



Pilotes du programme



Appel à proposition de recherche 2017 : *Fonctionnalités écologiques et territoriales des infrastructures linéaires de transport et de leurs emprises*

Interconnexions d'infrastructures fluviales, usages et biodiversité en coévolution (INTERCONNECT)

Rapport final

Juillet 2020



Contributeurs :

EIFER Europäisches Institut für Energieforschung EDF-KIT EWIV, Karlsruhe, Allemagne

Andreas Huber
Manon Pons
Sebastian Weber

EDF - CIH (Centre d'Ingénierie Hydraulique), Chambéry, France

Carine Granier

LIVE (Laboratoire Image Ville Environnement) & ENGEES, Strasbourg, France

Jean-Nicolas Beisel
Cybill Staentzel
Anaïs Walch

Résumé

Le projet INTERCONNECT (« Interconnexions d'infrastructures fluviales, usages et biodiversité en coévolution ») visait à analyser les évolutions de la biodiversité rivulaire et des activités humaines dans les espaces fluviaux en interaction avec l'évolution de diverses infrastructures de transport et de production d'énergie. L'objectif final était de proposer des mesures d'adaptations des infrastructures favorisant la restauration de biodiversité, tout en prenant en compte les usages humains. Les terrains d'études pour conduire cette analyse se situent sur le Rhin Supérieur, là où il marque la frontière entre la France et l'Allemagne, ainsi que sur le Danube et l'Inn, un de ses affluents, dans la zone frontalière entre l'Autriche et l'Allemagne.

Une première étape sur les trois que comportait ce travail a été d'examiner les changements de biodiversité sur les 6 sites sélectionnés. Les investigations concernaient trois compartiments biologiques : la forêt alluviale, les macroinvertébrés benthiques et les poissons. Les six sites ont été choisis et analysés pour trois dates sur la période 1945/2018 : Jochenstein-Engelhartszell (Danube), Passau-Ingling (Danube/Inn), Obernberg-Mullheim (Inn), Strasbourg-Kehl (Rhin Supérieur), Beinheim-Iffezheim (Rhin supérieur) et Kembs-Efringen-Kirchen (Rhin Supérieur). C'est l'analyse de la forêt alluviale riparienne qui a permis les suivis d'évolution de biodiversité les plus complets et les plus informatifs. Les autres compartiments présentent des données plus lacunaires et dont les changements, régis par de multiples facteurs putatifs, ne peuvent être assignés aux seules infrastructures linéaires. La constitution et l'analyse d'un jeu de données sur l'importance de la forêt alluviale au sein des matrices paysagères à l'aide de méthodes spatiales ont ainsi été le cœur du travail écologique. Les résultats montrent que les surfaces de forêt ont augmenté ou à peine diminué sur l'ensemble des sites au cours de la période étudiée. L'utilisation inédite de matrices de transition a mis en évidence les changements entre différents types d'occupation du sol. Une mutation de friches (après seconde guerre mondiale) et de surfaces agricoles abandonnées (déprise agricole) s'est opérée vers de la forêt, compensant ainsi la destruction d'une partie (ancienne) de celle-ci, pour des surfaces entre 7,3 et 26,5 % selon les sites. Une conséquence a été que les surfaces forestières ont été morcelées et que les patches forestiers jouxtent aujourd'hui de plus en plus fréquemment des milieux très artificiels.

Dans une deuxième étape, nous nous sommes intéressés à la relation entre les réseaux d'infrastructures et les différentes activités humaines à leur contact, qu'il s'agisse d'usages économiques ou de loisirs. Les résultats montrent des caractéristiques distinctes par site, mais aussi des tendances transversales d'usages et de leurs relations avec les infrastructures. Il est en particulier remarquable que certains types d'usages connaissent des trajectoires similaires de progression ou régression sur l'ensemble des sites observés. Ce constat nous a amené à catégoriser certains usages comme « gagnants » et d'autres comme « perdants » face à l'aménagement fluvial ou à l'équipement de production énergétique du cours d'eau. L'opposition entre usages mobiles dans l'espace versus des usages statiques semble la plus flagrante. Il y a une tendance au fort développement des usages qui se pratiquent de façon dynamique le long de la voie d'eau, que ce soit directement sur l'eau (principalement la navigation fluviale, en particulier les croisières, mais aussi, et dans une moindre mesure, la pratique du kayak ou de l'aviron) ou sur ses berges aménagées (cyclisme, randonnées). Ces activités bénéficient directement de l'entretien des berges, de la connectivité transversale ainsi que de la modification des conditions hydrauliques liées aux ouvrages (structure en plans d'eau successifs).

Pour aller plus loin, une approche plus prospective (étape 3) avait pour but d'explorer des possibilités d'adaptation infrastructurelles pour réconcilier les usages avec la restauration de la biodiversité. A cette fin, nous avons réalisé des démarches participatives sur deux des sites

d'étude qui nous paraissaient particulièrement intéressants pour la complexité des enjeux qu'on y trouve : Strasbourg-Kehl et Jochenstein-Engelhartszell. Dans un premier temps, un « delphi de groupe » avec des experts en écologie nous a permis d'identifier les mesures de restauration écologique les plus prometteuses d'un point de vue scientifique. Dans un deuxième temps, deux focus groupes devaient s'organiser avec des parties prenantes afin d'évaluer les mesures proposées par les experts écologues. Un seul focus groupe (Danube) a finalement pu être réalisé dans le contexte actuel de la crise sanitaire (Covid-19). Parmi les résultats obtenus, la création de bancs de graviers semble être la mesure que les personnes interrogées sur le Danube considèrent comme prioritaire, compte tenu de sa pertinence écologique, des usages humains en présence et des infrastructures existantes. Selon les interrogés, le principe de la restauration des bancs de graviers combine de manière exemplaire les fonctions écologiques (frayère, habitat, dynamisation de la rivière) et les usages humains (principalement la baignade, la pêche) sans nuire aux infrastructures (mesure sélective en dehors du chenal de navigation).

Sur le Rhin Supérieur, la création et l'extension des zones protégées, ainsi qu'une modification de la gestion hydraulique, sont les mesures qui apparaissent comme pertinentes. Pour les experts écologues rencontrés en Allemagne, la priorité se situe dans l'amélioration de l'état des forêts alluviales relictuelles. A ces mesures s'ajoutent la réforme de l'administration allemande de voies navigables et de la navigation (WSV) et la restauration de la continuité transversale en France.

Table de matières

Résumé.....	1
Figures.....	7
Tableaux.....	10
Introduction.....	11
1 Les changements de biodiversité.....	13
1.1 Déroulement de l'étude dévolue à la biodiversité.....	13
1.1.1 Introduction générale.....	13
1.1.2 Choix méthodologiques adaptés aux objectifs.....	14
1.1.2.1 Localisation des sites et délimitation des bornes spatiales et chronologiques	14
1.1.2.2 Etude de l'occupation du sol.....	17
1.1.2.3 Recherches bibliographiques sur la faune aquatique.....	20
1.2 Résultats obtenus.....	21
1.2.1 Evolution des types d'occupation du sol.....	21
1.2.1.1 Quantification des changements globaux.....	21
1.2.1.2 Calcul des indicateurs.....	24
1.2.2 Evolutions faunistiques : macroinvertébrés aquatiques et ichtyofaune.....	28
1.2.2.1 Le Rhin Supérieur.....	28
1.2.2.2 L'Inn/Danube.....	33
1.3 Conclusions et perspectives pour le lot 1.....	35
2 Analyse des dynamiques d'usages.....	38
2.1 Introduction.....	38
2.2 Cadre théorique : les activités dans les bassins fluviaux en tant que pratiques sociales liées à diverses infrastructures et à d'autres activités.....	38
2.3 Méthodologie.....	44
2.3.1 La base : entretiens qualitatifs semi-standardisés.....	44
2.3.2 En complément : des observations sur site et photographies historiques.....	45
2.3.3 Analyse par le logiciel NVivo.....	46
2.4 Engelhartzell-Jochenstein.....	49
2.4.1 Introduction du site et de ses infrastructures.....	49
2.4.2 Les usages en évolution.....	51
2.4.2.1 Usages en progression.....	52
2.4.2.2 Usages en régression.....	56
2.4.3 Résumé.....	60
2.5 Passau-Ingling.....	63
2.5.1 Introduction du site et de ses infrastructures.....	63
2.5.2 Les usages en évolution.....	66
2.5.2.1 Usages en progression.....	67
2.5.2.2 Usages en régression.....	72

2.5.3	Résumé.....	75
2.6	Strasbourg/Kehl	77
2.6.1	L'évolution des usages en interaction avec les infrastructures et les autres usages 77	
2.6.1.1	L'histoire des aménagements sur le Rhin – un cours d'eau modifié depuis des siècles 77	
2.6.1.2	L'hydroélectricité sur le Rhin Supérieur	78
2.6.2	Introduction du site et de ses infrastructures.....	79
2.6.3	Usages en évolution	83
2.6.3.1	Usages en progression	85
2.6.3.2	Usages en régression.....	88
2.6.4	Les autres usages	90
2.6.5	Mise en perspective des usages	91
2.6.6	Résumé.....	94
2.7	Kembs	95
2.7.1	Introduction du site.....	95
2.7.2	Evolution des infrastructures.....	96
2.7.3	Coévolution des usages et des infrastructures	99
2.7.4	Usages en progression.....	100
2.7.4.1	Le cyclisme	100
2.7.4.2	La baignade	101
2.7.4.3	Autres usages en progression	103
2.7.5	Usages en régression	104
2.7.5.1	L'agriculture	104
2.7.5.2	La pêche.....	105
2.7.6	Résumé.....	107
2.8	Comparaison entre les sites	109
2.8.1	Des infrastructures qui exacerbent les différences entre pays frontaliers.	109
2.8.2	Usages mobiles et usages statiques en décalage de développement.....	110
2.8.3	Des infrastructures à la fois génératrices de ruptures et de connections.	112
2.8.4	Des infrastructures « en mouvement ».....	113
3	Démarches participatives de réconciliation entre biodiversité et activités humaines 115	
3.1	Introduction	115
3.2	Approche méthodologique : Delphi et Focus group, deux approches qualitatives complémentaires.....	116
3.2.1	La méthode des groupes Delphi : donner la parole aux experts et obtenir un consensus d'opinion.	116
3.2.2	Dispositif spécifique et mise en place	117
3.2.3	Les focus groups : obtenir les perceptions fines des usagers et éclairer les choix de stratégie opérationnelle.....	117
3.2.3.1	Déploiement, adaptations, et limites	118
3.2.3.2	Recrutement et participation	119

3.3	Résultats de la zone d'étude Rhin Supérieur	119
3.3.1	Recrutement, participation et réception des questionnaires	119
3.3.2	Mesures	120
3.3.2.1	Mesures de restauration des berges	121
3.3.2.2	Création et extension des zones protégées	122
3.3.2.3	Rétablir la continuité du cours du fleuve	123
3.4.1.1	Rétablir la continuité transversale du fleuve	126
3.4.1.2	Autres mesures	127
3.5	Résultats de la zone d'étude Danube/Inn	128
3.6	Groupe Delphi Danube	128
3.6.1	Mesures d'amélioration de la biodiversité.....	128
3.6.1.1	Rétablissement de la continuité longitudinale	128
3.6.1.2	Création et extension de zones protégées	129
3.6.1.3	Reconnexion de bras morts	131
3.6.1.4	Adaptation des responsabilités et pratiques de WSV.....	131
3.6.1.5	Continuité et gestion sédimentaire	132
3.6.1.6	Restauration et renaturation des berges.....	133
3.7	Focus group Danube.....	136
3.7.1	Question initiale.....	136
3.7.2	Appréciation de l'état écologique	136
3.7.3	Appréciation des usages en présence	137
3.7.4	Mesures	138
3.7.4.1	Restauration des berges	139
3.7.4.2	Bancs de graviers	139
3.7.5	Résumé.....	140
3.8	Résumé.....	142
3.8.1	Les solutions hydro-morphologiques paraissent les plus pragmatiques.....	143
3.8.2	La pédagogie écologique et expériences vécues, premières pierres indispensables à l'édification d'une programmation environnementale durable et acceptable.	144
3.8.3	Les espaces rivulaires et latéraux comme point de mire	144
4	Conclusions.....	145
	References de la première partie de l'étude (biodiversité).....	150
	Références de la seconde partie de l'étude (volet sociologique) et de la conclusion	153
	Liste des annexes	156
	Annexe A.....	157
A.1	Evolution de la biodiversité	157
A.2	Les aménagements hydroélectriques du Rhin Supérieur	165
A.3	Guide d'entretiens – exemple Rhin.....	166
A.4	Liste des participants aux dispositifs participatifs	168

A.5	Résultats de l'enquête Rhin Supérieur pour les delphis de groupe/questions additionnelles	169
A.6	Résultats de l'enquête Danube pour le delphi de groupe/questions additionnelles...	173
A.7	Questionnaire Focus Group Danube.....	177
A.8	Mind maps du Focus Groupe Danube.....	178

Figures

<i>Figure 1. Localisation des sites d'étude du Rhin Supérieur (Kembs, Strasbourg et Iffezheim) et de l'Inn/Danube (Oberberg, Passau et Jochenstein)</i>	<i>15</i>
<i>Figure 2. Méthode appliquée à la mise en œuvre des analyses dévolues à l'étude de la forêt alluviale.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 3. Changements dans les types d'occupation du sol pour chaque site.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 4. Visualisation graphique des matrices de transition entre la date la plus ancienne (1945-1951) et la date la plus récente (2010, 2015 ou 2016).</i>	<i>22</i>
<i>Figure 5. Visualisation graphique des matrices de transition pour le site de Strasbourg (Rhin Supérieur) et le site de Passau (Inn/Danube).</i>	<i>23</i>
<i>Figure 6. Évolution des interfaces favorables entre forêt alluviale et autres types d'occupation du sol entre les trois périodes de temps.</i>	<i>24</i>
<i>Figure 7. Évolution des interfaces favorables/défavorables avec de la forêt</i>	<i>26</i>
<i>Figure 8. Nombre de patches de forêt pour chaque site d'étude et à chaque pas de temps.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 9. Evolution historique de la biocénose du Rhin entre Bâle et la frontière germano- néerlandaise par rapport à la teneur moyenne en oxygène du Rhin à hauteur de Bimmen</i>	<i>30</i>
<i>Figure 10. Abondances en saumon depuis 1990 jusqu'en 2010.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure 11. Progression du gobie à taches noires</i>	<i>32</i>
<i>Figure 12. Illustration synthétique des changements d'occupation du sol sur la période étudiée.</i>	<i>36</i>
<i>Figure 13: Les configurations d'éléments d'une pratique sociale</i>	<i>40</i>
<i>Figure 14: Les relations entre pratiques sociales</i>	<i>41</i>
<i>Figure 15: Le système de codage</i>	<i>47</i>
<i>Figure 16: Codage de segments de texte</i>	<i>47</i>
<i>Figure 17: Recherches ciblées, l'exemple des matrices de codage</i>	<i>48</i>
<i>Figure 18: Tronçons fortement aménagés du Danube</i>	<i>50</i>
<i>Figure 19: la construction de la centrale de Jochenstein</i>	<i>50</i>
<i>Figure 20: Les infrastructures sur le site de Engelhartzell-Jochenstein.....</i>	<i>51</i>
<i>Figure 21: Développement dynamique du cyclisme</i>	<i>53</i>
<i>Figure 22: Route Cycliste du Danube à proximité de la centrale de Jochenstein</i>	<i>54</i>
<i>Figure 23: Entrée pour le passage piétons-cyclistes à la centrale, escaliers</i>	<i>54</i>
<i>Figure 24: Berges renaturée à proximité de Engelhartzell.....</i>	<i>55</i>
<i>Figure 25: Interdiction de pêcher à proximité des ouvrages de Jochenstein.....</i>	<i>58</i>
<i>Figure 26: Les terrains agricoles à proximité de la centrale de Jochenstein</i>	<i>59</i>
<i>Figure 27: Usages et infrastructures en relations - Engelhartzell-Jochenstein</i>	<i>61</i>
<i>Figure 28: Les trois cours d'eau de Passau: l'Inn, le Danube et l'Ilz</i>	<i>64</i>
<i>Figure 29: Circulation d'un train à Ingling sur la ligne Wels - Passau</i>	<i>65</i>

Figure 30: Infrastructures majeurs de Passau-Ingling : centrale hydroélectrique (en construction) et voies ferroviaires.....	66
Figure 31: Usages en progression et régression à Passau-Ingling	67
Figure 32: Les avirons de Passau coincés entre bateaux sur le Danube.....	68
Figure 33: Un kayakiste à proximité immédiate du barrage de Passau-Ingling	70
Figure 34: Le Mariensteg à Wernstein.....	71
Figure 35: Isolement de fermes lors des travaux de la construction de la centrale de Passau-Ingling	74
Figure 36: Infrastructures et usages en relations - Passau-Ingling	75
Figure 37 : Le Rhin Supérieur	77
Figure 38 : Site de Strasbourg/Kehl et quelques références géographiques.....	80
Figure 39 : Infrastructures linéaires du site.....	80
Figure 40 : Bateaux sur le Rhin	81
Figure 41 : Ponts détruits et pont provisoire sur le Rhin, vue aérienne	81
Figure 42 : Vue aérienne Terminal Conteneur Sud et Rhin	81
Figure 43 : Strasbourg, port du Rhin, carte postale.....	82
Figure 44 : Schéma des infrastructures de protection contre les inondations par la Kinzig à Kehl.....	82
Figure 45 : Les usages recensés lors des entretiens sur le site Strasbourg/Kehl.	84
Figure 46 : Une croissance régulière du nombre des passagers transportés par an	85
Figure 47 : Tracés de l’Eurovélo 15	87
Figure 48 : Cartographie d’indicateurs du service de récréation pour évaluer l’attractivité touristique et récréative.....	92
Figure 49 : Plan de découverte de l’île du Rohrschollen et de la forêt de Neuuhof.....	93
Figure 50 : Terrain étudié dans son contexte régional	95
Figure 51 : Contexte géographique de l’île du Rhin et de la centrale de Kembs	96
Figure 52 : Construction de l’autoroute 5	97
Figure 53 : La vue sur la zone étudiée de Kembs avec le barrage de Märkt et la centrale hydroélectrique de Kembs	98
Figure 54 : Route EDF, vu vers les écluses	101
Figure 55 : Passage par le barrage de Märkt.....	101
Figure 56 : La barre d’Istein vue de la rive allemande.....	102
Figure 57 : La barre d’Istein et des baigneurs vues de la rive française.....	102
Figure 58 : Ecluse, parking et bande verte	104
Figure 59 : Un pêcheur et des bancs en amont du barrage de Märkt sur la rive allemande	106
Figure 60 : Installation de pêche dans le Vieux Rhin en aval du barrage de Märkt	107
Figure 61 : Comparaison entre l’évolution des usages statiques et mobiles.....	110

Figure 62 : Exemple de berges sur le Danube.....	137
Figure 63 : Cartographie des usages humains le long du Danube	138
Figure 64 : Profil en long des aménagements du Rhin Supérieur	165

Tableaux

Tableau 1. Description des types d'occupation du sol utilisés	17
Tableau 2. Métriques utilisées et principe du coefficient multiplicateur (Cm)	19
Tableau 3: Evolution de cinq métriques via le calcul du coefficient multiplicateur (Cm) entre la date la plus ancienne (1950/1951) et la date la plus récente (2010-2015-2016).	25
Tableau 4. Evolution de cinq métriques via le calcul du coefficient multiplicateur (Cm) entre la date la plus ancienne (1950/1951) et la date la plus récente (2010-2015-2016)	27
Tableau 5. Espèces de poissons présentes dans l'affluent le plus long de l'Inn, le fleuve Salzach en 1796, 1854/1859, 1898/1904 et en 2014.....	35
Tableau 6 : Interlocuteurs par site et type d'acteurs.....	45
Tableau 7 : Dynamiques d'usages sur le site de Engelhartzell-Jochenstein.....	52
Tableau 8: Rôle cumulatif des infrastructures pour les changements d'usages en progression et régression - Engelhartzell-Jochenstein	62
Tableau 9 : Evolution des usages sur le site de Strasbourg-Kehl	85
Tableau 10 : Mesures de restauration des berges	121
Tableau 11 : Création et extension des zones protégées.....	122
Tableau 12 : Rétablir la continuité du cours du fleuve	123
Tableau 13 : Rétablissement de la continuité longitudinale	128
Tableau 14 : Création et extension de zones protégées	129
Tableau 15 : Reconnexion de bras morts	131
Tableau 16 : Restauration et renaturation des berges.....	133
Tableau 17: Mesures d'adaptations d'infrastructures et d'amélioration environnementale	142
Tableau 18 : Les aménagements sur le Rhin	165
Tableau 19 : Impacts des infrastructures sur les usages humains perçus par les acteurs allemands	170
Tableau 20 : Impact des infrastructures sur les usages humains.....	171
Tableau 21 : Impact de l'infrastructure sur la biodiversité.....	172
Tableau 22 : Usages en évolution.....	174
Tableau 23 : Impact des usages sur la biodiversité	175
Tableau 24 : Impact des infrastructures sur la biodiversité.....	176

Introduction

Ce rapport présente les résultats du projet INTERCONNECT, co-financé dans le cadre de l'appel à projets 2017 du programme de recherche Ittecop : « Fonctionnalités écologiques et territoriales des infrastructures linéaires de transport et de leurs emprises ». INTERCONNECT (« Interconnexions d'infrastructures fluviales, usages et biodiversité en coévolution ») vise à analyser les évolutions de la biodiversité alluviale et des activités humaines dans les espaces fluviaux, en interaction avec l'évolution de diverses infrastructures de transport et de production d'énergie. Les terrains d'études pour conduire cette analyse, se situent sur le Rhin Supérieur dans la zone frontalière entre la France et l'Allemagne, ainsi que sur le Danube et son affluent l'Inn, dans la zone frontalière entre l'Autriche et l'Allemagne. Le choix volontaire de s'intéresser systématiquement à des régions frontalières a été établi dans le but de pouvoir révéler les différences de développements de biodiversité, d'usages et de gestions entre pays « partageant » un fleuve.

Le Rhin Supérieur, le Danube et l'Inn disposent d'un caractère fortement anthropisé, marqué par des infrastructures interconnectées, qui consistent, entre autres, en un cours d'eau fortement aménagé, des canaux artificiels, des centrales hydroélectriques, des écluses, des routes et lignes ferroviaires, ainsi que de pistes cyclables le long du fleuve. Ces infrastructures, datant pour la plupart du 20ème siècle dans un contexte d'expansion économique, se sont enchevêtrées les unes avec les autres pour former des réseaux d'infrastructures interdépendantes et coévolutives (Loorbach et al., 2010). Ces réseaux représentent des vecteurs de spatialisation à la fois latéraux et longitudinaux, avec des impacts sur la biodiversité et les activités humaines. L'hypothèse de base du projet Interconnect était qu'une conception des infrastructures comme assemblage d'artefacts liés, organisé en réseaux, présente trois avantages d'analyse. 1) Elle permet de mieux appréhender les interdépendances, les points de friction et conflits, mais aussi les dynamiques de renforcement mutuel, entre les diverses infrastructures et les usages liés. 2) Elle permet de mieux comprendre l'évolution de la biodiversité des fleuves, qui est analysée comme le produit cumulatif des réseaux plutôt que d'une seule infrastructure. 3) Elle permet d'identifier des mesures d'adaptation qui ont le potentiel de restaurer progressivement la biodiversité tout en assurant les fonctionnalités des infrastructures pour les usages humains.

Partant de cette idée initiale, la première étape du travail a consisté en l'analyse de la biodiversité, examinée plus particulièrement au prisme de trois compartiments biologiques (forêt alluviale, macroinvertébrés et poissons). Proportionnellement, la constitution d'un jeu de données sur l'importance de la forêt alluviale et son analyse inédite à l'aide de méthodes spatiales a été l'étape sur laquelle nous avons passé le plus de temps durant la réalisation du lot 1. Les données spatialisées sur les forêts alluviales n'existaient pas sur les secteurs étudiés. Par conséquent, il a été nécessaire de les produire à partir de photographies aériennes et de données cartographiques. Les photographies aériennes offrent une représentation de l'espace à un instant précis, sur laquelle un très grand nombre d'informations peuvent être recueillies (télé-détection). **Les défis techniques qu'il a fallu surmonter dans cette démarche, les choix méthodologiques et les résultats principaux obtenus sont discutés dans le chapitre 1.** Six sites, situés sur le Danube, l'Inn et le Rhin Supérieur, ont constitué le périmètre géographique strict de nos terrains d'étude : Jochenstein-Engelhartszell (Danube), Passau-Ingling, Obernberg-Mullheim (Inn), Strasbourg-Kehl, Beinhem-Iffezheim et Kembs-Efringen-Kirchen (Rhin-Supérieur). Ce périmètre avait également des limites temporelles, arrêtées à la période 1950/2015 (et légèrement au-delà, en fonction de la disponibilité des données).

Pour faire suite à cette analyse des dynamiques écologiques, la seconde étape a consisté, sur 4 des 6 sites identifiés, à s'intéresser à la relation et l'interface des réseaux d'infrastructures

linéaires et des installations hydroélectriques avec les différentes activités humaines présentes à leur contact, qu'il s'agisse d'usages économiques ou de loisirs. Cette analyse est inspirée par les concepts développés par la Théorie de la Pratique Sociale qui affirme que les activités se trouvent dans une relation de co-évolution avec les infrastructures, mais aussi avec d'autres activités, avec lesquelles elles peuvent établir des relations de synergie, de compétition ou d'indépendance. En termes méthodologiques, nous avons mené de nombreux entretiens semi-directifs, individuels et collectifs, avec des acteurs de terrain et des représentants de certains groupes d'utilisateurs. Des observations sur site ainsi que des photographies anciennes et actuelles nous ont aidé à illustrer les propos de nos interlocuteurs. **Le chapitre 2 présente l'analyse des évolutions d'usage pour les sites de Jochenstein-Engelhartszell, Passau-Ingling, Strasbourg-Kehl et Kembs-Efringen-Kirchen, en distinguant les usages qui sont en progression de ceux qui sont en régression.**

Pour conclure notre travail, une troisième étape plus prospective avait pour but d'explorer des possibilités d'adaptations infrastructurelles pour réconcilier les usages (en prenant en compte les dynamiques de progression et régression décrites lors de l'étape 2 d'analyse) avec la restauration de la biodiversité (en prenant en compte surtout les impacts et tendances d'évolutions négatives identifiés lors de l'étape 1 d'analyse). A cette fin, nous avons réalisé des démarches participatives sur deux des sites d'étude qui nous paraissaient particulièrement intéressants pour la complexité des enjeux qu'on y trouve : Strasbourg-Kehl et Jochenstein-Engelhartszell.

Nous y avons déployé dans un premier temps un « delphi de groupe » avec des experts en écologie issus de plusieurs disciplines et organisations. Cela nous a servi à identifier les mesures de restauration écologique les plus prometteuses d'un point de vue scientifique collégial. Dans un deuxième temps, deux focus groupes devaient s'organiser avec des parties prenantes, afin d'évaluer les mesures proposées par les experts scientifiques écologues à la lumière des perceptions des acteurs de terrains, de leurs connaissances empiriques des sites et de leur expertise d'usage. En raison de l'impossibilité de tenir des réunions physiques (crise sanitaire Covid19) et en raison des difficultés à recruter des personnes pour des réunions virtuelles via Zoom, un tel événement n'a pu s'organiser que pour le site de Jochenstein-Engelhartszell, et avec une participation malheureusement limitée. **Malgré ces problèmes opérationnels, nous pensons avoir proposé quelques pistes pertinentes, qui pourront servir notamment aux acteurs locaux de terrain, ainsi qu'aux services de l'Etat. Ces pistes seront présentées dans le chapitre 3.**

En conclusion nous proposons le développement d'une vision interdisciplinaire des relations entre réseaux d'infrastructures, changements de biodiversité et dynamiques d'usages, qui s'alimente des résultats issus des trois volets de notre étude. Nous proposons en particulier de faire usage de concepts issus de l'écologie pour les transposer aux enjeux d'activités humaines et ainsi élaborer une théorisation commune. Ce rapport s'achève par une discussion des limites de nos approches méthodologiques, et une présentation de perspectives pour aller plus loin.

1 Les changements de biodiversité

Ce chapitre fait état des choix méthodologiques et des résultats marquants pour la première étape d'analyse. L'objectif était de dresser l'évolution historique de la biodiversité au niveau des deux hydrosystèmes étudiés, le Rhin Supérieur et le tronçon germano-autrichien du Danube avec son affluent l'Inn, et de mettre en perspective cette évolution de la biodiversité avec le développement des réseaux d'infrastructures. Sans vocation à livrer une analyse exhaustive, le but était de caractériser l'évolution de la biodiversité dans ses grandes lignes et de la mettre en lien (1) avec l'appropriation consécutive des deux fleuves par l'homme à travers la mise en place de réseaux d'infrastructures, et (2) avec les conséquences de ces aménagements sur le fonctionnement de l'hydrosystème.

1.1 Déroulement de l'étude dévolue à la biodiversité

1.1.1 Introduction générale

Deux tronçons de grands fleuves européens transfrontaliers, **le Rhin Supérieur et le système Inn/Danube** ont été choisis pour l'étude. Il s'agit de grands milieux très artificialisés, dont l'histoire est marquée par des aménagements importants, en vue d'en faciliter la navigation, produire de l'hydroélectricité ainsi que moduler des déplacements transfrontaliers. Aujourd'hui, au sein de ces espaces fluviaux dynamiques et productifs, primordiaux pour l'économie des deux pays, la protection des espaces naturels est intégrée aux politiques publiques. Leur utilité écologique, écosystémique et symbolique n'est plus contestée. Cependant, la compatibilité de deux perceptions différentes de ces espaces, comme productifs et écologiques, n'est pas évidente, et leur cohabitation peut sembler antagoniste.

Il s'agit là du thème principal de la première étape de notre analyse:

- **Comment l'aménagement du Rhin Supérieur ou de l'Inn/Danube concilie-t-il biodiversité et territoires économiquement productifs, et selon quelles tendances cette relation a-t-elle évolué depuis le milieu du XX^{ème} siècle ?**
- **Quelle densification du réseau d'infrastructures linéaires de transport a accompagné les changements d'occupation du sol au droit du Rhin Supérieur ou de l'Inn/Danube ?**

La biodiversité alluviale a été examinée sous l'angle de trois compartiments biologiques : **(1) les forêts alluviales, (2) les communautés de macroinvertébrés aquatiques et (3) les communautés piscicoles**. Ces compartiments sont intéressants en tant que révélateurs de l'impact potentiel d'aménagements ou de perturbations du milieu.

(1) La forêt alluviale évolue dans l'espace de débordement du fleuve, la plaine alluviale. Elle dépend des usages et aménagements du lit majeur et constitue un élément essentiel de la ripisylve (forêt riparienne) et plus globalement de la trame verte qui longe les cours d'eau. Il s'agit aussi d'un élément clé de la matrice paysagère.

(2) Les communautés de macroinvertébrés aquatiques sont observées à partir d'échantillons récoltés sur le fond du fleuve, dans le chenal principal. Ils dépendent à la fois de la qualité des habitats qui composent la mosaïque fluviale (pour la phase larvaire de la majorité des insectes) et de l'état de la ripisylve (pour la phase adultes des insectes), faisant ainsi un trait d'union entre le milieu aquatique et les écotones attenants (forêt alluviale) qui mènent aux écosystèmes terrestres. Très sensibles leur

composition et leur structure sont aussi façonnées par la qualité de l'eau et par la nature des habitats présents. Ces deux caractéristiques de l'environnement sont généralement appauvries dans les cas d'aménagements.

