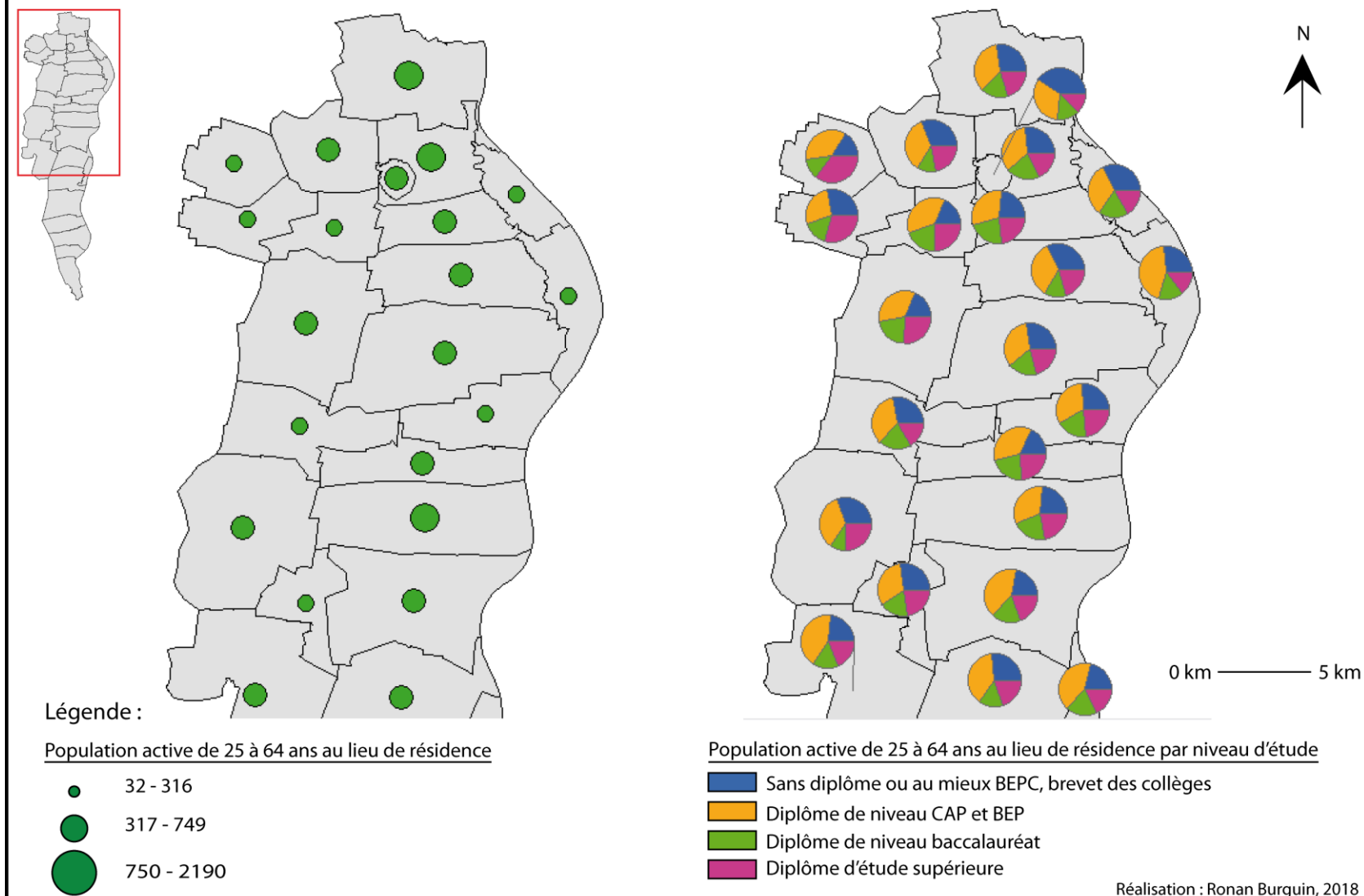


Figure 22 :
Données sur
l'éducation en
201

Données éducation dans notre zone d'étude en 2014

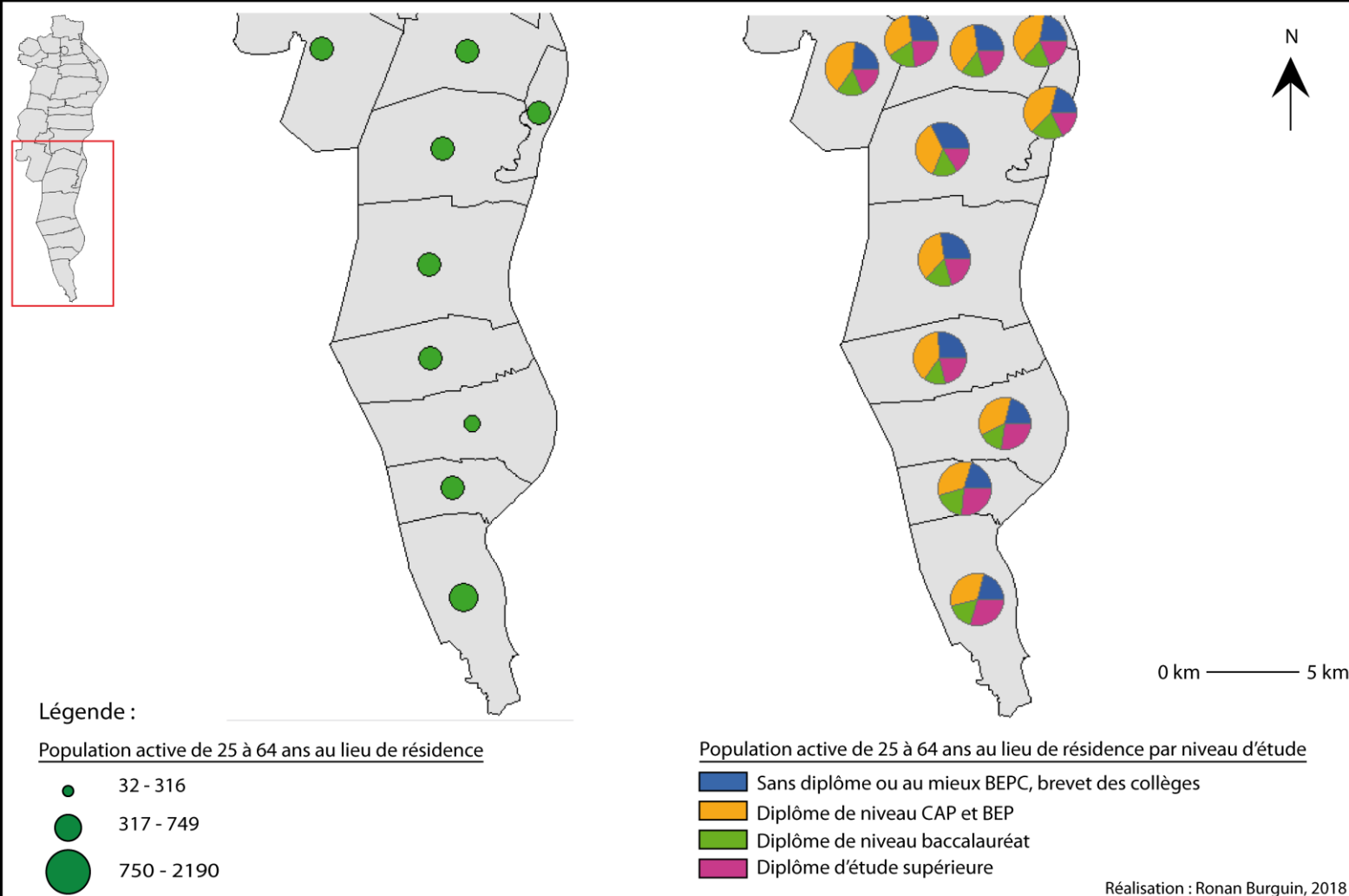


Figure 23 : Données sur l'éducation en 2014 (2)

En 2017, la part de la population active a augmenté, et on a d'avantages de personnes diplômés. L'arrivée des zones industrielles et de la centrale nucléaire s'est traduit par un important besoin de main d'œuvre et d'avantage de qualification (Figure 22 et 23).

Réalisation : Ronan Burguin, 2018

Population active de 25 à 54 ans au lieu de travail par catégorie socio-professionnelle - 1968

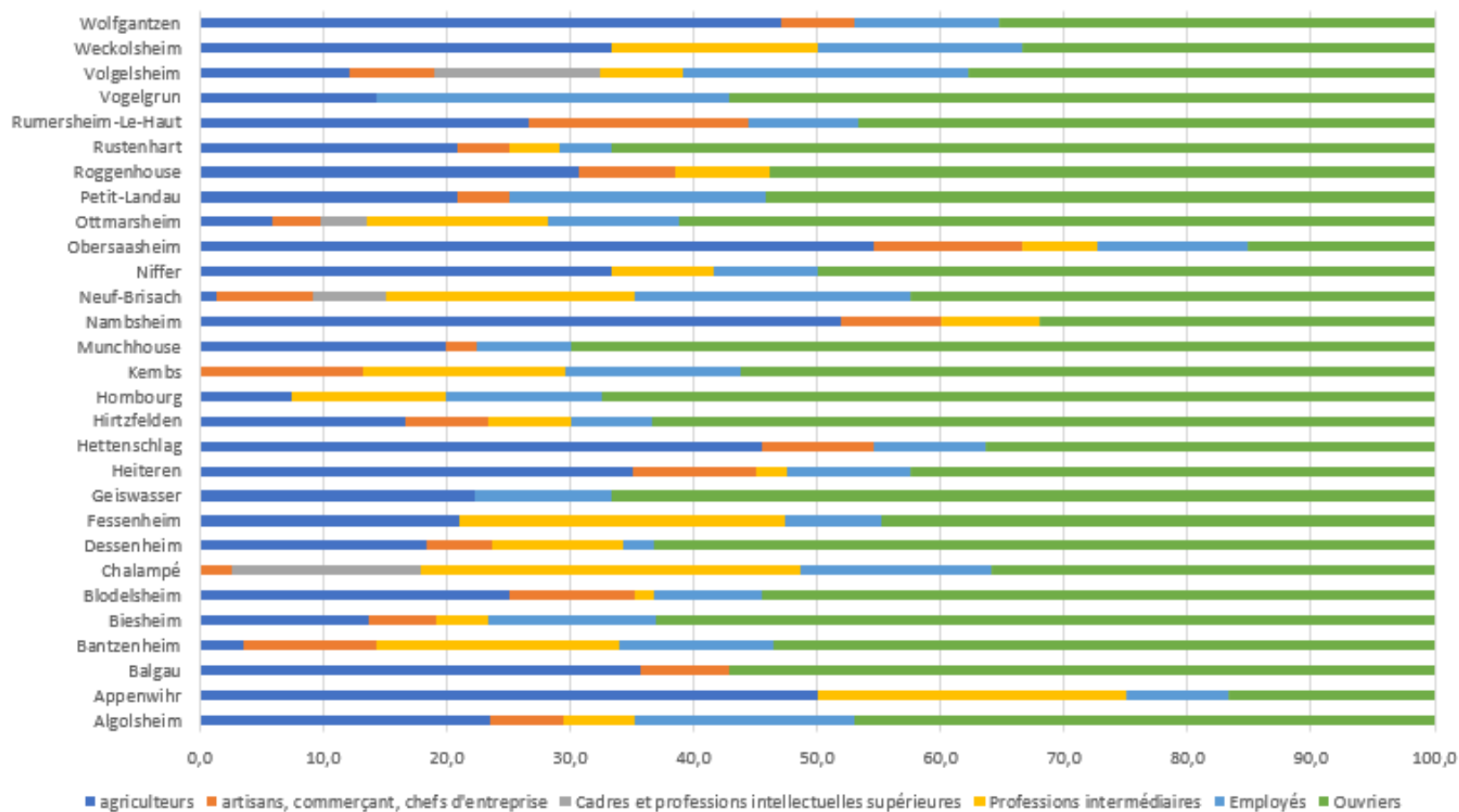


Figure 24 : Catégorie socio-professionnelle en 1968

En 1968, la part des ouvriers et d'agriculteurs est la plus élevée. Cela s'explique par le fait que notre secteur est majoritairement composé de surface agricole. On trouve donc peu d'emplois qualifiés (Figure 24).

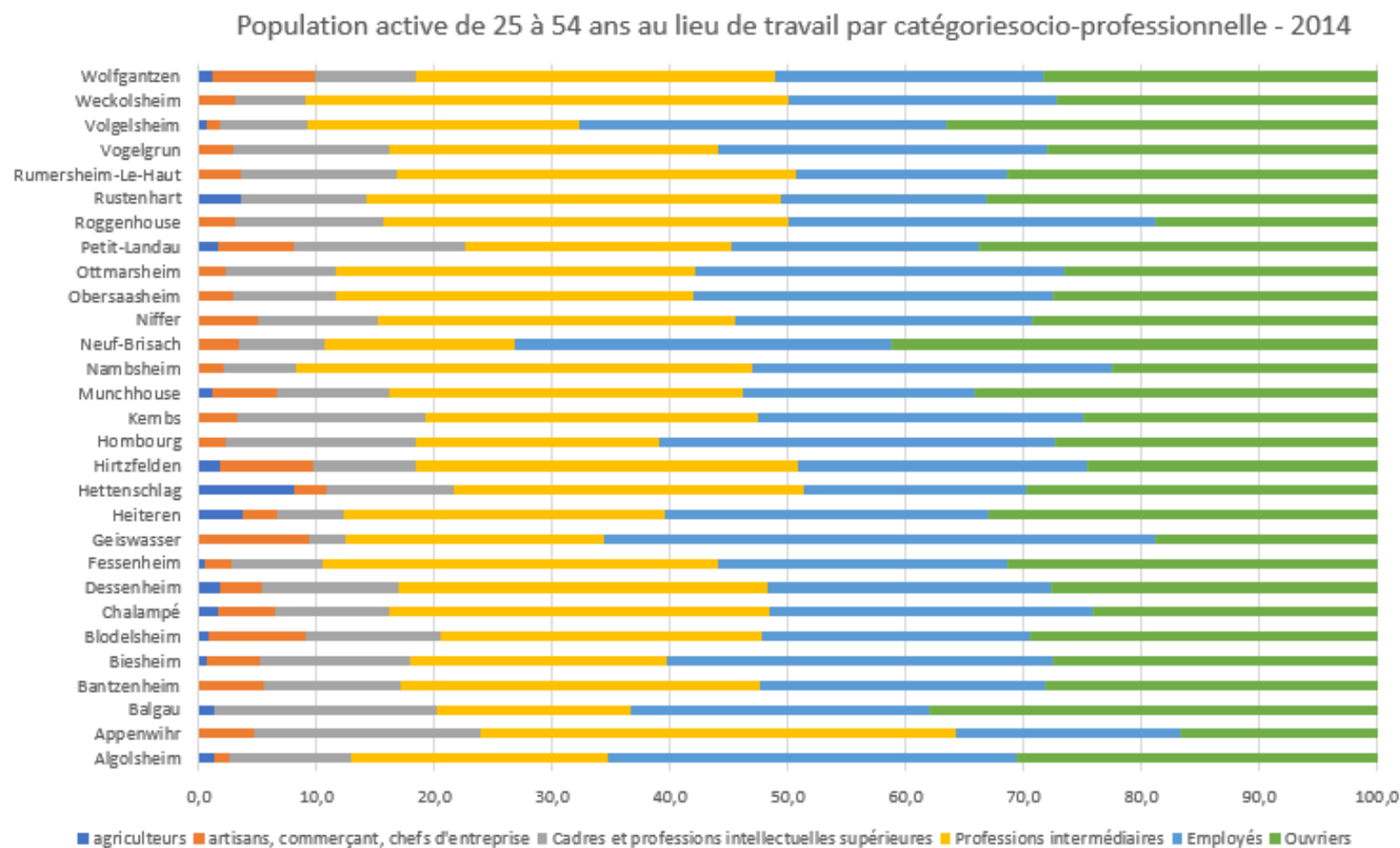


Figure 25 : Catégorie socio-professionnelle en 2014

En 2014, il y a plus d'homogénéité sociale entre les CSP. On retrouve d'avantages d'emplois qualifiés (Commerçants, cadres, professions intermédiaires) que en 1968, et toujours autant d'ouvriers. On peut noter la baisse importante d'agriculteur (Figure 25)