(3) Les espèces piscicoles ont un cycle de vie exclusivement aquatique et dépendent surtout des conditions d'écoulement, de la thermie et de la continuité longitudinale du fleuve. Leurs communautés sont façonnées par les interactions biotiques qui s'instaurent entre les espèces aptes à se développer au sein des habitats en place. Les annexes hydrauliques latérales peuvent jouer le rôle de nurserie pour plusieurs espèces, qui ne se maintiennent que grâce à cette dimension.

Les approches étaient fondamentalement différentes pour ces trois compartiments, qu'il s'agissait d'étudier le long des mêmes tronçons retenus. Les données spatialisées sur les forêts alluviales n'existaient pas sur les secteurs étudiés et il s'agissait donc de les produire à partir de photographies aériennes. Ces documents offrent une représentation de l'espace à un instant précis, sur laquelle un très grand nombre d'informations peut être recueillis et mis en lien avec l'aménagement du territoire.

Les données pour les compartiments macroinvertébrés aquatiques et poissons existent même si elles sont lacunaires. Notre travail a consisté à les rassembler, données brutes ou interprétées, et à en faire une lecture croisée. Nous avons entamé la réalisation d'une base de données de ces informations. Cependant, pour ces compartiments le présent rapport vise plutôt à dresser un panorama des changements temporels survenus au cours du vingtième siècle à partir des connaissances et interprétations faites par les collecteurs de données eux-mêmes, en cohérence avec les plans d'échantillonnage appliqués.

1.1.2 Choix méthodologiques adaptés aux objectifs

1.1.2.1 Localisation des sites et délimitation des bornes spatiales et chronologiques

Six sites d'étude ont été retenus : trois le long du Rhin Supérieur, trois sur le système Inn-Danube (Figure 1).

Le Rhin Supérieur a été étudié entre Kembs (pK 174) et Iffezheim (pK 334, Figure 1) ce qui correspond à un linéaire fluvial parmi les plus artificialisés au monde (Tricart & Bravard, 1991). 80% de la rive française du Rhin Supérieur a été modifiée : les milieux riverains et zones humides ont disparu dans des proportions qui dépassent les 80 % d'occupation du sol au cours du XX^{ème} siècle, remplacés par des espaces urbains, agricoles et portuaires (Carbiener & Trémolières, 2003; Cioc, 2009).

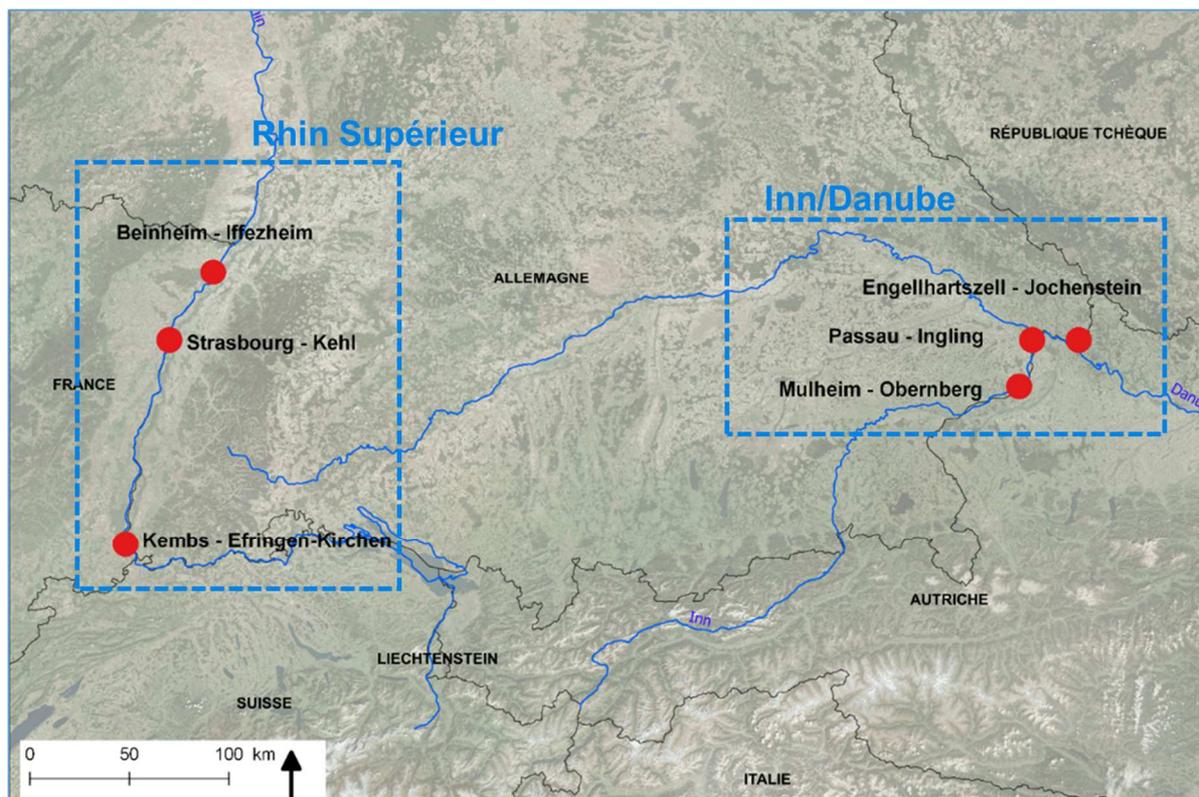


Figure 1. Localisation des sites d'étude du Rhin Supérieur (Kembs, Strasbourg et Iffezheim) et de l'Inn/Danube (Obernberg, Passau et Jochenstein)

Le site de Kembs (noté R1 dans ce rapport - R pour Rhin et 1 car le plus à l'amont) est situé dans la partie amont du Rhin Supérieur, dans un secteur historiquement en tresses avant les aménagements du XIX^{ème} siècle. L'aménagement hydraulique de la centrale hydroélectrique de Kembs a été le premier mis en place sur le Rhin, les constructions ayant été réalisées de l'amont vers l'aval. Sa mise en service date de 1932, période à laquelle le Grand Canal d'Alsace (GCA) est achevé. La chute d'eau exploitable est située dans la partie française et la concession de son exploitation est confiée à EDF. L'aménagement comporte un barrage amont pour réguler le débit entrant dans le GCA et un tronçon relictuel du Rhin appelé « Vieux Rhin ». Le GCA lui-même amène l'essentiel des débits du fleuve à une centrale hydroélectrique placée en parallèle à deux écluses. Le centre de conduite hydraulique de Kembs est celui qui pilote la production énergétique de toutes les centrales aval jusqu'à Iffezheim (site R3 de notre étude). Une partie de l'emprise spatiale étudiée est comprise dans la réserve naturelle de la Petite Camargue Alsacienne.

Plus à l'aval, **le site de Strasbourg – Kehl** (R2, à 115 km de R1 et 45 km de R3) est situé dans un ancien secteur en tresses et anastomoses. La centrale hydroélectrique a été mise en service en 1970 avec un aménagement en feston. Il s'agit d'une île artificielle qui est délimitée à l'Est par une partie résiduelle du Rhin sur laquelle se trouve un « barrage agricole » (vaste étendue au fil de l'eau régulée pour l'écrêtement de crue et facilitant la recharge de la nappe), et à l'Ouest par les biefs d'aménée et de sortie d'eau à l'usine de production hydroélectrique et aux écluses. La concession de l'exploitation de l'infrastructure qui exploite la chute d'eau a été concédée à EDF. Ce site est localisé juste en amont du port de Strasbourg. Il est largement plus étendu que les deux autres car l'emprise spatiale de ce site ne pouvait être faite sans prise en compte du feston et de deux ponts importants en termes de trafic et de connexion. La zone étudiée inclue donc toute la réserve naturelle du Rohrschollen située sur l'île artificielle créée par le feston.

Le site d'Iffezheim (R3, le plus à l'aval) est localisé dans un secteur historiquement en anastomoses et à méandres naissants. La centrale d'Iffezheim, localisée dans le Bas-Rhin en France et dans le district de Karlsruhe en Allemagne, a été mise en service en 1977. C'est un ouvrage directement en ligne, dont la gestion est concédée à l'Allemagne (EnBW Energie Baden-Württemberg) mais la production est partagée entre les deux pays riverains. Ce site n'est pas concerné par un quelconque périmètre de réserve naturelle nationale ou régionale.

Les trois sites étudiés sur le système Inn-Danube sont localisés à Obernberg (D1 - D pour Danube et 1 car le plus à l'amont), Passau (D2) et Engellhartszell (D3). **Le site d'Obernberg - Mullheim** (D1) et **le site de Passau - Ingling** (D2) sont localisés sur l'Inn, affluent du Danube. L'Inn (515 km) est un affluent qui apporte un débit important lors de la fonte des neiges, avec également un charriage important. Une grande différence de profondeur est à noter entre l'Inn et le Danube (1,90 mètre pour le premier contre 6,80 mètres pour le second). Le site de Passau est très densément urbanisé et comporte plusieurs ponts. Ce tronçon est notamment parcouru par de nombreux bateaux-hôtels (tourisme). Le site le plus à l'aval (D3) est situé à proximité des villes **d'Engellhartszell (Autriche) et de Jochenstein (Allemagne)** sur le Danube même. La centrale hydroélectrique de Jochenstein a été construite en 1952 sur le Danube, de part et d'autre de la frontière entre l'Allemagne et l'Autriche. Les sites de l'Inn/Danube ont une superficie clairement inférieure aux sites rhénans (Figure 2). Des ponts routiers et ferroviaires sont présents mais les sites ne sont pas aussi dynamiques sur le plan économique que les sites rhénans, en particulier en comparaison à celui de Strasbourg.

Une difficulté rencontrée dans la constitution du jeu de données sur l'évolution de la forêt alluviale a été la recherche d'images satellites ou de photographies aériennes, dont la chronique devait intégrer trois périodes différentes en remontant le plus possible le XX^{ème} siècle. La période la plus ancienne pouvant être traitée démarre à la fin des années 1940, qui est la période (après seconde guerre mondiale) pendant laquelle des photographies aériennes ont commencé à être prises de manière systématique. Avant cette période, les photographies aériennes ne sont pas disponibles pour l'ensemble des sites sélectionnés. La seconde période correspond aux années 1980, et la troisième à une période récente (années supérieures ou égales à 2010). Il est à noter que la recherche de cartes ou de photographies aériennes pour le site d'Engellhartszell - Jochenstein a été le plus difficile (obtenues en novembre 2018, après de longs mois de recherche).

Pour chaque site, **l'emprise d'étude** a été fixée à une bande de terrain d'une **largeur de 500 mètres en partant de la berge et sur tout le long du tronçon de fleuve étudié**, afin d'intégrer toute la diversité d'occupation du sol ainsi que les réseaux d'infrastructures. L'emprise longitudinale qui a été retenue pour chacun des sites est variable selon leur densité en termes de réseaux d'infrastructures. Il a été décidé d'intégrer les ponts comme repères longitudinaux avec la prise en compte **d'une portion aval et amont de ponts d'au moins 500 m**, afin que la partie sociologique du projet soit en cohérence avec les emprises utilisées pour la question écologique, dans la mesure où des enquêtes seront réalisées quant à l'utilisation des infrastructures de transport. Lorsque l'unique pont se trouve au niveau de l'écluse ou du barrage, il a été décidé d'utiliser un linéaire d'un kilomètre en amont et un kilomètre en aval du feston. En ce qui concerne les sites rhénans par exemple, le site d'Iffezheim sur lequel le pont et le barrage hydroélectrique ne font qu'un, correspond à l'emprise longitudinale la plus petite (approximativement 2 km), alors que celui de Strasbourg s'étend sur une dizaine de kilomètre, du pont Pflimlin situé à l'amont au pont de Kehl à l'aval. L'île du Rohrschollen constituée par l'aménagement en feston est d'une largeur de 800 m au maximum, ce qui rend cette zone d'étude largement plus grande que les autres (largeur de l'île + largeur des chenaux + bandes tampons latérales de 500 m). Le bief de Kembs est moins large mais constitue un espace étudié plus vaste que celui d'Iffezheim.

1.1.2.2 Etude de l'occupation du sol

1. Digitalisation de photographies aériennes et techniques d'analyse spatiale

L'évolution de l'occupation du sol le long des secteurs du Rhin Supérieur (Kembs - R1 ; Strasbourg - R2 ; Iffezheim - R3) et de l'Inn/Danube (Oberberg - D1 ; Passau - D2 ; Engelhartszell - D3) depuis l'après-guerre a été réalisée *via* photo-interprétation (Figure 2A). Après un travail de géo-référencement par transformation projective¹ (ce qui permet une grande précision avec des décalages < 2m), ces secteurs ont été entièrement digitalisés² *via* l'utilisation de bases de données d'occupation du sol existantes (CIGAL, Corine Land Cover). Un affinement de la précision de digitalisation a été nécessaire et des compléments vectorisés ont été apportés. L'échelle de digitalisation a été fixée au 1/800^{ème} pour le tracé, néanmoins il a pu s'avérer indispensable de prendre du recul pour observer les photographies les plus anciennes pour pouvoir distinguer les différents types d'occupation du sol (Figure 2B et C). L'accrochage a été défini à 0,5 unité de carte. **Quinze classes ont été utilisées pour définir la nomenclature des classes d'occupation du sol** (Tableau 1).

Tableau 1. Description des types d'occupation du sol utilisés. Les classes 14 et 15 ont été fusionnées pour l'analyse afin de caractériser clairement les évolutions en surface de forêt (en vert) lors des analyses spatiales. Il a également été précisé si l'interface avec la classe en question est favorable ou non à la connectivité écologique (en contact avec de la forêt).

Code	Description	Favorable
1	Bâti résidentiel et équipements (stades, salles omnisports...)	non
2	Emprise industrielle, usines, centrales de production électrique	non
3	Emprise portuaire	non
4	Routes au revêtement artificiel	non
5	Chemins	non
6	Ouvrages hydrauliques et hydroélectriques (écluses, barrages...)	non
7	Voie ferroviaire	non
8	Voie en eau navigable	non
9	Voie en eau non navigable	oui
10	Végétation herbacée, prairies	oui
11	Végétation arbustive ou buissonnante	oui
12	Sol nu	non
13	Surface agricole (plein champ ou verger)	oui
14	Végétation arborescente	
15	Végétation mixte (arbres avec trouées)	

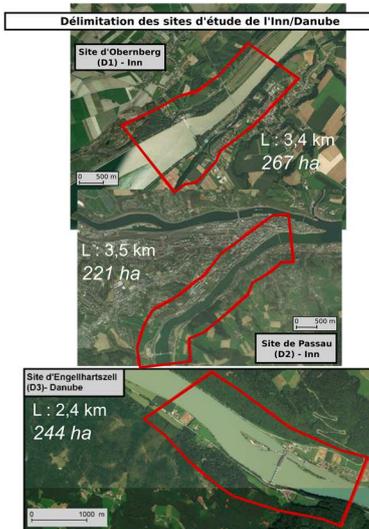
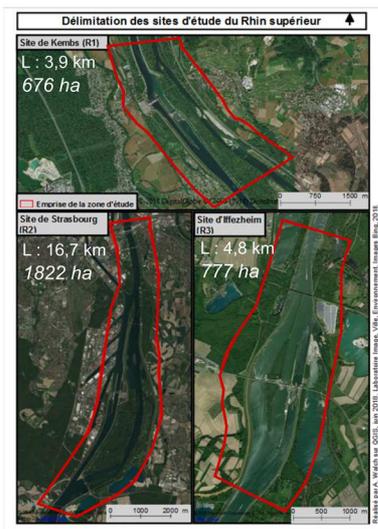
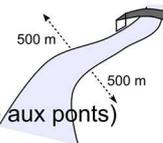
¹ Géo-référencement par transformation projective, *i.e.* avec un minimum de cinq points de calage afin d'avoir une erreur quadratique moyenne (EMG) inférieure à 1.

² La digitalisation requiert une carte raster numérisée et géoréférencée (image satellite, photographie aérienne). Tout objet de la carte sera ensuite vectorisé via la création de polygones, polygones ou points afin d'effectuer des analyses spatiales.

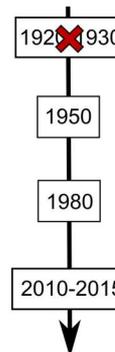
A. Détermination des bornes spatiales et chronologiques

Choix des sites d'étude Rhin Supérieur/Danube

Emprise - délimitation latérale/longitudinale des sites (500 m largeur et fin longitudinale, aux ponts)



Dates retenues en fonction des photos aériennes disponibles



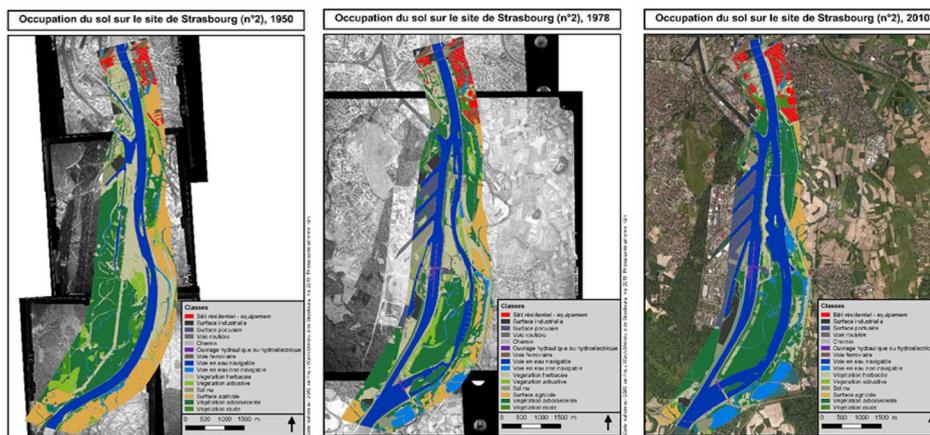
B. Recherche et collecte de données

Images satellite et photographies aériennes
Géoréférencement des photos



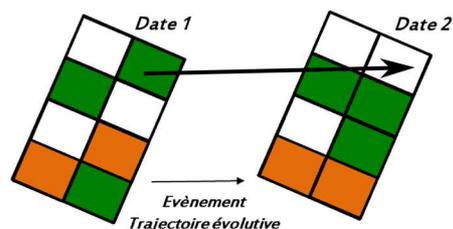
C. Digitalisation et traitement

Choix de la nomenclature des classes d'occupation du sol (15 classes)
Echelle de digitalisation : 1/800^{ème} pour le tracé



D. Rastérisation et matrices de transition

Création de couches à pixels (3x3m) dont la couleur dominante définit l'appartenance à la classe



Etape de rastérisation nécessaire à la création des matrices de transition

Figure 2. Méthode appliquée à la mise en œuvre des analyses dévolues à l'étude de la forêt alluviale. Les digitalisations des autres sites du Rhin Supérieur et de l'Inn/ Danube sont présentées en Annexes 1 et 2.

Afin d'analyser spatialement les évolutions, les couches vecteurs d'occupation du sol des différentes dates prises en compte ont été rastérisées. Pour cela, des calculs ont permis de quantifier la perte d'informations entre une rastérisation à une résolution de 1, 2 et 3 m, et la taille du pixel a été initialement fixée à 3 m² en relation avec la largeur minimale des chemins (méthode de rastérisation par le centre, Figure 2). Ceux d'une largeur inférieure sont à peine perceptibles et sont certainement piétons, donc d'une incidence sur la forêt beaucoup plus limitée. L'altération des données est très faible entre les trois résolutions. Cependant, **une seconde rastérisation plus fine (1 m²)** a été privilégiée afin de minimiser le biais.

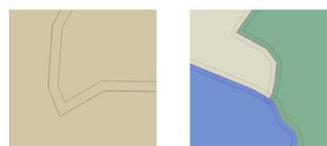
L'étape de rastérisation permet notamment d'utiliser une approche innovante en écologie car encore très peu utilisée bien qu'ancienne, celle **des matrices de transition**. Ces matrices de transition permettent de quantifier les transitions ou changements dans l'occupation du sol entre deux dates (Figure 2, Staentzel *et al.*, 2018). Dans notre cas d'étude, elles ont été utilisées pour caractériser les évolutions de la forêt au cours du temps, *e.g.* indiquer clairement le pourcentage de transition de la forêt vers des types d'occupation du sol artificialisés (routes, bâtis, etc.). Deux approches ont été appliquées dans le cadre du projet : (i) une approche *via* l'analyse de **matrices globales**, *i.e.* réalisées pour l'ensemble de chaque site d'étude, et (ii) une approche *via* l'analyse de **matrices différenciées par pays**, *i.e.* pour chaque site d'étude, deux matrices ont été produites (une par pays).

2. Proposition et développement de métriques

Un grand nombre de métriques a été utilisé (Tableau 2) : surfaces d'occupation du sol et surfaces en forêt, la part d'interfaces favorables, la densité linéaire des voies de communication (km de voies par km de linéaire fluvial) et des indices de fragmentation du paysage, *i.e.* le ratio périmètre-surface et le nombre de patches.

Tableau 2. Métriques utilisées et principe du coefficient multiplicateur (Cm)

Métriques utilisées	
Surfaces d'occupation du sol	Objectif : Définir la surface d'occupation du sol ainsi que celle de la forêt (fusion des classes 14 et 15, cf Tableau 1). Aspect technique : calcul automatique
Surfaces d'occupation de la forêt	
Part d'interface favorable	Objectif : Si la forêt est adjacente à la végétation arbustive, herbacée ou à une prairie, il a été considéré qu'il s'agissait d'une interface favorable. Elle sera défavorable si l'adjacence se fait avec des zones artificialisées (cf. Tableau 1). Aspect technique : création de zones tampons autour de chaque polygone d'une distance d'1m.
Densité linéaire des voies de communication, en km de voies routières par km de linéaire fluvial.	Objectif : Caractériser la part gagnée par les voies routières par rapport aux voies fluviales sur l'emprise considérée Aspect technique : calcul de la longueur (km) des réseaux routiers et fluviaux.



Indice de fragmentation du paysage	Objectif : Quantifier l'hétérogénéité spatiale et la fragmentation de la forêt
Ratio périmètre-surface	Aspect technique : valeur relative du périmètre par unité de surface. Il rend compte de la dimension fractale d'une forme, de sa complexité. Plus la valeur de cet indicateur est élevée, plus le polygone est éloigné d'une forme géométrique euclidienne simple (FRAGSTATS, 2008).
Nombre de patchs	Aspect technique : calcul du nombre de patchs associés à la catégorie fusionnée et considérée comme de la forêt
Coefficients multiplicateurs entre la valeur de la première année d'étude (1945 ou 1951) et celle de la troisième date considérée (2010 ou 2015)	
Coefficient multiplicateur (Cm) = $\frac{\text{valeur d'arrivée}}{\text{valeur de départ}}$	

La comparaison de ces métriques entre sites a nécessité la fusion des polygones intégrant deux classes d'occupation du sol : les classes 14 (végétation arborescente) et 15 (végétation mixte). Ceci nous a permis de caractériser ce que nous nommerons plus communément « forêt » dans la suite du rapport. Les évolutions entre les indicateurs de la première année d'étude (1945/1951) et ceux obtenus sur les données récentes (2010 ou 2015) ont été quantifiées par le calcul de coefficients multiplicateurs (Tableau 2). Pour un indice donné, le coefficient multiplicateur vaut 1 si il n'y a pas eu de changements entre deux dates, moins de 1 si l'indice a diminué, plus de 1 si il a augmenté.

1.1.2.3 Recherches bibliographiques sur la faune aquatique

La relation entre la faune aquatique (macro-invertébrés aquatiques et ichtyofaune) et les infrastructures linéaires de transport a été étudiée à travers des recherches bibliographiques. Un état des connaissances actuelles a ainsi été constitué. L'évolution des communautés faunistiques du Rhin s'est avérée être plus documentée que celle de l'Inn/Danube. Elle a été notamment étudiée régulièrement par la Commission internationale pour la protection du Rhin (CIPR). Bien que des listes faunistiques soient disponibles pour le Danube, elles représentent souvent un état des communautés biologiques locales à un instant donné, sans considération de la situation en amont ou en aval. Un travail de collecte de ces données a été entamé dans l'espoir de produire *in fine*, une chronique de l'évolution faunistique sur le Danube, à mettre plus tard en relation avec les créations d'infrastructures, les mises en place d'aménagements, les arrivées d'espèces exotiques ou les événements de pollutions chroniques/ponctuelles.

1.2 Résultats obtenus

1.2.1 Evolution des types d'occupation du sol

1.2.1.1 Quantification des changements globaux

Les sites étudiés sont principalement forestiers (végétation arborescente et mixte) ou agricoles, et ont suivi les tendances « classiques » de développement économique, industriel et urbain de cette période d'après-guerre en Europe. Les sites d'étude sont affectés par des changements importants sur la période d'étude, avec un étalement urbain plus prononcé sur les sites de l'Inn/Danube (Figure 3). Les sites rhénans sont plutôt marqués par l'installation des aménagements hydrauliques et hydroélectriques, donc par leur transformation en vue d'avoir une productivité accrue (Strasbourg, Figure 3). Il est à noter que le site rhénan d'Iffezheim montre un pattern dissocié des autres sites d'étude, plus naturel, à l'instar du site de Jochenstein (Figure 3).

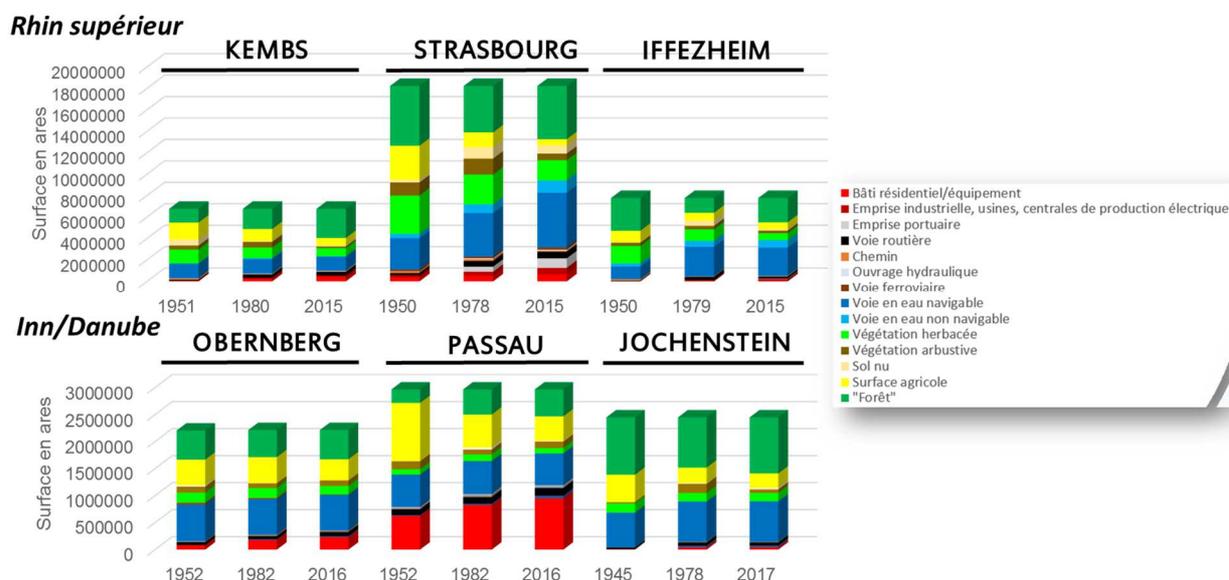


Figure 3. Changements dans les types d'occupation du sol pour chaque site

Les surfaces en forêt ont augmenté sur les sites de Kembs et d'Iffezheim, et ont à peine diminué sur le site de Strasbourg. Le résultat est similaire sur les sites de l'Inn/Danube. L'utilisation innovante des matrices de transition a permis de mettre en évidence les transitions d'un type d'occupation du sol à l'autre entre deux dates différentes (Figure 4).

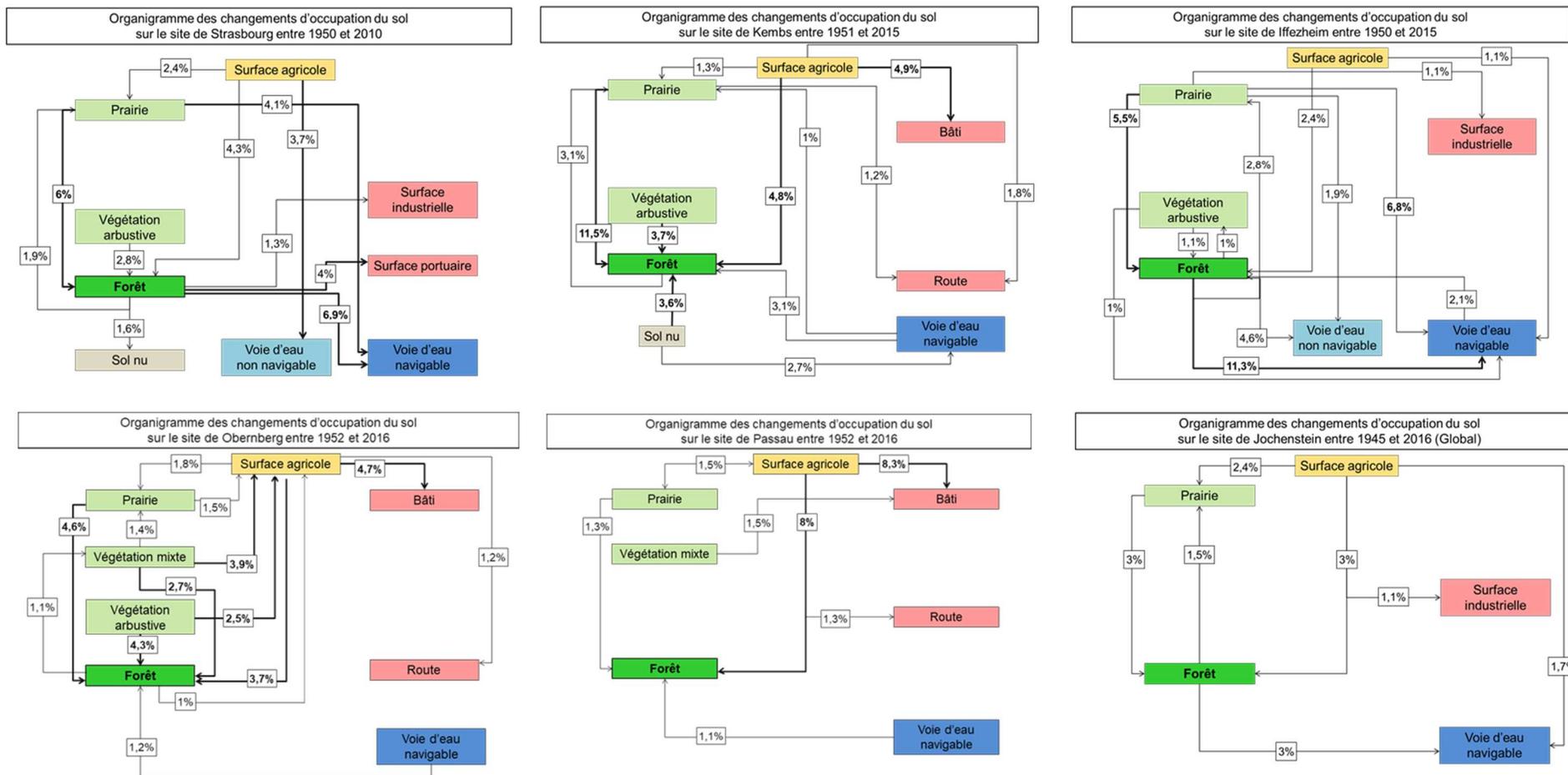


Figure 4. Visualisation graphique des matrices de transition entre la date la plus ancienne (1945-1951) et la date la plus récente (2010, 2015 ou 2016).

Les analyses rendent compte d’une diminution des surfaces agricoles au cours du temps, en faveur de la forêt (Figure 4). Les surfaces de végétation arbustive ont quant à elles diminuées car il s’agit souvent de surfaces nues à état transitoire (après plantation ou qui ont été dégradées) qui deviennent de la forêt au cours du temps. **L’augmentation des surfaces forestières est un point positif, cependant l’autre question importante est celle des bordures de cette forêt, en termes de quantité et de qualité des habitats adjacents (Forman & Wilson, 1995).**

Une approche plus fine a consisté à analyser les transitions de part et d’autre des frontières que constituent les hydrosystèmes étudiés. Des différences majeures par rapport à la matrice globale ont été mises en évidence. La matrice globale du site de Strasbourg (Rhin Supérieur) montre ainsi une déprise agricole en faveur de la forêt et de voies d’eau non navigables (Figure 4). Utilisées par pays, les matrices nous permettent d’identifier que cette déprise agricole s’est produite uniquement en rive allemande (9,9 % de la surface agricole se transforme en forêt). Les pourcentages montrent des valeurs fortes pour la transition de la prairie en forêt (5,4 %) ou de la surface agricole en voies d’eau non navigables (8,6 %). Ces transitions sont différentes en rive française où la forêt a été fortement transformée : (i) vers de la surface portuaire (-6,8%) et (ii) vers de la voie d’eau navigable (- 11,3 %).

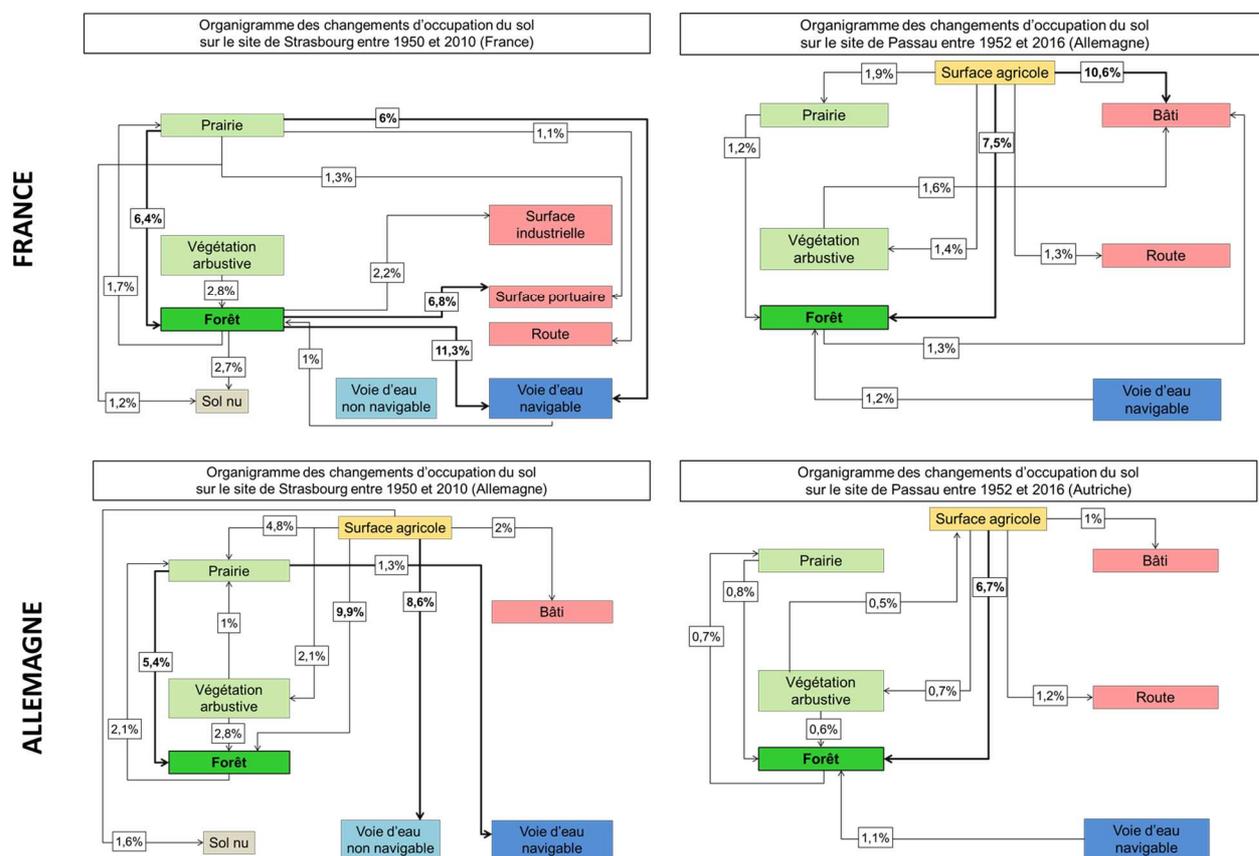


Figure 5. Visualisation graphique des matrices de transition entre la date la plus ancienne (1950-1951) et la date la plus récente (2010, 2015 ou 2016) de part et d’autre des frontières pour le site de Strasbourg (Rhin Supérieur) et le site de Passau (Inn/Danube).

Les matrices différenciées du site de Passau montrent une diminution de la surface agricole des deux côtés de la frontière en faveur de la forêt (7,5 % en rive allemande, 6,7 % en rive autrichienne). Or, il est observé qu’une grande part de la surface agricole se transforme en bâti en rive allemande (10,8 %) alors que cette transition est très faible en rive autrichienne.

Les transitions observées sur le site de Kembs concernent majoritairement les prairies (**Annexe 3**) : (i) vers de la forêt en rive française (10,2 %) et en rive allemande (14,4 %), (ii) vers de la végétation arbustive en rive française (3,6 %) et en rive allemande (4 %). La surface agricole est modifiée en forêt à 9,6 % en rive allemande (2,6 % en rive française) et en bâti à 6,2 % en rive française (1,9 % en rive allemande). Les transitions des types d'occupation du sol sur le site d'Obernberg (Inn/Danube) en rive allemande témoignent d'une dynamique inverse (**Annexe 4**) : la surface en forêt se transforme à 15,2 % en surface agricole et 5,5 % de prairie se transforment en forêt. En rive autrichienne, la surface agricole subit des transformations nettes : (i) vers de la prairie (3,2 %), (ii) vers de la végétation arbustive (4 %), (iii) vers de la forêt (4,3 %) et (iv) vers du bâti (8,4 %). Le site d'Iffezheim est le site le plus naturel (faible étalement urbain) et les transitions ne sont pas différentes de part et d'autre de la frontière (**Annexe 5**). Globalement, la voie d'eau non navigable est gagnée au détriment de la forêt (11,8 % en rive française et 10,8 % en rive allemande) et les prairies subissent une transformation vers de la forêt (4,4 % en rive française et 6,5 % en rive allemande). En ce qui concerne le site de Jochenstein, l'aspect naturel persiste uniquement en rive autrichienne, sur laquelle la surface agricole subit une perte de 5,7% de surface en faveur de la forêt. En rive allemande, la surface agricole décroît également mais au profit des surfaces industrielles et infrastructures de transport (**Annexe 6**).

1.2.1.2 Calcul des indicateurs

L'utilisation d'une première métrique a permis de mettre en évidence **l'évolution de la part d'interfaces favorables entre la forêt alluviale et d'autres types d'habitats**.

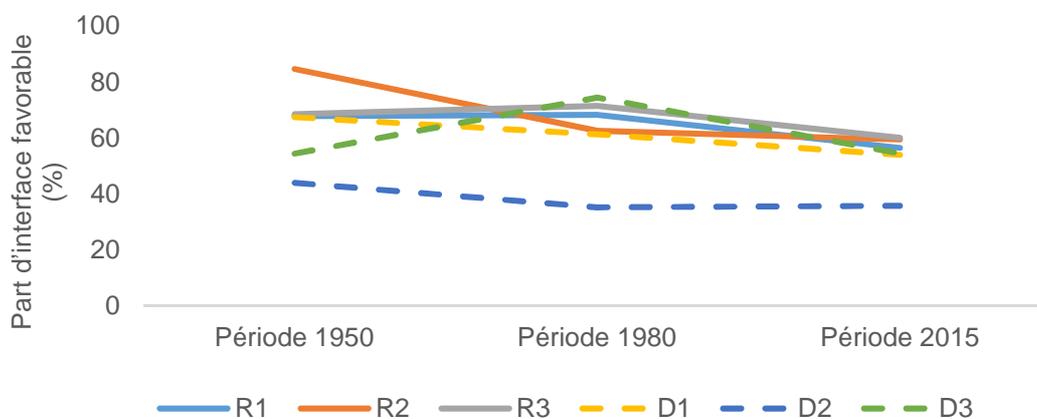


Figure 6. Évolution des interfaces favorables entre forêt alluviale et autres types d'occupation du sol (voie d'eau non navigable, végétation herbacée, arbustive, surface agricole) entre les trois périodes de temps.

Sur les sites d'étude rhénans, les bordures sont globalement favorables à la biodiversité (> 55%, Figure 6), principalement sur les sites d'Iffezheim et de Kembs. *A contrario*, le site de Strasbourg présente une régression de la qualité des interfaces. La plus faible part d'interface favorable a été observée sur le site très anthropisé de Passau.

Le calcul du coefficient multiplicateur (C_m) a permis de quantifier l'évolution de la part des interfaces favorables au cours du temps (Tableau 3). Une diminution modérée a été observée sur l'ensemble des sites, ce qui est traduit par une moyenne du C_m de $0,80 \pm 0,06$ (écart-type). Le même indice a également été utilisé pour caractériser les évolutions des autres métriques décrites au Tableau 2. Les végétations arborescentes et mixtes (forêt) gagnent en surface au cours du temps au niveau des sites de Kembs et de Passau. Au niveau des sites de Strasbourg,

d'Obernberg et de Jochenstein, la surface en forêt semble stagner. Le site d'Iffezheim est le seul site pour lequel les surfaces en forêt diminuent ($C_m = 0,74$).

Tableau 3: Evolution de cinq métriques via le calcul du coefficient multiplicateur (C_m) entre la date la plus ancienne (1950/1951) et la date la plus récente (2010-2015-2016). La couleur des flèches indiquent si l'augmentation ou la diminution est favorable à la biodiversité (en vert) ou défavorable à celle-ci (en rouge).

Évolution (C_m)	Surface en forêt	Part d'interface favorable	Ratio linéaire routier/linéaire fluvial	Nombre de patch de forêt	Ratio du périmètre sur surface des polygones de forêt	Synthèse
Rhin						
Kembs	2,11 ↗	0,83 ↘	1,47 ↗	1,64 ↗	1,38 ↗	Gain en surface de forêt mais augmentation de la fragmentation
Strasbourg	0,9 ≡	0,70 ↘	1,67 ↗	1,97 ↗	1,32 ↗	Augmentation de la fragmentation
Iffezheim	0,74 ↘	0,88 ↘	1,22 ↗	0,91	1,05 ≡	Fragmentation moins prononcée sur ce site
Inn/Danube						
Obernberg	1 ≡	0,8 ↘	1,63 ↗	2,06 ↗	1,11 ↗	Stagnation des surfaces en forêt et augmentation de la fragmentation
Passau	2 ↗	0,81 ↘	1,14 ↗	2,28 ↗	1,05 ≡	Gain en surface de forêt mais augmentation de la fragmentation
Jochenstein	0,98 ≡	1 ≡	2,29 ↗	0,42 ↘	0,74 ↘	Aménagement du site mais pas de morcellement de la forêt

L'augmentation du rapport linéaire routier sur linéaire fluvial indique qu'une intensification des linéaires routiers s'est opérée au cours du temps comparativement au linéaire fluvial. 10 % à 20 % des interfaces avec la forêt sont des transitions « dures », *i.e.* vers de la route (Figure 7). Or, les coupures matérialisées par des routes ne sont pas favorables à la circulation de nombreuses espèces et accentuent la perte de biodiversité (Figure 7).

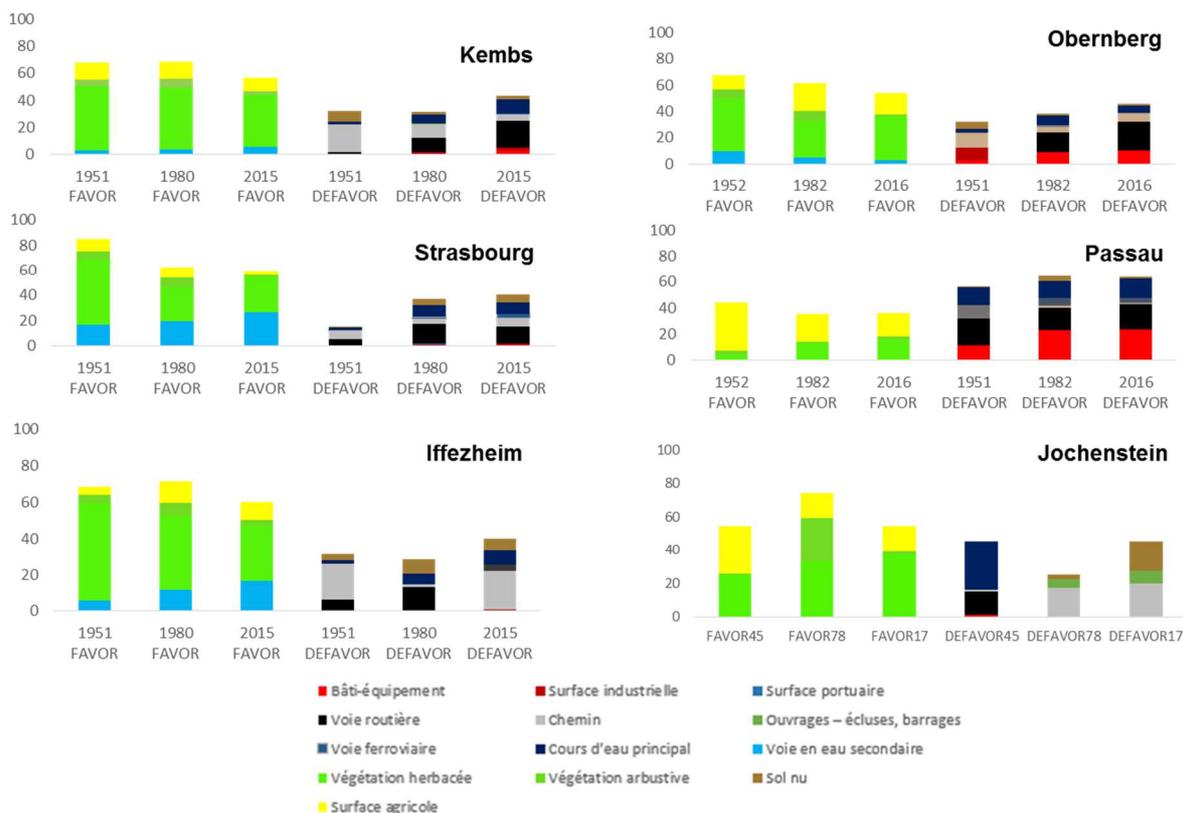


Figure 7. Évolution des interfaces favorables/défavorables avec de la forêt

Il est intéressant d’approfondir la notion de fragmentation du paysage ou de morcellement des habitats *via* deux métriques : le nombre de patchs de forêt et le ratio du périmètre sur la surface des polygones de forêt. L’analyse de ces indicateurs indique que la fragmentation augmente puisque le nombre de patchs augmente hormis sur le site d’Iffezheim (pas d’évolution) et sur le site de Jochenstein (diminution du nombre de patchs) (Figure 8). Les valeurs de C_m sont les plus élevées sur les sites d’Obernberg et de Passau ($C_m > 2$) alors que pour le site de Jochenstein, on observe une diminution : moins de patchs de forêt, moins de fragmentation ou de morcellement.

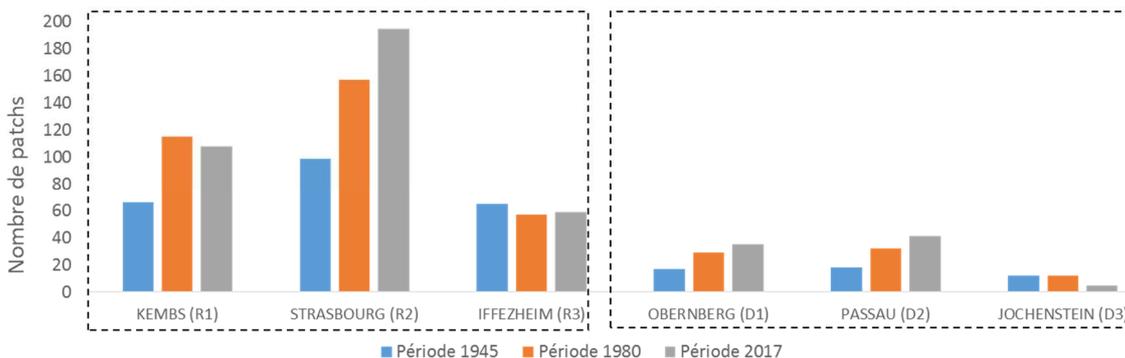


Figure 8. Nombre de patchs de forêt pour chaque site d’étude et à chaque pas de temps

Le ratio du périmètre sur la surface des polygones de forêt se lit comme la dimension fractale des patchs (Ouimet, 2008). Les formes de polygones les plus simples sont observées sur le site d’Iffezheim et de Passau. Nous pouvons observer que la fragmentation des surfaces en forêt est moins prononcée sur les sites d’Iffezheim et de Jochenstein, à la lecture des deux

indicateurs liés au nombre de patches et au ratio du périmètre sur la surface des polygones de forêt. Quant au site de Strasbourg, la stagnation des surfaces en forêt couplée à l'augmentation du nombre de patches et du ratio périmètre/surface soutient une augmentation nette de la fragmentation (patches aux formes complexes n'augmentant pas la part d'interface favorable). L'interprétation pour le site de Kembs est plus nuancée. La surface de forêt a grandement augmenté ($C_m = 2,11$) conjointement au nombre de patches ($C_m = 1,64$) et au ratio périmètre/surface ($C_m = 1,38$). Les surfaces en forêt stagnent sur le site d'Obernberg alors que le nombre de patches de forêt augmente fortement ($C_m = 2,06$). Cela met en évidence le morcellement des habitats forestiers au cours du temps. Les patches sont plus petits et les formes sont plus complexes (cf. ratio périmètre/surface, *Tableau 4*). Bien que le nombre de bordures ou d'interfaces s'accroisse, la part d'interfaces favorables n'augmente pas (étalement urbain très prononcé, cf. Annexe 2). Le site de Passau montre un gain en surface de forêt similaire à celui du site de Kembs ($C_m = 2$) mais, et contrairement à Kembs, pour une surface relative de forêt très faible. Les formes restent sensiblement identiques alors que le nombre de patches augmente très fortement (*Tableau 4*).

Les métriques utilisées pour décrire les évolutions de surfaces forestières ont également été utilisées pour quantifier l'évolution en surface agricole et ainsi estimer son morcellement (*Tableau 4*). Les précédents résultats indiquent une déprise agricole au cours du temps qui apparaît aussi nettement dans le *Tableau 4* sur l'ensemble des sites d'étude, les deux fleuves confondus (C_m des surfaces agricoles variant de 0,17 à 0,82).

Tableau 4. Evolution de cinq métriques via le calcul du coefficient multiplicateur (C_m) entre la date la plus ancienne (1950/1951) et la date la plus récente (2010-2015-2016). La couleur des flèches indiquent si l'augmentation ou la diminution est favorable à la surface agricole (en vert) ou défavorable à celle-ci (en rouge).

Évolution (C_m)	Surface agricole	Part d'interface favorable avec les terrains agricoles	Nombre de patches de surf.agricole	Ratio du périmètre sur surface des polygones de surf.agricole	Synthèse
Rhin					
Kembs	0,43 ↓	1,07 ≡	0,86 ↓	1,45 ↗	Diminution des surfaces avec une diminution du nombre de patches + complexité des formes augmente
Strasbourg	0,17 ↓	1,05 ≡	0,57 ↓	0,91 ↓	Diminution des surfaces avec une diminution du nombre de patches (pas de morcellement)
Iffezheim	0,58 ↓	1,03 ≡	0,82 ↓	0,46 ↓	Diminution des surfaces avec une diminution du nombre de patches (pas de morcellement)
Inn/Danube					
Obernberg	0,82 ↓	1,11 ↗	0,51 ↓	0,47 ↓	Diminution des surfaces avec une diminution du nombre de patches (pas de morcellement)
Passau	0,42 ↓	1,05 ≡	0,61 ↓	0,34 ↓	Diminution des surfaces avec une diminution du nombre de patches (pas de morcellement)
Jochenstein	0,52 ↓	0,54 ↓	1,75 ↗	1,78 ↗	Diminution des surfaces et de la part d'interface favorable – Morcellement et complexité de formes

Pour la majorité des sites, alors que les surfaces totales sont plus réduites le nombre de patches de surface agricole diminue au même titre que le ratio du périmètre sur surface (*Tableau 4*). Les formes des surfaces agricoles deviennent par conséquent plus simples et le morcellement est moins prononcé. Le site de Kembs montre toutefois des surfaces agricoles avec des formes complexes alors que la surface diminue, ceci soulignant une multiplication des effets de bordure. La part d'interfaces favorables reste inchangée (hormis pour le site d'Obernberg, *Tableau 4*). En ce qui concerne le site de Jochenstein, la part d'interfaces favorables diminue. Le nombre de patches et le ratio du périmètre sur la surface augmentent fortement, ceci étant expliqué par l'étalement urbain et la construction d'infrastructures de transport.

1.2.2 Evolutions faunistiques : macroinvertébrés aquatiques et ichtyofaune

Les évolutions historiques et leur interprétation ont permis de mettre en évidence l'aspect multi-factoriel des impacts structurant les communautés de macro-invertébrés et de poissons, et cela pour les deux grands fleuves transfrontaliers. Les difficultés majeures rencontrées sont similaires à celles ayant été décrites pour la forêt, *i.e.* la difficulté d'accès aux données anciennes à des pas de temps précis et/ou relatives aux sites retenus, notamment pour le compartiment des macroinvertébrés aquatiques au sein de l'Inn/Danube.

1.2.2.1 Le Rhin Supérieur

- **Macroinvertébrés aquatiques**

Les invertébrés benthiques du Rhin sont étudiés depuis le début du XX^e siècle, en particulier depuis les travaux de Lauterborn (1916a, 1916b, 1917, 1918), alors que le fleuve était déjà affecté par des pollutions chimiques et des modifications importantes du milieu physique. Les communautés macrozoobenthiques du Rhin présentaient à l'origine une zonation longitudinale qui reflétait les conditions écologiques changeantes de l'amont vers l'aval.

Les communautés ont profondément changé au cours du XX^e siècle sous l'effet conjugué de la disparition des espèces natives, victimes des changements de qualité de l'eau et des habitats, et de l'arrivée d'espèces exotiques dont beaucoup ont un caractère invasif. Le Rhin est en effet une véritable autoroute à bateaux au sein du réseau des voies navigables (Leuven *et al.*, 2009), empruntée par près de 80 % des bateaux qui circulent en Europe. L'ouverture du canal Main - Danube, inauguré pour la navigation à grand gabarit en 1992 (Bij de Vaate *et al.*, 2002), a permis à de nombreuses espèces exotiques originaires du bassin ponto-caspien de gagner l'Ouest de l'Europe. Mais le port de Rotterdam, qui est le terminus de la navigation sur le Rhin et le plus grand port d'Europe, constitue une voie d'entrée privilégiée pour permettre à des espèces exotiques de quasiment n'importe où dans le monde d'arriver dans le Rhin Supérieur (Beisel & Lévêque, 2010), conduisant à un « melting pot » inédit de taxons qui sont amenés à coexister au sein d'un même milieu (Beisel, 2001).

C'est indéniablement pendant les pics de pollution des années 1970, que le nombre de taxons dans les sections du Rhin navigable était les plus faibles (Figure 9). Pour fixer un ordre de grandeur, sur une centaine d'espèces identifiées au début du XX^e siècle, il n'en restait que 5 en 1971 (CIPR, 2015a). Le fleuve était alors le réceptacle d'une grande quantité d'eaux usées (période des années 50 aux années 70 marquée par un déficit chronique en oxygène, figure 7). Sur l'ensemble du fleuve, entre 1970 et 1990 environ 40 milliards d'euros ont été dépensés pour la mise en place d'installations efficaces de traitement des eaux usées (Wantzen *et al.*, in press).

Mais l'événement marquant dans la chronique de la qualité physico-chimique du fleuve date d'un accident chimique en 1986 qui a ensuite été appelé « Tchernobâle ». Le 1 Novembre 1986, l'incendie des usines Sandoz à Schweizerhalle près de Bâle a en effet engendré une pollution majeure d'environ 20 tonnes de pesticides, de colorants, de solvants, de produits chimiques bruts et intermédiaires (y compris des produits chimiques utilisés pour éteindre l'incendie) qui ont fini déversées dans le Rhin. A partir de Bâle et sur une distance de 400 km, il est considéré que tous les poissons et autres organismes animaux aquatiques ont été tués, parallèlement à une alerte à l'eau potable de la frontière suisse jusqu'aux Pays-Bas (Plum & Schulte-Wuelwer-Leidig, 2014). Le dinitro-ortho-crésol, les composés organophosphorés comme le propétamphos, le parathion, le disulfoton, le thiométon, l'étrimphos et le

fénitrothion, ainsi que le métoxuron organochloré (Halfon & Büggemannr, 1989) figuraient parmi les principaux polluants de l'eau. C'est cette catastrophe qui a conduit la Commission Internationale de Protection du Rhin (CIPR) à mettre en place un programme d'action pour le Rhin avec des objectifs ambitieux pour améliorer la qualité du fleuve, tels que la réduction des rejets de substances nocives et la restauration de la faune et de la flore d'origine. Beaucoup de ces objectifs ont aujourd'hui été atteints (Wantzen *et al.*, in press). Les substances nocives ont été réduites de 70 à 100% et les métaux lourds de manière significative. L'azote, les produits pharmaceutiques, les pesticides (Malaj *et al.* 2014) et les perturbateurs endocriniens sont toujours problématiques mais depuis la catastrophe Sandoz, la qualité de l'eau du Rhin du point de vue des macropolluants (hors azote) a connu une amélioration significative.

C'est durant ces 30 dernières années que la diversité en macroinvertébrés aquatiques a augmenté, parallèlement à l'amélioration de la qualité de l'eau (Figure 9). Les évaluations détaillées post-Sandoz ont permis de montrer une récupération, avec à la fin des années 1990 l'observation dans le fleuve du nombre de taxons signalé par Lauterborn au début du XX^{ème} siècle (Marten, 2001). Cependant, les communautés en place ne sont pas les mêmes. Elles se composent pour une part d'espèces typiques du Rhin, avec des insectes tels que le Trichoptère *Hydropsyche contubernalis* ou l'Ephéméroptère *Ephoron virgo*, qui ont connu une évolution fulgurante lorsque la qualité de l'eau s'est améliorée. Et pour une autre part, les insectes d'autrefois sont remplacés par des crustacés et des mollusques exotiques qui sont largement dominants en abondance (> 70 %) comme en biomasse. Certaines des espèces exotiques installées agissent comme des ingénieurs de l'écosystème. *Dreissena polymorpha*, une moule d'eau douce utilisant des filaments de byssus pour sa fixation, peut couvrir de grandes surfaces solides et modifier la structure des sédiments en les recouvrant de coquilles. Son grand pouvoir de filtration en fait aussi un organisme qui a une incidence forte sur l'ensemble du réseau trophique. Des taxons très abondants comme le crustacé amphipode exotique *Dikerogammarus villosus*, au caractère prédateur affirmé, sont également très structurants pour le reste de la biocénose. *Dendrocoelum romanodanubiale* (Turbellarié), *Hypania invalida* (Polychète) et *Jaera istri* (Crustacé) ont largement proliféré après leur passage dans le bassin rhénan mais leurs effectifs ont ensuite nettement régressé suivant ainsi une dynamique d'espèces invasives classiques (*boom and bust*, Beisel & Lévêque, 2010).

Si les changements faunistiques en macroinvertébrés sont liés aux fluctuations de qualité de l'eau et à l'arrivée d'espèces invasives, ils sont aussi la résultante de l'homogénéisation des habitats physiques par l'aménagement du fleuve. **Une part de cet aménagement est liée à l'activité de navigation qui est la question centrale de cette étude, mais la part liée en particulier à ce facteur n'est pas discernable des autres facteurs qui ont façonné les communautés.** Les berges bétonnées des canaux, les enrochements, l'appauvrissement en habitats des secteurs court-circuités, la régulation des écoulements, les bateaux vecteurs d'exotiques ont une influence sur la biodiversité aquatique en place mais l'ensemble de ces influences restent encore difficile à identifier et surtout à quantifier.

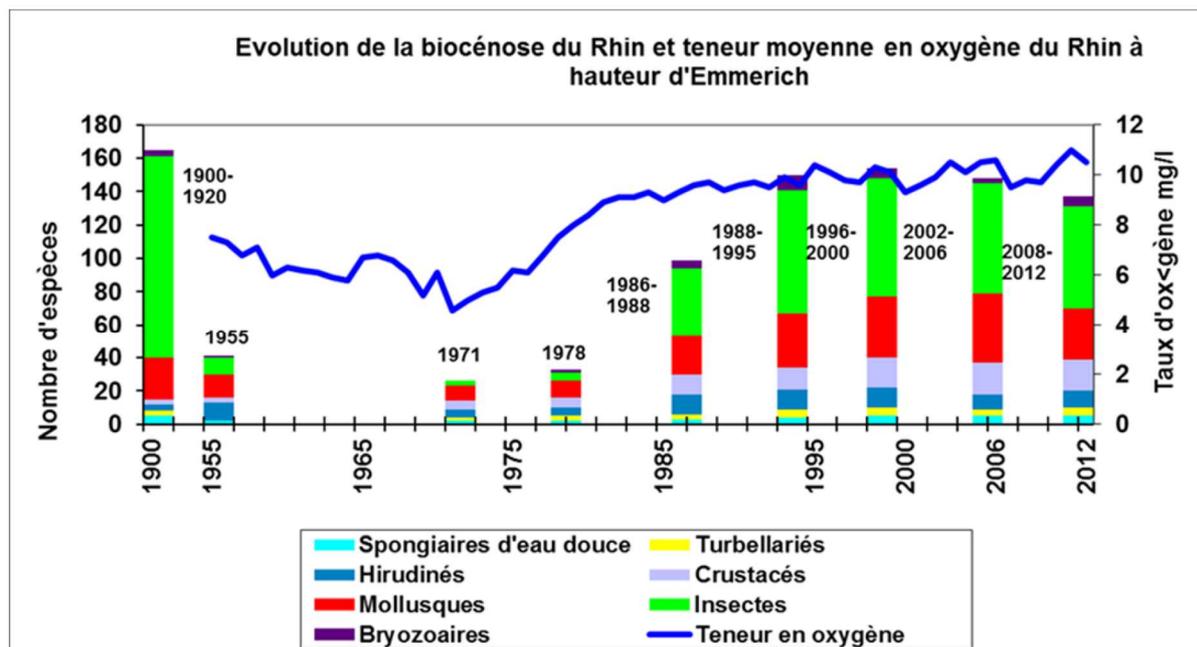
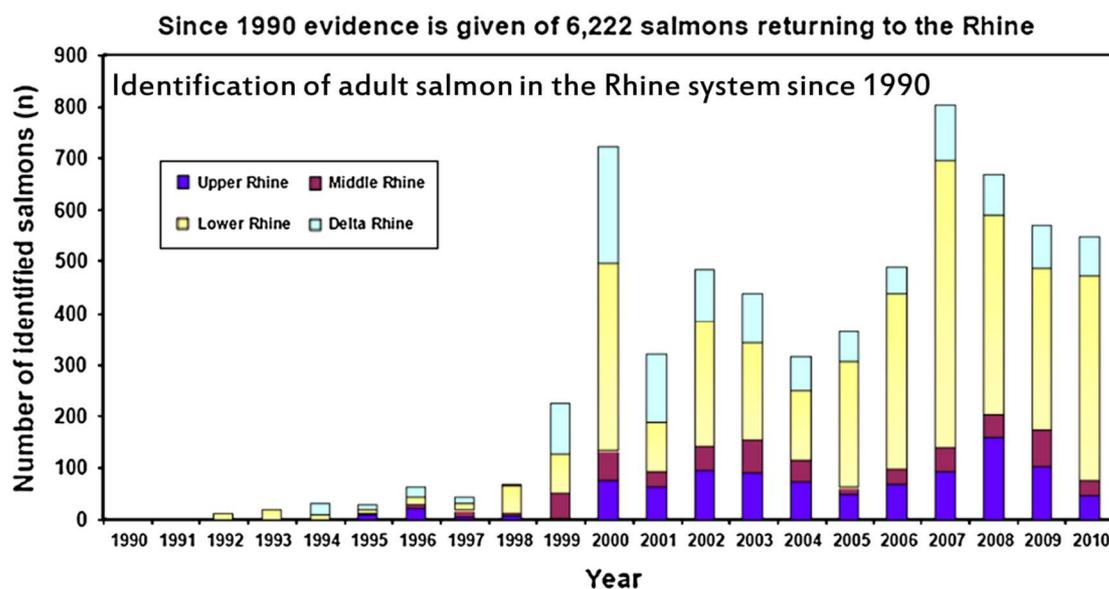


Figure 9. Evolution historique de la biocénose du Rhin entre Bâle et la frontière germano- néerlandaise par rapport à la teneur moyenne en oxygène du Rhin à hauteur de Bimmen (groupes d'espèces sélectionnés). Source : CIPR (2015a).