3.5.3 Cartographie de l'évolution de la population

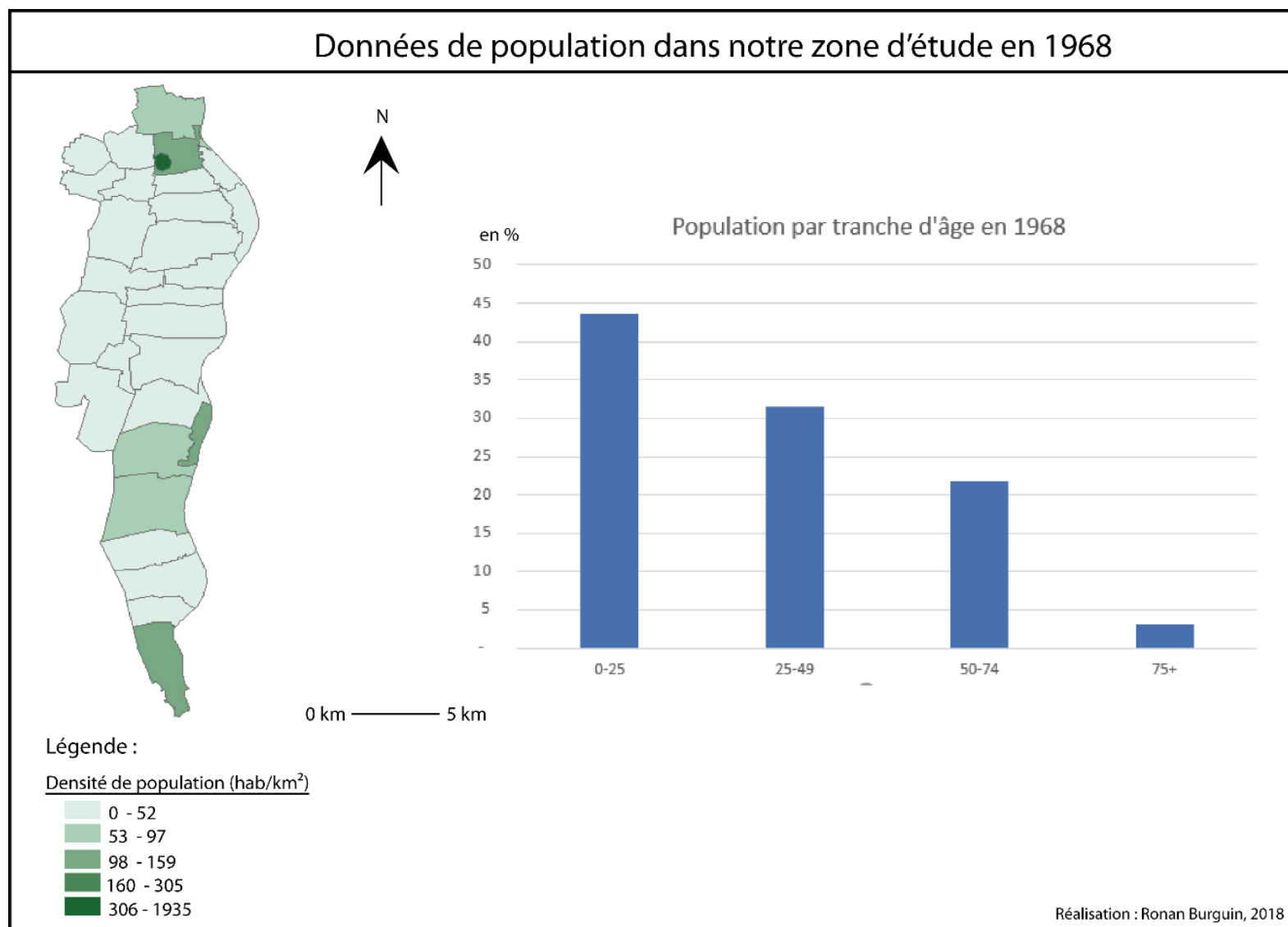
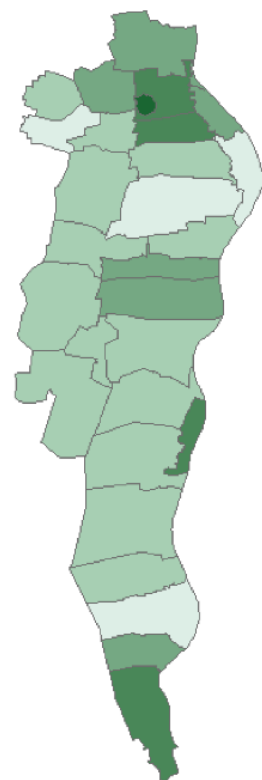


Figure 26 : Données sur la population en 1968

En 1968, la densité de population est faible, sauf sur la commune de Kembs car la centrale hydro-électrique est déjà construite et Neuf-Brisach. On a une population majoritairement jeune (<25 ans) (Figure 26).

Données de population dans notre zone d'étude en 2014

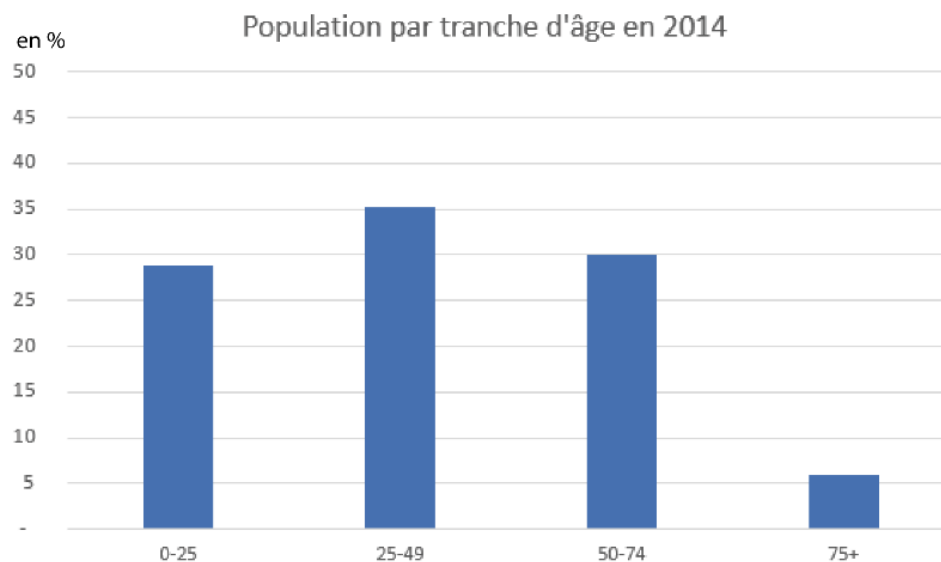


0 km — 5 km

Légende :

Densité de population (hab/km²)

- 0 - 52
- 53 - 97
- 98 - 159
- 160 - 305
- 306 - 1935



Réalisation : Ronan Burguin, 2018

Figure 27 : Données sur la population en 2014

En 2014, la densité de population est plus élevée, notamment sur les communes de Chalampé et Fessenheim car c'est là où on retrouve les zones industrielles et la centrale nucléaire. La part des 25-49 ans est majoritaire (Figure 27).

3.5.4 Cartographie de l'évolution du nombre de logements

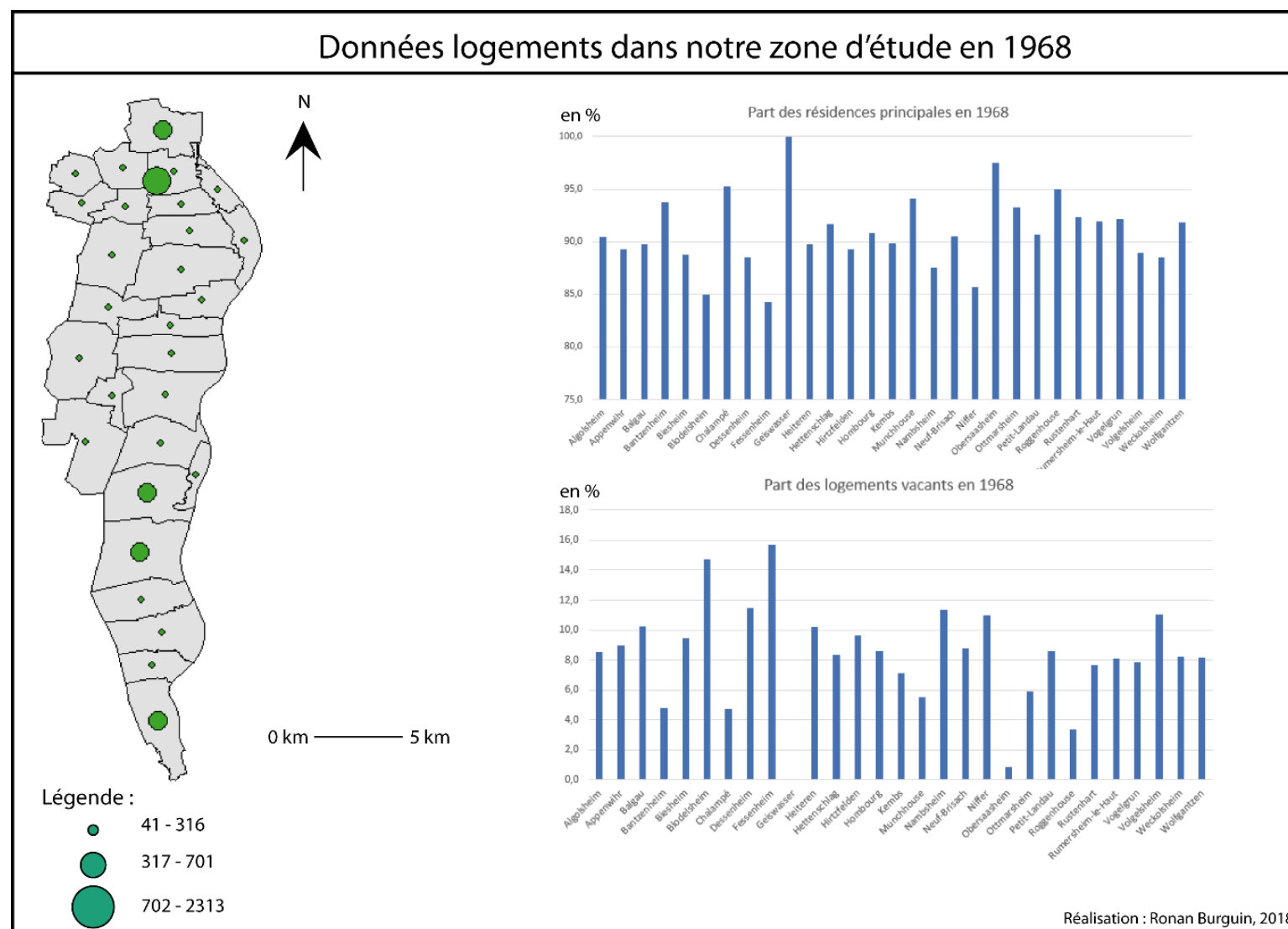


Figure 28 : Données sur les logements en 1968

Le nombre de logements par commune ne dépasse pas les 700 dans les trois-quarts de nos communes (sauf à Kembs et Neuf-Brisach car ce sont les communes les plus peuplées). On a, en moyenne, une grande majorité de résidences principales (90%) et peu de logements vacants (8%) (Figure 28).

Données logements dans notre zone d'étude en 2014

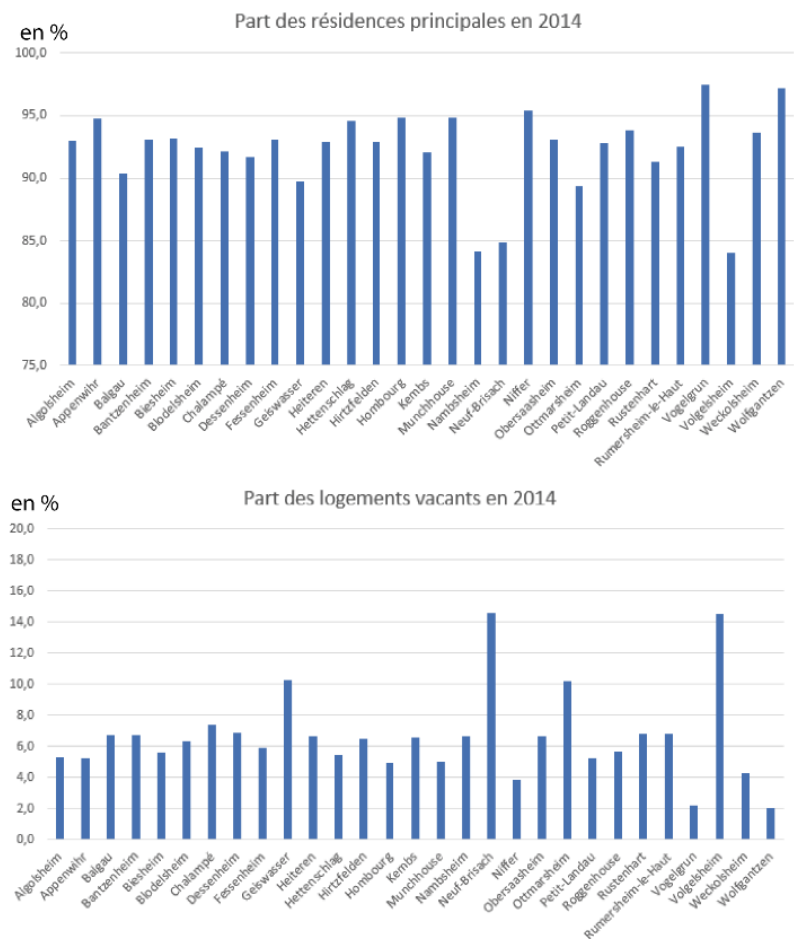
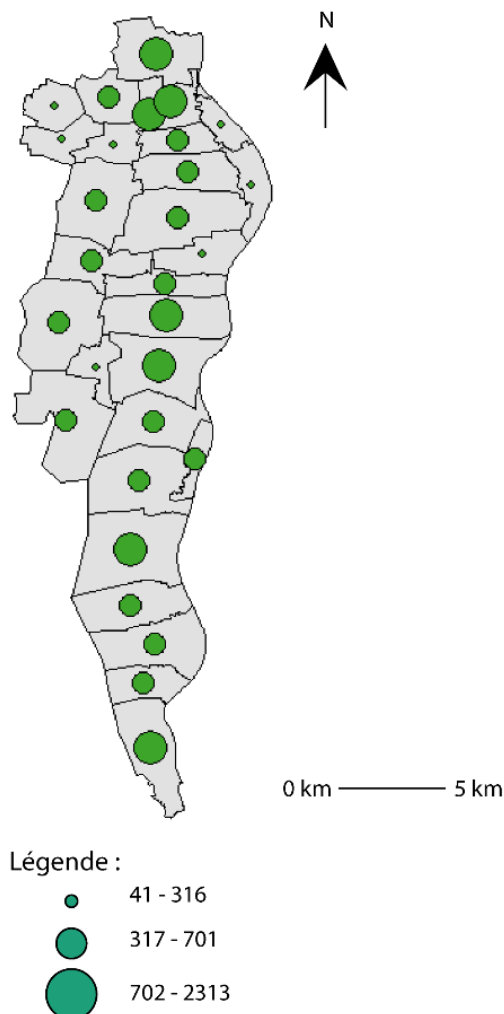


Figure 29 : Données sur les logements en 2014

Le nombre de logements est en hausse du fait de l'augmentation de la population, on a une répartition assez homogène. En moyenne, la part des résidences principales a légèrement augmenté (92%) et celle des logements vacants légèrement diminué (6%) (Figure 29).

Réalisation : Ronan Burguin, 2018

3.6 Cartographie des écoulements d'eaux dans le GCA

3.6.1 Méthodologie mis en place

Une part importante du projet juxta rhenum est de comprendre les éventuels échanges d'eaux qu'il peut y avoir entre le GCA et le vieux Rhin. Nous pensions au début que le GCA était bétonné à partir du kilomètre 29. En réalité, celui-ci n'est pas bétonné, sauf en amont et aval des écluses sur environ 50 mètres. Le fond du canal est argileux et donc imperméable.

Cependant des échanges d'eaux pourraient avoir lieu suivant plusieurs hypothèses : Le fond du GCA est argileux, c'est une roche imperméable mais il n'est pas exclu qu'il puisse y avoir des infiltrations d'eaux. Il y a aussi le fait que le GCA soit construits sur d'anciens paléo-chenaux, ceci date d'avant les travaux d'aménagements du Rhin. Nous avons obtenu la carte géoréférencé de 1838 qui montre l'emplacement des paléo-chenaux juste avant le début de travaux de correction. En fait, ils constitueraient des zones d'apport privilégié vers le vieux Rhin. C'est pourquoi nous les avons classifiés selon plusieurs critères :

		Largeur des paléo-chenaux	
		Large (>180m)	Etroit (<180m)
Pression	hydrostatique	3	2
forte			
Pression	hydrostatique	2	1
faible			

Tableau 5 : Classification des risques d'infiltrations de 1 (risque faible) à 3 (risque élevé)

Nous avons donc établi une méthodologie afin de catégoriser le risque d'échange d'eaux entre le GCA et le vieux Rhin. Ainsi calculer la largeur des chenaux en utilisant l'outil « Mesurer » permet de mesurer la distance et la surface. Les paléo-chenaux ont été comblé par de l'argile mais juste en dessous où trouvent des sédiments plus grossiers que constituent des voies d'apport du GCA vers le vieux Rhin. Catégoriser la largeur des paléo-chenaux est un bon indicateur car ils sont des zones privilégiées car plus large surtout si le paléo-chenal constitue l'ancien talweg du Rhin. Il y a aussi la pression hydrostatique qui peut avoir entre le GCA et la nappe souterraine. En effet, plus le niveau entre la nappe et le GCA est élevé, plus la pression est forte et donc il

Il y a des risques d'infiltrations plus importants. Nous n'avons pas relevé les paléo-lit inférieur à 50 mètres. Il est important de mesurer la largeur de la bande active au contact du GCA et ensuite de calculer la médiane.

Nombre de paléo-chenaux	Largeur (en mètres)
1	150
2	130
3	140
4	55
5	65
6	230
7	150
8	90
9	140
10	350
11	150
12	60
13	1650
14	500
15	180
16	780
17	240
18	50
19	740
20	780
21	900
22	130
23	540
24	750
25	100
26	230
27	130
28	120

29	160
30	1000
31	880
32	700
33	90
34	530
35	800
36	300
37	170
38	140
39	300
40	280
41	170

Tableau 6 : Largeur des paléo-chenaux

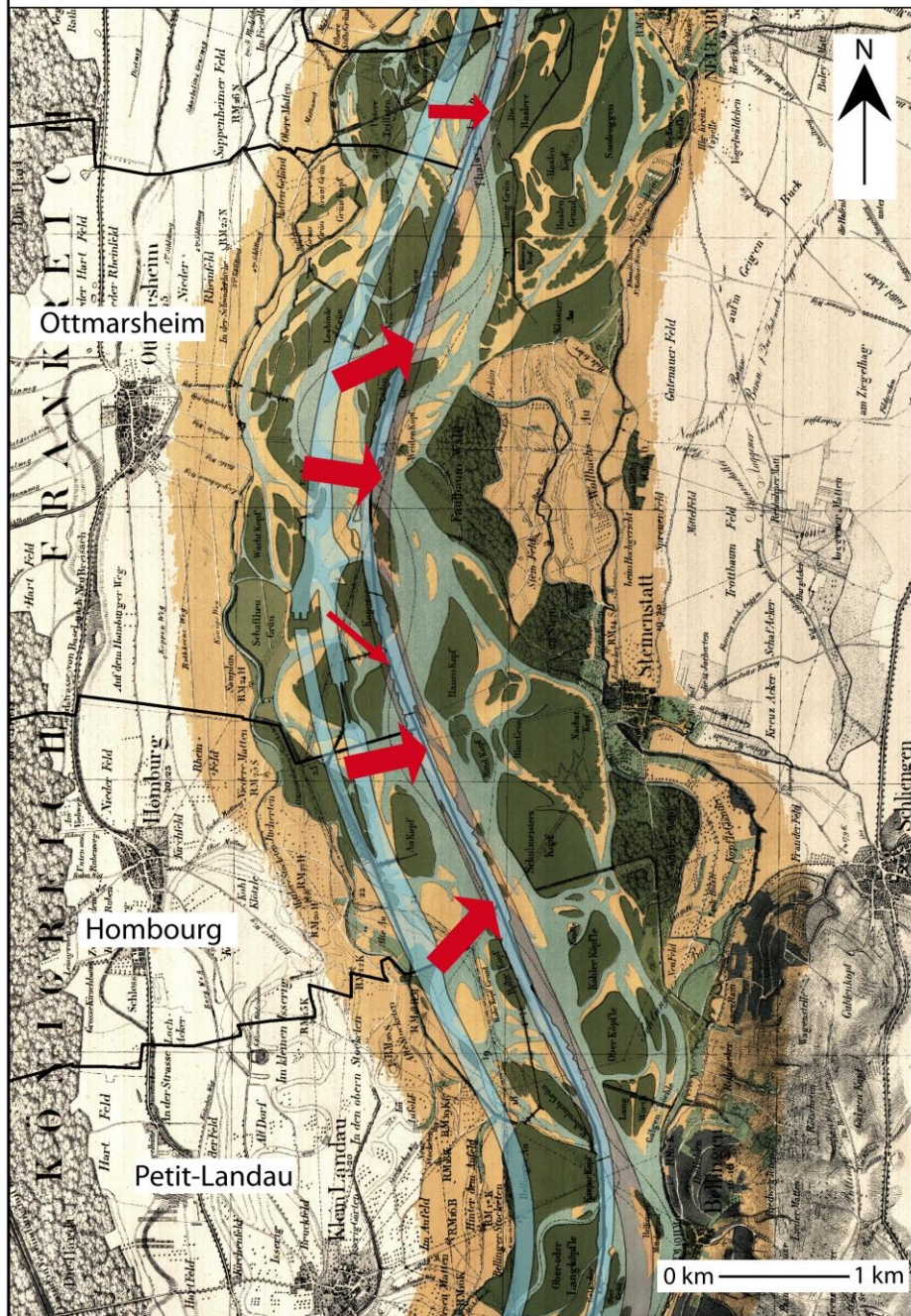
La médiane se situe à environ 180 mètres. On peut donc considérer qu'en dessous de cette valeur, les paléo-chenaux sont considérés comme étroit, et au-dessus comme large.

3.6.2 Cartographie des écoulements d'eaux du GCA vers le vieux Rhin

Pour la réalisation de cette carte, nous avons utilisé la carte de 1838 déjà géoréférencée, puis nous avons superposé l'hydrographie du GCA et du vieux Rhin actuel. On peut donc voir quelles sont les paléo-chenaux que le GCA traverse.

Les flèches rouges représentent les zones d'apport privilégiés, plus elles sont larges, plus il y a de probabilité que les flux d'échanges d'eaux soient élevés (Figure 30). Les autres cartes sont disponibles en annexe (Annexes 17 à 20).

Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux



Légende :

- Limite communale
- Hombourg Nom de la la commune
- Grand canal d'Alsace

Largeur des paléo-chenaux

- > 180 m : Large
- < 180 m : Etroit

Zone d'apport privilégiée vers le vieux Rhin

- Zone d'apport élevée
- Zone d'apport moyenne
- Zone d'apport faible

Figure 30 : Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux

4. Résultats et interprétation

4.1 Analyse historique de l'occupation du sol

L'étude sur l'occupation se base sur les principaux changements qu'à subi notre secteur d'étude en l'espace de 65 ans. Il est important de voir comment celui-ci à évoluer avant et après la construction du GCA. Cette étude repose donc sur l'analyse des surfaces et des changements qui ont eu lieu. Nous avons distingué 4 classes les plus distinctifs : Surface agricoles, surfaces artificialisés, milieux et hydrographiques et espaces forestiers et semi-naturel de Kembs jusqu'à Marckolsheim

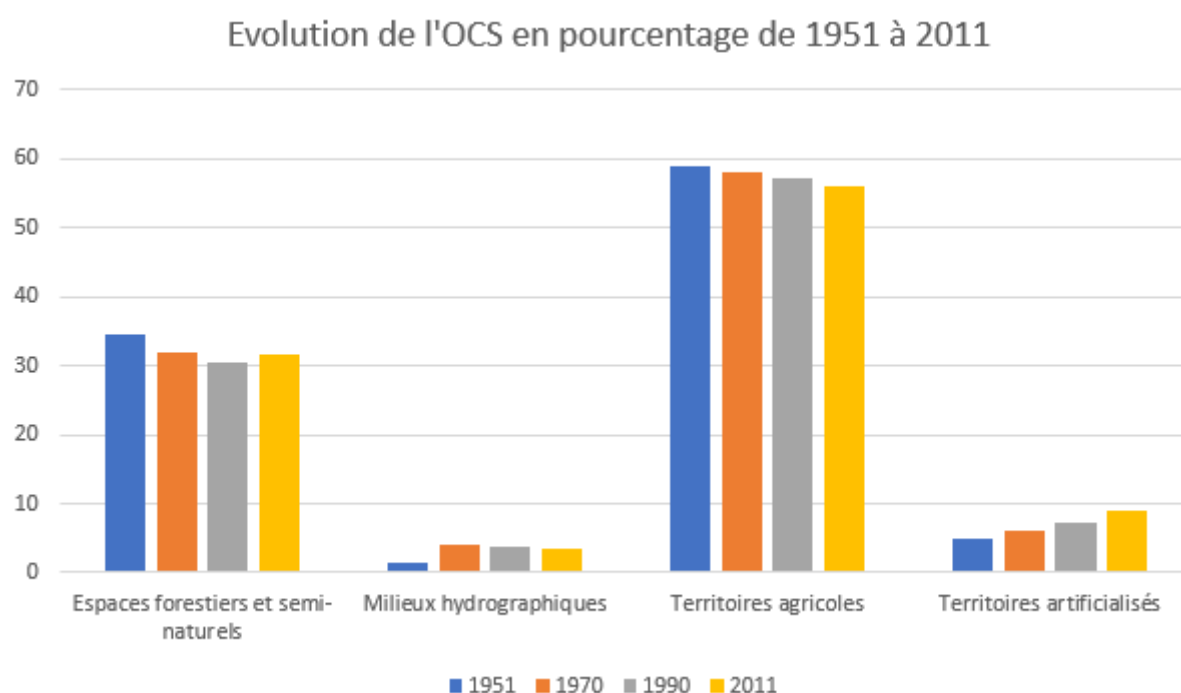


Figure 31 : Evolution de l'occupation du sol de 1951 à 2011

Sur ce graphique, nous avons voulu montrer l'évolution en pourcentage de l'OCS en près de 60 ans. Nous pouvons clairement analyser que la tendance générale va vers une diminution des espaces agricoles et des espaces forestiers et semi-naturels, une stabilité du milieu hydrographique et une augmentation des territoires artificialisés.

En 1951, les surfaces forestières se concentraient principalement à l'est de notre zone d'étude, c'est-à-dire à l'emplacement actuelle du GCA. A l'époque, il n'était pas construit encore et cette zone restaient relativement naturelle. Sur le reste, on constate

plutôt une stagnation des surfaces forestières. Elle se constitue principalement de hameaux forestiers et n'a peu évolué en 50 ans. Entre 1951 et 1970, les surfaces forestières ont diminué à cause de la construction du GCA dont on s'aperçoit que la forêt est remplacée des par des surfaces artificialisés. Après 1970, on constate une stabilisation de ce milieu voir une légère diminution.

Le milieu hydrographique a surtout augmenté entre 1951 et 1970 suite à la construction du GCA. Cette augmentation se constate essentiellement sur les communes dont le GCA traverse et au profit des surfaces forestières. En 1951, il y avait seulement 1,4% de notre zone occupée par de l'eau, à 4% en 1970. Après 1970, il n'y a plus d'évolution majeur de ce milieu. Sur le reste du territoire, on peut noter un assèchement des petits étangs et l'arrivée de plusieurs gravières dans le secteur de Neuf-Brisach à Marckolsheim. On tourne autour de 3,5 à 4% de 1970 à nos jours.

La Hardt est un secteur essentiellement agricole, on constate qu'il occupe plus de 58% du territoire d'étude. Entre 1951 et 1970, celle-ci a diminué dans le temps suite à l'arrivée du GCA. En effet, l'ouvrage a entraîné une population nouvelle et donc une extension des villes au profit des surfaces agricoles principalement. Cette diminution est régulièrement dans le temps, passant de 58% en 1970 à 55% en 2011. Donc l'augmentation de la population qui s'est traduit par une augmentation des territoires artificialisés et une diminution des territoires agricoles.

Nous allons essayer de voir s'il y a une disparité de l'évolution de l'OCS notamment des surfaces artificialisées. L'apport du GCA a entraîné une artificialisation du territoire aux alentours. Entre 1951 et 2011, celle-ci a augmenté de 105% ! Cela s'explique facilement par l'augmentation du nombre d'habitants et donc du nombre de logements. Cette augmentation ne s'est pas faite de manière régulière tous les 20 ans. Cependant, si on s'attarde sur les communes proches du GCA, on remarque que cette surface a augmenté de plus de 146%. Et dans le centre de la Hardt seulement de 73%. Ce qui montre que l'arrivée du GCA a modifié considérablement l'OCS. On a une augmentation plus importante des surfaces artificialisés au fur et à mesure que l'on est proche du GCA. Avec la fermeture prochaine de la centrale, il se pourrait qu'on est un ralentissement de ce phénomène.

4.2 Analyse historique des impacts socio-économiques

De 1968 à 2014, le niveau de formation de la population a évolué. On constate ainsi qu'il y a davantage de personnes qui ont fait des études supérieures, on est passé de 1,1% en 1968 à 22,2%. Cette moyenne reste inférieure à celle du département (Haut-Rhin), de la région (Alsace) et du pays (France). Le nombre de personnes diplômées du bac et d'un CAP/BEP a fortement augmenté par rapport au reste. On est passé de 4,2 à 16,8% (soit une augmentation de 2,95%) de personnes diplômées d'un baccalauréat. Pour le cap/bep, on a une évolution de 1,72%, c'est 2 moyennes sont supérieures à celle du département, de la région et du pays. Ce qui montre que le GCA a eu un réel impact sur le niveau de diplômés sur notre zone d'étude. Cette augmentation est due à la mise en service de la centrale de Fessenheim, on constate que la part des personnes ayant fait des études supérieures a augmenté de 22,69% (De 0,9% en 1968 à 20,4% en 2014) pour toute commune à 10km autour de la centrale. Cette moyenne est supérieure à notre zone d'étude (20,08%) et très largement supérieure à celle du Haut-Rhin et de l'Alsace (respectivement 8,41% et 9,89%). Le GCA a donc apporté des infrastructures comme la centrale et les zones industrielles qui a permis de créer de nouveaux emplois et donc d'avantages de compétences intellectuelles.

Cela se confirme en analysant l'évolution de la population. De 1954 à 2014, les 4 communes qui ont vu leur population la plus augmentée sont situées en bordure du GCA (Kembs, Biesheim, Volgelsheim et Blodelsheim) et les plus peuplées également (Kembs, Biesheim, Volgelsheim et Fessenheim). La population du Haut-Rhin a augmenté de 30% entre 1968 et 2014, alors que sur notre zone d'étude, elle est beaucoup plus élevée de l'ordre de 86 % ! Encore plus si on regarde les communes proches de Fessenheim où on atteint pratiquement les 90% d'augmentation. Le GCA a donc amené une grande partie de la population.

La densité par habitant a augmenté dans toutes nos communes, et l'âge de la population a évolué. En 1968, on a une population majoritairement jeune (43,6% de 0-24 ans), avec très peu de personnes âgées (seulement 3,1% de plus de 75 ans). Presque 50 ans plus tard, on a une population vieillissante avec une majorité de 25-49 ans (35,2%). Cette tendance se retrouve aussi dans le Haut-Rhin (33% de 25-49 ans) et en Alsace (33,1% de 25-49 ans. Mais la part des 25-49 ans a plus augmenté

dans notre zone d'étude (+11,6%) alors que dans le reste on atteint moins de 5%. Cette statistique montre comment le GCA a impacté sur la tranche d'âge de la population, on retrouve cette même statistique pour les 50-74 ans.

Si on regarde alors l'évolution de la catégorie socio-professionnelle (CSP), notre zone d'étude est constituée majoritairement d'ouvriers (49,1%) et d'agriculteurs (23,8%). La part d'ouvriers est légèrement plus élevée que celle du département et de la région, en 2014 on a une forte diminution de cette catégorie dans notre zone d'étude (-41,7%) mais on ne peut lier cette diminution au GCA car elle reste dans la moyenne du département et de la région. Cependant les cadres et professions intermédiaires ont augmenté de 700% entre 1968 et 2014 alors que dans le département, cela n'a augmenté que de 150% et dans la zone de Fessenheim elle atteint même 870%. Le GCA a donc apporté des emplois qualifiés et cela se voit également dans le niveau d'étude où on a plus des personnes ayant fait des études supérieures à augmenter de 2000%, bien supérieur au Haut-Rhin (840%), à l'Alsace (779%) et à la France (989%). Les employés ont également augmenté plus rapidement que dans le reste des autres zones.

Si on analyse le nombre de logements, il a également augmenté du fait de l'arrivée massive de la population. Entre 1968 et 2014, il a augmenté de 176 %, ce chiffre est bien supérieur au département (87%) et à la région (95%).

La construction du GCA et de l'implantation des différentes zones industrielles nécessite également, de bonne voie de communication. Nous avons réalisé deux cartographies où l'on peut voir la construction des différents axes routiers et voies ferroviaires sur notre zone. En 1951, il y a peu d'axe routier important et il n'en existe aucune proche du vieux Rhin car c'est une région essentiellement forestière. Les voies de communication sont donc peu nombreuses et il n'y a pas de voie ferroviaire du tout. En 2017, une route primaire dessert tout le GCA du nord au sud. Elle permet une bonne desserte de toutes les zones industrielles et de la centrale nucléaire de Fessenheim. D'ailleurs toutes les communes sont reliées au GCA par plusieurs voies importantes. Chalampé, Ottmarsheim et Vogelgrun sont très bien desservis d'ouest en est par des axes routiers majeurs, on y trouve à proximité la plus grande ville du Haut-Rhin qui est Mulhouse. Un important réseau de route secondaire vient compléter la

zone, ce qui permet que toutes les communes soient bien desservies également, même si ce ne sont pas les plus importantes en termes de taille et de trafic.

Les voies de chemin de fer sont peu nombreuses. On les trouve seulement sur les communes de Chalampé, Ottmarsheim et au nord de notre zone d'étude. Elles desservent donc uniquement la centrale et les zones industrielles vers Mulhouse ou Colmar pour permettre le transport des produits fabriqués, voir de matières dangereuses issue de la centrale nucléaire (Serylo, 2017).

4.3 Analyse des relations entre le GCA et les paléo-chenaux

Il y a une relation entre le GCA et les paléo-chenaux, en effet ceci constitue des voies d'apport privilégiées vers le vieux Rhin. Ces cartes sont intéressantes pour les géochimistes, en effet leur travail est d'évaluer s'il y a des échanges de polluants entre le GCA et le vieux Rhin. On y constate des zones d'apport privilégiées. En effet, le GCA coupe d'anciens paléo-chenaux de 1838. L'année 1838 correspond à une année juste avant les débuts des travaux de l'aménagement du Rhin. Par la suite, ces paléo-chenaux ont été recouvert par les différents aménagements, puis par le GCA. Ils sont constitués d'anciens matériaux graveleux.

Plus la pression hydrostatique est forte et plus la largeur des paléo-chenaux est grande, plus il y a des risques d'infiltrations d'eaux dans le sol et donc des transferts d'eaux du GCA vers le vieux Rhin. La pression hydrostatique est la plus forte juste en amont des écluses car le niveau entre la nappe souterraine et le niveau d'eau dans le GCA est le plus grand.