- **Ichtyofaune**

Concernant le compartiment biologique des poissons, le Rhin est dans l'imaginaire collectif d'abord associé au saumon (*Salmo salar*), dont il hébergeait la plus grande population européenne. Le saumon est un poisson migrateur qui se reproduit en eau douce mais grossit/grandit en mer pour devenir un adulte reproducteur. Il migrerait autrefois à plus de 1 000 km de ses frayères de l'Aar et du Rhin Supérieur. La surpêche, la perte d'habitat et la pollution chimique ont entraîné la disparition de la population dans les années 1950. Cependant, des travaux récents mettent en exergue qu'une part importante du déclin du saumon (jusqu'à 90%) s'est produite beaucoup plus tôt, pendant la période de transition entre le haut moyen-âge (environ 450 et 900 ap. J.-C.) et le début des temps modernes (environ 1600 ap. J.-C.), à la suite de l'utilisation grandissante des moulins à eau et leur expansion géographique à travers l'Europe (Lenders *et al.*, 2016).

La ré-apparition du saumon atlantique dans le Rhin est le fruit d'un programme complet basé sur des ré-introductions (alevinages massifs et introduction de juvéniles à partir d'individus d'élevages) et l'amélioration de la franchissabilité d'ouvrages transversaux qui empêchent cette espèce de réaliser sa montaison (aller vers les sites de reproduction). Les effectifs en progression observés ces dernières années sont aussi le fruit d'une amélioration de la qualité de l'eau, de la restauration de zones de frai.



Plum & Schulte-Wülwer-Leidig 2014

Figure 10. Abondances en saumon depuis 1990 jusqu'en 2010 (Plum & Schulte-Wulmer-Leidig, 2014)

A titre d'illustration, entre 2010 et 2015 ce sont 10 millions de saumons juvéniles qui ont été relâchés dans le Rhin. Cependant, le nombre de saumons adultes qui tentent de remonter le fleuve est encore très faible par comparaison à leur abondance au 19^{ème} siècle et le succès de reproduction est encore trop modeste pour considérer que la population s'autoreproduit durablement. Les causes sont multiples, *e.g.* sur-pêche en Mer, obstacles à la continuité, qualité de l'eau et des habitats. Des poissons exotiques, comme les gobies invasifs, et le réchauffement des eaux en été sous l'effet du réchauffement climatique représentent des risques supplémentaires pour un succès durable du projet de réintroduction. Malgré le point de vigilance à avoir sur la température, il a été noté que lors de la vague de chaleur de 2003, la migration n'a pas diminué par rapport aux autres années (Bölscher *et al.*, 2013). Les saumons adultes reproducteurs peuvent aujourd'hui atteindre le Rhin Supérieur au nord de Strasbourg après avoir franchi successivement les passes à poissons d'Iffezheim (site R3 de notre étude, pK 334), de Gamsheim (pK 309) et Strasbourg (site R2 de notre étude, pK 289). Les enregistrements vidéo de la passe à poissons d'Iffezheim montrent le passage du saumon atlantique mais également d'autres migrateurs comme la lamproie marine, l'alose, la truite de mer et l'anguille. La passe à poissons de Strasbourg a été inaugurée en 2016, celle de Gerstheim en 2019. Les premiers suivis vidéos montrent le passage des grands migrateurs. Elle permettent en particulier aux saumons d'atteindre le système tributaire d'Elz-Dreisam, qui est une zone potentielle de production importante de smolts, estimée à environ 59 hectares, soit près de 31% du bassin versant exploitable du Rhin en amont de Strasbourg (Schneider, 2009). Pour poursuivre les efforts de continuité longitudinale plus en amont sur le Rhin Supérieur, différentes options sont à l'étude afin de tendre vers l'objectif de retour du saumon à la frontière suisse d'ici 2020 pour lequel l'État français s'est engagé. Le moyen le plus efficace est sans doute de permettre aux saumons d'atteindre le Vieux Rhin. Pour cela, la conformité de trois centrales hydroélectriques situées en amont de Gerstheim (Rhinau, Marckolsheim et Vogelgrün / Brisach) est à l'étude afin de permettre le passage des saumons. Du point de vue des communautés, le Rhin Supérieur est le tronçon le plus diversifié de tous les secteurs du Rhin (CIPR 2015a), principalement du fait (i) des bras secondaires qui connectent encore le chenal principal avec sa plaine d'inondation, (ii) d'affluents, (iii) d'une grande variété de pièces

seulement 31 en 1995), dont 47 sur le Rhin Supérieur que nous étudions. Cette évolution est en partie attribuable à l'amélioration de la qualité de l'eau, au retour d'une végétation aquatiques (macrophytes) plus diversifiée, et à des réintroductions (par exemple celle du saumon). L'esturgeon européen (*Acipenser sturio*) est le seul poisson à avoir disparu au cours du siècle dernier et il est considéré comme éteint dans le Rhin. Le nombre d'espèces exotiques est d'une dizaine mais ces espèces-là, les gobies en particulier, dominent largement les communautés, suivis par les chevesnes, les gardons, les épinoches et les loches.

1.2.2.2 L'Inn/Danube

Le Danube figure parmi les plus anciennes et les plus importantes routes commerciales européennes. Les premiers travaux de régulation ont eu lieu dès l'époque romaine puis à la Renaissance (XVI^{ème}) mais c'est à partir de la fin du XVIII^{ème} siècle que les grandes initiatives d'aménagement pour la navigation voient le jour (Tricart & Bravard, 1991). Elles vont s'amplifier et se poursuivre tout au long des deux siècles suivant conjointement à l'industrialisation d'une partie des rives danubiennes, au développement des villes, à la construction de nombreux et grands barrages au XX^{ème} siècle, en particulier sur les cours allemands et autrichiens du fleuve mais aussi plus récemment en Slovaquie (Gabčíkovo) et en aval, à la hauteur des Portes de Fer (Djerdap I et II). La conséquence de ce bouquet de changements est la disparition, à quelques miraculeuses exceptions près, d'une grande partie des zones humides qui caractérisaient le fleuve dans ses parties hautes et moyennes, tout comme une sévère réduction des habitats et de la biodiversité, la disparition ou la raréfaction préoccupante de certaines espèces de poissons, dont l'emblématique esturgeon sur le Moyen-Danube. Plus de 700 barrages et déversoirs ont également été édifiés le long de ses principaux affluents.

La partie supérieure du Danube est le tronçon avec des aménagements importants ayant causés une perte importante de la forêt alluviale. D'après Schneider (2002), seuls 5%, 25%, 28% et 70% des forêts alluviales originelles sont encore présentes, respectivement au sein du Danube dans sa partie supérieure, moyenne, inférieure et son delta. Seuls 20 % des zones inondables qui subsistaient encore au XIX^{ème} siècle existent toujours, et seule la moitié du cours du fleuve peut encore être considérée comme « naturelle ».

- **Macroinvertébrés aquatiques**

Au cours des 50 dernières années, la qualité de l'eau est une problématique importante pour le Danube et son delta (Schmidt, 2001), la qualité de l'eau a été impactée en aval des villes et des zones industrielles. En parallèle à cela, des rejets industriels majeurs ont été déversés dans le fleuve. Au début des années 1980, des stations d'épuration ont permis d'améliorer la qualité de l'eau dans le Danube Supérieur et aujourd'hui, la qualité de l'eau est bien meilleure.

Il est bien documenté que l'axe principal du Danube n'a pas subi de glaciations et que pour cette raison, il a servi de refuge aux communautés biologiques. Cela explique en partie la grande richesse en macroinvertébrés aquatiques observée dans les annexes fluviales (Coléoptères, Trichoptères, Mollusques et Odonates). Les trichoptères, diptères et mollusques sont les ordres dominants au sein du chenal central. Plusieurs suivis des communautés biologiques ont été menés : Joint Danube Survey (2001), Joint Danube Survey 2 (2007), Aqua Terra Danube Survey (2004). Il est apparu que la richesse diminue de l'amont vers l'aval, cela en lien avec (i) la diminution de la granulométrie, (ii) de l'hétérogénéité des habitats et (iii) des pollutions croissantes. L'ouverture du canal Rhin-Main-Danube (1992) étant bidirectionnelle, le Danube a été lui aussi soumis à des invasions biologiques sans précédents ayant modifiées la composition des communautés de macroinvertébrés benthiques (Tittizer *et al.*, 2000 ; Liska *et al.*, 2008). Cette voie navigable a supprimé une barrière naturelle entre le Rhin et le Danube.

Une vingtaine d'espèces non natives sont aujourd'hui identifiées dans le bassin du Danube (Arbaclauskas et al., 2008) : *Litoglyphus naticoides* (Gastéropode), *Potamopyrgus antipodarum* (Gastéropode), *Anodonta woodiana* (Bivalve), *Corbicula fluminea* (Bivalve), *C. fluminalis* ou *Branchyura sowerbyi* (Oligochète). Un crustacé invasif amphipode tel que *Corophium curvispinum* peut y atteindre au plus fort de sa dynamique d'invasion 450 000 individus/m² et une biomasse de 450 g/m² (Sommerwerk et al., 2009). En effectifs, les espèces non natives représentent jusqu'à 90 % des macroinvertébrés aquatiques du Danube Supérieur (Sommerwerk et al., 2009).

- **Ichtyofaune**

Les communautés piscicoles du Danube ont été étudiées dès le 18^{ème} siècle (Marsilius, 1726 ; Heckel & Kner, 1858 ; Antipa, 1912). Le Danube a toujours été considéré comme le bassin européen présentant la plus grande richesse en espèces piscicoles (Sommerwerk et al., 2009) : *Hucho hucho*, *Zingel streber*, *Sabanejewia bulgarica*, *S. romanica*, *Coregonus austriacus*, *Eudontomyzon danfordi*, *Gobio carpathicus* et *Romanogobio vladykovi*. Cette diversité est globalement plus importante dans la section hongroise (jusqu'à 55 espèces). La régulation du fleuve a impacté ces communautés biologiques à partir du 19^{ème} siècle et des barrages majeurs (18 au total) sont présents de Kelheim à la mer Noire. Seules deux passes à poissons ont été construites (Liska et al., 2008) à Melk et Wien-Freudenau. Une trentaine d'espèces natives sont menacées dont *Hucho hucho*, *Umbra krameri*, *Coregonus bavaricus* et *Alburnus sarmaticus* (Kottelat & Freyhof, 2007). L'Inn présente 22 espèces de poissons dont les plus dominantes sont *Gobio obtusirostris*, *Barbatula barbatula* et *Carassius carassius* (Hohausova & Jurajda, 1997).

Des espèces exotiques ont été introduites au cours du temps dans le Danube telles que *Pseudorasbora parva*, un cyprinidé originaire d'Asie de l'Est (Japon, Corée, Chine) introduit en Roumanie dans les années 1960 dans des mares du lit majeur. Cette espèce serait potentiellement envahissante et vecteur de maladie émergente (Pinder et al., 2005). L'omble de fontaine est également une espèce exotique envahissante, originaire, elle, d'Amérique du Nord. Cette espèce occuperait les mêmes types d'habitats que les salmonidés indigènes. A partir des années 1970s, un peu plus précocement que dans le Rhin, les gobies ponto-caspiens ont envahis le Danube dans sa partie supérieure (amont) avec en particulier le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) (Roche et al., 2013). Cela a profondément modifié la composition des communautés biologiques.

Tableau 5. Espèces de poissons présentes dans l'affluent le plus long de l'Inn, le fleuve Salzach en 1796, 1854/1859, 1898/1904 et en 2014 (Haidvogel et al., 2014)

Species name	Hübner 1796;	Heckel 1854; Zetter 1859;	Koilmann 1898; fisheries survey 1904	Present field sampling
<i>Hucho hucho</i>	1	1	1	1
<i>Salmo trutta fario</i>	1	1	1	1
<i>Thymallus thymallus</i>	1	1	1	1
<i>Esox lucius</i>	1	1	1	1
<i>Barbus barbus</i>	1	1	1	1
<i>Chondrostoma nasus</i>	1	1	1	1
<i>Phoxinus phoxinus</i>	1	1	1	1
<i>Rutilus rutilus</i>	1	1	1	1
<i>Squalius cephalus</i>	1	1	1	1
<i>Lota lota</i>	1	1	1	1
<i>Perca fluviatilis</i>	1	1	1	1
<i>Cottus gobio</i>	1	1	1	1
<i>Cyprinus carpio</i>		1	1	1
<i>Barbatula barbatula</i>		1	1	1
<i>Alburnus alburnus</i>	1		1	1
<i>Gobio sp.</i>	1	1		1
<i>Salvelinus umbla</i>		1		1
<i>Salmo trutta lacustris</i>		1		1
<i>Alburnoides bipunctatus</i>		1		1
<i>Eudontomyzon mariae</i>	1	1	1	
<i>Tinca tinca</i>	1	1	1	
<i>Abramis brama</i>	1	1	1	
<i>Leuciscus leuciscus</i>	1	1	1	
<i>Rutilus meidinger</i>		1	1	
<i>Coregonus sp.</i>			1	
<i>Acipenser ruthenus</i>		1		
<i>Carassius carassius</i>		1		
<i>Leuciscus souffia</i>		1		
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		1		
<i>Silurus glanis</i>		1		
<i>Zingel streber</i>		1		
<i>Zingel zingel</i>		1		
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (introduced)				1
<i>Salvelinus fontinalis</i> (introduced)				1
<i>Ctenopharyngodon Idella</i> (introduced)				1
<i>Pseudorasbora parva</i> (introduced)				1
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (introduced)				1
Total number	18	30	21	24
Introduced	0	0	0	5

1.3 Conclusions et perspectives pour le lot 1

La forêt alluviale a souvent été considérée comme une réserve d'espaces transformables en espaces « utiles » pour l'homme ou productifs, tels qu'une culture, un village, une route. Or,

ces milieux revêtent des caractéristiques très particulières : (1) ils sont liés à la dynamique fluviale qui a lieu en son territoire (ce qui lui confère son caractère indicateur), (2) ils présentent une biodiversité spécifique singulière et très élevée par rapport à d'autres types de milieux, et (3) ils font office d'écotones entre milieux aquatiques et terrestres. Notre hypothèse de départ soutenait que les aménagements successifs des fleuves pouvaient engendrer des impacts sur la forêt alluviale. L'étalement urbain et l'industrialisation des sites ont en effet suivi les tendances d'évolution générale qui ont eu lieu en Europe occidentale au cours de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle (Couch *et al.*, 2008). Cependant, l'étude des changements dans l'occupation des sols à travers les périodes de temps a permis de mettre en évidence trois résultats forts : (1) **une mutation de surfaces agricoles vers de la forêt**, (2) **une augmentation de la fragmentation des surfaces de forêt**, et (3) **un morcellement plus réduit des surfaces agricoles, qui présentent au fil du temps des formes plus simples**.

Les matrices de transition différenciées par pays nous ont permis de lier à une échelle locale, les évolutions de types d'occupation du sol aux infrastructures linéaires de transport. Les transitions sont souvent divergentes de part et d'autre des frontières ; ceci pouvant éclairer la compréhension de la relation entre biodiversité et territoires lors des études sociologiques.

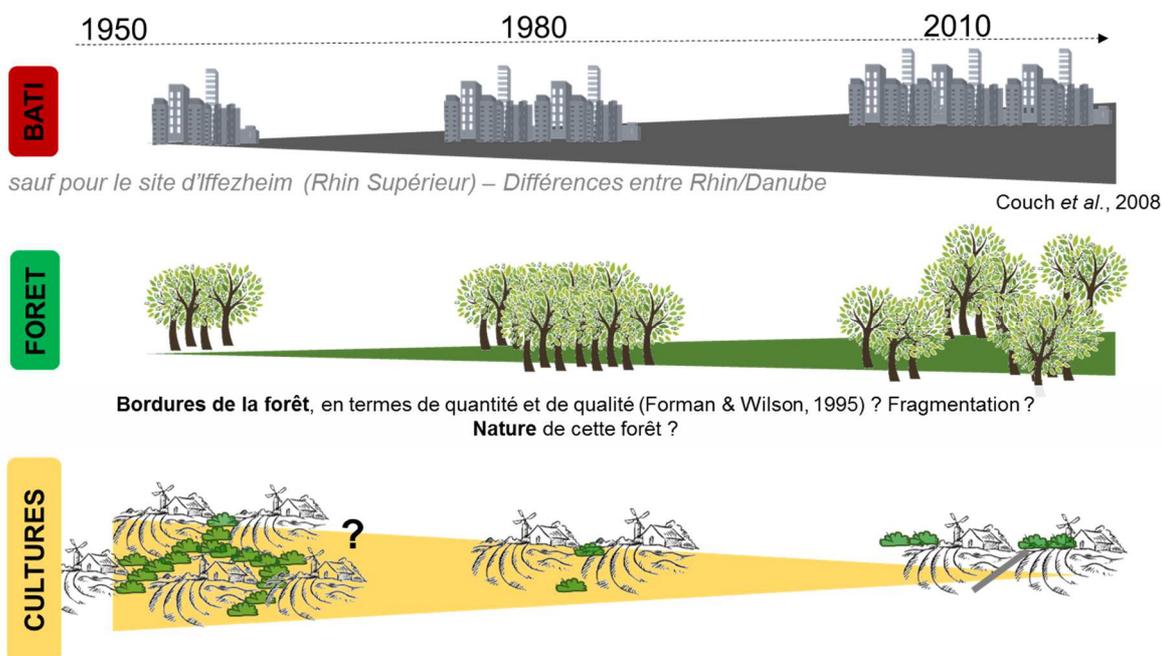


Figure 12. Illustration synthétique des changements d'occupation du sol sur la période étudiée.

Un élément critique concernant la nature des surfaces forestières doit être gardé à l'esprit. En effet, il a été difficile de caractériser l'appartenance des polygones à des forêts à bois dur ou à des forêts strictement alluviales en raison de la qualité des photographies aériennes, notamment pour les plus anciennes. Cependant, l'emprise choisie (500 m de largeur) intègre la proximité avec le fleuve et assure l'intégration des forêts alluviales résiduelles au sein de la classe forêt. La réalisation de cette première partie de l'étude a également mis en évidence le caractère multifactoriel des causes d'évolution des communautés des macroinvertébrés aquatiques et de poissons (qualité de l'eau, hydrologie, invasions biologiques, aménagements, modification des habitats). **Bien que fortement façonnées par les aménagements du fleuve, ces communautés ont potentiellement surtout traduit des changements importants de la qualité de l'eau, au-delà des changements d'habitats qui ne sont pas tous inhérents à la mise en place d'un réseau d'infrastructures linéaires de transport.** Parmi les raisons souvent évoquées pour la chenalisation/rectification des fleuves à chenaux multiples, on

trouve l'endiguement contre les crues dévastatrices, la stabilisation des frontières ou le gain en terres arables.

En perspective immédiate, nous souhaiterions approfondir ces résultats en proposant des matrices de transitions sur les interfaces. Cette approche pourrait nous permettre de quantifier la part de bordures douces existantes sur chaque site d'étude et la nature de leurs transitions. Il serait également utile de retravailler le site de Kembs (R1) et d'en élargir l'emprise d'étude pour intégrer le barrage de Kembs (pK 174). *In fine*, les résultats de cette partie dévolue au volet écologique soulignent les effets d'une déprise agricole au cours du temps, et ce en faveur de la forêt. Les résultats présentés dans le prochain chapitre, dévolu au volet sociologique, confirment ce constat.

2 Analyse des dynamiques d'usages

2.1 Introduction

La première partie de cette étude s'est intéressée à la relation entre réseaux d'infrastructures et évolution de la biodiversité dans les milieux fluviaux, avec des résultats surprenants pour certains. Les travaux de la deuxième partie de cette étude apportent une perspective complémentaire, s'intéressant à la relation des infrastructures fluviales avec les différentes activités humaines en présence. Nous soutenons que cette relation est une relation co-évolutive. Les infrastructures, surtout celles d'une certaine envergure et de dimensions imposantes, peuvent apparaître comme des structures « éternelles », mais en réalité elles changent avec les activités qu'elles accueillent et encadrent. En revanche, les activités entretiennent habituellement plusieurs « relations infrastructurelles », en intégrant une certaine diversité d'infrastructures dans leur réalisation. De même, elles évoluent aussi en lien avec d'autres activités, formant des relations de synergie, mais aussi de compétition pour l'espace, les ressources et les services rendus par les infrastructures.

Dans ce chapitre, nous détaillerons d'abord les fondements théoriques de ces propos, en nous servant d'éléments de la Théorie de la Pratique Sociale (chapitre 2.2). Puis, nous présenterons notre approche méthodologique pour analyser les évolutions des activités humaines dans les bassins fluviaux. Pour l'essentiel, l'analyse concerne les données qualitatives collectées dans le cadre d'entretiens semi-directifs, individuels et collectifs (chapitre 2.3.). Suivra, dans le corps de cette partie du rapport, la discussion des dynamiques d'usages sur 4 sites sélectionnés, en distinguant les usages en progression et ceux en régression (2.4-2.7). Pour conclure cette section, le chapitre 2.8 identifiera les tendances transversales qui peuvent être identifiées sur tout ou partie des sites et présentera quelques réflexions sur le rôle que les réseaux d'infrastructures jouent dans ces dynamiques.

2.2 Cadre théorique : les activités dans les bassins fluviaux en tant que pratiques sociales liées à diverses infrastructures et à d'autres activités

Notre vision des activités humaines en lien avec les rivières s'inspire des idées clés de la théorie de la pratique sociale (TPS) telle que développée au cours des 20 dernières années par Reckwitz (2002), Shove et al. (2012) Warde (2005; 2014), Watson (2012) ou Hui et al. (2017a), entre autres. Cette approche a été proposée comme une perspective d'action humaine alternative au paradigme dominant, celui du choix rationnel. L'unité centrale d'analyse dans la TPS n'est pas l'individu "autonome" avec ses attitudes, ses intérêts et ses décisions, mais les pratiques sociales reproduites par les individus (appelés "porteurs" ou "hôtes" d'une pratique) au moment de leurs actions. La TPS "décentralise" donc l'individu d'une certaine manière et offre une perspective plus "collective" sur l'analyse de notre mode de vie. Selon Reckwitz, une pratique sociale « est constituée de plusieurs éléments qui sont reliés entre eux : les formes d'activité physique, les formes d'activité mentale, les "choses" et leur utilisation, les connaissances de base sous forme de compréhension, de compétences, d'états émotionnels et de connaissances motivationnelles. Une pratique (...) forme, pour ainsi dire, un "bloc" dont l'existence dépend nécessairement de l'existence et de la connexion spécifique de ces

éléments, et qui ne peut être réduit à un de ces éléments isolés » (Reckwitz, 2002: 249-250) [traduit de l'anglais]³.

La TPS étudie alors la configuration des différents éléments qui composent une pratique et des liens entre ces éléments. Les "ingrédients" de ces arrangements varient dans le détail d'un auteur à l'autre (voir Gram-Hanssen, 2011; Schatzki, 1996; Shove and Pantzar, 2005; Wilhite, 2012), mais il existe néanmoins des similitudes considérables entre les différentes conceptualisations. Parmi ces conceptualisations, le cadre intuitif d'Elizabeth Shove et de ses collègues (Shove and Pantzar, 2005; Shove et al., 2012), distingue les éléments de sens, les éléments matériels et les compétences. Ce cadre est probablement le plus connu et il a été utilisé dans de nombreuses études empiriques. Les compétences font référence au savoir-faire incorporé, essentiellement tacite, acquis par l'exécution répétée d'une pratique. Par exemple, la pêche exige une bonne connaissance des espèces, de leurs habitats et de leur alimentation, des techniques d'appât/de capture du poisson et des techniques de transformation (si vous voulez manger/vendre votre poisson). L'élément de sens comprend, selon les termes de Røpke, « les idées sur l'utilité des activités, les émotions, les croyances et les compréhensions » associées aux activités (Røpke, 2009: 2492). Par exemple, la paix, la jouissance de la nature, la contemplation, l'excitation lors de la capture d'un poisson peuvent être des éléments de sens importants pour la pêche. L'élément matériel souligne l'importance des infrastructures, des technologies et des artefacts dans la conception des pratiques (Cass et al., 2018), mais aussi l'importance de l'environnement physique naturel qui encadre nos pratiques. Dans le cas de la pêche, c'est bien sûr l'équipement qui permet au pêcheur de prendre du poisson, mais aussi les infrastructures fluviales qui déterminent la dynamique des rivières et ainsi les bons endroits pour pratiquer la pêche. Cet élément matériel est particulièrement important dans le contexte de ce projet, et nous en discuterons plus en détail plus loin dans ce chapitre. A la suite de Gram-Hanssen (2010), nous rajoutons un quatrième élément à la typologie de E. Shove et collègues. Gram-Hanssen a proposé d'inclure un élément explicite de "règles" dans l'analyse afin de prendre en compte les attentes formelles et informelles sur la manière dont une pratique doit être menée. Par exemple, une licence est requise pour la pêche. De même, font partie des règles que la pêche est interdite dans certaines zones des rivières et que certaines espèces sont protégées à certaines périodes de l'année.

Ces éléments d'entités matérielles, de savoir-faire pratique, d'institutions et de sens forment des configurations relativement stables, qui sont interconnectées et évoluent ensemble (voir Figure 13).

³ Version originale en anglais: une pratique „consists of several elements, interconnected to one other: forms of bodily activities, forms of mental activities, 'things' and their use, a background knowledge in the form of understanding, know-how, states of emotion and motivational knowledge. A practice (...) forms so to speak a 'block' whose existence necessarily depends on the existence and specific interconnectedness of these elements, and which cannot be reduced to any one of these single elements." (Reckwitz, 2002: 249-250)

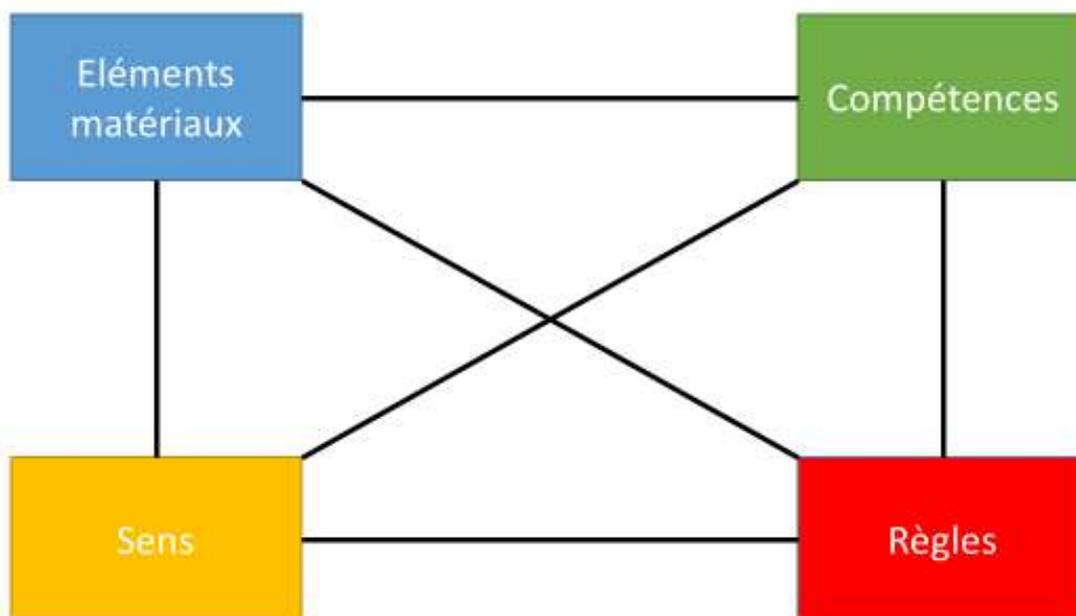


Figure 13: Les configurations d'éléments d'une pratique sociale, basé sur Gram-Hanssen (2010); Shove et al. (2012)

Toutefois, les configurations peuvent être réorganisées par la "circulation des éléments" (Shove and Pantzar, 2005) qui peut amener à des nouvelles configurations et induire de nouvelles dynamiques. Par exemple, l'électrification des vélos a fondamentalement changé le cyclisme et a certainement contribué au développement très dynamique de cette activité. Dans le cadre d'Interconnect, notre intérêt était majoritairement porté sur les infrastructures et il nous était impossible d'analyser chacune des activités sur nos sites d'étude et pour toutes ces composantes. Néanmoins, la compréhension des activités au niveau des fleuves comme configurations entre différents éléments changeants nous a servi comme heuristique, ce qui nous a aidé à prendre en compte aussi des développements « autres » qu'infrastructuraux.

Renseignement 1 : Nous concevons les activités au niveau des fleuves comme des pratiques sociales qui sont des configurations relativement stables entre des compétences, des éléments de sens, des éléments matériels et des règles. Quand de nouveaux éléments sont intégrés et forment de nouveaux liens avec d'autres éléments, la dynamique d'une pratique peut changer. Au contraire, si certains éléments cessent d'être disponibles pour les usagers, une pratique risque de disparaître.

Une deuxième idée importante qu'on peut retenir de la TPS réside dans la compréhension de nos vies comme des enchainements de pratiques sociales entre lesquelles il y a de multiples relations (Hui et al., 2017a). Les chercheurs de la TPS affirment que les changements de pratiques sociales ne peuvent pas être pleinement compris en analysant seulement les éléments des configurations et leurs liens, mais insistent sur le fait que "[l']appréciation des

relations entre les pratiques (...) est en fait essentielle pour comprendre les dynamiques au sein des pratiques" (Watson, 2012: 491). La vie quotidienne est conceptualisée comme un réseau d'activités ordonnées dans l'espace et dans le temps, c'est-à-dire des "faisceaux" et des "complexes" de pratiques relativement cohérents et interdépendants (Shove et al., 2012).