Nous constatons qu'il y a en tout près d'une quarantaine de paléo-chenaux tout le long des cinquante kilomètres entre Kembs et Neuf-Brisach. La médiane se situe autour de 180 mètre et le risque d'infiltration demeure élevé. Cependant les premiers résultats des géochimistes (qui analysent différents polluants) laissent penser qu'il n'y a que pas ou très peu d'échanges entre le GCA et le vieux Rhin.

4.4 Interprétation globale des résultats

Les résultats globaux montrent que le GCA a littéralement modifié la physionomie de la région. La Hardt est passé d'une région pauvre et en déclin, à une région prospère

et industrielle. L'arrivée du GCA a considérablement impacté, modifié et transfiguré notre zone d'étude. On le constate d'abord d'un point de vue de l'OCS : cela s'est traduit par une augmentation des surfaces artificialisées, en contrepartie on a constaté une diminution des surfaces agricoles. Cette augmentation s'explique par l'augmentation de la population qui cherche à s'installer dans cette région car la construction du canal a amené la construction de zones industrielles et de la centrale nucléaire de Fessenheim. On a donc une demande en logement qui est élevée et qui se traduit par une augmentation importante de celle-ci. Ces nouvelles implantations se sont faites en contrepartie des surfaces forestières, en effet le canal a été construit en bordure du Rhin, principalement sur des surfaces forestières, c'est pourquoi on constate une forte diminution de ceux-ci durant les 20 premières années, avant une stabilisation. On retrouve le même constat inversé pour le milieu hydrographique, celui-ci a fortement augmenté durant les 2 premières décennies, du fait de la construction du GCA, puis il s'est stabilisé ou ne variant très légèrement du fait de l'arrivée de gravières ou d'assèchements de lacs.

D'un point de vue socio-économique, cet important besoin de main d'œuvre s'est traduit par un niveau de formation en hausse. La nouvelle demande en main d'œuvre issue de la centrale et des zones industrielles a donc amené des qualifications plus importantes. On constate que de 1968 à 2014, on a davantage de population ayant poursuivi leurs études, celle-ci a davantage augmenté que la moyenne départementale et régionale. Pour les CSP, on a le même constat, on a davantage d'ouvriers et d'employés. Et donc une population majoritairement en tranche d'âge de 25-49 ans, c'est-à-dire une population qui cherche du travail.

L'étude sur l'occupation du sol et socio-économique montre un bouleversement important dans la région. Le GCA a transformé, on est passé d'une région rurale, agricole, vieillissante à une région entreprenante et industrielle.

4.5 Discussion autour des limites de notre zone d'étude et des données disponibles

Pour l'analyse de l'occupation, nous ne disposons pas de d'images suffisamment ancienne afin de voir comment l'OCS était avant la construction de Kembs. De plus, ma zone d'étude étant très large, il est difficile d'obtenir des images aériennes de la

même année sur toute ma zone, nous avons pris la décision d'utiliser les images aériennes de 1970 pour le secteur entre Kembs et Neuf-Brisach, et des images de 1972 de Neuf-Brisach jusqu'à Marckolsheim. Par ailleurs, les communes les plus à l'ouest n'ont pas été digitalisées pour l'année 1970 par manque de donnée. Il m'aurait paru intéressant de montrer l'évolution de l'OCS en utilisant une nomenclature plus précise, mais par manque de temps et de la qualité moyenne des photographies aériennes anciennes, cela n'aurait pas pu être possible.

Pour l'analyse socio-économique, les données disponibles sont exclusivement sur le site de l'INSEE. Cependant, ils n'existent pas de donnée avant 1968 sur leur site (sauf pour la population). Il aurait été intéressant de trouver des données avant la construction du GCA pour pouvoir comparer ces données avant et après les travaux. Certains indicateurs ont dû être écartés (revenu par habitant, ...), par parfois un manque de données et d'autres de temps.

Ma zone d'étude s'étendant sur une cinquantaine de kilomètres, des erreurs de digitalisation ont eu lieu. Quand on regarde l'analyse de l'évolution des surface forestières et des surfaces en eau, il y a quelques incohérences car entre 1970 et 2011 elles augmentent et diminuent légèrement, on peut considérer alors qu'elles restent stables.

Il aurait été intéressant d'obtenir des données également côté allemand, mais par faute de temps et d'incompréhension de la langue allemande, cela a été vite abandonné.

Conclusion

Le grand Canal d'Alsace a été construit, avec comme premier objectif d'améliorer la navigation et de produire de l'énergie hydro-électrique. Par la suite cela attiré des industries, puis la centrale nucléaire de Fessenheim car elles voulaient profiter de l'abondante ressource en eau, et d'un accès privilégié sur le fleuve pour le transport de marchandises. Cet aménagement et l'arrivée des différents installations a profondément bouleversé l'occupation du sol dans toute la région, ainsi que son économie. On est passé d'une région en déclin, à une région attractive. La part des surfaces agricoles a diminué progressivement, au profit des surfaces artificialisés grâce à l'analyse des orthophotographies et des images aériennes.

A l'aide des données issu de l'INSEE, on a constaté une augmentation de la population plus importante que dans le reste du département et de la région. Il s'en est suivi un changement sur le réseau routier, le niveau d'étude, les catégories socio-professionnelles. La plupart de ces indicateurs montrent que le GCA a véritablement une influence. Quand on compare ces mêmes chiffres à l'échelle du Haut-Rhin et de l'Alsace, on obtient généralement des résultats différents. Par exemple, si on s'intéresse à la population, elle augmente plus rapidement sur notre zone d'étude, et encore plus pour les communes proches de Fessenheim. Toutes ces communes ont gagné en attractivité grâce à la création d'emplois. Mais il aurait été très intéressant de pouvoir comparer ces indicateurs avant la construction du GCA, mais cela n'a pas été possible.

Le fond du canal n'étant pas bétonné, il se pourrait qu'il y ait des échanges d'eaux entre le GCA et le vieux Rhin. Cependant, les premiers résultats des géochimistes ne montrent pas de relation entre les deux car on ne retrouve pas toujours les mêmes polluants et dans la même quantité. Notre cartographie indique les endroits précis où il y a des risques d'infiltrations plus ou moins élevés.

Le GCA est donc responsable de la modification socio-économique et environnementale de la Hardt. Toutes ces communes dépendent des zones industrielles et de la centrale nucléaire qui se sont installés juste après sa construction

pour bénéficier de l'hydroélectricité. La Hardt est une région qui a été fortement impacté par le GCA, et cela se poursuit encore aujourd'hui. Il est important d'améliorer notre connaissance sur ces aspects cités précédemment, car la reconversion de la centrale de Fessenheim risque à nouveau d'engendrer de nouveaux bouleversements majeurs et d'importants impacts sociétaux, économiques et environnementaux. Comprendre le passé permettra d'anticiper le futur.

Bibliographie

AGLZIM Hafid. Vers un observatoire d'un espace à enjeu Fessenheim. Mémoire de géographie, Strasbourg, Université de Strasbourg, 2018, 79p.

ARNAUD. 2012. Approches géomorphologiques historique et expérimentale pour la restauration de la dynamique sédimentaire d'un tronçon fluvial aménagé : le cas du Vieux Rhin entre Kembs et Breisach (France, Allemagne). Thèse. 280p.

BONNEAUD François. 2017. Atlas des paysages d'Alsace. Dreal Alsace
Coopération pour l'information géographique du Grand Est. Disponible sur internet : <
<https://www.cigalsace.org/portail/fr>>

DECOVILLE-FALLER Monique. 1968. La Hardt haut-rhinoise : contribution à l'étude d'une région agricole en voie de développement. Strasbourg : Librairie Istra, 1 vol.(150p.) : ill., cartes, plans ; 24 cm.

Demangeon Albert. Le grand canal d'Alsace. In : *Annales de Géographie*, t. 37, n°210, 1928. p. 556.

DESAUNAS A. Le bief de Kembs, premier tronçon du grand canal d'Alsace. In : *Les Études rhodaniennes*, vol. 9, n°2, 1933. pp. 143-148.

Des villages de Cassini aux communes d'aujourd'hui. Disponible sur internet :
http://cassini.ehess.fr/cassini/fr/html/1_navigation.php

ELECTRICITE DE FRANCE, 1970. Equipements hydro-électriques du Rhin de Kembs à Strasbourg : impr, Prospecta, 1 vol.([18] p.) : fig., ill., cartes, tabl., [1] carte sur dépl. ; 24 cm

ELECTRICITE DE France, 1950. La première chaîne des centrales du Rhin : Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrun. Mulhouse : impr. Braun & Cie, 1959 1 vol. (32 p.) : carte, fig. ; 21 cm.

EMMENEGGER Bern. 1978. La voie navigable du Rhin, aspects hydrologiques. Kümmerly et Frey, 1 vol. (p. 16-34) : fig., cartes.

Institut Nationale de l'information géographique et forestière (IGN). Disponible sur internet : < <http://www.ign.fr/>>

JOHNSTONE Karen. Impacts hydro-géomorphologiques des aménagements humains. Mémoire en géographie, Lyon, Université de Lyon, 2010, 114p.

JUNNOD Patrick. 1996. Le Rhin supérieur : la rencontre entre le génie civil et le génie écologique / avant-propos Jean-Paul Muller ; préface André Bayle. Strasbourg : R. Hirlé.

MAIRE G. 1996. Evolution des objectifs d'aménagement du Rhin et de ses espaces riverains en Alsace, au XIXe et XXe siècles. CNRS, 6p.

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Disponible sur internet : < <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/clc/fichiers/>>

Remonter le temps. Disponible sur internet : < <https://remonterletemps.ign.fr/>>

RISLER J.-J., SCHAFER G. (2006) - Plaine d'Alsace. Aquifères & Eaux souterraine en France - Tome 1. Édition BRGM.

RITTER Jean. La poursuite des travaux du Grand Canal d'Alsace. In : Annales de Géographie, t. 66, n°358, 1957. pp. 549-553 ;

SERYLO, Amy-Whitney, « Présentation et dynamiques d'un site d'étude à l'aide des SIG : le cas de la centrale nucléaire de Fessenheim », 2017.

Résumé

Le grand canal d'alsace, construit dans les années 1950, est une infrastructure qui a entraîné des changements majeurs sur tout le secteur de la Hardt. Mon étude s'est résumée à entreprendre une analyse historique des différents impacts que la construction de cet aménagement a entraîné sur son territoire.

Pour cela, j'ai réalisé des nombreuses cartes montrant l'évolution de l'occupation du sol sur cette zone, et leur analyse a montré que les surfaces artificialisées avaient beaucoup augmenté, notamment sur les communes les plus proches du GCA. Il a alors fortement modifié le paysage et l'environnement aux alentours. J'ai également réalisé des cartes à partir de données socio-économiques qui montrent une forte attractivité du territoire, notamment proche de Fessenheim.

Cette base de données SIG permet donc d'approfondir nos connaissances sur les impacts du GCA, et d'anticiper une modification de ces impacts en cas de changement majeur, par exemple de la fermeture de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Abstract

The great Alsatian canal, built in the 1950s, is an infrastructure that has led to major changes in the entire Hardt area. My study consisted of undertaking a historical analysis of the different impacts that the construction of this development has resulted in its territory. For that, I realized many maps showing the evolution of the occupation of the soil on this zone, and their analysis showed that artificialized surfaces had increased a lot, in particular on the communes closest to the GCA. He then greatly changed the landscape and the surrounding environment. I also made maps based on socio-economic data that show a strong attractiveness of the territory, especially close to Fessenheim. This GIS database, therefore, makes it possible to deepen our knowledge of the impacts of the GCA, and to anticipate a modification of these impacts in the event of a major change, for example, the closure of the Fessenheim nuclear power plant.

ملخص

تغييرات إلى أدت تحتية بنية هي ، الخمسينات في بنيت التي ، العظيمة الأزراسية القناة المختلفة للآثار تاريخي تحليل إجراء من دراستي تألفت .بالكامل هارت منطقة في كبيرة . أراضيها في التطوير هذا بناء عنها نتج التي ، المنطقة هذه في التربة احتلال تطور توضح التي الخرائط من العديد أعددت فقد ، لذلك إلى الأقرب البلديات في سيما لا ، كثيرًا زادت قد المصطنعة السطوح أن تحليلها وأظهر خرائط بعمل أيضًا قمت .المحيطة والبيئة المشهد في كبير بتغيير قام ثم .الأزراسية القناة من بالقرب خاصة ، الإقليم في قوية جاذبية تظهر اقتصادية اجتماعية بيانات إلى استنادًا . فيسسينهيم

معرفة تعميق الممكن من تجعل هذه الجغرافية المعلومات نظم بيانات قاعدة فإن ، وبالتالي تغيير حدوث حالة في التأثيرات هذه تعديل وتوقع ، البيولوجي للتنوع العالمي النظام بآثار . النووية للطاقة فينيسهايم محطة إغلاق ، المثال سبيل على ، كبير

Annexes

Annexe 1 : Evolution de l'occupation du sol de 1951 à 1970

Annexe 2 : Evolution de l'occupation du sol de 1951 à 1970 (2)

Annexe 3 : Evolution de l'occupation du sol de 1970 à 2000

Annexe 4 : Evolution de l'occupation du sol de 1970 à 2000 (2)

Annexe 5 : Evolution de l'occupation du sol de 2000 à 2011

Annexe 6 : Evolution de l'occupation du sol de 2000 à 2011 (2)

Annexe 7 : Données sur l'éducation en 1982

Annexe 8 : Données sur l'éducation en 1982 (2)

Annexe 9 : Données sur l'éducation en 1999

Annexe 10 : Données sur l'éducation en 1999 (2)

Annexe 11 : Catégorie socio-professionnelle en 1982

Annexe 12 : Catégorie socio-professionnelle en 1999

Annexe 13 : Données sur la population en 1982

Annexe 14 : Données sur la population en 1999

Annexe 15 : Données sur les logements en 1982

Annexe 16 : Données sur les logements en 1999

Annexe 17 : Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux de Bantzenheim à Blodelsheim

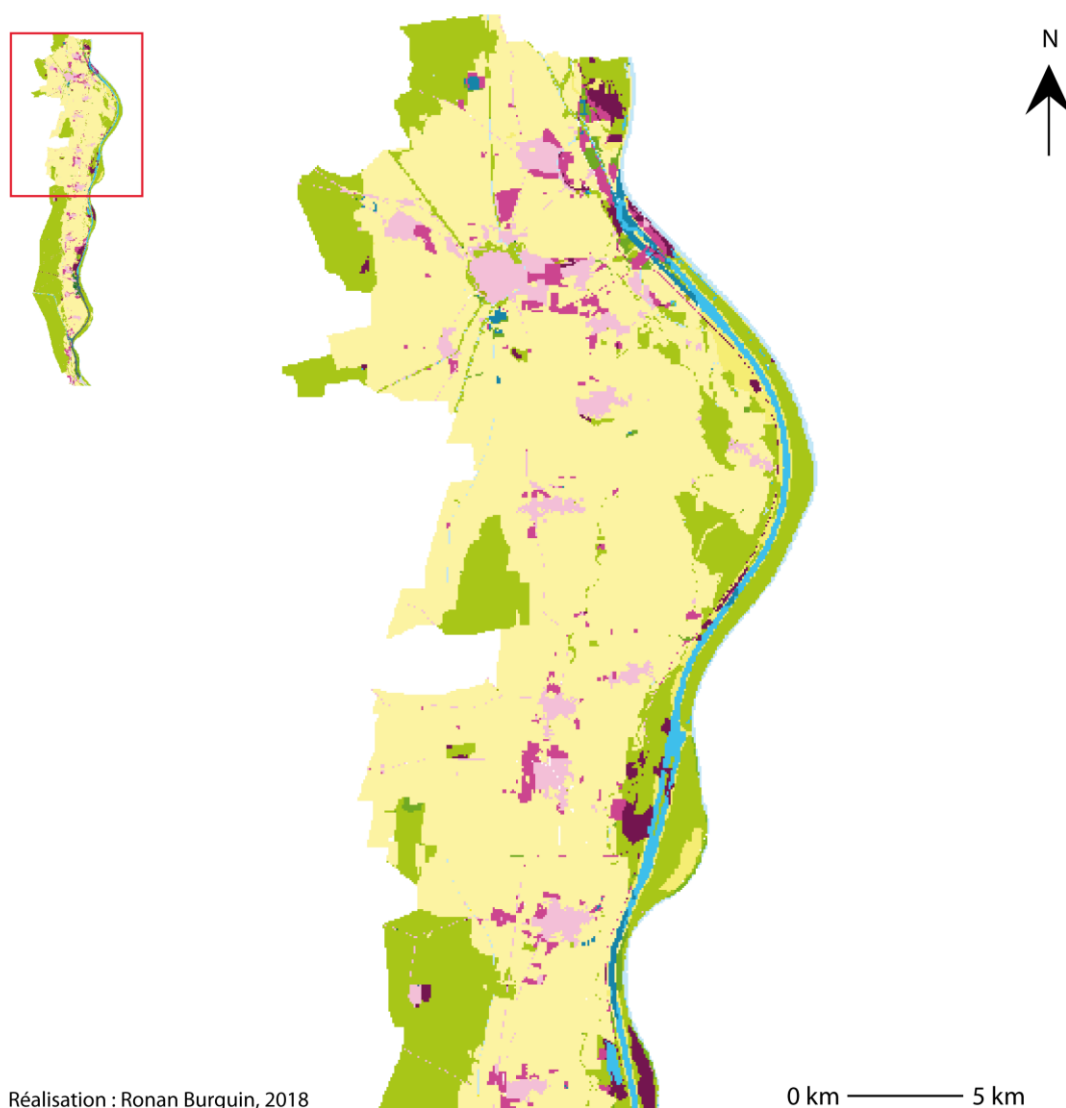
Annexe 18 : Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux de Balgau à Obersaasheim

Annexe 19 : Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux de Obersaasheim à Volgelsheim

Annexe 20 : Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux de Kembs à Niffer

Annexe 1

Evolution de l'OCS de 1951 à 1970



Réalisation : Ronan Burguin, 2018

0 km — 5 km

Légende :

Evolution des surfaces agricoles

- Surface agricole stable
- Surface agricole vers surface artificialisée
- Surface agricole vers surface en eau
- Surface agricole vers surface forestière

Evolution des surfaces artificialisées

- Surface artificialisée stable
- Surface artificialisée vers surface agricole
- Surface artificialisée vers surface en eau
- Surface artificialisée vers surface forestière

Evolution des surfaces forestières

- Surface forestière stable
- Surface forestière vers surface artificialisée
- Surface forestière vers surface agricole
- Surface forestière vers surface en eau

Evolution des surfaces en eau

- Surface en eau stable
- Surface en eau vers surface artificialisée
- Surface en eau vers surface agricole
- Surface en eau vers surface forestière

Annexe 2

Evolution de l'OCS de 1951 à 1970



Légende :

Evolution des surfaces agricoles

- Surface agricole stable
- Surface agricole vers surface artificialisée
- Surface agricole vers surface en eau
- Surface agricole vers surface forestière

Evolution des surfaces artificialisées

- Surface artificialisée stable
- Surface artificialisée vers surface agricole
- Surface artificialisée vers surface en eau
- Surface artificialisée vers surface forestière

Evolution des surfaces forestières

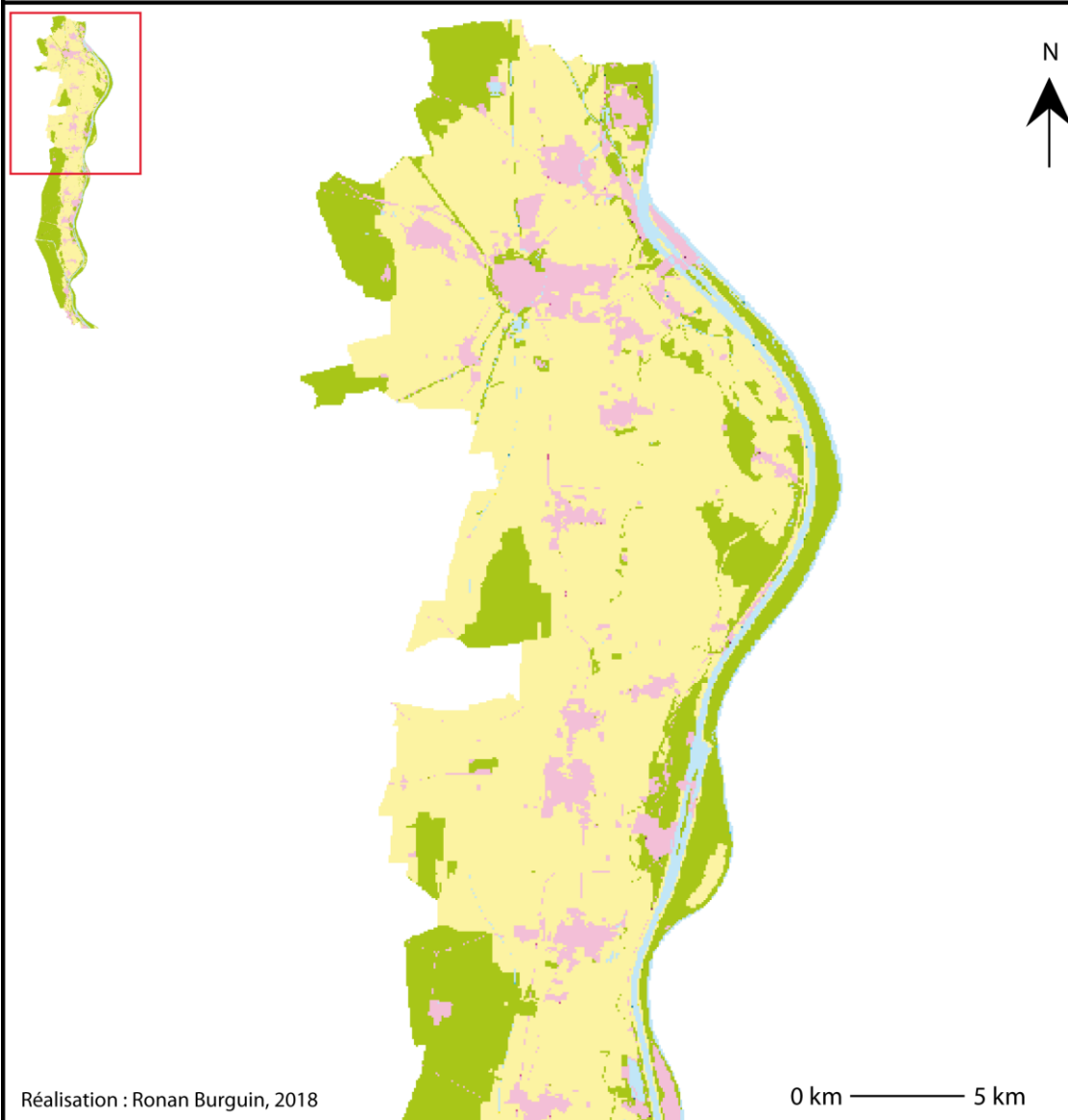
- Surface forestière stable
- Surface forestière vers surface artificialisée
- Surface forestière vers surface agricole
- Surface forestière vers surface en eau

Evolution des surfaces en eau

- Surface en eau stable
- Surface en eau vers surface artificialisée
- Surface en eau vers surface agricole
- Surface en eau vers surface forestière

Annexe 3

Evolution de l'OCS de 1970 à 2000



Réalisation : Ronan Burguin, 2018

Légende :

Evolution des surfaces agricoles

- Surface agricole stable
- Surface agricole vers surface artificialisée
- Surface agricole vers surface en eau
- Surface agricole vers surface forestière

Evolution des surfaces artificialisées

- Surface artificialisée stable
- Surface artificialisée vers surface agricole
- Surface artificialisée vers surface en eau
- Surface artificialisée vers surface forestière

Evolution des surfaces forestières

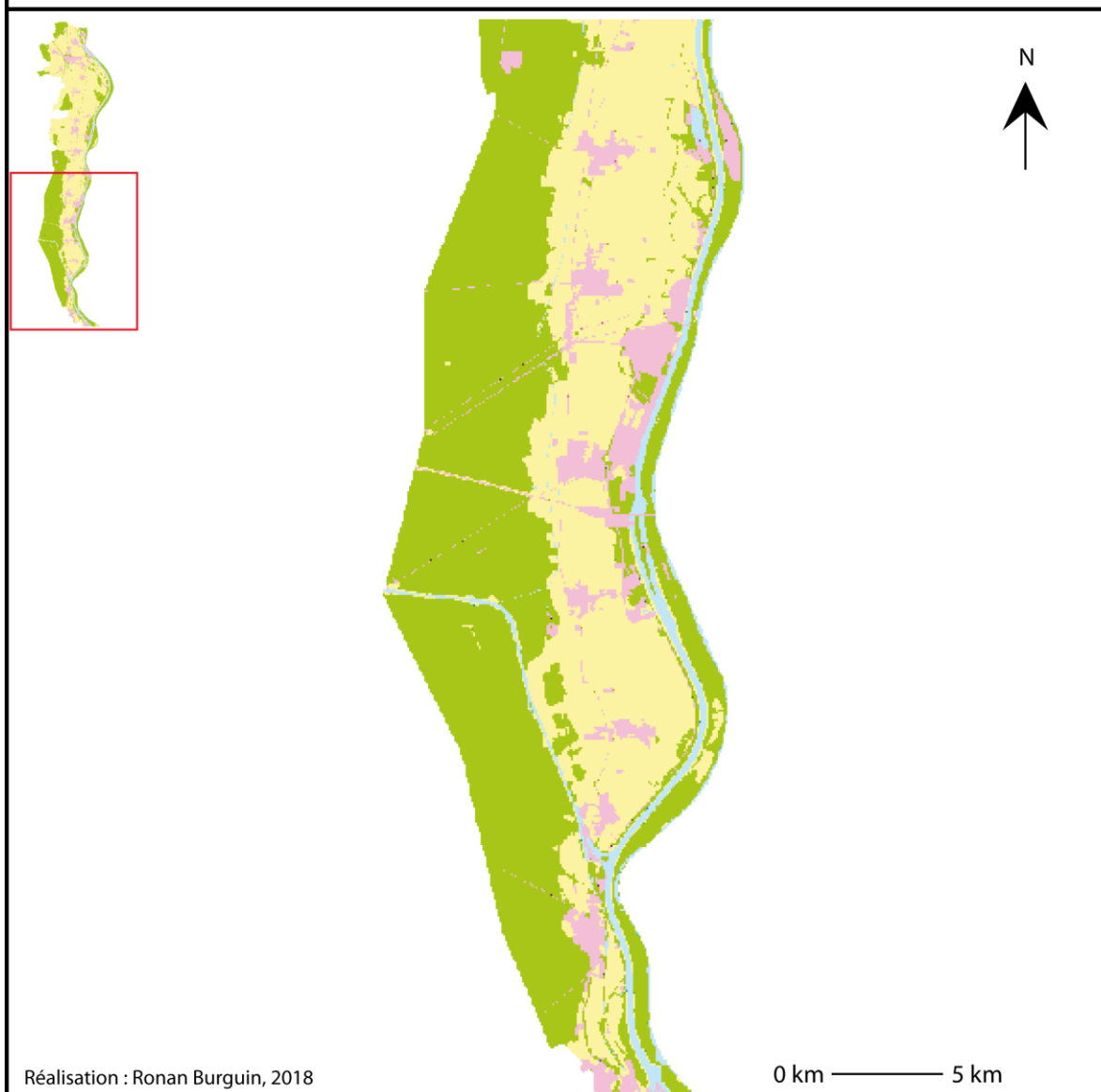
- Surface forestière stable
- Surface forestière vers surface artificialisée
- Surface forestière vers surface agricole
- Surface forestière vers surface en eau

Evolution des surfaces en eau

- Surface en eau stable
- Surface en eau vers surface artificialisée
- Surface en eau vers surface agricole
- Surface en eau vers surface forestière

Annexe 4

Evolution de l'OCS de 1970 à 2000



Réalisation : Ronan Burguin, 2018

Légende :

Evolution des surfaces agricoles

- Surface agricole stable
- Surface agricole vers surface artificialisée
- Surface agricole vers surface en eau
- Surface agricole vers surface forestière

Evolution des surfaces artificialisées

- Surface artificialisée stable
- Surface artificialisée vers surface agricole
- Surface artificialisée vers surface en eau
- Surface artificialisée vers surface forestière

Evolution des surfaces forestières

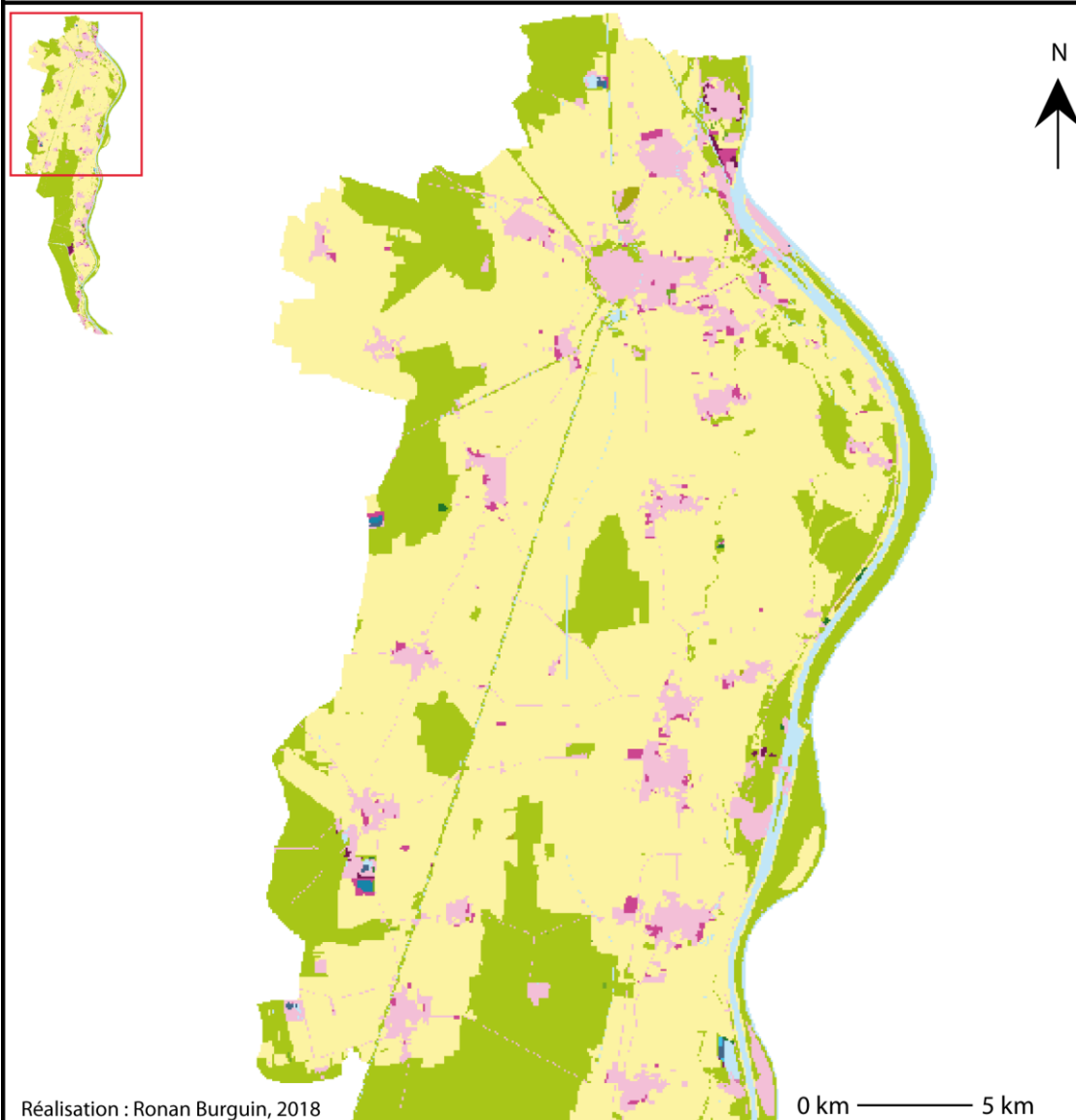
- Surface forestière stable
- Surface forestière vers surface artificialisée
- Surface forestière vers surface agricole
- Surface forestière vers surface en eau

Evolution des surfaces en eau

- Surface en eau stable
- Surface en eau vers surface artificialisée
- Surface en eau vers surface agricole
- Surface en eau vers surface forestière

Annexe 5

Evolution de l'OCS de 2000 à 2011



Réalisation : Ronan Burguin, 2018

Légende :

Evolution des surfaces agricoles

- Surface agricole stable
- Surface agricole vers surface artificialisée
- Surface agricole vers surface en eau
- Surface agricole vers surface forestière

Evolution des surfaces artificialisées

- Surface artificialisée stable
- Surface artificialisée vers surface agricole
- Surface artificialisée vers surface en eau
- Surface artificialisée vers surface forestière