Si nous transposons cette idée de base au cadre de notre étude, cela nécessite d'analyser les dynamiques « d'usages » ou d'activités humaines au niveau des fleuves aussi bien avec les infrastructures qu'avec les autres activités (voir Figure 14). Certaines pratiques peuvent être regroupées dans des faisceaux et former des relations de synergie : par exemple, faire un voyage de type croisière fluviale est d'habitude lié à des visites touristiques ; les tours à vélo sont souvent liés à des pauses gastronomiques etc. Souvent, ces pratiques qui se renforcent mutuellement ont en commun certains éléments qui sont très dispersés dans différents domaines de notre vie (un processus que Hui et al. (2017b) ont appelé « *suffusing* »): par exemple, la randonnée, le cyclisme et le camping partagent probablement l'envie d'être en nature comme élément de sens significatif de notre époque.

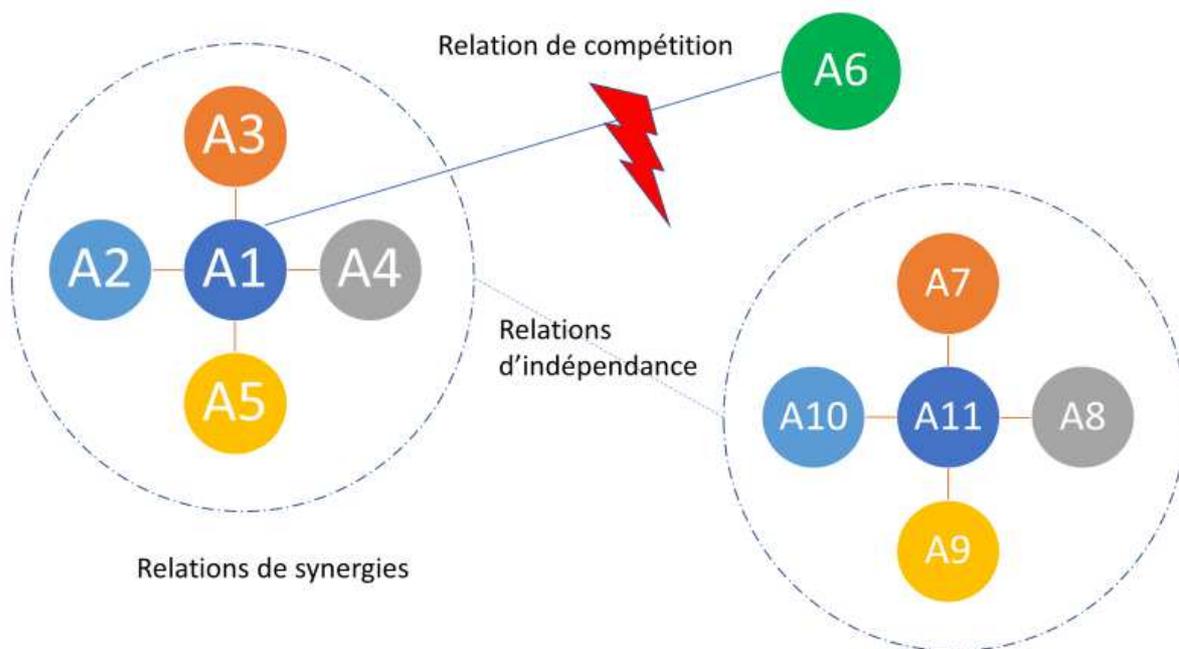


Figure 14: les relations entre pratiques sociales

En revanche, les pratiques (ou groupes de pratiques) sont toujours en compétition entre elles (Shove, 2012), notamment pour les ressources physiques nécessaires pour leur réalisation, telles que l'eau, l'espace physique et aussi les infrastructures. A titre d'exemple, l'agriculture et la production d'électricité dépendent toutes deux de l'eau que transportent les fleuves. Certaines activités peuvent néanmoins être globalement indépendantes d'autres activités. Les relations entre les différents usages impliquent également que les évolutions des pratiques sociales sont interdépendantes. Par exemple, l'augmentation de la navigation fluviale peut aller de pair avec la diminution, voire la disparition de la pratique du canoé sur un site. Très souvent, les relations entre activités font l'objet de négociations et sont arbitrées par des décisions politiques.

Renseignement 2 : Pour comprendre les dynamiques des activités humaines (ou : usages) en lien avec les fleuves, nous devons aussi nous intéresser aux relations d'une activité donnée avec d'autres activités. Des relations plutôt conflictuelles peuvent freiner, voir arrêter la réalisation des activités sur un site, des relations de facilitation/synergie multiplier des actes de réalisation/performance.

Nous avons présenté les activités dans les bassins fluviaux comme des pratiques sociales constituées par certains éléments, dont des éléments matériels. Ces éléments matériels tels que les appareils domestiques, machines, véhicules et, très important dans le contexte de ce projet, les infrastructures, étaient traditionnellement assez négligés et sous-théorisés dans l'analyse des modes de vie. La TPS évite de traiter ces artefacts comme des éléments de « contexte » qui présentent le fond non-questionné des activités humaines, mais les conçoit comme partie intégrante des pratiques avec une propre « *agency* », donc une capacité d'impulser des dynamiques sociales (Schatzki, 2010; Cass et al., 2018; Wilhite, 2008; Shove et al., 2012). Prenons l'exemple de l'action de conduire une voiture : l'introduction des systèmes de navigation GPS a fortement facilité la circulation et réduit le temps de déplacements ; de même, les diverses améliorations de sécurité (airbag etc.) ont créé un sentiment de sécurité. Ensemble, ces deux innovations ont changé l'expérience de conduire une voiture et ont probablement augmenté l'attractivité de cette pratique. Le rôle de nouvelles technologies ou d'adaptations infrastructurelles est, pour de nombreuses pratiques, essentiel dans leur capacité à attirer de nombreux « hôtes », donc des individus. Ce constat est aussi vrai pour les activités humaines dans les bassins fluviaux qui vont, de manière importante, changer en lien avec les développements infrastructurels (et d'autres changements dans le monde matériel).

Il est important de noter que ces activités vont normalement reposer sur plus d'une seule infrastructure pour leur réalisation (Coutard and Shove, 2018): ainsi, les cyclistes roulent sur des pistes cyclables, mais aussi sur des chemins de halage ou parfois des routes locales ; au besoin ils se serviront des passages cyclistes-piétons au niveau des barrages pour traverser le fleuve ; et au moment d'une pause ils se sentiront rassurés de pouvoir sécuriser leurs vélos dans des parkings à vélo. C'est aussi pour cette raison que le projet Interconnect s'intéresse aux « réseaux d'infrastructures » et leur rôle pour les activités, plutôt qu'à une seule infrastructure, car c'est l'ensemble de ces infrastructures connectées qui influencent l'attractivité d'une pratique pour les « hôtes ».

Dans le même temps, les infrastructures servent normalement à plusieurs usages et non un seul, elles sont « *multi-purposes* » (Coutard and Shove, 2018). Cette idée peut sembler banale pour une infrastructure comme une route locale, mais même des infrastructures qui à première vue semblent être associées à un seul type d'usage ne le sont souvent pas. Par exemple, une « autoroute » n'est pas utilisée uniquement par les voitures comme le laisserait penser son nom, mais aussi par les camions et les écluses servent non seulement à la navigation de grands bateaux, mais peuvent aussi présenter un attrait pour des voyages touristiques (navigation de plaisance).

La TPS soutient aussi que la « relation infrastructurelle » (Shove, 2017) entre différentes pratiques et une infrastructure n'est pas stable mais peut changer au cours du temps (Cass et al., 2018). Les infrastructures semblent relativement « permanentes », mais ne le sont pas en réalité : « Bien que certaines infrastructures soient massives, coûteuses et étendues, elles ne sont jamais stables. Au contraire, elles sont soumises à de multiples formes de délimitation,

de contestation et de négociation permanente. »⁴ (Shove et al., 2018: 7) Les infrastructures co-évoluent avec les usages et peuvent être adaptées. Dans l'histoire de leur existence, elles peuvent accumuler différentes « couches » qui appartiennent à différentes périodes de leur utilisation – un phénomène que Cass et al. (2018) ont dénommé « *layering* » (superposition en français). Ce genre de *layering* est aussi observé dans le cas d'Interconnect. A titre d'exemple, quelques barrages étaient initialement non-accessibles pour des piétons mais ont été adaptés par la suite avec un passage piéton-cycliste, « accueillant » ainsi de nouveaux usages. Enfin, Interconnect s'intéresse à la possibilité d'ajouter de nouvelles « couches » sur les infrastructures fluviales pour réconcilier usages et biodiversité ou, au contraire, d'enlever une couche qui historiquement a été créée en lien avec certains usages, mais aujourd'hui freine la réalisation de certaines pratiques et le maintien de la biodiversité.

Renseignement 3 : En lien avec la TPS, nous considérons que les infrastructures ne présentent pas « un contexte » des activités humaines au niveau des fleuves, mais un élément avec une capacité propre à impulser des changements au niveau des pratiques. Les infrastructures co-évoluent avec les pratiques et peuvent accueillir différentes combinaisons de pratiques dans leur histoire. Dans le même temps, les activités humaines reposent généralement sur plus qu'une infrastructure. Pour comprendre leurs évolutions nous devons alors nous intéresser à de multiples « relations infrastructurelles » entre pratiques et infrastructures.

⁴ Version originale anglaise: „(...) although certain infrastructures are massive, expensive and extensive, they are never stable. Instead they are subject to multiple forms of boundary making, contestation and ongoing negotiation.”

2.3 Méthodologie

Dans ce chapitre, nous discuterons les éléments essentiels de l'approche méthodologique de notre travail empirique. Le cœur de nos données est issu d'entretiens qualitatifs-semi-standardisés avec des acteurs professionnels et des représentants de groupes d'utilisateurs (première section). Les observations sur site ainsi que des photographies historiques complètent les données d'entretiens (section 2). Ensuite, ces données ont été segmentées, analysées et interprétées par le logiciel NVivo (section 3).

2.3.1 La base : entretiens qualitatifs semi-standardisés

Les entretiens qualitatifs semi-standardisés représentent la principale source de données pour les résultats discutés dans ce rapport. L'analyse de l'évolution de la biodiversité a été réalisée pour six sites, trois sur le Rhin Supérieur, deux sur l'Inn et un sur le Danube. En raison de ressources limitées, le nombre d'entretiens qualitatifs ne pouvait dépasser la trentaine et le consortium a préféré un travail plus approfondi sur seulement une sélection de sites plutôt que de couvrir faiblement la totalité des six sites étudiés pour la biodiversité. Ainsi, cette deuxième étape de l'étude concerne quatre sites : Engelhartzell-Jochenstein, Passau-Ingling, Kehl-Strasbourg et Efringen-Kirchen-Kembs. Ces sites ont été choisis dans une perspective comparative entre grands bassins : Kehl-Strasbourg et Passau-Ingling représentent des cas urbains ou semi-urbains, alors que les sites de Engelhartzell-Jochenstein et Efringen-Kirchen-Kembs se trouvent dans des zones plutôt rurales avec d'importantes surfaces sous statut de protection environnementale.

Nous sommes conscients que même en se concentrant sur ces quatre sites, notre base empirique n'est pas optimale. En effet, nous avons été obligés de privilégier certains groupes d'utilisateurs qui nous sont apparus comme les plus importants lors des entretiens avec les acteurs professionnels menés au début de chaque étude de cas. Ainsi, il est possible que l'importance de certains usages aient été surestimée, rien que du fait d'avoir exploré leurs situations plus en détail. Il n'était pas non plus toujours possible d'inclure tous les opérateurs d'infrastructure qui peuvent avoir un rôle sur certains sites. A titre d'exemple, la Compagnie des Transports Strasbourgeois qui gère les services des trams traversant le Rhin vers Kehl n'a pas été incluse ; de même, nous n'avons pas mené d'entretien avec les autorités allemandes qui sont responsables de l'autoroute A5 qui longe le Rhin sur le territoire communal d'Efringen-Kirchen. Ces acteurs n'ont pas été recrutés pour un entretien car, sur la base de recherches préliminaires, leur rôle vis-à-vis des divers usages en place a été considéré comme sensiblement moins important que celui d'autres opérateurs d'infrastructures.

En revanche, d'autres acteurs que nous aurions considérés comme essentiels pour notre analyse ont refusé nos sollicitations. Ainsi, il a été impossible de réaliser un entretien avec l'administration de la ville de Passau qui, à cause d'expériences douloureuses lors de crues de l'Inn et du Danube, est extrêmement prudente pour toute communication « extérieure » concernant ces cours d'eaux. L'histoire des sites semble, en grande partie, également expliquer le refus total du groupe des agriculteurs de Rosenau/Kembs de participer à notre étude. En effet, les pertes importantes de terrains agricoles, d'abord pour la construction du Grand Canal d'Alsace et par la suite pour la création de la Petite Camargue Alsacienne, ont apparemment créé un fort ressentiment dans ce groupe envers toute entité de l'Etat, voire envers des organisations qui peuvent apparaître proches de l'Etat, comme des organismes de recherche. N'ayant malheureusement pas non plus réussi à recruter des interlocuteurs du deuxième groupe d'utilisateurs que nous avons identifié comme central pour Efringen-Kirchen-Kembs, à savoir les cyclistes, le nombre d'entretiens pour ce site est au final limité. Les

résultats présentés pour ce site doivent donc être interprétés avec prudence. Le Tableau 6 récapitule les interviewés rencontrés, en différenciant le site et le type d'acteur.

Tableau 6 : interlocuteurs par site et type d'acteurs. Note : les chiffres à virgule indiquent que des interlocuteurs ont été sollicités pour leurs connaissances non pour un seul site, mais sur les deux sites de Ingling et Jochenstein

Type d'acteur	Ingling	Jochenstein	Kembs	Strasbourg	Total
Opérateurs d'infrastructures	2,5	3,5	2	6	14
Elus	1,5	2,5	2	0	6
Administration publique	1	1	0	3	5
Agriculteurs	4	0	0	2	6
Pêcheurs	0	3	0	4	7
Kayakistes et Avrions	3	0	0	0	3
Autres	0	5	0	0	5
Total	12	15	4	15	46

L'identification d'interlocuteurs pertinents au sein des différentes organisations s'est réalisée en parcourant leurs sites web respectifs et en suivant les recommandations de personnes de nos réseaux professionnels ainsi que d'interlocuteurs identifiés préalablement (système de la boule de neige). Pour structurer les entretiens, l'équipe a produit deux guides d'entretien : un pour les acteurs professionnels (opérateurs d'infrastructures, élus, administration publique) et un autre pour les groupes d'utilisateurs (pêcheurs, cyclistes, agriculteurs...). Ces guides servent d'orientation afin d'aider les intervieweurs à ne pas passer à côté d'aspects importants pendant les entretiens. Cependant, en accord avec les impératifs de la méthode semi directive, les chercheurs ont gardé une certaine souplesse dans l'application de ces guides pour éviter des conversations trop « dirigistes » et favoriser l'expression libre des interlocuteurs (Przyborski and Wohlrab-Sahr, 2010: 138-145). Les deux guides d'entretien comportaient les blocs thématiques suivants : I. Usages d'aujourd'hui en rapport avec les infrastructures et les relations entre usages II. Usages autrefois III. Perception de et rapport avec la biodiversité. Le guide d'entretien pour les acteurs professionnels comportait un quatrième bloc sur la caractérisation de l'espace fluvial ainsi que le rôle des différents acteurs pour la gestion des infrastructures et leurs interactions. Tous les entretiens ont été conduits par au moins deux, parfois trois chercheurs. Ceci a permis un partage des tâches entre les intervieweurs, avec un ou deux chercheurs facilitant le déroulé des conversations et systématiquement un autre veillant à ce que la totalité des aspects importants soit discutés. Tous les entretiens ont été enregistrés et par la suite retranscrits de façon exhaustive par un prestataire de service externe.

2.3.2 En complément : des observations sur site et photographies historiques

Les entretiens qualitatifs entraînent, méthodologiquement, deux limites importantes par rapports aux recherches sur les usages et leurs changements. Premièrement, la réalisation de pratiques sociales implique des éléments matériels et environnements physiques, des compétences, capacités physiques et savoirs faire, des règles formelles et informelles ainsi que des éléments de sens (voire chapitre 3). Il s'agit d'éléments souvent implicites de fond,

qui ne sont pas questionnés au moment de la performance d'une pratique et ces éléments ne sont pas faciles à faire ressortir dans le cadre d'un entretien. Pour contrebalancer un minimum cette limite, nous avons réalisé, dans la mesure du possible mais sans que ce soit systématique, des observations participatives sur site⁵. Deuxièmement, reconstruire les changements historiques des usages par des entretiens représente également un grand défi, parce que les interlocuteurs ne disposent pas toujours d'une « carrière » suffisamment longue vis-à-vis d'une activité pour leur permettre de qualifier les changements d'usage avec leurs propres expériences « incorporées ». Pour cette raison, nous avons privilégié dans notre choix d'interlocuteurs des personnes âgées dont les souvenirs et expériences avec une activité analysée remontent le plus loin possible. De même, nous avons recherché des photographies historiques de périodes anciennes pour illustrer les circonstances historiques de certaines pratiques. Ces photographies sont issues d'archives communales (Passau), d'archives de groupes d'usagers (ex. : les avirons de Passau) ou bien de sites web amateurs qui ont collecté des photographies privées aujourd'hui très précieuses (ex. : « Schardenberg in alten Ansichten ».)

2.3.3 Analyse par le logiciel NVivo

L'équipe s'est servi d'NVivo qui est un logiciel fréquemment utilisé pour encoder les volumes importants d'information, tel que l'on en récolte typiquement dans le cadre de recherches qualitatives. Ce système de traitement par « code » permet non seulement d'éclairer sur le volume par occurrence qu'occupe un sujet ou une thématique, mais également de caractériser des relations entre des variables d'intérêt.

Pour cela, dans un premier temps, il s'agissait de développer un système de catégories qui permette de structurer l'abondance d'informations issues des entretiens. En suivant Kuckartz (2016: 97-121), ce système de catégories a été conçu de manière déductive-inductive, en commençant par des « grandes » catégories « parentales » (ex. : « type d'usage », « compartiment de la biodiversité ») pour, au fur et à mesure, rajouter des sous-catégories ainsi que des codes plus analytiques résultant d'un premier examen de nos données. Une fois un certain niveau de saturation atteint, le système de catégories a été revu par les trois chercheurs impliqués dans l'analyse pour fusionner certaines catégories, en effacer ou en repositionner d'autres, ainsi que pour clarifier les différences de signification entre certaines catégories, le tout dans le but d'arriver à un système cohérent et compréhensible, qui soit appliqué de manière la plus similaire possible par les chercheurs impliqués (« *inter-coder reliability* »). Ce niveau de fiabilité entre pairs a été testé en analysant des parties sélectives d'entretiens en parallèle et en comparant par la suite les divergences dans l'attribution de codes à des segments de texte. A la fin, nous nous sommes mis d'accord sur un système de catégories avec 7 codes parentaux qui contiennent de nombreuses sous-catégories ainsi que des sous-sous-catégories (voir Figure 15 et le livret de codes en Annexe).

⁵ Par contre, comme nos visites ont été organisées en période hivernale, ces observations étaient elles-mêmes limitées dans leur représentativité, car la majorité d'activités (sports d'eau, cyclisme, pêche) se pratique plutôt en période estivale.

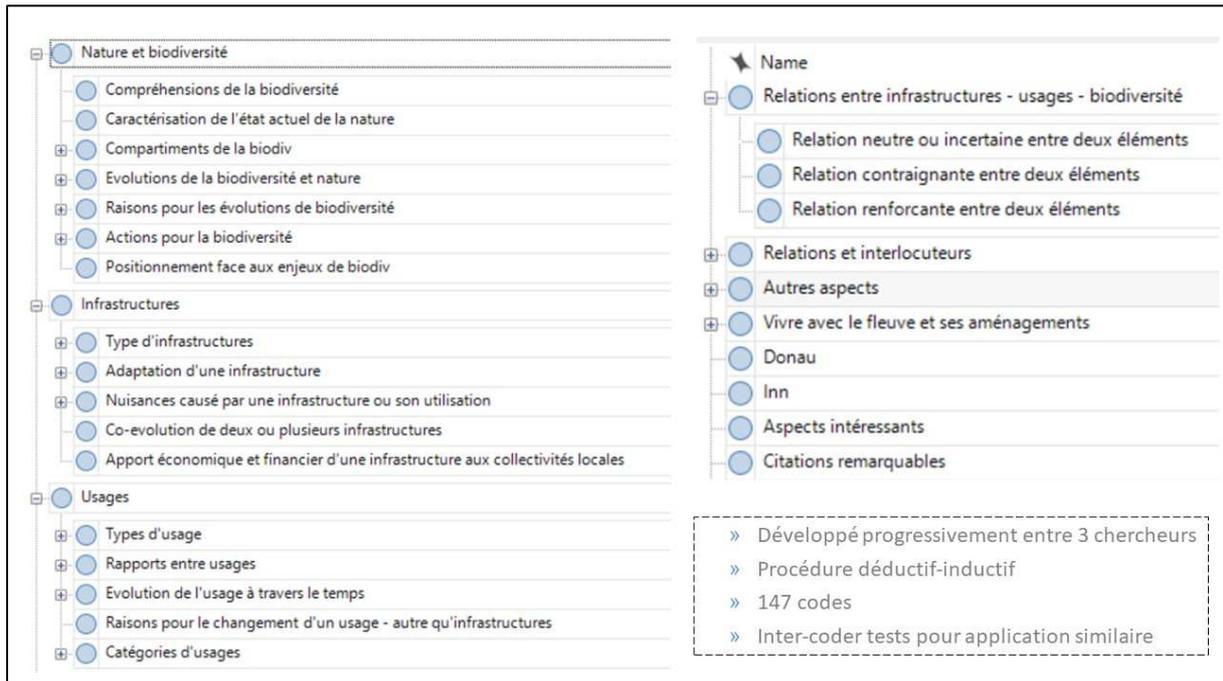


Figure 15: le système de codage

En se basant sur ce système de catégories, la totalité des entretiens a été encodée. Le processus d'encodage comprend la sélection d'un segment de texte (ex. : une argumentation sur les raisons de pertes de populations de pêches) et son attribution à un certain code (ex. : « construction d'une infrastructure ») (voir Figure 16). De nombreux segments de texte ont été attribués à plusieurs catégories (ex. : codage d'un segment de texte à la fois au compartiment de biodiversité « poissons » et à la catégorie « perte de population ») pour permettre par la suite des analyses ciblées du matériel, la dernière étape du travail.

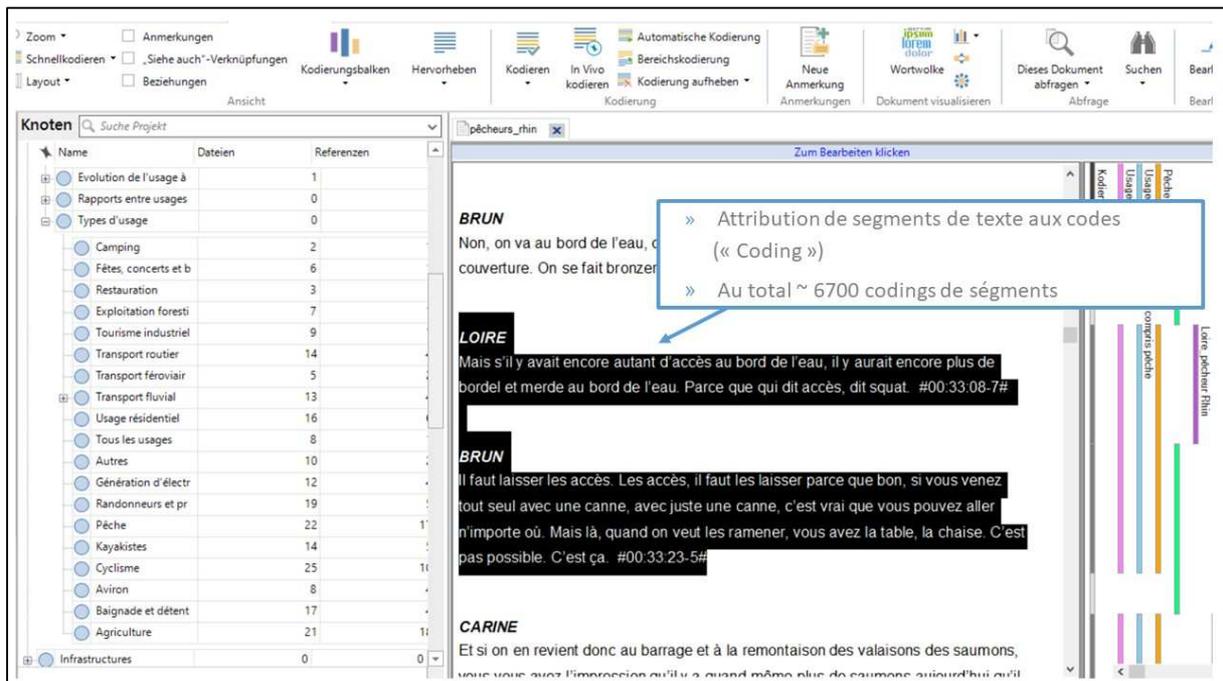


Figure 16: codage de segments de texte

Les analyses ciblées consistaient à réaliser des opérations de recherche centrées sur un sujet. Ainsi, nous avons créé plusieurs « sets », comme par exemple des collections de données spécifiques pour sélectionner seulement les entretiens concernant un site donné ou seulement une certaine catégorie d'acteurs. Nous avons également créé des « matrices de codage », c'est-à-dire des tableaux qui captent les co-occurrences de deux variables, p.ex. les différents types d'usage d'un côté et les catégories de changement (gain/perte/stabilité) de l'autre côté (voir Figure 17). Ces segments de co-occurrences ont été par la suite interprétés et résumés cellule par cellule, pour *in fine* aboutir à des conclusions. Une autre utilisation des recherches ciblées consiste à approfondir ou compléter une étape d'analyse terminée, par exemple pour étudier des raisons qui ont été proposées pour expliquer les dynamiques des usages identifiés précédemment comme fortement « gagnants » ou « perdants ».

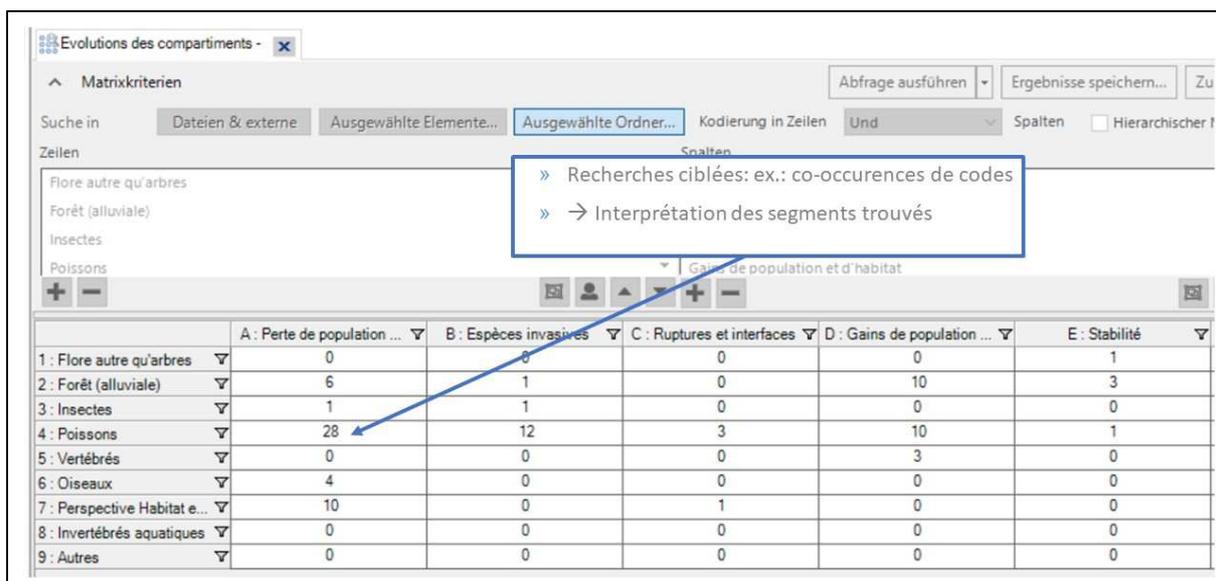


Figure 17: recherches ciblées, l'exemple des matrices de codage

2.4 Engelhartzell-Jochenstein

2.4.1 Introduction du site et de ses infrastructures

Le site de Engelhartzell-Jochenstein est situé à 28km au sud-est de la ville de Passau, dans une région montagneuse, caractérisée par un relief conséquent (~300m) entre la vallée du Danube et les collines entourant le fleuve. Il s'agit d'une vallée étroite et boisée, qui a toujours contraint l'appropriation de l'espace par l'homme et qui a joué un rôle non-négligeable pour l'évolution plus récente des activités humaines, comme nous allons le voir ci-après. Historiquement, le développement du village autrichien de Engelhartzell est étroitement lié à sa double caractéristique de village frontalier entre l'Allemagne et l'Autriche et à sa localisation au bord d'un fleuve majeur européen. Jadis, les marchands, au cours de leurs voyages qui les amenaient des zones d'exploitation de sel dans les Alpes vers Linz et Vienne, s'arrêtaient au village pour se réapprovisionner en victuailles. De même, Engelhartzell disposait d'un poste de douane et présentait, pour les marchands venant depuis l'Allemagne, le premier point d'entrée en Autriche. Ces deux éléments ont fait d'Engelhartzell un lieu prospère, qui au XVème siècle comptait plus d'habitants sur son territoire qu'aujourd'hui. Ceux-ci travaillaient, entre autres, dans (jusqu'à) 12 boulangeries, 11 boucheries et 13 restaurants (entretien Bachler et Hauser⁶), des chiffres tout-à-fait remarquables pour un village de la taille d'Engelhartzell (aujourd'hui environ 900 habitants). Contrairement à ce long passé historique avec le fleuve, le petit village allemand de Jochenstein tel qu'il est aujourd'hui n'a vu le jour qu'au moment de la construction de la centrale de Jochenstein, quand, à partir de 1952, les résidences ont été mises à disposition des ouvriers. Jochenstein n'est pas une commune indépendante, mais s'intègre depuis 1972 au territoire de la commune de Untergriesbach⁷. Jochenstein est située à quelques centaines de mètres d'altitude par rapport au Danube et n'a jamais eu un lien au fleuve comparable à celui de Engelhartzell.

Comparé au Rhin, l'aménagement du Danube à plus grande échelle est plus récent. Poussée par la montée de la navigation fluviale, et en particulier la naissance de la navigation à vapeur, la correction du Danube autrichien et bavarois s'est accélérée à partir de 1830 (Jungwirth et al., 2014: 153-166). Une deuxième vague « d'industrialisation » du Danube s'est poursuivie après la deuxième guerre mondiale avec la construction de nombreux ouvrages hydro-électriques (Tricart and Bravard, 1991b). Aujourd'hui, le site de Engelhartzell-Jochenstein fait partie des tronçons du Danube que la Commission Internationale pour la Protection du Danube qualifie comme « fortement aménagés » (« *heavily modified* » ; voir Figure 18).

⁶ Tous les noms des interlocuteurs utilisés sont des pseudonymes.