Evolution des surfaces forestières

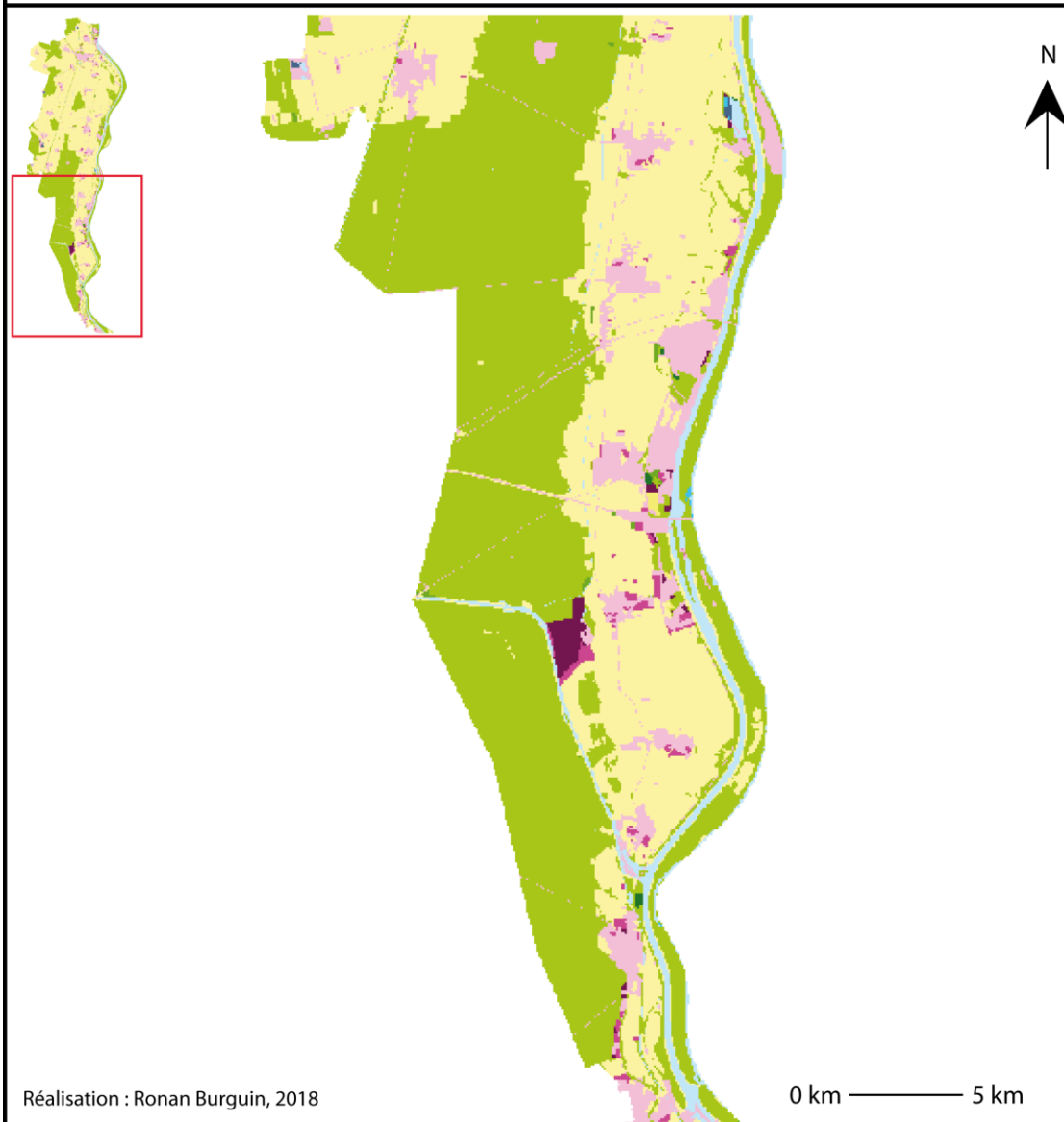
- Surface forestière stable
- Surface forestière vers surface artificialisée
- Surface forestière vers surface agricole
- Surface forestière vers surface en eau

Evolution des surfaces en eau

- Surface en eau stable
- Surface en eau vers surface artificialisée
- Surface en eau vers surface agricole
- Surface en eau vers surface forestière

Annexe 6

Evolution de l'OCS de 2000 à 2011



Réalisation : Ronan Burguin, 2018

0 km — 5 km

Légende :

Evolution des surfaces agricoles

- Surface agricole stable
- Surface agricole vers surface artificialisée
- Surface agricole vers surface en eau
- Surface agricole vers surface forestière

Evolution des surfaces artificialisées

- Surface artificialisée stable
- Surface artificialisée vers surface agricole
- Surface artificialisée vers surface en eau
- Surface artificialisée vers surface forestière

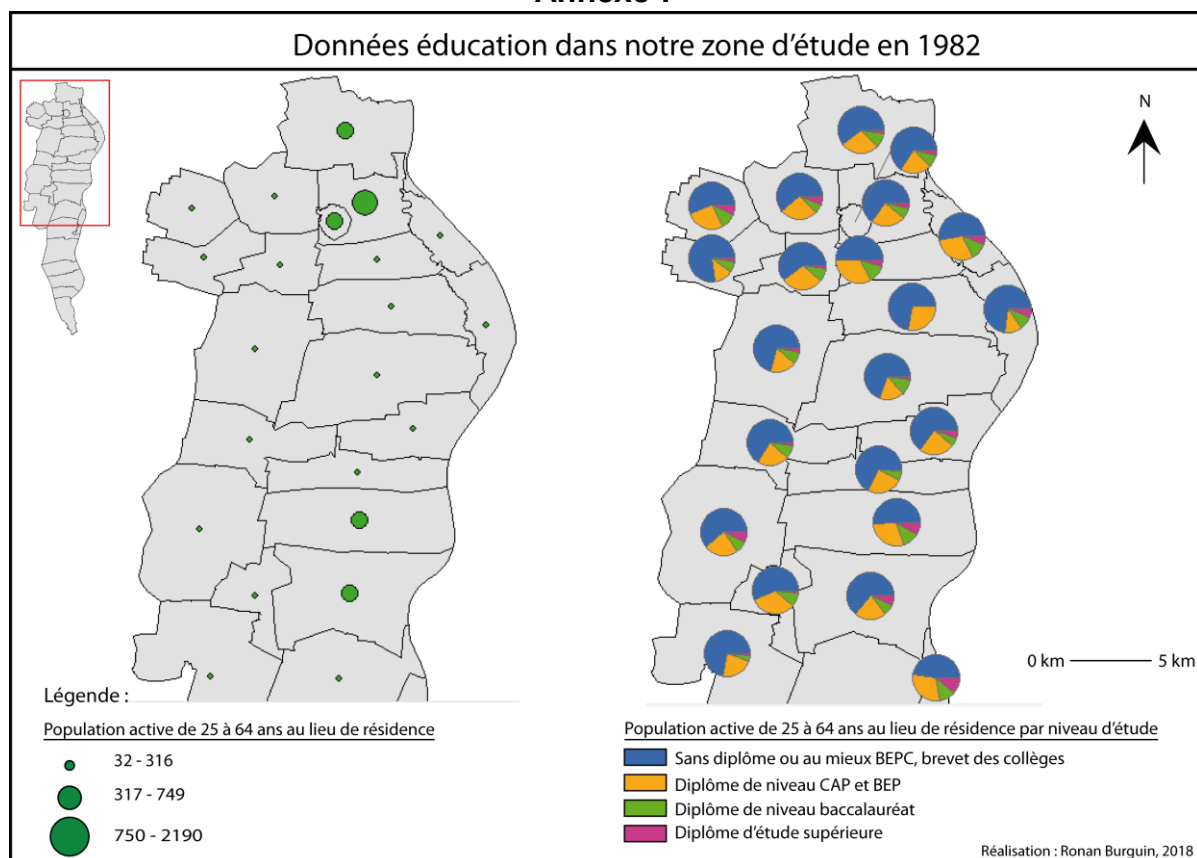
Evolution des surfaces forestières

- Surface forestière stable
- Surface forestière vers surface artificialisée
- Surface forestière vers surface agricole
- Surface forestière vers surface en eau

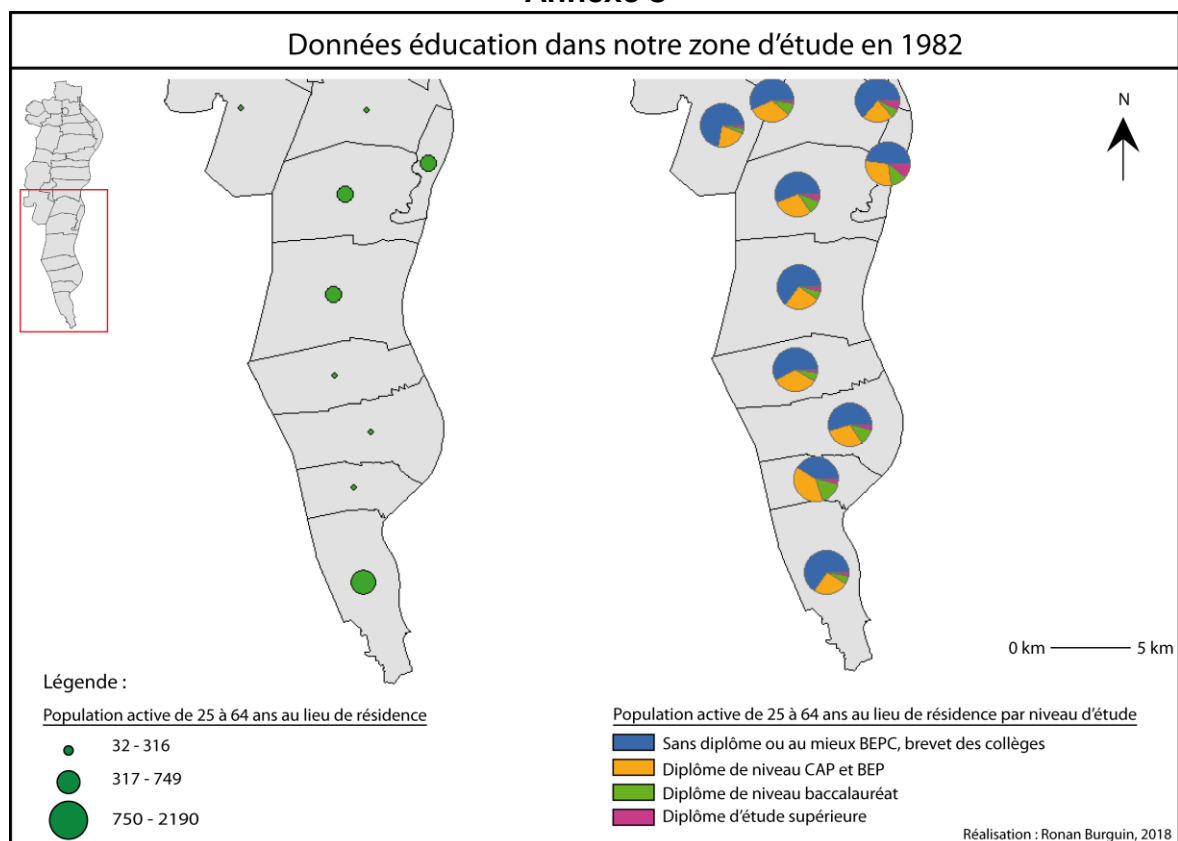
Evolution des surfaces en eau

- Surface en eau stable
- Surface en eau vers surface artificialisée
- Surface en eau vers surface agricole
- Surface en eau vers surface forestière

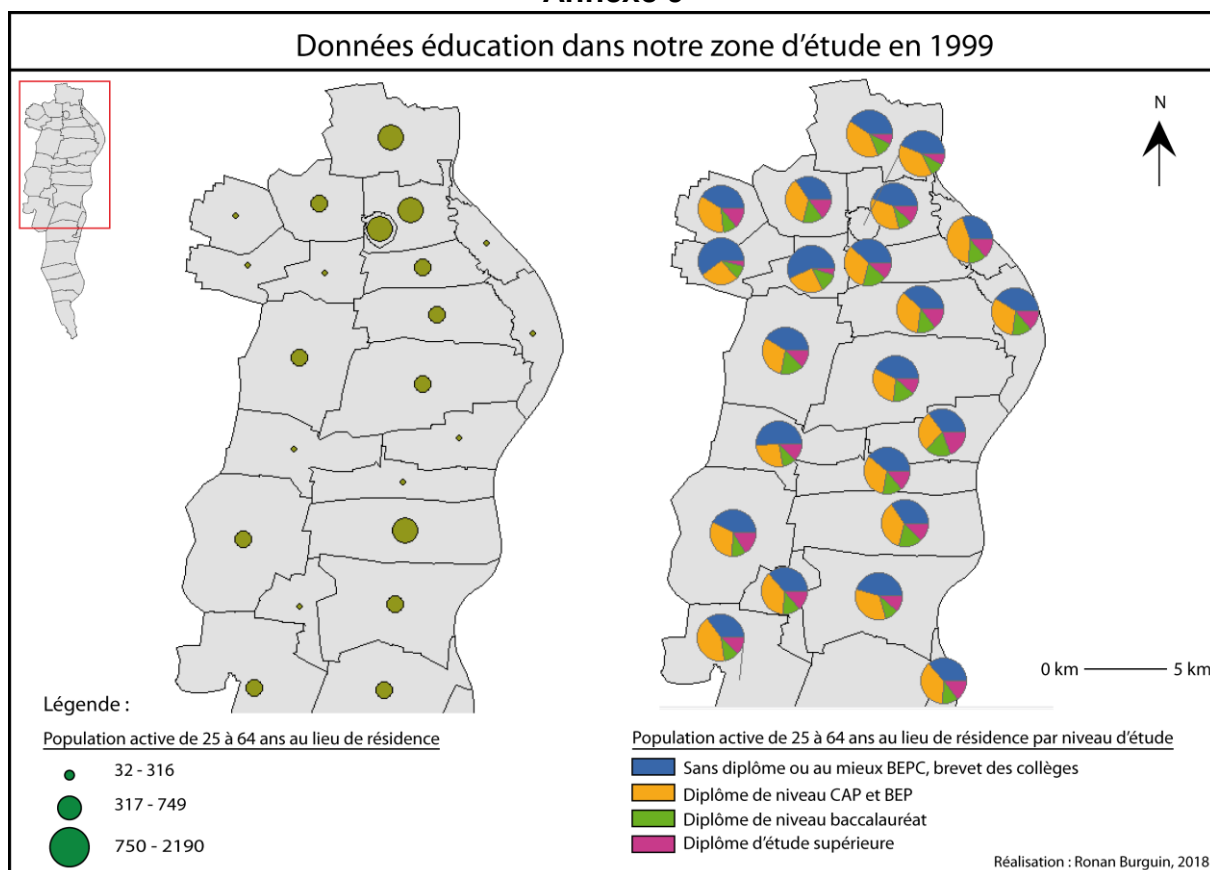
Annexe 7



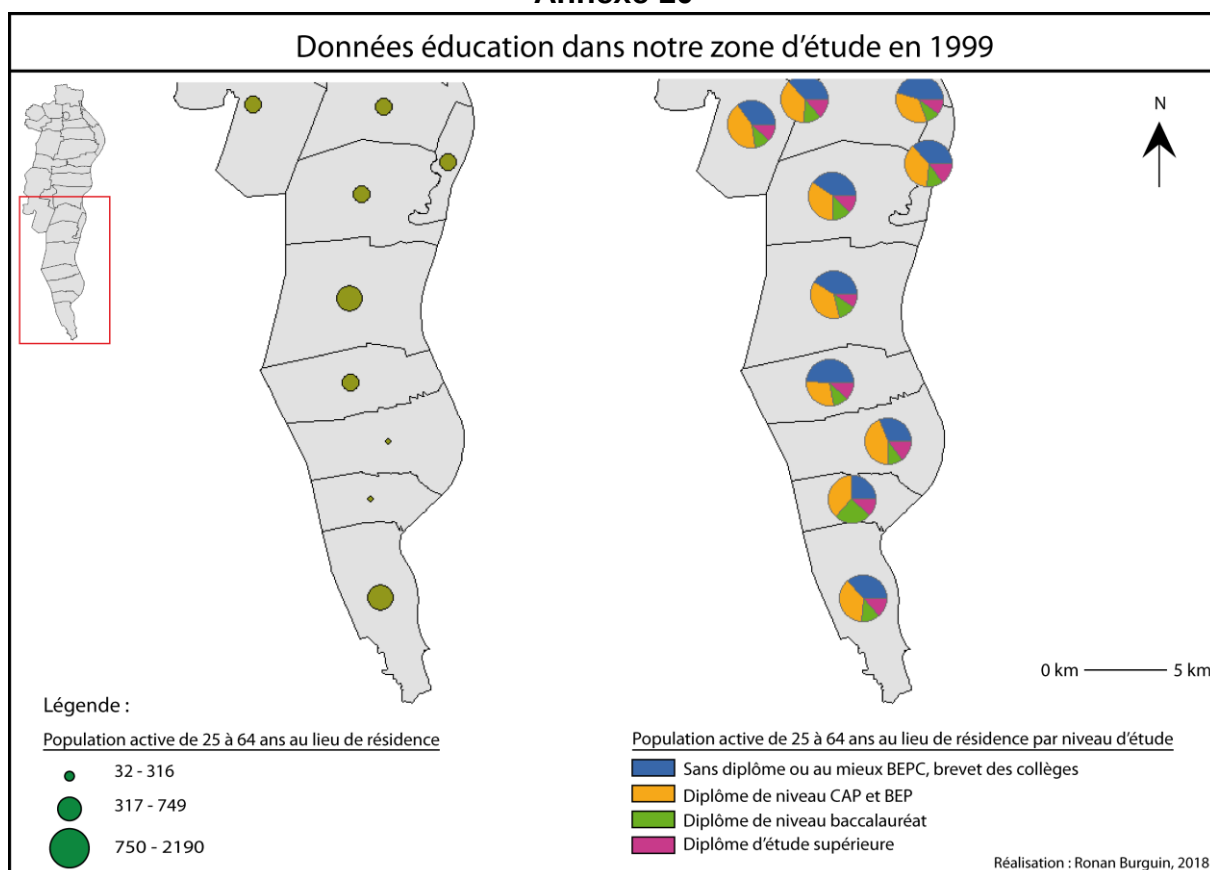
Annexe 8



Annexe 9

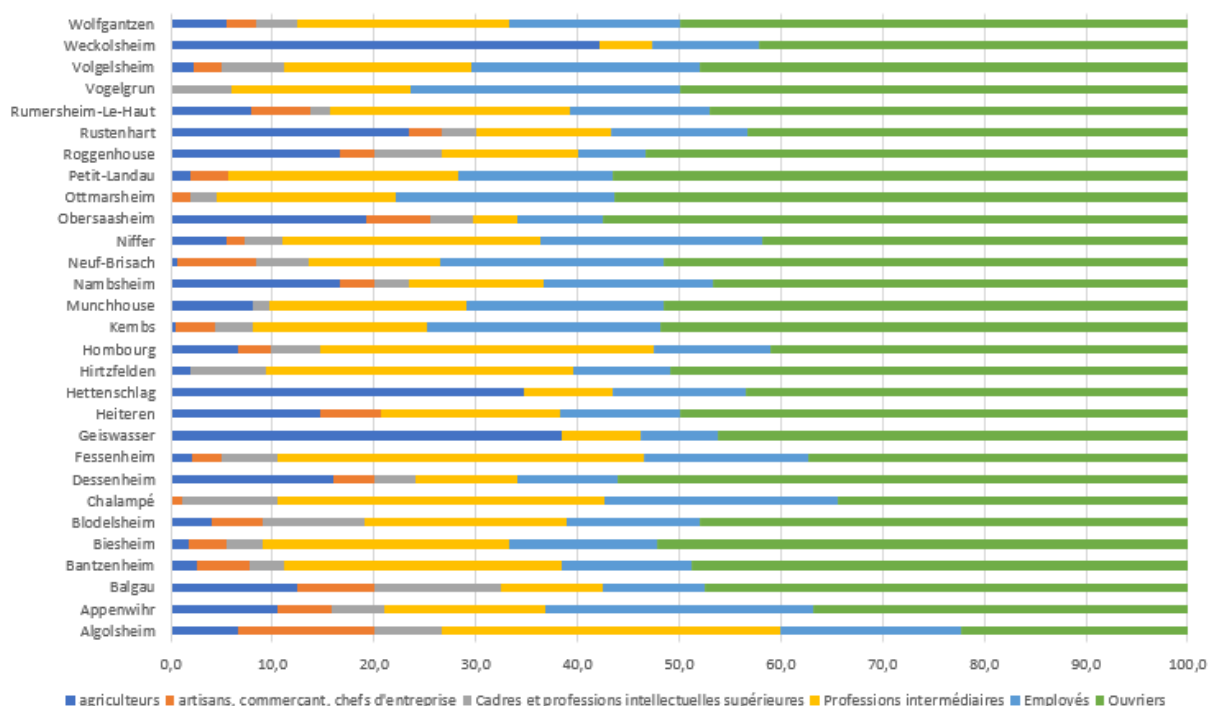


Annexe 10



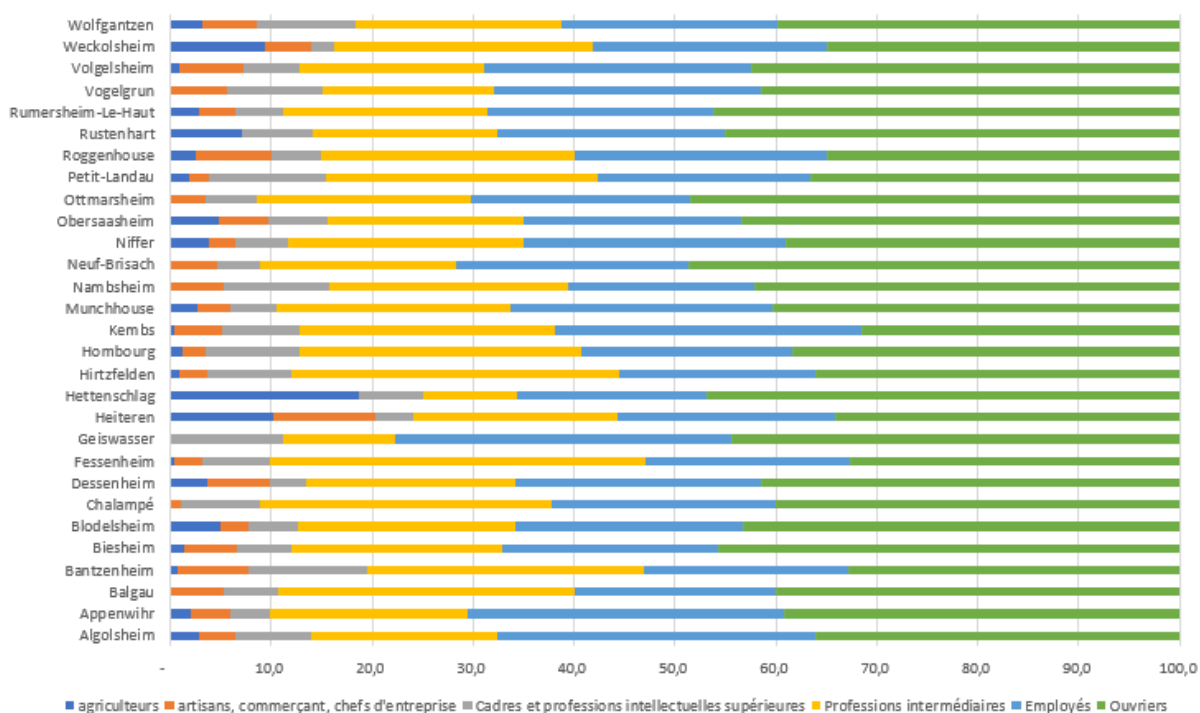
Annexe 11

Population active de 25 à 54 ans au lieu de travail par catégorie socio-professionnelle - 1982

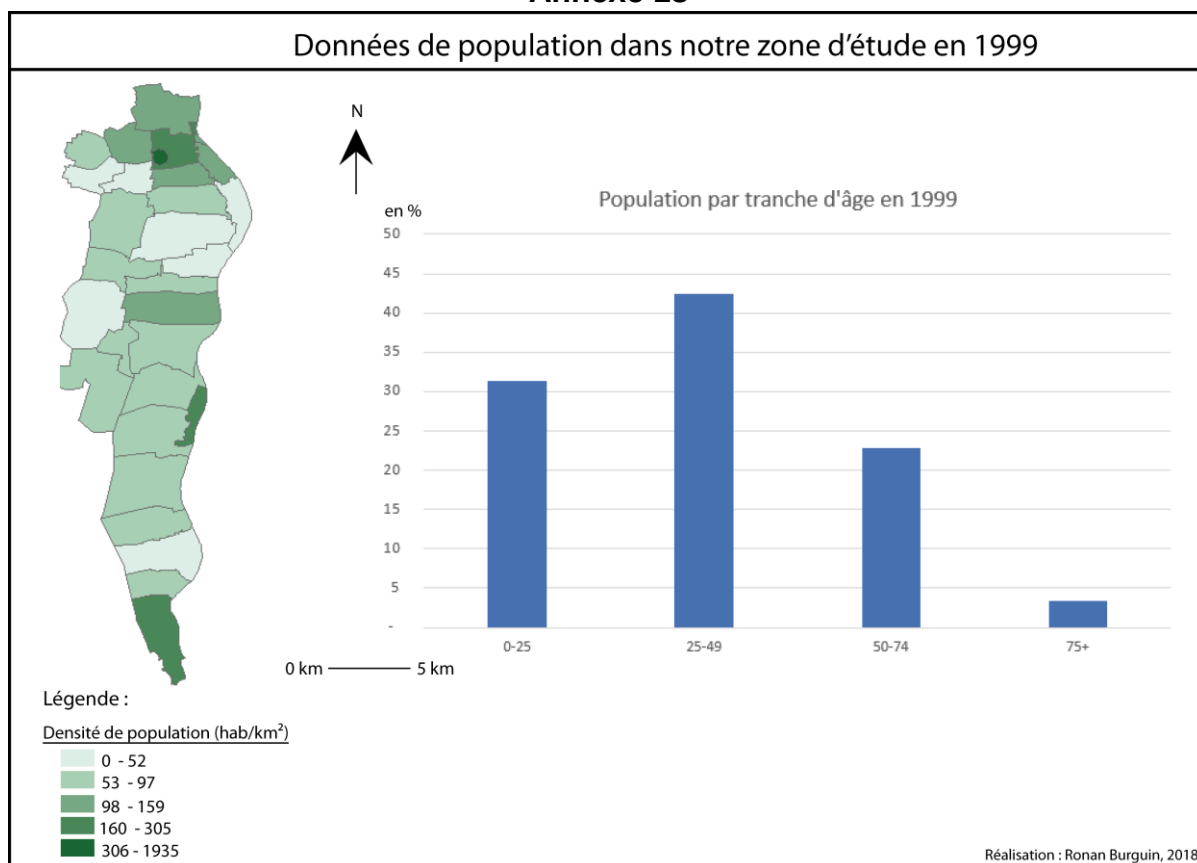


Annexe 12

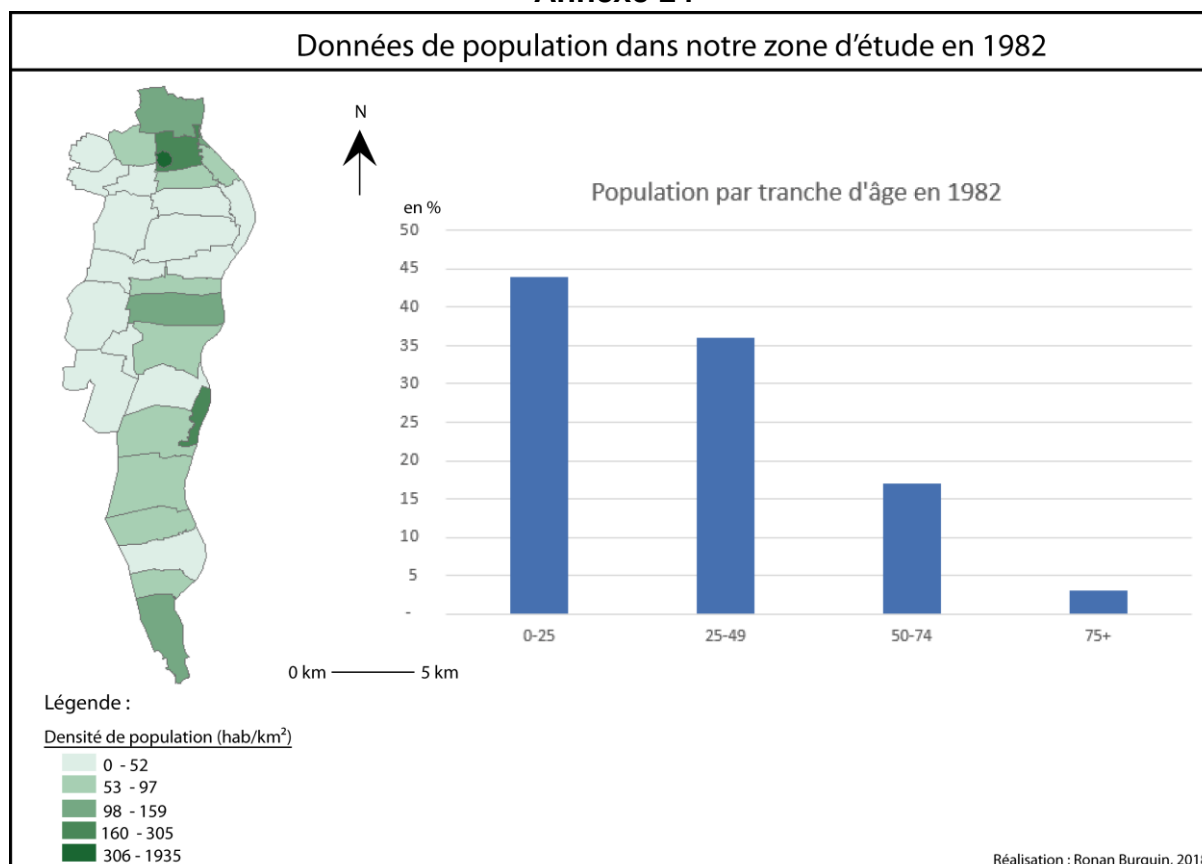
Population active de 25 à 54 ans au lieu de travail par catégorie socio-professionnelle - 1999