⁷ Avant 1972, Jochenstein faisait partie de la commune Gottsdorf qui elle aussi a été fusionnée avec la commune de Untergriesbach.

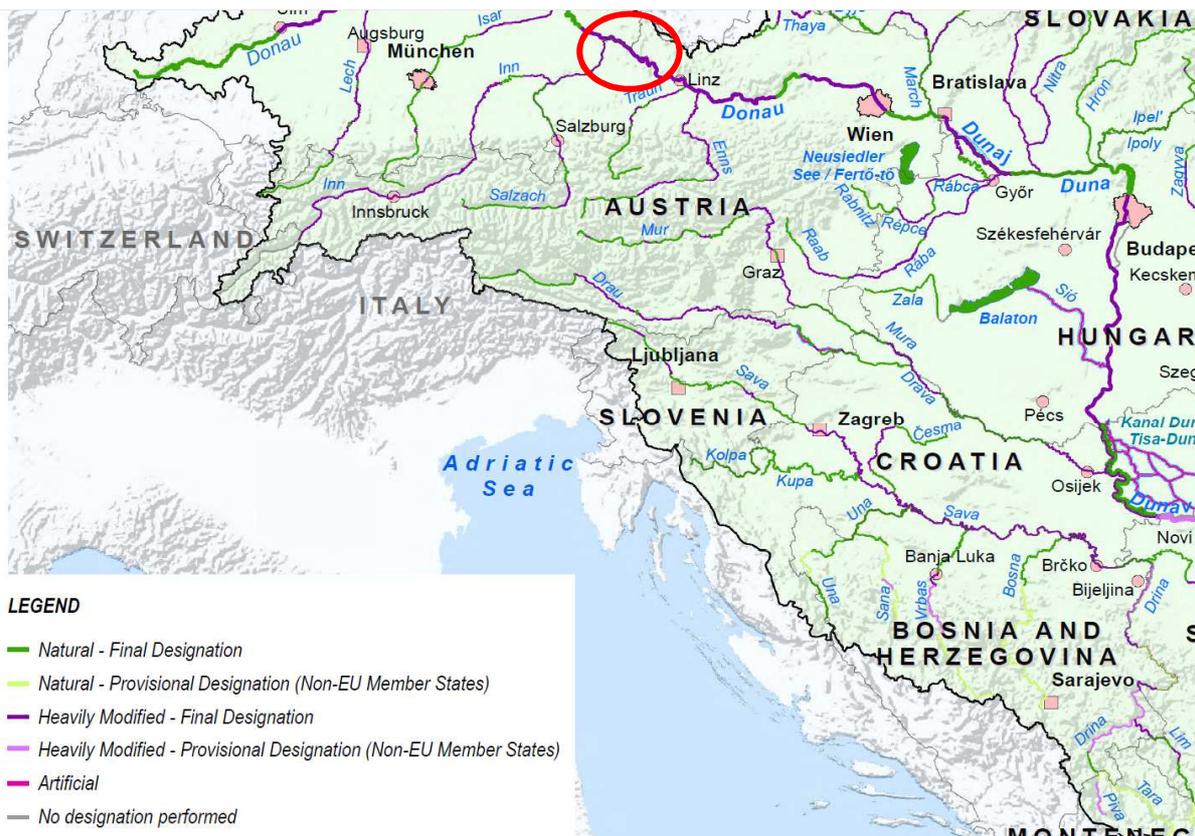


Figure 18: Tronçons fortement aménagés du Danube. Source : ICPDR 2015

Cette qualification s’explique en premier lieu par la construction de la centrale de Jochenstein entre 1952 et 1956 (voir Figure 19), basée sur un contrat du 13 février 1952 entre les gouvernements de l’Allemagne Fédérale et de l’Autriche sur l’usage commun de l’électricité produite (Logacheva et al., 2017: 3).



Figure 19: la construction de la centrale de Jochenstein. Source : Stadtarchiv Passau/Bezirksfischer

Aujourd’hui gérée par Verbund, elle est équipée de cinq turbines d’une capacité de 132 MW. La centrale a été complétée par deux écluses ainsi que par un passage piétons-cyclistes. L’objectif de sa construction était initialement d’améliorer les conditions de navigation fluviale, qui, malgré les mesures précédentes de correction du Danube des années 1850, se voyait toujours confrontée à des obstacles dangereux dans le lit du fleuve (Böck, 1956). De plus, du fait du déficit énergétique en Autriche et en Bavière, l’expansion de l’hydro-électricité présentait un mode de production très attractif pour couvrir la demande croissante en énergie (Hasenöhr, 2014: 121-122). Au cours de la construction du barrage, une retenue d’eau d’une longueur de 27km a été formée, immergeant des segments considérables de la vallée et nécessitant d’importantes mesures de protection pour la commune de Oberzell sur la rive bavaroise (Logacheva et al., 2017: 12). Les berges ont été systématiquement sécurisées par des enrochements, tandis qu’un endiguement systématique du Danube a été évité (ibid.).

S’ajoutent à ces infrastructures, le chemin de halage et d’entretien de la rive droite, utilisé par Verbund et que par l’opérateur autrichien des voies navigables, ViaDonau, pour leurs travaux de maintenance, ainsi qu’une route locale sur la rive gauche, qui permet à l’homologue allemand de ViaDonau, le Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Regensburg (WSA) d’accéder aux berges. La route nationale B 130, qui longe le Danube sur la rive autrichienne pour faire la liaison avec Passau en Allemagne, est la seule route majeure de la région. Enfin, la Route Cycliste du Danube, qui longe le Danube sur toute sa longueur jusqu’à la mer Noire, a été inaugurée au cours des années 1980 et a été progressivement réaménagée, majoritairement en utilisant les chemins de halage historiques. Par la suite, nous allons analyser comment les différents types d’usages humains ont évolué sur le site, et quel rôle a joué la mise en œuvre du réseau d’infrastructures dans ces dynamiques.

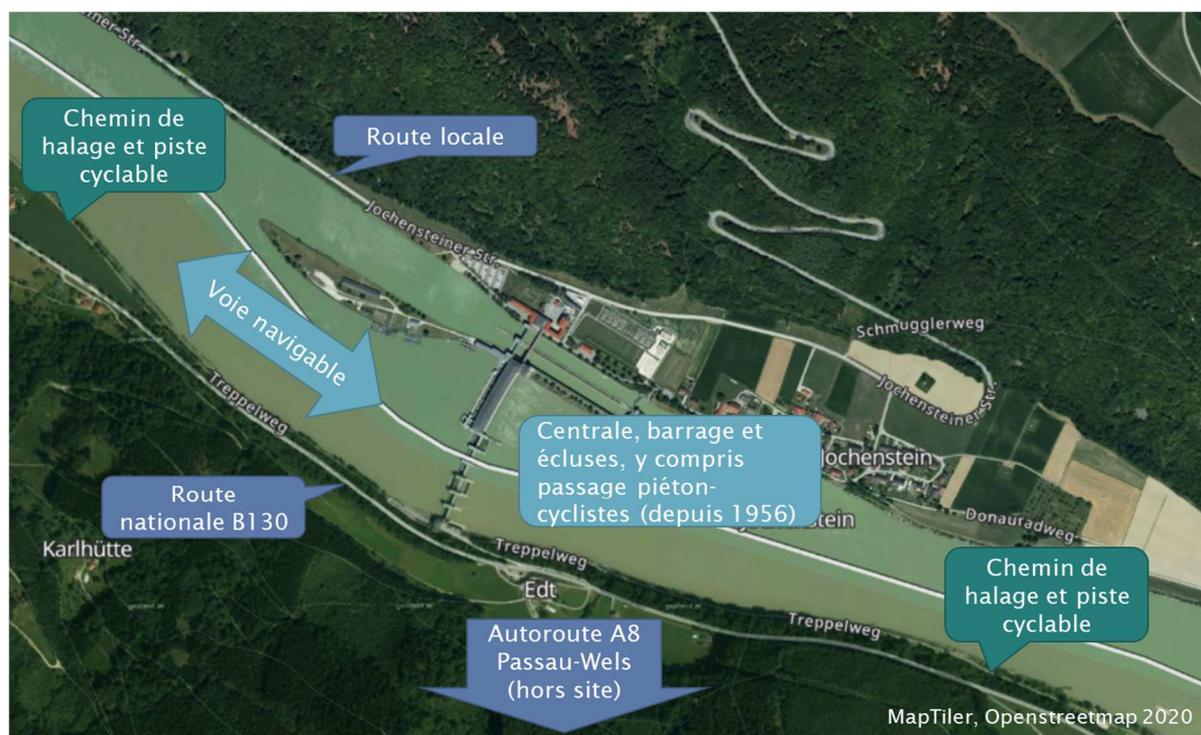


Figure 20: Les infrastructures sur le site de Engelhartzell-Jochenstein

2.4.2 Les usages en évolution

Le site de Engelhartzell-Ingling se caractérise par une forte diversité d’usages. On y trouve : la navigation passagère, qui se compose de services réguliers et de croisières saisonnières ;

les bateaux cargo, les bateaux de plaisance y compris des barques traditionnelles (« Zillen »), des avirons et kayakistes, différentes formes de pêche, du cyclisme, des piétons, du camping, l'activité de baignade et de détente, l'agriculture et l'exploitation forestière ainsi que l'usage résidentiel de l'espace. Nous allons nous concentrer ici sur les usages qui sont les plus remarquables par leurs dynamiques et verrons que ces dynamiques sont souvent – mais pas exclusivement – liées à l'expansion du réseau d'infrastructures et de dynamiques inter-usages.

Le Tableau 7 donne un aperçu des usages évoqués par nos interlocuteurs pour le site de Jochenstein (en utilisant un set spécifique pour le site) et les co-codages avec les catégories d'évolution, qui sont : gain ou perte en fréquence ou stabilité d'une pratique. Comme souvent, ce tableau donne de premières orientations, mais les données qualitatives derrière les chiffres dans les cellules doivent toujours être vérifiées et interprétées. Dans le cas présent, il s'avère que le transport routier, qui apparaît comme une activité pour laquelle nos interlocuteurs sont en désaccord, est en réalité une activité clairement en régression – et les quatre résultats dans la cellule « gain en fréquence » résultent tous du codage d'une sous-forme de transport routier, qui est le transport en bus des passagers de croisières vers les embarcadères des bateaux à Engelhartzell. De même, l'exploitation forestière est un usage clairement en progression, contrairement à ce que les chiffres indiquent. Par contre, pour le reste des usages indiqués, les tendances qui ressortent du tableau correspondent aux verbatims « derrière » les chiffres.

Tableau 7 : Dynamiques d'usages sur le site de Engelhartzell-Jochenstein

	Gain en fréquence de la pratique	Perte en fréquence de la pratique	Stabilité
Agriculture	3	8	4
Baignade et détente	1	0	0
Cyclisme	6	0	0
Pêche	0	7	0
Navigation bateaux passagers y compris croisières	8	1	0
Bateaux de plaisance y compris ski nautique	2	5	0
Transport routier	4	3	0
Exploitation forestière	3	4	0

2.4.2.1 Usages en progression

On constate d'abord qu'il y a eu une **forte augmentation du cyclisme**, et plus précisément du cyclisme de loisir. Nos données sont confirmées par une enquête de la WGD Tourismus GmbH qui réalise périodiquement des comptages de cyclistes au bord du fleuve (voir Figure 21). Ses chiffres montrent, qu'entre 2012 et 2019 le nombre de cyclistes sur la Route Cycliste du Danube de la région a augmenté de 630 000 à 744 000 personnes, soit de + 18%. Nos résultats indiquent que cette popularité croissante résulte d'une part des développements

génériques de ce sport, mais d'autre part – et très essentiellement – de l'expansion du réseau d'infrastructures. Concernant la première catégorie, nos interlocuteurs jugent que les éléments matériels de la pratique ont nettement amélioré le confort et le plaisir de cette activité, en particulier les composantes plus sophistiquées des vélos, les vêtements plus adaptés à des conditions météorologiques diverses et les applications smart phone pour une orientation facile. Ces éléments ont certes contribué à un boom général des voyages à vélo, qui, en Allemagne, ont presque triplé depuis 1999 (ADFC, 2019: 1).

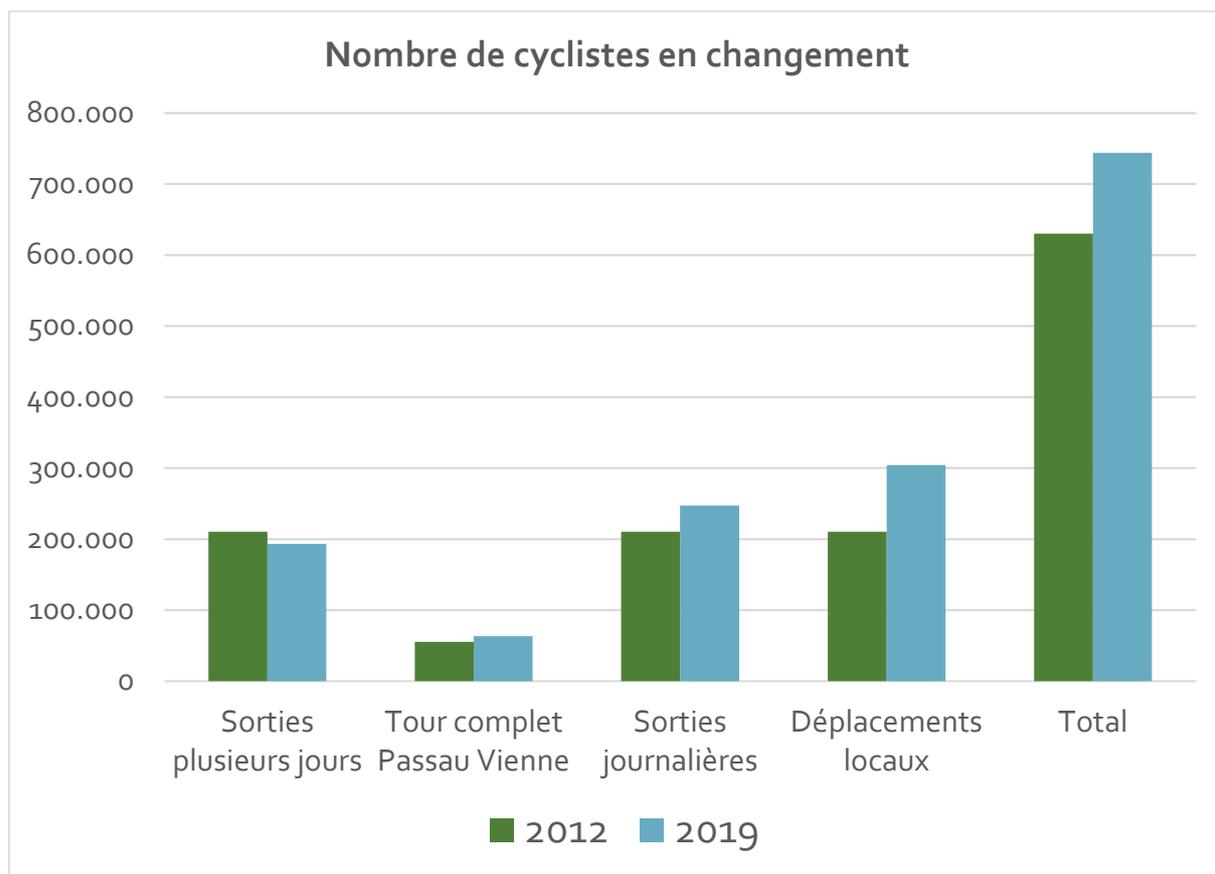


Figure 21: Développement dynamique du cyclisme. Représentation basée sur les comptages de la WGD Tourismus GmbH (2019)

Néanmoins, l'expansion et l'amélioration constante d'infrastructures favorables plus précisément autour de Engelhartszell-Jochenstein semblent également avoir joué un rôle primordial pour la popularité du cyclisme sur ce site. À cet égard, il faut tout d'abord souligner l'importance de la Route Cycliste du Danube, qui suit le Danube sur ses deux rives, parfaitement signalisée, maintenue et développée en permanence (Figure 22). Une nouvelle piste cyclable descendant le fleuve à partir de Engelhartszell a été ouverte seulement en 2018. Ces efforts continus ont créé des conditions très agréables pour le cyclisme, témoignées par nos interlocuteurs et le fait que la Route Cycliste du Danube est la 4^{ème} route la plus populaire parmi les cyclistes allemands interrogés par l'association allemande pour le vélo, ADFC (ADFC, 2019: 1). Des services complémentaires renforcent l'attractivité de cette route bien connue, notamment le transport des bagages des cyclistes par des sociétés touristiques (par la B130), les bacs à vélo à Jochenstein et Schlögen ainsi que le car-ferry d'Obernzell (deux villages à proximité) qui dans leur ensemble permettent une traversée facile et fréquente du fleuve.



Figure 22: Route Cycliste du Danube à proximité de la centrale de Jochenstein. Photo : auteurs

Le passage cycliste-piéton sur le barrage de Jochenstein contribue *a priori* à ces dynamiques, mais il risque d'être de moins en moins en adéquation avec la progression des vélos électriques. Pour passer le barrage, il faut monter et puis descendre deux grands escaliers de 90 marches chacun (voir Figure 23). Cette traversée est physiquement très épuisante avec des vélos électriques bien plus lourds que les vélos conventionnels. Ceci explique pourquoi les campeurs interrogés, qui disposent de vélos électriques, ont arrêté de se servir de ce passage et préfèrent les bacs à vélo pour changer de rive.

Comme le nombre de vélos électriques ne cesse d'augmenter (sa part parmi les voyages à vélo a augmenté de 13 à 23% en seulement 2 ans en Allemagne ; ADFC (2019: 1)), le passage du barrage va probablement perdre encore davantage en attractivité- sauf si des adaptations infrastructurelles futures comme des ascenseurs suivent ce développement technique du vélo. Cependant, cette problématique ne change rien au constat général selon lequel le cyclisme de loisir a clairement bénéficié de l'expansion du réseau d'infrastructures et des services complémentaires.

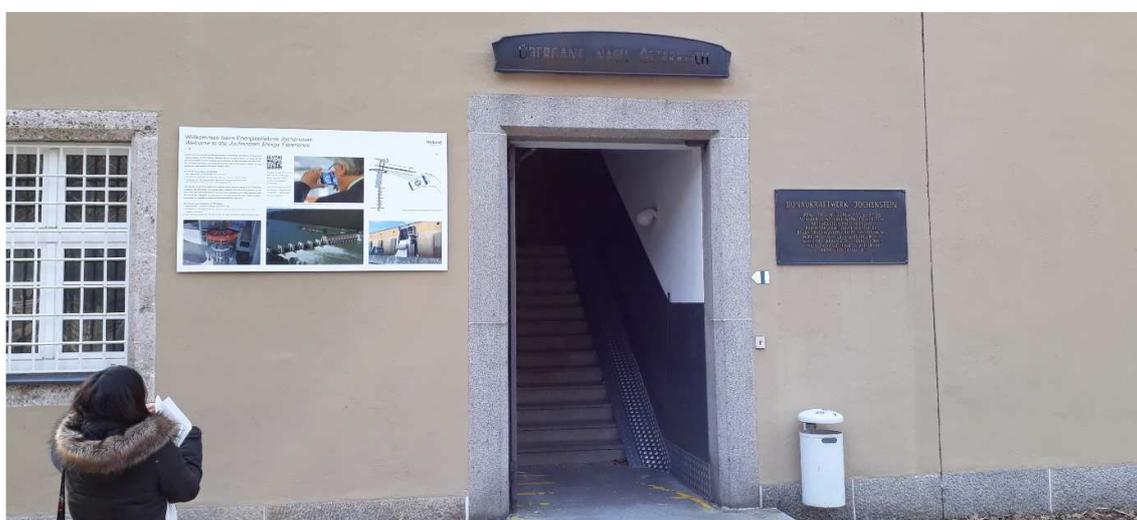


Figure 23: entrée pour le passage piétons-cyclistes à la centrale, escaliers. Photo : auteurs

S'ajoutent à cette situation favorable des relations inter-usages qui renforcent également les dynamiques positives de l'activité. D'un côté, le cyclisme a formé des alliances multiples avec d'autres usages : de nombreuses offres de restauration permettent un en-cas, les berges renaturées de la rive autrichienne invitent à la baignade (voir Figure 24) et les curiosités de la centrale de Jochenstein (notamment les écluses et le « Musée au Fleuve » qui informe sur la centrale ainsi que sur la flore et faune de la région) contribuent au tourisme industriel. Par ailleurs, le cyclisme entre peu en conflit avec d'autres usages. Occasionnellement, il peut y avoir des frictions avec des piétons locaux ou avec des forestiers sur la piste cyclable, qui sert également de piste forestière et de sentier piéton. Un autre conflit potentiel, avec le transport routier, a été considérablement désamorcé par la construction de l'autoroute A8 dans les années 1980, qui connecte Passau (Allemagne) et Wels (Autriche) au sud d'Engelhartszell, et par l'interdiction des poids lourds sur la B130. Ces deux mesures ont permis une forte baisse du trafic routier dans la vallée du Danube, d'environ 7000 véhicules par jour à seulement environ 1500 véhicules au passage d'Engelhartszell (entretien Bachler et Hauser).



Figure 24: berges renaturée à proximité de Engelhartszell. Source : Jungwirth et al. (2014: 15)

On retiendra que le cyclisme représente un usage fortement en progression, soutenu par le réseau d'infrastructures, des services accompagnants et des synergies avec d'autres usages et soumis à des conflits d'usages uniquement sporadiques et ponctuels.

Un deuxième usage fortement en progression est celui des croisières fluviales. L'ensemble des interlocuteurs interviewés constatent une forte hausse de cette activité, perception qui est confirmée par les statistiques de la Commission Centrale pour la Navigation du Rhin (qui publie aussi des données sur d'autres fleuves européens). Ces données montrent que depuis 2002 le nombre de bateaux de croisière fluviale passant par l'écluse de Jochenstein a presque doublé, pour atteindre quasiment 3500 en 2018 (ZKRS, 2019: 135). Comme pour le cyclisme, les raisons de la popularité croissante de cette activité semblent être plurielles, issues d'une combinaison entre éléments infrastructurels et des tendances plus générales. D'une part, l'aménagement successif du Danube comme voie navigable et sa maintenance par

les gestionnaires des voies navigables (l'autrichienne ViaDonau et l'allemande WSA Regensburg) a créé des conditions stables et fiables nécessaires pour permettre une navigation régulière sur un fleuve qui autrefois était sauvage et dangereux, en particulier entre Passau et Linz. Les barrages de Jochenstein, Kachlet (Passau) et Aschach (à environ 30km en aval de Jochenstein) avec leurs retenues d'eau amont y ont fortement contribué, en assurant des profondeurs d'eau suffisantes. Dans un contexte plus large, l'ouverture du Canal Main-Danube, inauguré en 1992, qui fait la liaison avec le bassin du Rhin, a renforcé ces dynamiques. Sur les rives, la nationale B130 est une infrastructure complémentaire importante car elle sert d'axe de transport pour les touristes. Depuis Passau ils sont amenés par bus à Jochenstein, point de départ des bateaux de la société A-ROSA (les raisons de cette curiosité sont énoncés ci-après). D'autre part, les croisières fluviales ont connu un boom général depuis 15 ans bien au-delà du Danube. Ce succès résulte essentiellement de la popularité de cette forme de tourisme auprès des Américains, le groupe d'usagers le plus important parmi les passagers. Le corolaire à ce boom est que le nombre de bateaux de croisière fluviales en Europe a plus que doublé depuis 2004, pour atteindre 359 bateaux actifs en 2018 (ZKRS, 2019: 128).

L'expansion des voyages en croisière n'est paradoxalement pas freinée par des conflits d'usages avec d'autres activités, mais plutôt par l'expansion rapide de son propre succès. La popularité croissante de cette activité touristique a atteint un niveau critique qui commence à saturer les infrastructures existantes. En effet, le nombre limité d'amarrages au port de Passau et les embouteillages aux écluses de Jochenstein freinent les dynamiques. Bien que le transport de passagers y soit d'habitude traité en priorité par rapport aux bateaux cargo, les temps d'attente ont considérablement augmenté. Pour éviter des retards, les bateaux de la société A-ROSA partent depuis 2016 d'Engelhartszell et les passagers y sont amenés depuis Passau en bus. Le représentant interrogé du Wasserstraßen und Schifffahrtsamt Passau (opérateur des voies navigables) explique :

« On en est arrivé au point que les navires de croisière ont déjà adapté leurs circuits parce que les écluses risquent d'arriver à leurs limites de capacité. C'est donc le sujet qui nous intéresse, surtout l'écluse de Jochenstein, qui est très fréquemment utilisée par les navires de croisière (...). La conséquence est que (...) la société A-ROSA (...) a déclaré : nous ne naviguerons que jusque-là [Engelhartszell, ; les auteurs], parce qu'il y a des goulets d'étranglement aux écluses. »

Le cyclisme de loisir et les croisières fluviales s'imposent donc comme les deux pratiques les plus bénéficiaires de l'aménagement infrastructurel. L'augmentation parallèle d'autres activités de loisir comme le camping, la baignade et la détente (surtout le long des berges renaturées autrichiennes) ainsi que les sorties en barques traditionnelles (« Zillen ») permettent de conclure que le réseau d'infrastructures et son réaménagement progressif a favorisé le développement des usages de loisirs. Face à ces évolutions, la pêche et l'agriculture présentent deux usages en régression que nous allons discuter dans le paragraphe suivant.

2.4.2.2 Usages en régression

La pêche (professionnelle) était historiquement une activité importante de la région. A Passau, il y avait un marché de poissons très important pour l'approvisionnement en protéine de la population locale. Ce marché n'existe plus depuis longtemps et le nombre de pêcheurs dans toute la région de Passau-Jochenstein dont on peut considérer encore aujourd'hui qu'ils gagnent une part importante de leurs revenus grâce à la pêche, a diminué à deux ou trois personnes (entretien collectif avec les pêcheurs). De manière similaire aux usages en progression, cette régression résulte, selon nos interlocuteurs, à la fois de l'aménagement

progressif du Danube et des relations (conflituelles) avec d'autres usages, mais aussi de changements sociétaux plus larges. Concernant ces derniers, il semble que les qualités organoleptiques des poissons du Danube (p.ex. la brème, le gardon, le barbeau), qui sont tous riches en arêtes et ainsi compliqués ou long à préparer, présentent un frein important à leur commercialisation. Une partie croissante des ménages manque aujourd'hui tout simplement des connaissances nécessaires pour la préparation de ces poissons. Si cette problématique concerne exclusivement la pêche professionnelle, l'aménagement du Danube a influencé tous les types de pratique. Aucun autre usage n'est autant directement impacté par l'évolution de la biodiversité que ne l'est la pêche. La perte de populations de poissons, documentée dans la première partie de cette étude, est déplorée par l'ensemble de nos interlocuteurs pêcheurs. Elle est associée aux barrières que présentent les barrages pour les poissons migrateurs, mais aussi et surtout à l'artificialisation des berges et à la perte de bras secondaires. Les poissons manquent de zones de frayère adéquates, comme l'explique un de nos interlocuteurs pêcheurs :

« La continuité, bien sûr, est souhaitable et c'est certainement quelque chose de beau (...), mais je ne pense pas que le poisson se multiplierait s'il était en mesure de migrer [à travers la centrale ; les auteurs]. (...) si on ne réussit pas à restaurer les zones de frai, peu de choses changeront pour les populations de poissons. (...) Je donne l'exemple du brochet. Au printemps, j'attrape toujours quelques brochets, pourquoi ? Parce que les brochets cherchent un endroit où ils peuvent frayer. Autrefois, avant la création de la retenue d'eau, au printemps, l'eau montait un peu et sortait dans un pré, puis le brochet frayait sur l'herbe fraîche et au bout de trois jours, le frai était emporté par l'eau. Ces choses-là n'existent plus. Les brochets, ils cherchent, ils frayent quelque part, mais ça ne marche pas. »

De plus, les pêcheurs se plaignent aussi de l'impact très négatif du transport fluvial, en particulier des services réguliers de la navigation pour des passagers car les forts batillages que cause le passage des bateaux détruit le frai. En outre, les pêcheurs sont parfois dérangés, de manière très concrète, dans leurs activités par les batillages : ceux-ci peuvent tout simplement faire chavirer les barques des pêcheurs dans les zones peu profondes. Il arrive également que les bateaux passagers ainsi que les kayakistes et avirons abiment occasionnellement leurs filets de pêche.

Enfin, la zone en aval de la centrale de Jochenstein est en théorie un site très favorable à la pêche, en raison du brassage et de l'oxygénation de l'eau, qui attire les poissons. Cependant, cette zone particulièrement turbulente du barrage peut endommager les outils de pêche, et porter atteinte à la sécurité des pêcheurs, surtout quand, lors de travaux de maintenance ou à cause d'une crue, le barrage est mis en transparence. Pendant ces périodes, la pêche est officiellement interdite dans la zone aval jusqu'à 150m des ouvrages hydro-électriques (voir Figure 25), même si cette interdiction, selon le représentant interrogé de Verbund, « n'est pas strictement mise en œuvre » et que la pêche est tolérée. Il semble qu'une sorte de cohabitation se soit établie, comme un de nos interlocuteurs pêcheurs, qui d'habitude installe ses filets en proximité du barrage, le stipule :

« Je suis (...) sans cesse en contact avec les employés de la centrale. S'il y a une situation d'inondation et un risque de déversement du barrage (...), alors (...) ils m'informent : 'ça peut être dangereux, il se peut que nous devons ouvrir les vannes (?) dans les deux ou trois heures à venir', et que je devrais sortir mes filets. (...) S'il y a des dommages techniques, (...) et que les déversoirs s'ouvrent (...) alors (...) ils m'appellent : 'sors tes filets.' (...) Donc tout se fait oralement. (...) Cela fonctionne bien à vrai dire. »

Ainsi, l'ouvrage présente une infrastructure qui joue un rôle mitigé pour la pêche, attractive à la base, mais supposant des précautions et des restrictions. La pêche a également souffert des pertes halieutiques qui résultent essentiellement de l'expansion des infrastructures fluviales. De plus, l'activité de pêche se trouve concurrencée par différents usages, notamment la navigation fluviale et la génération d'électricité.



Figure 25: Interdiction de pêcher à proximité des ouvrages de Jochenstein. Photo : auteurs

Un deuxième usage en régression est, comme sur les autres sites analysés, **l'agriculture**, une évolution que l'analyse des changements de l'occupation du sol (étape 1 de l'étude) avait déjà identifiée et quantifiée. En grande partie, ces pertes semblent indépendantes de l'aménagement progressif du Danube, mais il y a cependant des raisons spécifiquement liées à l'aménagement du Danube. Au moins deux fermes sur la rive autrichienne ont été démolies et reconstruites après la surélévation de leurs terrains (entretien Bachler et Hauser), rendu nécessaire suite à l'élévation du niveau d'eau de 9m durant la construction des ouvrages hydroélectriques. En revanche, en aval de la centrale, l'incision du Danube a protégé les terrains latéraux contre les crues, créant ainsi des conditions plus sécurisées pour l'exploitation agricole (voir Figure 26). C'est effectivement seulement après la construction de la centrale que les agriculteurs se sont installés, comme l'explique le représentant interrogé de Verbund :

« Toutes ces fermes ont été nouvellement installées (...) pour l'exploitation des terres après la construction de la centrale électrique. Pour cela, elles ont profité [des aménagements ; les auteurs]. (...) [Autrefois ; les auteurs], les inondations étaient très fréquentes. Et maintenant, ces fermes sont protégées des inondations. Ceci permet une activité agricole plus stable qu'auparavant. »



Figure 26: Les terrains agricoles à proximité de la centrale de Jochenstein. Source : Stadtarchiv Passau

La construction de la centrale a eu alors à la fois des impacts positifs (en aval) et des impacts négatifs (en amont) sur l'agriculture. En revanche, l'évolution des pratiques après la mise en place de la centrale apparaît largement indépendante des infrastructures, et s'explique plutôt par les développements généraux du secteur agricole. L'agriculture de petites parcelles, qui était prédominante dans la vallée du fait de sa topographie serrée, était de moins en moins compétitive sur des marchés qui récompensent les surfaces de grande taille. Une conséquence est qu'il ne reste que très peu d'agriculteurs aujourd'hui. Parmi eux, une partie participe sur la rive bavaroise à des programmes subventionnés de préservation des sites naturels (Natura 2000) pour élargir leur modèle économique grâce à des mesures de subventions agroenvironnementales (entretien Bader et Vogel). D'autre part, de nombreuses prairies (surtout sur la rive autrichienne) ont été converties en zones forestières de monocultures d'épicéas. La plantation d'épicéas demandait, selon un expert local de l'écologie fluviale interrogé, peu d'investissements de la part des propriétaires des parcelles qui souhaitent pour autant toujours valoriser leurs terrains :

« Ce sont des propriétaires fonciers qui ont des terres qu'ils ne veulent pas vendre, parce qu'ils n'obtiendraient rien. La réponse pragmatique à cette situation est : (...) Soit vous abandonnez la terre pour qu'elle soit recolonisée par la nature, ce qui serait écologiquement raisonnable. Soit vous la reboisez. Et cela s'est fait (...) exclusivement avec l'épicéa depuis quarante ou cinquante ans. C'est ainsi qu'on en est arrivé à l'image (...) que nous avons maintenant, de monocultures d'épicéas sur de grandes surfaces dans les régions où, pendant des siècles, il y avait un paysage de prairies très diversifié. »

Le gain en surfaces forestières identifiées lors de la première partie de l'analyse pourrait s'avérer trompeur, car ces nouvelles forêts ne représentent pas des écosystèmes riches comparables à des forêts alluviales. Des observations récentes de nos interlocuteurs montrent

par ailleurs que les épicéas se révèlent peu adaptés au changement climatique. Ils sont en effet peu résistants aux fortes tempêtes et aux sécheresses extrêmes qui ont favorisées les épidémies de bostryches dans la vallée. Il est possible dans ces conditions que ce modèle économique touche à sa fin.

En résumé, la pêche et l'agriculture sont deux usages qui ont régressé sur le site de Engelhartzell-Jochenstein. Ces dynamiques sont, dans le cas de la pêche, fortement (mais pas uniquement) liées à l'aménagement du Danube et d'autres usages, alors que c'est l'inverse pour l'agriculture dont les changements ne prennent sens qu'en tenant compte des dynamiques plus larges du secteur. S'ajoute à ces deux usages la navigation en bateaux de plaisance motorisés dont le déclin apparaît également plutôt lié à des éléments socio-économiques. De même, les pratiquants d'aviron et les kayakistes se sont largement retirés du Danube, pour trouver leur nouvel espace de pratique sur l'Inn (voir le chapitre sur Passau-Ingling). Le chapitre suivant résumera nos résultats.

2.4.3 Résumé

La Figure 27 donne un aperçu de différents usages identifiés sur le site de Engelhartzell-Jochenstein, classés comme « perdant » ou « gagnant ». Un usage est classé « gagnant » si la fréquence des performances de cette activité a augmenté entre 1950 et aujourd'hui, alors qu'un usage perdant se caractérise par des fréquences en diminution. Le développement de ces usages est mis en relation d'une part avec le réseau d'infrastructures, et d'autre part avec les autres usages pour lesquels un usage peut former des alliances, être en compétition ou être indépendant. Les relations renforçantes ou contraignantes entre deux éléments sont représentées par le codage « + », « ++ », « - », « -- », et « o » représente des relations mitigées. Il est important de rappeler, comme l'analyse précédente l'a montré, que les usages changent aussi en lien avec des éléments « extérieurs » au site, p.ex. les règles des marchés (agriculture), les développements technologiques (cyclisme), et les changements de savoir-faire (pêche : perte de compétences culinaires pour la préparation du poissons). Cependant, le but d'Interconnect étant d'analyser les changements d'usages en rapport avec les infrastructures de transport et d'énergie, nous nous focalisons donc sur ces éléments.

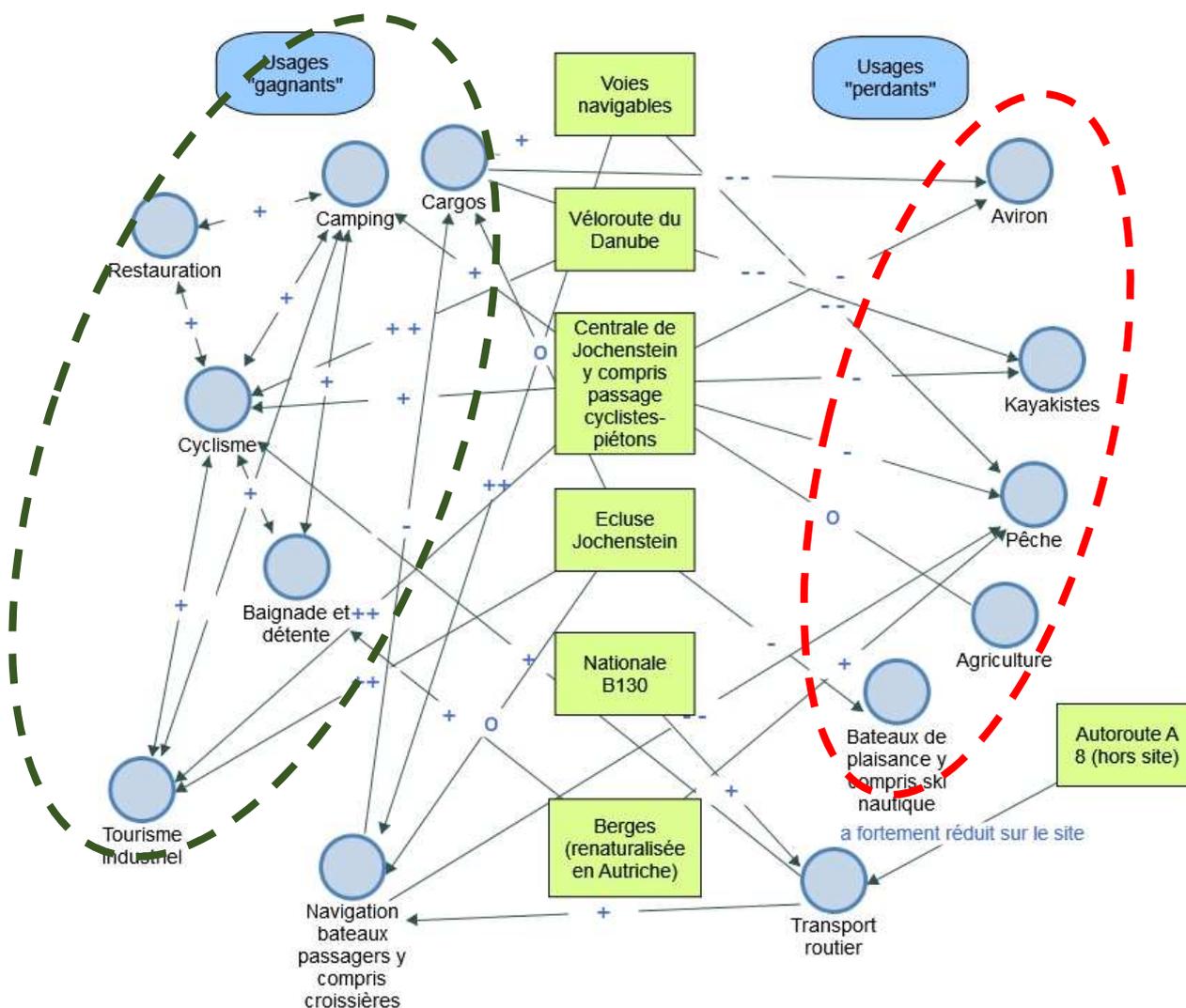


Figure 27: Usages et infrastructures en relations - Engelhartzell-Jochenstein

En visualisant les inter-relations on se rend compte que la plupart des usages, qui ont gagné en importance, sont positivement liés entre eux et aux diverses infrastructures, pour former un cluster. En effet, il n’y a pas une seule relation négative à l’intérieur de ce cluster. Ce cluster rassemble des activités de loisir ou de tourisme au bord de l’eau : le cyclisme, la baignade, le tourisme industriel, la restauration et le camping. S’ajoute à ce cluster l’activité des croisières fluviales, qui est également un usage de loisir touristique, ainsi que les bateaux cargos qui, malgré les fortes pertes qui ont suivies la chute du rideau de fer, font aussi partie des activités en progression. Concernant les activités en régression, il s’avère que c’est surtout la pêche qui se retrouve « coincée » dans de multiples relations négatives, tandis que les autres activités souffrent d’une ou deux relations négatives. Entre eux, les usages en régression ne sont pas en lien, comme peuvent l’être les usages en progression, mais il y a néanmoins quelques caractéristiques que ces usages en régression partagent. D’abord il est remarquable qu’il ne s’agit que d’activités essentiellement pratiquées par la population locale ou régionale : la pêche, l’aviron, le canoë, les bateaux de plaisance, l’agriculture. On se rend également compte que la plupart de ces activités prennent place sur l’eau, à l’exception de l’agriculture, et qu’elles ont souffert des infrastructures « industrielles » (barrage, voies navigables, berges) et les usages promus par ceux-ci (navigation grands bateaux, génération d’électricité). Ce résultat est aussi illustré par le Tableau 8 qui présente les impacts cumulatifs de toutes les

infrastructures sur des usages « gagnants » et « perdants » (co-codages d'un usage avec les catégories « renforçant », « contraignant » et « neutre/incertain » suite à la création d'un set avec tous les codages de toutes les infrastructures de Jochenstein-Engelhartszell).

Tableau 8: Rôle cumulatif des infrastructures pour les changements d'usages en progression et régression - Engelhartszell-Jochenstein

	Rôle renforçant du réseau d'infrastructure	Rôle contraignant du réseau d'infrastructure	Rôle neutre ou incertain du réseau d'infrastructure
Baignade et détente	3	0	0
Aviron	0	5	0
Cyclisme	5	1	1
Pêche	3	4	1
Kayakistes	0	4	0

En conclusion, Engelhartszell-Jochenstein est un site avec d'une part un fort développement d'usages de loisirs, principalement touristiques au bord d'eau, qui se renforcent entre eux et bénéficient de conditions infrastructurelles essentiellement favorables. D'autre part, on constate un déclin des activités à vocation locale et aquatiques qui ont été de plus en plus contraintes lors de l'aménagement progressif du Danube et de son utilisation industrielle.

2.5 Passau-Ingling

2.5.1 Introduction du site et de ses infrastructures

Le site d'étude Passau-Ingling s'étend sur deux collectivités locales, appartenant respectivement à l'Allemagne et à l'Autriche. Le petit village autrichien de Ingling, administrativement rattaché à la commune de Schardenberg, est constitué de lotissements plutôt dispersés sur la rive droite de l'Inn et compte toujours quelques fermes sur son territoire. Un petit quartier de Passau, la « Innstadt », se situe également sur la rive droite et forme ainsi une petite enclave allemande sur cette rive « autrichienne ». Passau est une ville moyenne d'environ 52 000 habitants et représente un centre urbain important dans la région de l'est de la Bavière. La ville est connue pour être « la ville des trois cours d'eau » (Drei-Flüsse-Stadt), faisant référence au Danube ainsi que les deux rivières de l'Inn et de l'Ilz qui s'y rejoignent. Son centre-ville se trouve sur une presqu'île, qui est « coincée » entre l'Inn et le Danube. C'est notamment les crues de ces deux cours d'eau qui ont toujours présenté un danger latent pour la ville, comme en témoigne la dernière crue débordante en 2013. Nous allons montrer que cette connexion physique des trois cours d'eau se reflète aussi dans les usages, dont les dynamiques peuvent seulement se comprendre en adoptant une vue d'ensemble du Danube, de l'Inn et de l'Ilz.

Notre analyse est forcément géographiquement souple, mais le cœur de notre terrain d'étude se trouve sur l'Inn autour de la centrale hydroélectrique de Passau-Ingling. Il comprend toute la partie de la rivière et de ses bords en aval de cet ouvrage jusqu'à sa confluence avec le Danube, à environ 4km de distance, ainsi que la zone immédiate en amont de la centrale, très peu urbanisée. Comme le Danube autour de Engelhartzell-Jochenstein, l'Inn a également dû trouver son chemin à travers une zone montagneuse. Par endroits, la vallée est très étroite et rocheuse et présente ainsi un cadre topographique qui influence le développement de presque tous les usages que nous avons observés sur le site. Dans la partie nord, sur la rive gauche allemande, notre site se caractérise par une forte urbanisation, alors que la rive droite autrichienne ainsi que la partie sud de la rive gauche se distinguent par des occupations du sol plus diversifiées (voir la première partie de l'étude).

La source de l'Inn se trouve dans les Alpes Suisses dans la région d'Engadin, à 517km de Passau où il se jette dans le Danube. Concernant le terme « se jeter », il est légitime à Passau de se questionner sur cette expression/interprétation de la relation entre les deux rivières, du fait qu'en valeur médiane l'Inn dispose d'un débit plus important que le Danube (Hettrich et al., 2015: 13) (740 m³/s contre 690 m³/s). Dans cette perspective, il serait opportun de considérer que le Danube se jette dans l'Inn. Quoi qu'il en soit, le caractère bien différent de l'Inn comme fleuve alpin est hors question et est symbolisée par la couleur grise-verte de ses eaux, parfois glaciales, comparée à l'eau bleu foncée du Danube (voir Figure 28).



Figure 28: Les trois cours d'eau de Passau (de gauche à droite) : l'Inn, le Danube et l'Ilz. Source : Stadt Passau.

Néanmoins, le caractère originel de l'Inn a subi des changements importants de par ses aménagements consécutifs par l'homme qui l'a transformé d'une rivière « sauvage », incontrôlable et redoutée par ses crues à un cours d'eau « maîtrisé » qui pour certains « a largement perdu son caractère alpin » (c.f. Bauer et al., 2018: 452). Le début de ce développement remonte à 1858 quand les gouvernements de Bavière et d'Autriche se sont mis d'accord sur la correction de l'Inn sur toute la partie frontalière allant de Braunau jusqu'à Passau pour mieux protéger les populations contre les crues débordantes. Depuis la deuxième guerre mondiale, cinq centrales hydro-électriques avec des retenues d'eau ont été construites, mettant définitivement un terme au caractère impétueux de l'Inn. La centrale de Passau-Ingling, qui a été construite entre 1962 et 1965 avec une capacité de 86 MW⁸ et qui est aujourd'hui gérée par Verbund, représente l'une des deux infrastructures majeures sur notre site d'étude. Contrairement aux centrales du Danube et du Rhin, cet ouvrage hydroélectrique (comme ses homologues de l'Inn) ne dispose pas d'écluses. Depuis sa construction, il y eu

⁸ <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/kraftwerke/unsere-kraftwerke/passau-ingling>

deux adaptations infrastructurelles importantes avec d'abord un pont cycliste-piéton ajouté au barrage en 2000 pour permettre une traversée de la rivière. Puis, dans un passé plus récent, Schardenberg a été connecté au réseau d'alimentation en eau de la ville de Passau. Ce projet, financé dans le cadre d'un projet Interreg, a « profité » de l'ouvrage hydroélectrique en installant les tuyaux sur les murs du barrage. Enfin, les voies ferrées entre Wels (Autriche) et Passau constituent un autre élément infrastructurel important. Elles longent l'Inn sur sa rive autrichienne et servent à la fois aux trains de frets et aux trains de voyageurs de longues et courtes distances. Il s'agit d'une ligne historique qui a été construite en 1860/61⁹ (voir Figure 29).

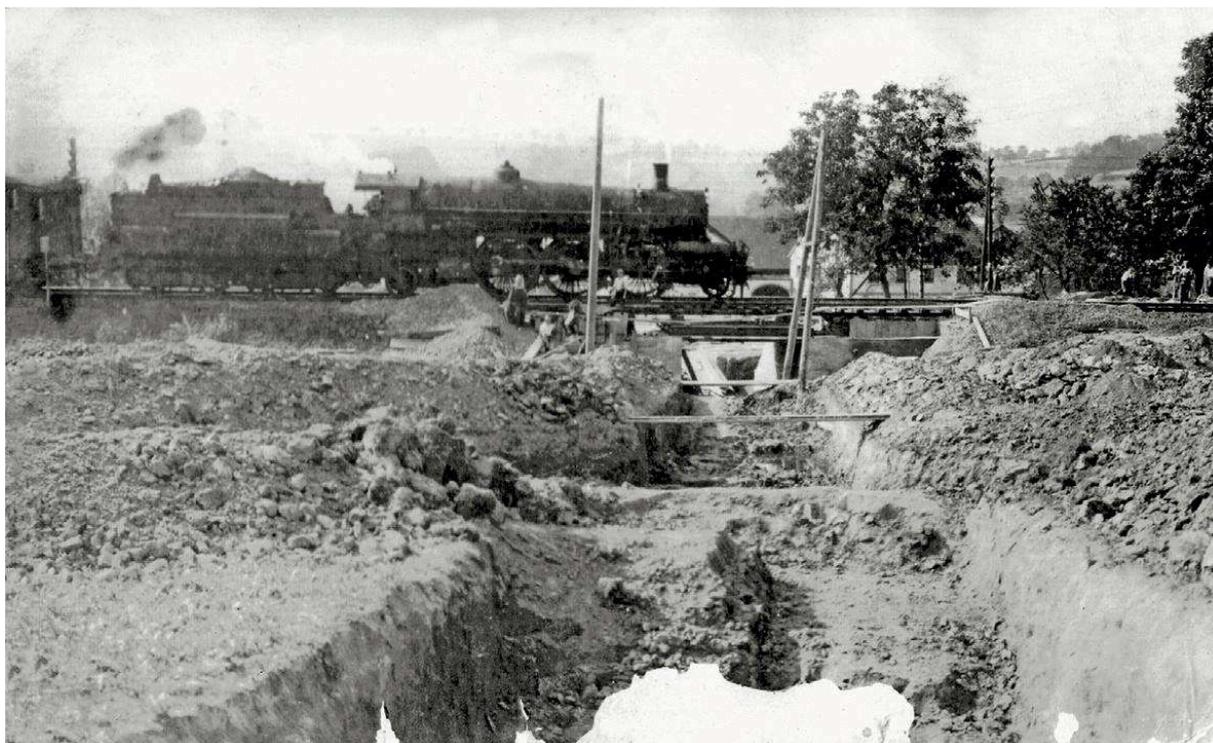


Figure 29: Circulation d'un train à Ingling sur la ligne Wels - Passau. Date inconnue. Source : Schardenberg in alten Ansichten¹⁰

En 1938, une deuxième voie ferrée a été aménagée¹¹. Dernièrement, la ligne a été entièrement rénovée et élargie. Ces travaux comprenaient aussi de nombreuses adaptations des infrastructures routières locales. En particulier, il s'agissait de remplacer les passages à niveau par des passages sous-voies, témoignent nos interlocuteurs de ÖBB Infrastruktur, l'opérateur du réseau ferroviaire autrichien. Sur notre terrain d'étude, un passage sous-terrain existant a été élargi et agrandi, avec de nettes améliorations pour l'agriculture locale (voir en infra). La Figure 30 montre la centrale en construction, les voies ferroviaires Wels-Passau sur la droite, y compris le passage sous-voies (cercle rouge).

⁹ <http://www.innschiffahrt.at/Neue%20Seite%202011/start.htm>

¹⁰ <https://www.facebook.com/Schardenberg-in-alten-Ansichten-1721569771390144/>

¹¹ <http://www.modellbahn-grieskirchen.at/Geschichte.htm>

Ces infrastructures sont complétées par la Piste Cyclable de l'Inn qui suit l'Inn sur ses deux rives. Les cyclistes partagent les pistes avec les agents de la centrale et de ÖBB Infrastruktur ainsi que les agriculteurs car ces pistes présentent au même temps des chemins de halage et des chemins agricoles. Enfin, le réseau routier se limite à des routes locales de fréquentation plutôt modeste. Les routes départementales et nationales ne se trouvent pas à proximité de notre terrain d'étude, ce qui contribue de manière très positive à l'attractivité du site pour les activités de loisirs discutés dans la section suivante.



Figure 30: Infrastructures majeurs de Passau-Ingling : centrale hydroélectrique (en construction) et voies ferroviaires. Années 1960. Source : Stadtarchiv Passau.

2.5.2 Les usages en évolution

Notre site d'étude est un terrain qui, selon Hettrich et al. (2015), fait partie des tronçons de l'Inn caractérisé par une intensité d'usage très forte. Par contre, les structures d'usages qu'on y trouve aujourd'hui sont très différentes que celles qu'on aurait trouvées vers 1950, le début de notre période d'analyse. Comme nous allons le voir, les aménagements à Passau-Ingling ont joué un rôle très important dans ces changements, mais c'est également le cas d'infrastructures et d'usages extérieurs au site. La Figure 31 montre les usages en fonction du nombre de segments de texte codés. Les activités en vert sont celles caractérisées par nos interlocuteurs comme « gagnantes », celles en rouge/orange font partie des « perdantes ».

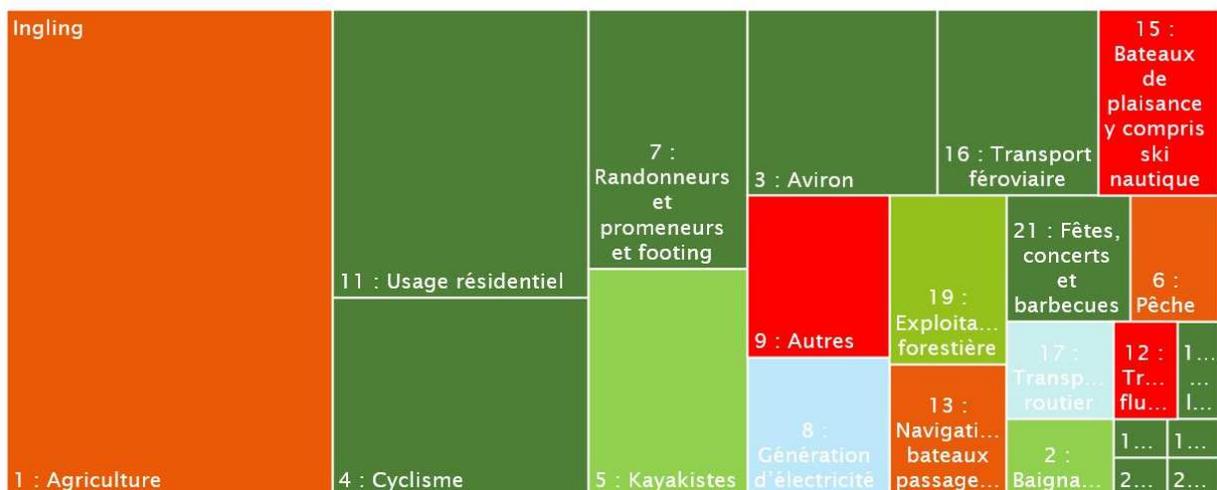


Figure 31: Usages en progression et régression à Passau-Ingling

Nous analyserons d’abord les dynamiques des quatre activités en progression, l’aviron, le kayak, le cyclisme et la randonnée, suivi par deux activités en régression, la navigation fluviale et l’agriculture.

2.5.2.1 Usages en progression

L’histoire de la pratique de l’aviron, du kayak et du canoé sur l’Inn ne peut pas se comprendre sans les dynamiques d’usage qui opèrent à proximité sur le Danube. Historiquement, l’aviron se pratiquait plutôt sur le Danube que sur l’Inn. Ainsi, le hangar à bateaux des pratiquants d’aviron était initialement situé sur le Danube, et c’est seulement vers 1990 que l’Association des Avirons de Passau a déménagé son équipement vers un nouveau hangar au bord de l’Inn, à environ 200m en amont de la centrale de Passau-Ingling. Cette « relocalisation » s’explique essentiellement par les dangers croissants causés par le transport fluvial sur le Danube, comme nous l’expliquent deux représentants des sports à rames à Passau (voir aussi Figure 32) :

KURZ

« L’ancien hangar à bateaux se trouvait près du pont ‘Schanzlbrücke’ (...). Il nous fallait remonter le Danube sur environ un kilomètre pour arriver (...) au port d’hiver. Il fait environ six cents mètres de long, et c’est là que nous avons pratiqué notre sport. (...) Le problème était qu’il fallait traverser le fleuve, remonter dans le courant et puis traverser à nouveau. Et c’était à l’époque, quand la navigation fluviale était plus importante, c’était beaucoup trop dangereuse. »

MÖVE

« // Il y avait souvent des accidents. »

KURZ

« Et le port a ensuite été de plus en plus utilisé par la navigation fluviale et pour le stationnement des bateaux de croisière. Ce qui a fait qu’on ne pouvait plus s’entraîner comme on le souhaitait. C’est pour cette raison que nous avons quitté complètement le Danube. »

Les kayakistes et canoéistes étaient toujours présents sur les deux cours d’eau, mais eux aussi se sont progressivement retirés du Danube. Les représentants interrogés rapportent, qu’en

plus des risques de sécurité, le transport fluvial a aussi impacté négativement des conditions de pratique des sports à rames. Selon les interlocuteurs, il arrive encore aujourd'hui que les gros bateaux passagers et cargo « mazoutent » l'eau, ce qui rend les pagaies des kayakistes et canoéistes glissantes et ainsi difficiles à manipuler.

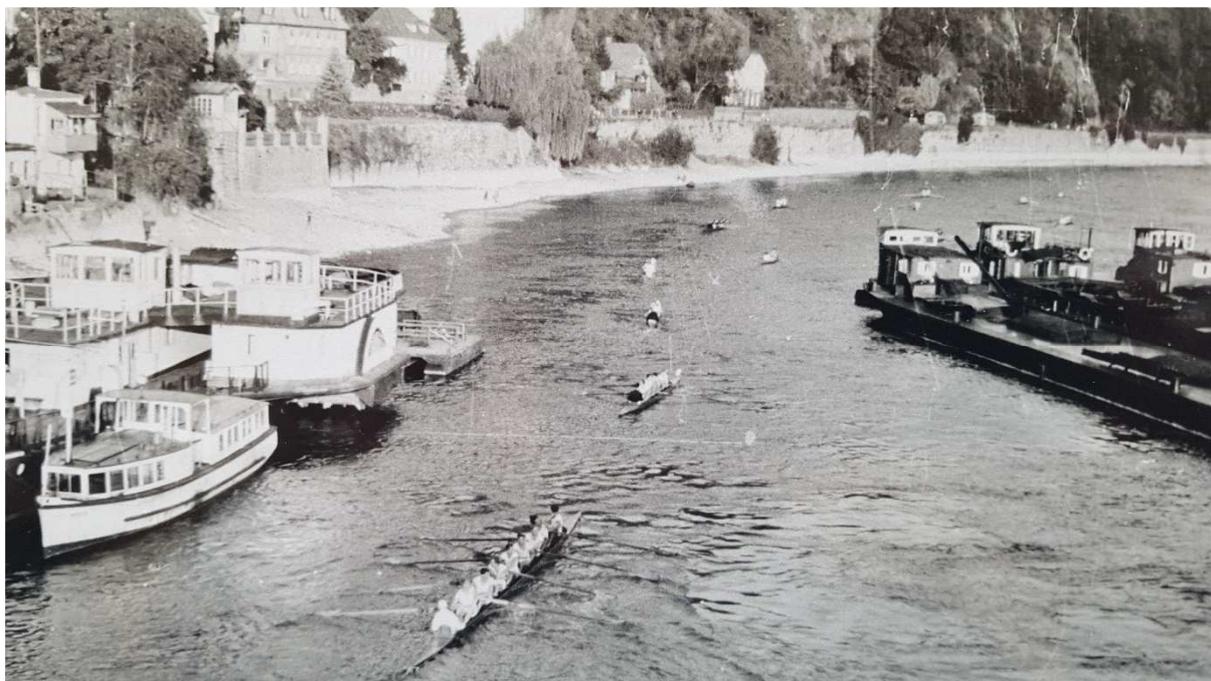


Figure 32: les avirons de Passau coincés entre bateaux sur le Danube. Sans date, probablement 1ère partie 20 siècle. Source : Association d'Avirons de Passau.

L'exode sportif du Danube a été accéléré et accentué par l'environnement favorable de la centrale de Passau-Ingling qui offrait d'excellentes conditions pour la pratique de ces sports. Du point des vue des pratiquants de l'aviron, la construction de cet ouvrage a « dompté » une rivière sauvage. La retenue d'eau avec sa surface régulière et tranquille est un terrain parfait pour la pratique de ce sport puisque les mouvements répétés des pratiquants nécessitent un plan d'eau stable. De leur côté, les canoéistes et kayakistes interrogés sont un peu plus nostalgiques des conditions préalables à l'aménagement, sans pour autant nier les avantages que présente l'Inn en aval de la centrale aujourd'hui. Avant la construction de la centrale hydro-électrique de Passau-Ingling, l'Inn représentait un terrain excellent pour des excursions prolongées, avec des vitesses d'eau très variables et des bancs de gravier pour faire des pauses. Ces conditions étaient « le rêve », dans les mots d'un kayakiste interrogé. En revanche, le cours d'eau en aval du barrage de la rivière représente aujourd'hui une zone parfaite pour l'entraînement de tous les jours, souvent à la fin de la journée. L'Inn y a gardé des éléments de son caractère originel, avec des sites d'eau vive, et l'ouvrage hydroélectrique a créé de nouveaux rapides – des conditions qui attirent les kayakistes et canoéistes :

« En aval de la centrale (...) c'est le plus beau coin. (...) Dans toute l'Allemagne, il n'existe pas de si beau terrain pour l'entraînement (...), car il y a même des zones d'eaux vives. Il y a des rochers où vous pouvez vous entraîner avec le kayak. (...) Depuis la centrale électrique, ça fait quatre kilomètres jusqu'à l'estuaire [dans le Danube ; les auteurs]. Et c'est l'Eldorado pour les kayakistes. » (MÖVE)

Le barrage lui-même présente bien-évidemment une barrière physique longitudinale qui limite le terrain de jeu des pratiquants de l'aviron, des kayakistes et des canoéistes. Le transfert et le portage entre les zones en aval et en amont est fatigant, malgré une charrette qui est mise à la disposition pour le transport des bateaux. En amont du barrage, la sortie de l'eau doit se

faire par des rives envasées (voir discussion en infra) et en aval, l'eau très tumultueuse rend la mise à l'eau compliquée. Un désagrément qu'il est nécessaire de modérer car la motivation pour les pratiquants de l'aviron et les kayakistes/canoéistes à passer le barrage est, de toute manière, modérée car les conditions de part et d'autre du barrage sont moins avantageuses pour leurs sports respectifs.

Les pratiquants de l'aviron, kayakistes et canoéistes bénéficient également du fait que leurs sports ne rentrent que peu en conflit avec d'autres usages. La compétition entre bateaux de sport et bateaux de passagers a largement disparu de l'Inn (voir infra). Les kayakistes et canoéistes peuvent occasionnellement se heurter à la présence de pêcheurs à la ligne qui sont surtout présents en aval de la centrale, mais il ne semble pas s'agir d'un conflit majeur.