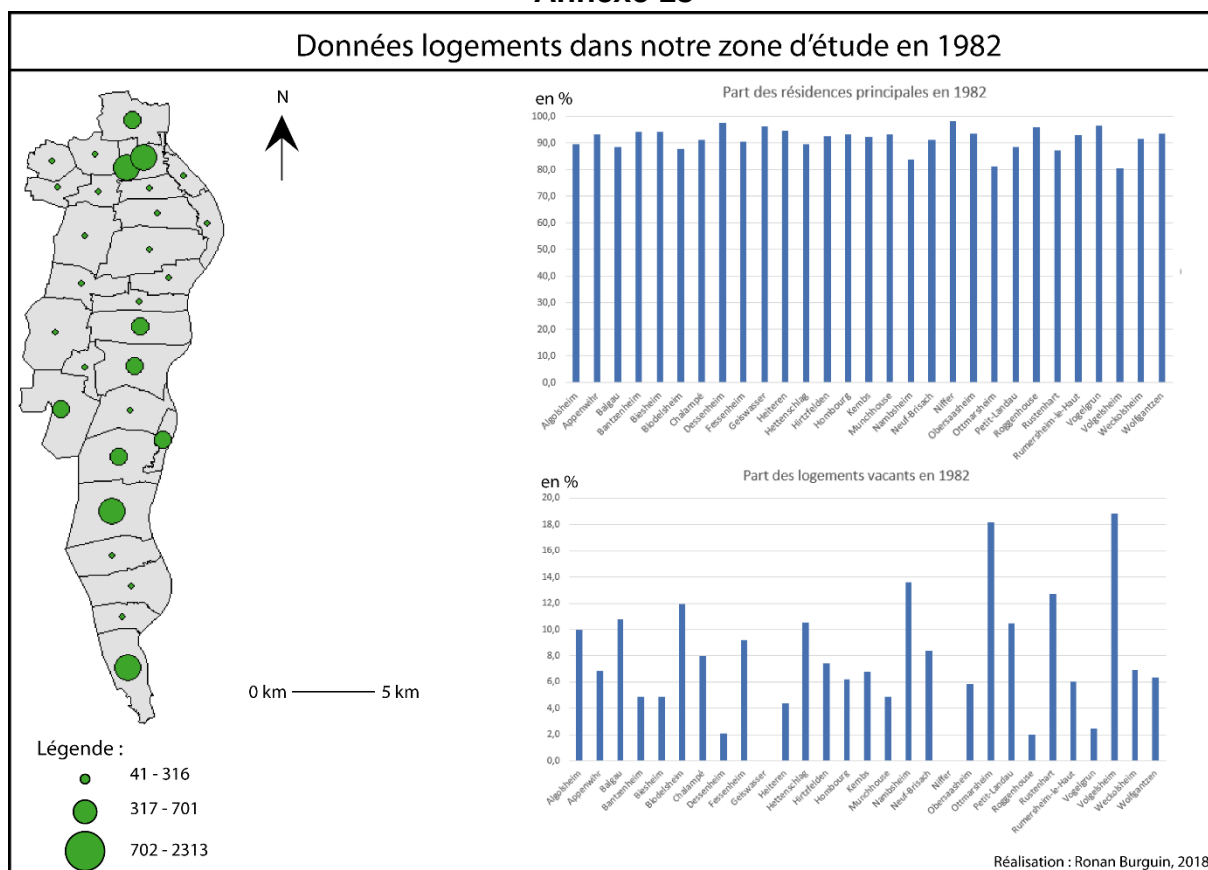
Annexe 13



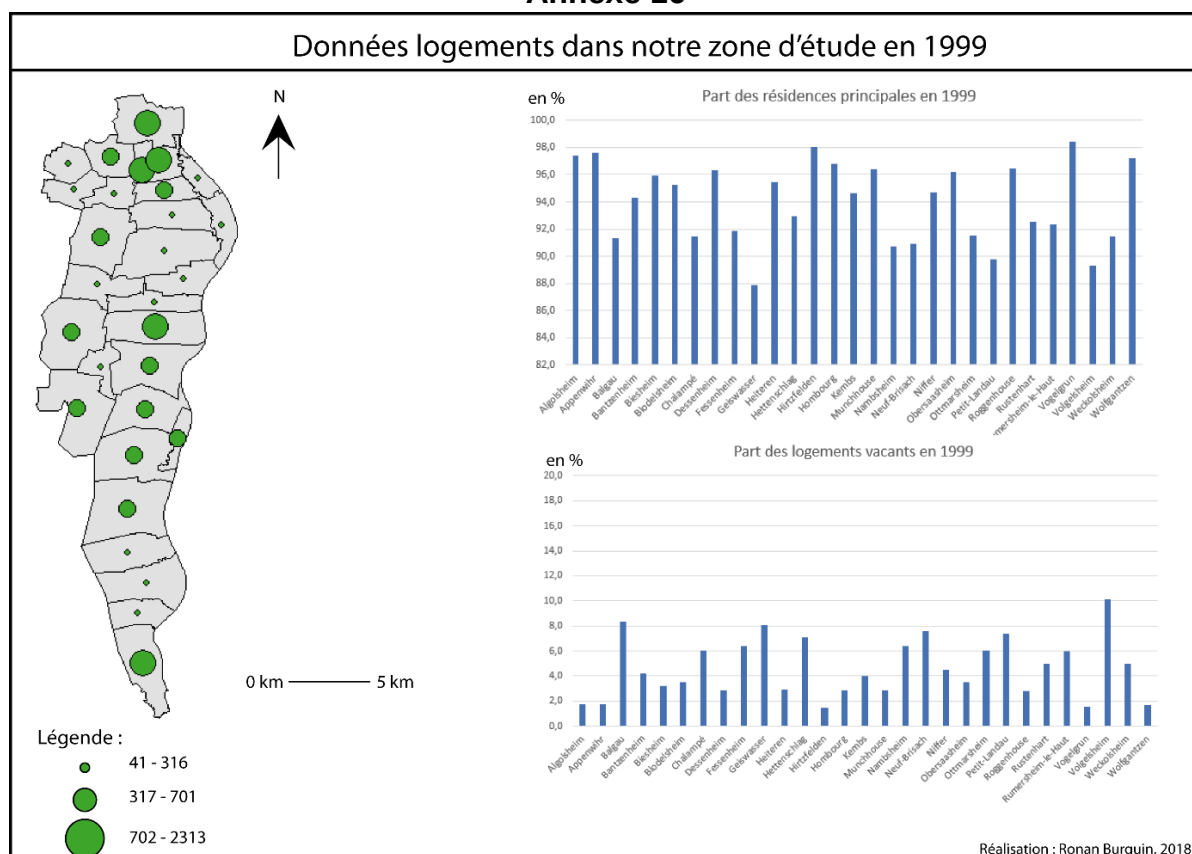
Annexe 14



Annexe 15

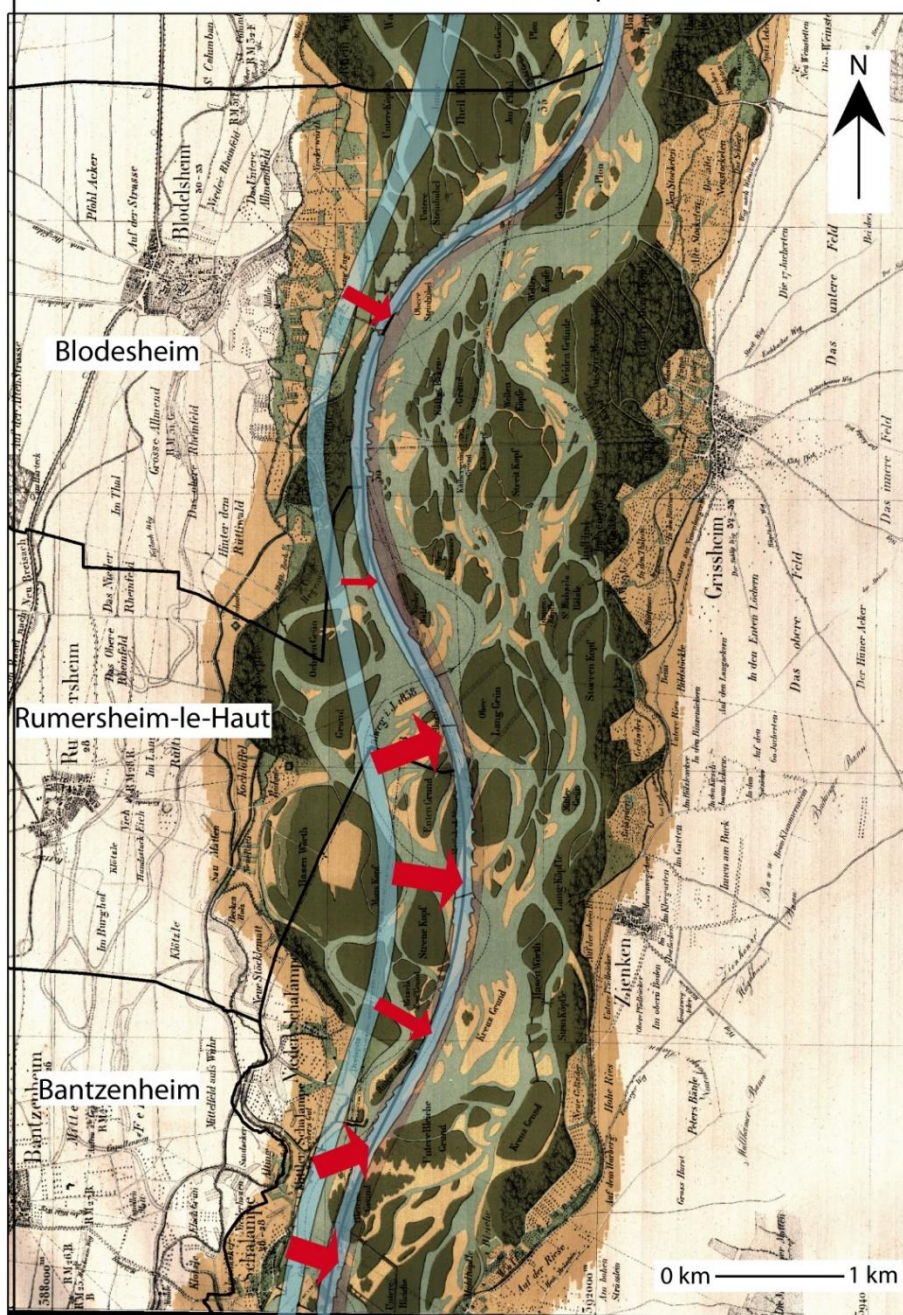


Annexe 16



Annexe 17

Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux



Légende :

- Limite communale
- Hombourg Nom de la commune
- Grand canal d'Alsace

Largeur des paléo-chenaux

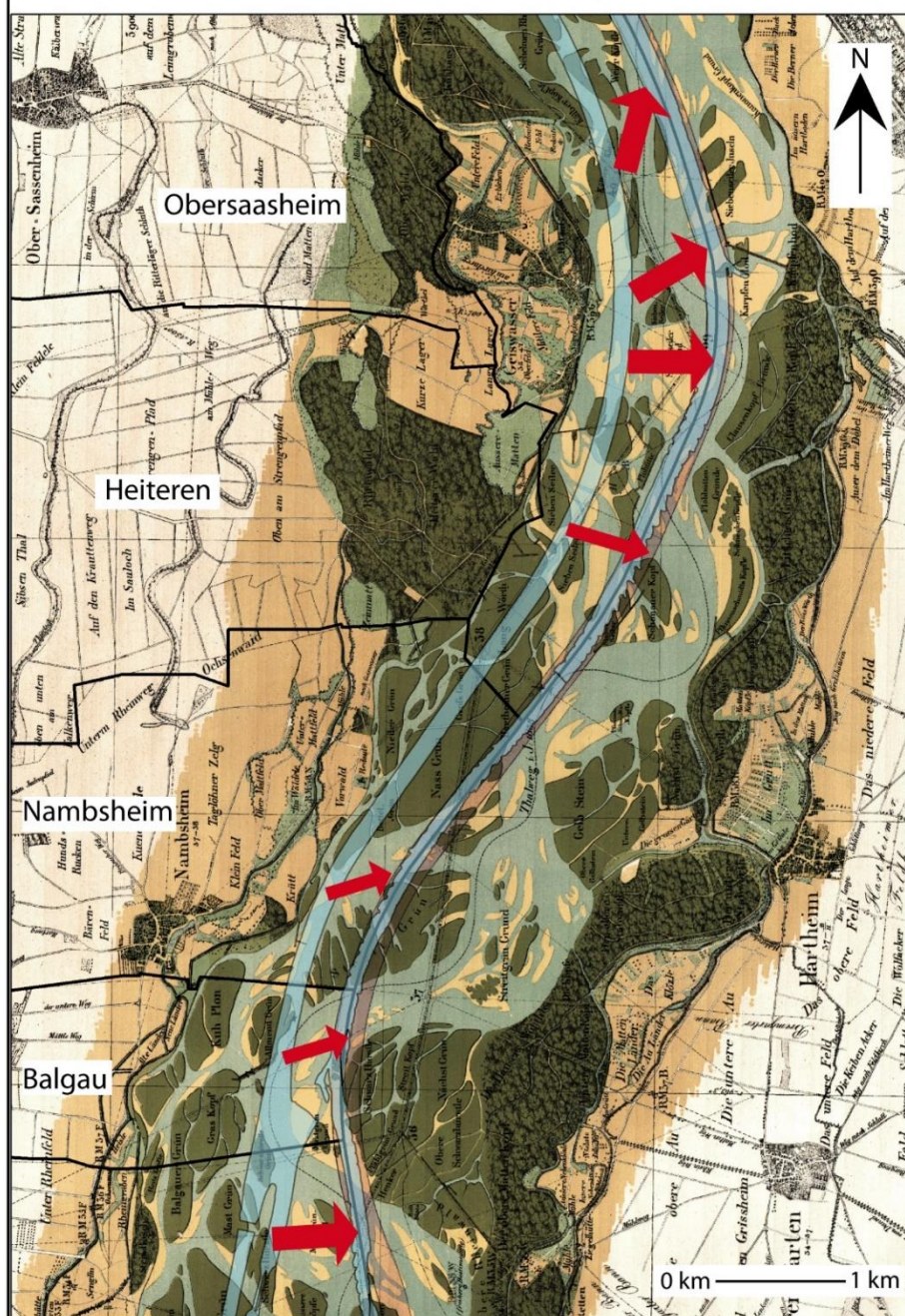
- > 180 m : Large
- < 180 m : Etroit

Zone d'apport privilégiée vers le vieux Rhin

- ➡ Zone d'apport élevée
- ➡➡ Zone d'apport moyenne
- ➡➡➡ Zone d'apport faible

Annexe 18

Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux



Légende :

- Limite communale
- Hombourg Nom de la la commune
- Grand canal d'Alsace

Largeur des paléo-chenaux

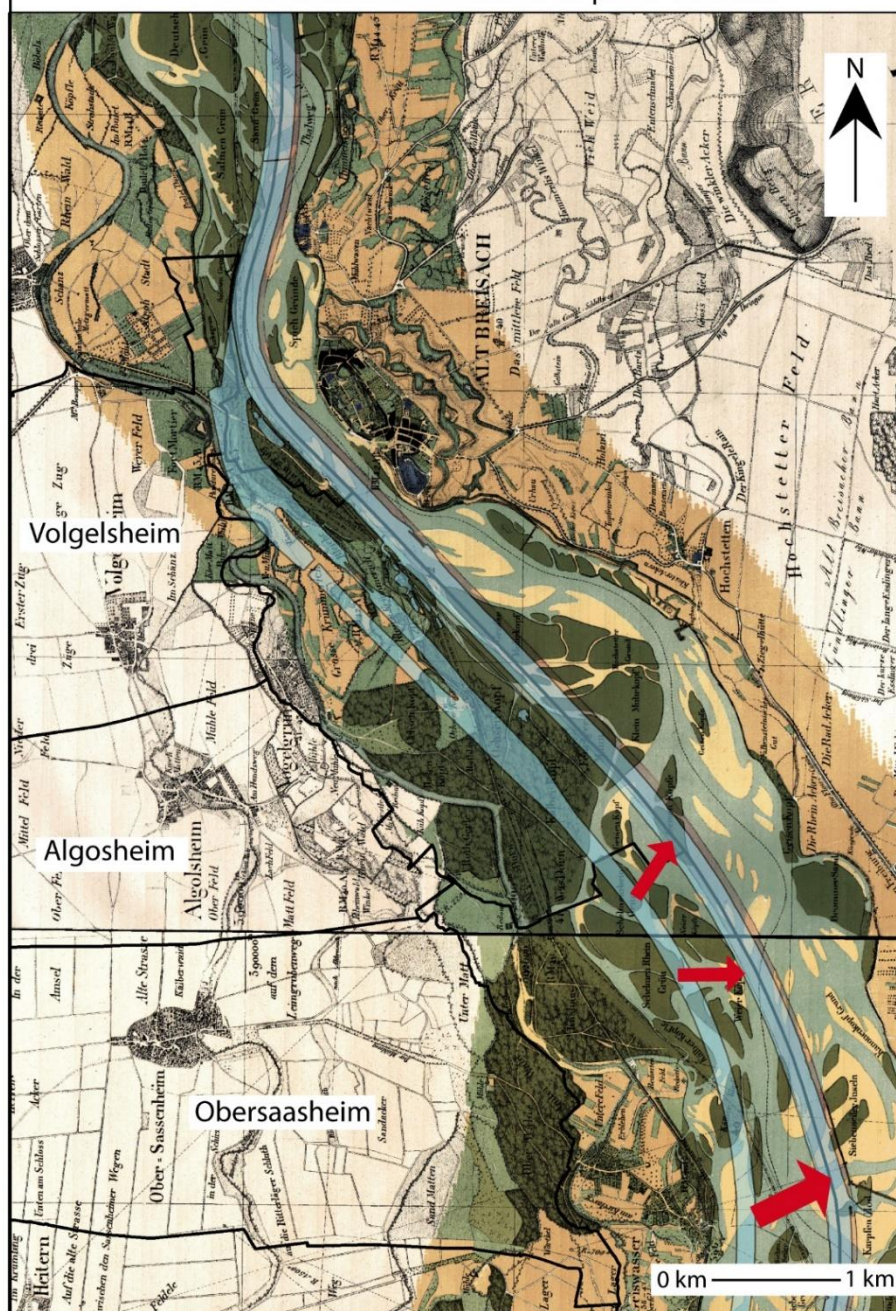
- > 180 m : Large
- < 180 m : Etroit

Zone d'apport privilégiée vers le vieux Rhin

- ➔ Zone d'apport élevée
- ➔➔ Zone d'apport moyenne
- ➔➔➔ Zone d'apport faible

Annexe 19

Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux



Légende :

- Limite communale
- Hombourg Nom de la la commune
- Grand canal d'Alsace

Largeur des paléo-chenaux

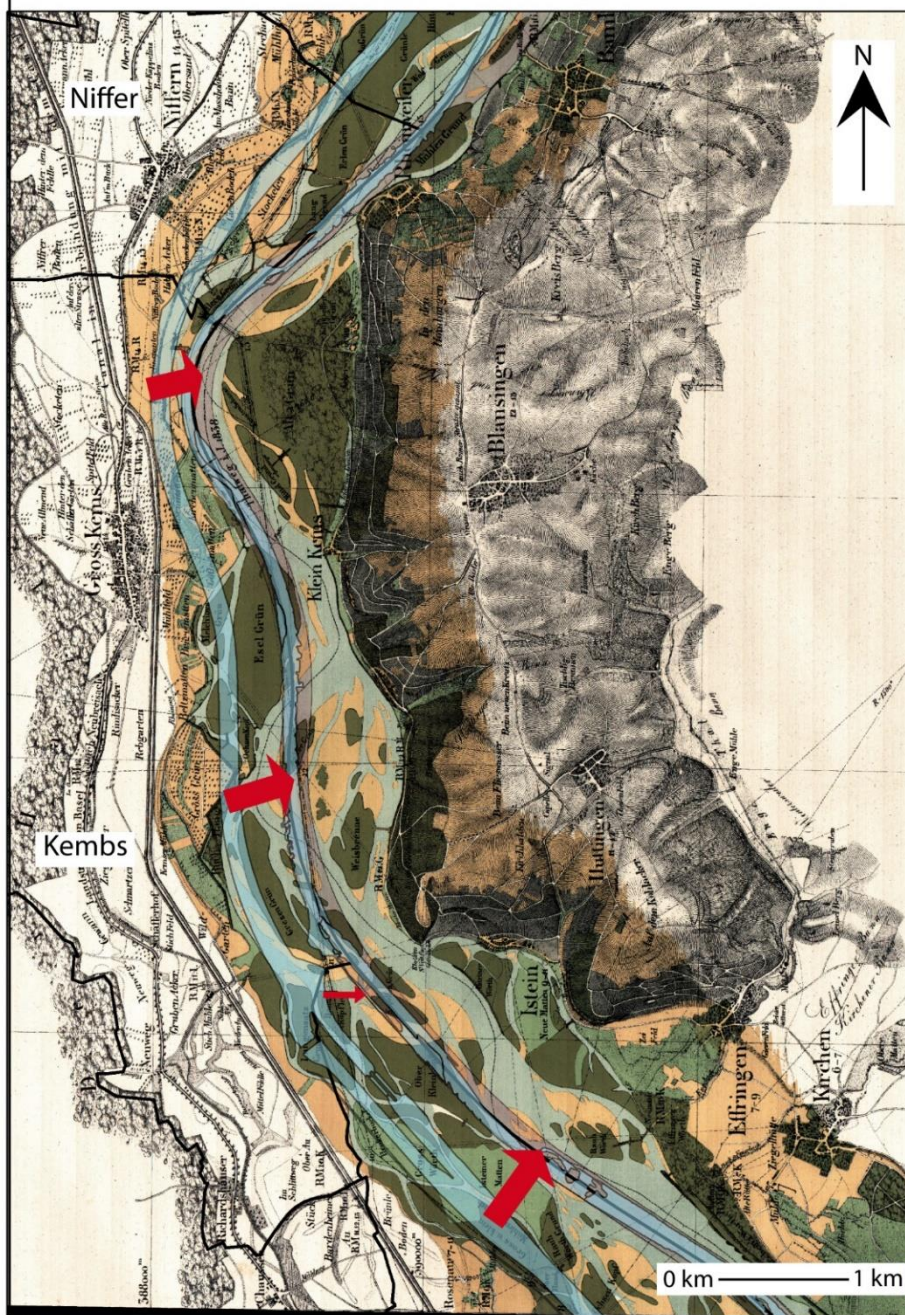
- > 180 m : Large
- < 180 m : Etroit

Zone d'apport privilégiée vers le vieux Rhin

- ➔ Zone d'apport élevée
- ➔ Zone d'apport moyenne
- ➔ Zone d'apport faible

Annexe 20

Croisement entre le GCA et les paléo-chenaux



Légende :

- Limite communale
- Hombourg Nom de la la commune
- Grand canal d'Alsace

Largeur des paléo-chenaux

- > 180 m : Large
- < 180 m : Etroit

Zone d'apport privilégiée vers le vieux Rhin

- Zone d'apport élevée
- Zone d'apport moyenne
- Zone d'apport faible