La gêne principale pour ces sports est liée à la gestion de l'usine hydro-électrique lors des crues (souvent en mai/juin). À ce moment-là, la retenue d'eau doit être vidée. La mise à l'eau et la sortie des bateaux deviennent alors, à cause du limon, extrêmement difficiles, voire dangereuses pour les pratiquants d'aviron qui n'ont d'autres choix que d'arrêter leurs activités. L'opérateur de la centrale communique sur l'ouverture du barrage par email pour éviter des risques pour les pratiquants de l'aviron. En aval du barrage, le débit augmenté peut également présenter un fort risque d'insécurité pour les canoéistes et kayakistes qui sont alertés lors de ces épisodes par des signaux clignotants. Si pendant ces périodes les kayakistes gardent une distance minimale de sécurité, en conditions « normales » ils s'approchent jusqu'à 10m du barrage, malgré l'interdiction officielle de s'approcher autant (voir Figure 33, une pratique tolérée par Verbund, l'opérateur de la centrale) :

MÖVE

« (...) Aujourd'hui nous avons l'habitude de nous approcher à dix mètres de la centrale électrique. Ce n'est certainement pas raisonnable. Mais si l'eau ne coule pas, ce n'est pas un problème. Si par contre les déversoirs sont ouverts, alors nous n'irons pas si près, bien sûr. »

BADSTUBER

« Nous nous approchons de la centrale électrique en fonction du niveau d'eau. (...) Avec les précautions nécessaires. »

En résumé, les pratiquants d'aviron, les kayakistes et canoéistes ont largement profité de leur relocalisation du Danube vers l'Inn. Les conditions d'écoulement en aval et en amont du barrage sont favorables à la pratique de leurs sports et d'autres usages, alors même que les manœuvres d'exploitation et de maintenance de la centrale n'interviennent de manière contraignante que très occasionnellement.



Figure 33: Un kayakiste à proximité immédiate du barrage de Passau-Ingling. Photo : auteurs

Le deuxième groupe de pratiques en progression rassemble le **cyclisme, la promenade et la randonnée**. Nos interlocuteurs sont unanimes dans leurs perceptions de ces activités comme ayant connues une forte croissance autour de Passau-Ingling. En partie, cette augmentation reflète probablement la popularité croissante générale des activités « *outdoor* » et du cyclisme touristique en particulier (voir chapitre sur le Danube). Compte tenu de sa concentration sur le site d'étude, il apparaît cependant nécessaire de mettre en avant le réseau d'infrastructures locales-régionales pour expliquer ces dynamiques. Plusieurs éléments d'infrastructures se sont combinés pour créer des conditions très favorables pour ces usages. Les deux chemins multi-usages (piste cyclable, chemin piéton et chemin de halage) qui longent l'Inn sur ses deux rives sont les infrastructures les plus anciennes. Ces chemins de halage construits au moment de la construction du barrage sont « l'infrastructure de base » qui, d'après les souvenirs du représentant interrogé de l'administration de Schardenberg, a mis fin à l'usage, imprévu et peu prudent, de l'infrastructure ferroviaire par les promeneurs :

« Je crois qu'à l'époque la zone entre Ingling et Wernstein [village en amont ; les auteurs] était difficilement accessible. (...) Pour cette raison autrefois, il était courant de marcher sur les rails [de la ligne Passau-Wels ; les auteurs], parce qu'il y avait [juste ; les auteurs] un train toutes les deux heures. Et il était si bruyant qu'on le remarquait longtemps avant qu'il arrive. Et depuis la construction de la centrale, l'exploitant de la centrale (...) a construit le chemin de halage afin de pouvoir s'occuper des berges et les entretenir. Et aujourd'hui, ce chemin qui longe la rive est une piste cyclable et un sentier de randonnée. Pour la ville (...) c'est extrêmement attrayant. (...) Un beau dimanche après-midi, il y a une foule là-bas, il faut faire attention de ne pas

se faire écraser par les cyclistes. Ce n'était pas le cas auparavant. C'était (...) un grand avantage de la construction de la centrale électrique. »

Les chemins multi-usages ont été complétés par le passage-piéton-cycliste du barrage de Passau-Ingling en 2000, ainsi qu'un pont cycliste-piéton à environ 6,5km en amont de la centrale à Wernstein (« Mariensteg », voir Figure 34) en 2006. Dans leur ensemble, ces infrastructures permettent aujourd'hui de faire une boucle de 13km ce qui représente une sortie très attractive pour la population locale, comme en témoigne un élu local de Passau :

« Ce pont [Mariensteg ; les auteurs] vaut vraiment cher. Surtout pour les activités de proximité. (...) Je me souviens (...) comment c'était avant, soit il fallait aller jusqu'à Schärding [village en amont de la centrale ; les auteurs], c'était trop loin pour certains. Ou bien vous deviez faire demi-tour et repartir sur la même route. (...) Nous allons toujours jusqu'à Schärding [rive droite, ; l. a.] et puis nous revenons (...) via Neuhaus [rive gauche ; l. a.] (...) ou vice versa. (...) Si vous ne voulez pas rouler aussi loin, vous prenez ce pont à Wernstein (...). C'est donc très positif. »



Figure 34: Le Mariensteg à Wernstein. Droit d'utilisation d'image concédé par la société « Erhard Kargel, Ingenieurkonsulent für Bauwesen », responsable pour le design et planification du pont.

En plus de bénéficier de cette situation favorable, le cyclisme, la promenade et la randonnée ne rentrent en conflit avec d'autres usages que ponctuellement, au niveau des deux chemins multi-activités des bords de l'Inn. C'est là que les divers usages peuvent entrer en compétition pour l'utilisation de l'espace limité des chemins. Par exemple, les représentants de ÖBB Infrastruktur, l'opérateur du réseau ferroviaire en Autriche, ont rapporté que lors des travaux d'élargissement de la ligne Wels -Passau il a été nécessaire de fermer périodiquement le chemin de halage pour les cyclistes et de faire assurer le respect de cette fermeture par la police. De même, les agriculteurs doivent faire face de temps en temps à des cyclistes et promeneurs trop intrusifs qui ne respectent pas les limites des propriétés privées (voir ci-

après). Cependant, ces confrontations aux autres usages ne freinent pas de manière systématique le dynamisme du développement du cyclisme et de la randonnée.

En résumé, les usages en progression à Passau-Ingling ont fortement profité de l'expansion et de l'adaptation progressive du réseau d'infrastructures ainsi que de l'évitement de tensions avec d'autres usages. Ces relations peu conflictuelles avec les autres usages résultaient en partie du déclin de ces derniers.

2.5.2.2 Usages en régression

Les pratiquants de l'aviron, les kayakistes et canoéistes sont relativement seuls sur leur territoire en amont et en aval du barrage de Passau-Ingling. Cette situation préférentielle résulte de la disparition ancienne ou récente des autres usages de la voie d'eau : la navigation des bateaux de frets, des bateaux de passagers ainsi que des bateaux de plaisance est désormais quasiment absente.

Les **bateaux de frets** étaient autrefois très présents sur l'Inn. Ils transportaient des matières premières de l'espace alpin vers Vienne, notamment du sel et du bois (entretien Bachler et Hauser). La construction du réseau ferroviaire en Autriche, entre autres la ligne Passau - Wels en 1860-61, a largement mis fin à la vocation commerciale de l'Inn. De même, l'arrivée du transport ferroviaire ne permettait plus un modèle économique rentable pour le **transport de passagers** qui souffrait déjà par ailleurs des conditions très difficiles de navigation. Les profondeurs d'eau très variables, les bancs de graviers en mouvement et le brouillard fréquent dans la zone¹² ne garantissaient pas des conditions de navigation satisfaisante. La navigation de bateaux de passagers et de frets était donc significativement en déclin bien avant la période que nous analysons dans le cadre de ce projet.

La construction de nombreuses centrales hydroélectriques à partir de 1950 aurait pu améliorer la situation pour la navigation fluviale en créant des conditions plus stables. Cependant, pour des raisons économiques, les ouvrages hydroélectriques n'ont pas été équipés d'écluses, rendant la navigation au long cours définitivement impossible sur l'Inn. C'est seulement en 1987 que la situation commence à évoluer marginalement sur le site d'étude. Un entrepreneur local a commencé un service régulier (journalier) de bateaux de croisières sur la retenue d'eau de Passau-Ingling, entre Schärding (Autriche) et la centrale. Il s'agit alors de sorties de loisir strictement saisonnières (2-3 sorties par jour entre avril et octobre) pour découvrir les paysages attrayants et protégés de la zone. Plus récemment, un autre opérateur a complété ce service par des sorties avec un bateau historique en bois (« Plätte »), propulsé par un moteur électrique¹³. En conclusion, la navigation de bateaux de passagers a finalement occupé une petite niche d'activités sur la retenue d'eau de Passau-Ingling. Environ 50.000 passagers annuels¹⁴ ont été recensés en dépit des difficultés historiques de cette activité, liées au manque d'infrastructures favorables (voies difficilement navigables), à la présence concurrente d'une infrastructure linéaire de transport ferroviaire, et à la non-adéquation d'une autre

¹² Voir aussi : <http://www.innschiffahrt.at/Neue%20Seite%202011/start.htm>

¹³ <https://www.innschiff.de/historische-plaette.html>

¹⁴ <http://www.innschiffahrt.at/Neue%20Seite%202011/start.htm>

infrastructure (ouvrages hydroélectriques sans écluses). Pour les mêmes raisons, les bateaux de fret n'existent plus du tout sur l'Inn.

Un autre usage traditionnel en déclin est celui des sorties en **bateaux de plaisance** qui étaient très populaires dans les années 1970 et 80. Elles étaient organisées par une association locale de Wernstein, à 6 km de Passau-Ingling (entretien agriculteurs). Selon nos interlocuteurs, le déclin continu de cette activité est clairement lié à la construction de la centrale de Passau-Ingling et à la compétition (perdue) de l'usage avec d'autres activités de loisirs et de détente. Par rapport à l'usine hydro-électrique, l'aménagement de l'Inn pour la génération d'électricité a fortement modifié l'hydrologie et le transport solide de cette rivière autrefois très dynamique. Les grandes quantités de sédiments fins que l'Inn transportait vers le Danube sont aujourd'hui bloquées dans les diverses retenues d'eau. Par voie de conséquence, les berges se sont de plus en plus ensablées. Il s'agit là d'une problématique qui impacte non seulement la reproduction des poissons, mais aussi les plaisanciers qui peuvent difficilement mettre leurs embarcations à l'eau et les manœuvrer dans ces conditions. Les représentants des sports à rames racontent :

MÖVE

« Les skieurs nautiques à Wernstein, c'est fini de toute façon, car (...) leur port est de plus en plus ensablé. Et ils ne peuvent pas sortir parce que c'est si peu profond. »

(...)

KURZ

« Toute la zone s'ensable. C'est l'inconvénient de la centrale électrique, bien évidemment. »

La retenue d'eau a alors fortement perdu en attractivité pour la plaisance. De plus, la limitation progressive des délivrances de licences de navigation pour cette zone aurait également fortement fait décliner cette pratique. Nos données sur les circonstances concrètes de cette décision sont très limitées. Il semble qu'une alliance de riverains, d'associations écologistes et de pratiquants de l'aviron ait poussé les autorités autrichiennes et allemandes à ne plus permettre à de nouveaux bateaux de plaisance de naviguer sur l'Inn pour protéger les autres utilisateurs de l'espace fluvial contre les nuisances induites par les bateaux à moteur, notamment le bruit. Les derniers bateaux de plaisance de l'Inn sont donc manœuvrés par des détenteurs de licences anciennes et de plus en plus âgés. Une fin totale de la navigation de bateaux de plaisance dans les années à venir est donc envisageable si rien ne change.

L'agriculture représente le dernier usage en régression à Passau-Ingling. L'ensemble des trois agriculteurs actifs sur la rive Autrichienne a été interrogé. Tous poursuivent une activité professionnelle secondaire pour dégager des revenus additionnels en complément de leurs activités agricoles (principalement la production laitière). Nos données indiquent que l'aménagement de l'Inn et de ses rives a joué un rôle mineur dans ce développement mais que le déclin de l'agriculture résulte plutôt de sa structuration locale, qui était de moins en moins compatible avec les pressions des marchés agricoles.

La construction de la centrale hydroélectrique n'a eu qu'un faible impact sur les agriculteurs autrichiens, mis à part le remblaiement et la diminution de la surface de prairies. Côté Allemagne, des photographies historiques témoignent qu'au moins deux fermes ont été rasées au cours des travaux (voir Figure 35). Une fois terminé, le nouveau barrage offrait une possibilité nouvelle de traverser l'Inn lors d'occasions particulières. Ainsi, les agriculteurs autrichiens rapportent que l'opérateur de la centrale leur permettait, à des occasions exceptionnelles, le passage avec des machines très larges, très dures à manœuvrer dans les

rues étroites de Passau. De même, les pompiers de Passau ont pu accéder à la rive autrichienne par le barrage pour lutter contre un incendie dans la ferme d'un des interrogés en 1975. Enfin, l'ouverture du passage piéton-cycliste en 2002 a diminué la fréquentation de la route locale qui amène aux fermes, situées un peu en aval du barrage. La plupart des cyclistes et piétons s'orientent plutôt en direction du Sud, en amont du barrage, pour faire la boucle précédemment décrite.



Figure 35: Isolement de fermes lors des travaux de la construction de la centrale de Passau-Ingling.
Source : Stadtarchiv Passau/Verbund AG

Plus récemment, les agriculteurs interrogés d'Ingling ont bénéficié de l'élargissement des voies ferroviaires de la ligne Passau-Wels quand un passage sous-voie existant à proximité des fermes a été généreusement agrandi (voir le début du chapitre). Ces travaux ont permis le passage de machines agricoles de plus grande taille et de camions à grand gabarit qui avant ne pouvaient pas accéder jusqu'aux fermes.

Les différents aménagements ont donc eu des effets plutôt positifs, bien que modérés, sur les activités agricoles. Ces modestes améliorations n'ont cependant pas endigué le déclin de ce secteur économique sur notre terrain d'étude. A l'identique du site de Jochenstein-Engelhartszell, il s'agissait majoritairement de fermes avec des petites parcelles de terrains, parfois situées dans des zones avec des dénivelés conséquents qui sont difficiles à cultiver et exploiter. Dans ces conditions, quelques agriculteurs seulement ont pu survivre sur le marché et ils se concentrent sur les surfaces les plus profitables, comme l'explique un agriculteur interrogé :

« (...) les petits agriculteurs arrêtent tous, les grands agriculteurs ne cultivent que les zones agréables et les petits terrains, qui sont un peu mauvais [surtout les zones à forte pente ; les auteurs] deviennent ensuite boisées. (...) La nature récupère ces zones et la forêt pousse partout. »

Une partie des surfaces agricoles anciennes a été abandonnée par l'agriculture puis reconquise par la nature, alors qu'une autre partie, notamment à proximité des espaces urbanisés de Passau s'est transformée en zones résidentielles. Globalement, l'agriculture sur le site de Passau-Ingling est un usage dont le développement n'est pas complètement indépendant des aménagements de la rivière, mais dont les causes majeures de son évolution sont inhérentes aux marchés agricoles et à leurs règles Européennes.

2.5.3 Résumé

La Figure 36 illustre les résultats et discussions des chapitres précédents, en symbolisant les relations entre infrastructures et usages, et entre usages par des « + », « ++ », « - » et « - - ».

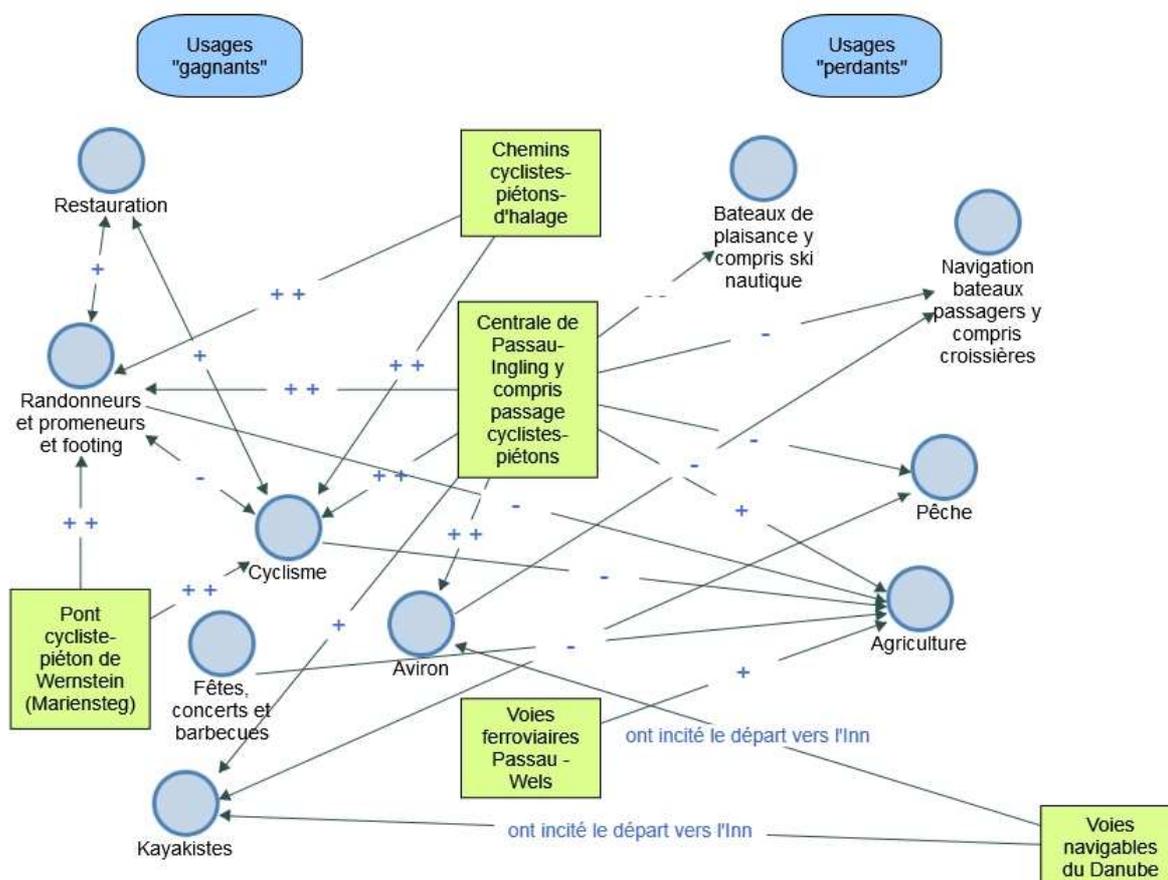


Figure 36: Infrastructures et usages en relations - Passau-Ingling

En comparant la synthèse obtenue sur le site de Passau-Ingling avec celle de Engelhartszell-Jochenstein (Figure 27), on perçoit que la complexité des relations est moins forte. Sur le site même de Passau-Ingling, il n'y a que 3 infrastructures d'importance (au milieu de la figure), à comparer aux 6 sur le Danube (ainsi que deux autres hors site qui ont influencé les dynamiques). De même, le nombre d'usages identifiés est plus petit (10 contre 13).

Cette dernière observation explique en partie pourquoi il y a moins de conflits entre usages dans la zone de Passau-Ingling qu'à Jochenstein-Engelhartszell. Tout au plus, il s'agit de tensions ponctuelles, à l'exception de la navigation de bateaux de plaisance dont le déclin a été provoqué par d'autres groupes d'utilisateurs (avirons, riverains). Il semble que chaque usage a trouvé « son petit espace » où il est relativement peu gêné par d'autres usages. Ainsi, les kayakistes et canoéistes pratiquent leurs sports surtout en aval du barrage, les pratiquants de

l'aviron en amont, alors que les cyclistes et piétons se partagent les bords de la rivière où ils ne croisent qu'occasionnellement les agriculteurs et les agents des opérateurs d'infrastructures.

Les activités se sont donc principalement développées en lien avec les infrastructures, et pas en formant des clusters d'usages en synergie. Parmi les trois infrastructures du site, la centrale hydroélectrique a joué le rôle principal de « discriminateur » pour la majorité des usages en présence. Elle a en effet rendu possible la pratique de l'aviron par la création de la retenue d'eau ; le nouveau passage piéton-cycliste qui lui est rattaché a facilité les sorties transfrontalières des cyclistes et piétons. En revanche, l'envasement de la retenue d'eau, résultant de la construction de la centrale et du barrage, a progressivement dégradé les conditions de navigation pour les bateaux de plaisance. Sur ce site la centrale exerce un rôle dynamisant en intégrant un réseau d'infrastructures : les dynamiques du cyclisme et de la randonnée n'ont été rendues possibles que par l'intégration du passage piéton-cycliste au barrage, complétée par les chemins multifonctionnels qui longent les rives et le pont piéton-cycliste à Wernstein. De même, nous avons montré que la voie navigable du Danube avec son transport fluvial est un élément de structuration important pour le développement des sports d'aviron, de kayak et de canoé.

Finalement, il est intéressant de noter que comparé à nos autres cas d'études, les activités que l'on observe sur le site de Passau-Ingling sont plus fortement ancrées localement. En effet, il n'y a presque pas d'usages qui s'étendent géographiquement au-delà de Passau-Ingling et de ses alentours. Seuls quelques cyclistes qui suivent les différentes étapes de la Route Cycliste de l'Inn font exception à ce constat.

2.6 Strasbourg/Kehl

2.6.1 L'évolution des usages en interaction avec les infrastructures et les autres usages

2.6.1.1 L'histoire des aménagements sur le Rhin - un cours d'eau modifié depuis des siècles

Le Rhin Supérieur se situe entre les Vosges à l'Ouest et la Forêt Noire à l'Est, la ville de Bâle avec le massif du Jura au Sud et les villes de Karlsruhe et de Landau au Nord (cf. Figure 37). La région est caractérisée par la plaine rhénane et son agriculture intensive. Il s'agit d'une région très marquée par son histoire transfrontalière, avec de nombreux changements de nationalité durant les derniers siècles, et avec une forte volonté de coopération trinationale et européenne.

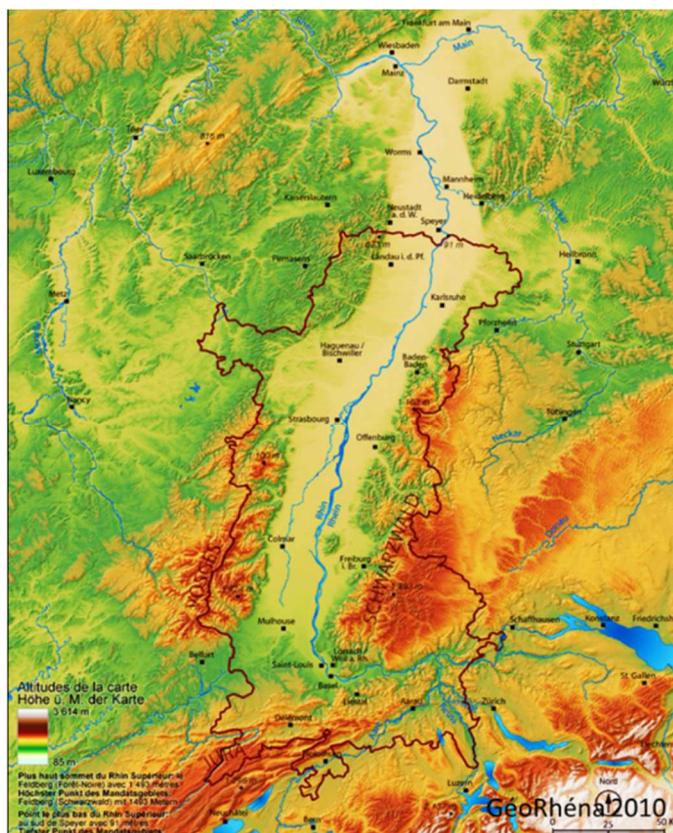


Figure 37 : Le Rhin Supérieur (Géorhena 2010)

Les interactions entre usages, infrastructures et biodiversité autour du Rhin ne peuvent pas être analysées sans prendre en compte l'évolution historique de l'espace rhénan. L'historique de l'aménagement du Rhin Supérieur s'applique aux deux sites rhénans retenus, Kembs et Strasbourg.

Trois phases d'aménagements consécutifs se sont succédées sur le Rhin Supérieur: sa correction réalisée entre 1842 et 1876, sa régularisation entre 1907 et 1956, et sa canalisation

entre 1925 et 1978¹⁵. Cette dernière est la phase la plus importante à considérer dans le contexte de cette étude, car elle donne au Rhin son apparence actuelle.

Le projet de l'équipement en grandes infrastructures du Rhin Supérieur date des années 1890. La fin de la Première Guerre mondiale accélère les travaux de conception, surtout parce que la France obtient le droit exclusif d'exploiter l'énergie hydraulique du Rhin dans le Traité de Versailles. Ce traité, en vigueur encore aujourd'hui, rend possible la création d'un canal qui est uniquement situé sur le territoire français et qui rend impossible l'installation de ports sur le côté allemand. Il détermine aussi les différentes manières de percevoir le Rhin entre les riverains français et allemands, avec une image plus naturelle en Allemagne et une image industrielle en France. Cela est illustré par un rapport français du Préfet de la région Grand Est :

« C'est d'ailleurs ce qu'avait réalisé en son temps le Grand Canal d'Alsace, en permettant à la France d'installer de son côté tout le potentiel hydroélectrique, plutôt que le laisser sur la ligne du fleuve, qui devait être ligne de défense. Il s'agissait alors d'un modèle asymétrique, résultant du traité de Versailles. »
(Préfet_de_la_région_Grand_Est, 2018).

Et par une étude germano-suisse :

« Les Français n'ont pratiquement aucun rapport avec le Vieux-Rhin en raison du canal qui se trouve entre eux et l'île du Rhin, ce que l'on peut constater par exemple dans le nombre de baigneurs sur les côtés gauche et droit du Rhin. Alors que pendant les jours d'été, il y a des centaines de baigneurs du côté allemand du Rhin [...] [et] la rive française ne reçoit que très rarement des visiteurs. » (Ruf et al., 2012)

2.6.1.2 L'hydroélectricité sur le Rhin Supérieur

C'est la Suisse, intéressée surtout par la navigation et non par l'hydroélectricité dont elle dispose déjà dans les Alpes, qui finance les travaux et qui fait réaliser le Grand Canal d'Alsace (GCA) jusqu'à Vogelgrun avec les centrales d'Ottmarsheim, Fessenheim et Vogelgrun (cf. Tableau 18 et Figure 64 en annexe).

Le GCA montre rapidement des faiblesses, surtout dans la région de la Hardt, à proximité de Colmar, où la nappe phréatique s'abaisse de plusieurs mètres. Cela est dû à la perméabilité des digues du GCA. La nappe se vide dans le Rhin et rend l'agriculture difficile, du fait de la mauvaise qualité des sols et du manque d'eau de surface. Les impacts, qui se ressentent aussi en rive droite, amènent à la convention franco-allemande de Luxembourg de 1956 et à la convention Franco-Allemande de 1969. Il est décidé que les centrales qui restent à construire,

¹⁵ Plan de gestion 2018-2022 de la réserve naturelle Ile du Rohrschollen : p. 18-20

dont celle de Strasbourg, soient construites sur des festons, c'est-à-dire avec une déviation du Rhin ponctuelle et la création d'une île artificielle créée par l'aménagement. Les conventions ont pour but « *l'abandon du Grand Canal d'Alsace pour permettre à l'Allemagne de disposer sur ses rives d'un accès pour la navigation et la mise en place d'installations portuaires* » (GEH Rhin 2015), et pour réduire la pression sur la nappe phréatique allemande. La convention de 1969 prévoit la construction de deux centrales supplémentaires sur le Rhin, celles de Gamsheim et Iffezheim (la plus à l'aval). Ces centrales sont construites sur toute la largeur du Rhin, option qui présente moins d'impacts sur la nappe phréatique. Elles empêchent l'érosion régressive à l'aval de Strasbourg et elles assurent un meilleur approvisionnement en eau pour les ports de Strasbourg (Cioc, 2002).

Depuis les années 1990, les grands projets d'aménagement du Rhin se font plus rares, le Programme Intégré du Rhin¹⁶ et la création de polders étant les seuls grands projets. La tendance semble aller vers des projets plus locaux de protection/restauration/renaturation, comme l'île de Rohrschollen¹⁷, la Petite Camargue Alsacienne et l'île de Kembs.

2.6.2 Introduction du site et de ses infrastructures

Le site de Strasbourg/Kehl a été retenu pour sa grande diversité d'occupations du sol et la comparaison possible avec le site de Passau/Ingling sur l'Inn, les deux étant urbains ou semi-urbains.

La Figure 38 montre le site de Strasbourg/Kehl, situé au sud des deux villes qui lui donnent son nom. Le terrain d'étude est à proximité du Port Autonome de Strasbourg (PAS), qui se trouve au nord-ouest du site. Celui-ci est entouré d'un terrain boisé sur la rive française à l'Ouest, de la ville de Kehl au Nord-Est et des terrains agricoles à l'Est. Le cœur du site étudié ici consiste en une usine hydroélectrique sur le Rhin, une île artificielle entre le Rhin et le Vieux Rhin, appelée « île du Rohrschollen », et deux barrages sur le vieux Rhin, le barrage de Strasbourg à l'extrémité sud-ouest de l'île, et le barrage agricole à la moitié de l'île. Le site touche à différents types d'organisation spatiale, notamment des espaces urbanisés de Strasbourg et Kehl, très denses et avec une pression foncière grandissante, surtout du côté de Strasbourg. A cela s'ajoutent des espaces ruraux et agricoles qui se trouvent principalement sur la rive droite. Les espaces industriels du PAS longent le Rhin sur la rive française tandis que les espaces naturels de la Réserve Naturelle Nationale de l'île du Rohrschollen se trouvent au centre, la forêt du Neuhof au sud du PAS et le Rhin court-circuité avec ses berges boisées sur la rive droite.

¹⁶ Integriertes Rheinprogramm, projet allemand de protection contre les inondations

¹⁷ Le bief de la centrale hydroélectrique de Strasbourg.



Figure 38 : Site de Strasbourg/Kehl et quelques références géographiques (OpenMapTiles 2020)

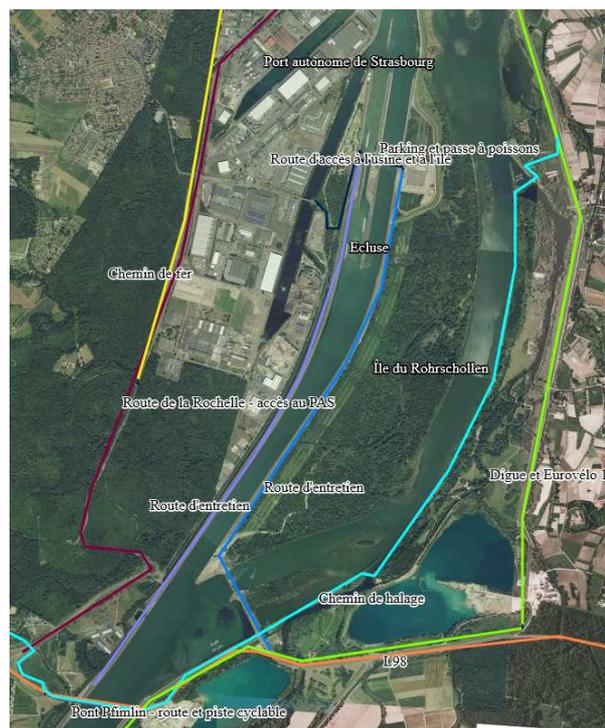


Figure 39 : Infrastructures linéaires du site (Géoportail 2020)

Deux communes se trouvent dans le périmètre étudié avec, sur la rive française, la ville de Strasbourg, qui est également le gestionnaire de l'île de Rohrschollen, et sur la rive allemande la ville de Kehl. Ces deux villes sont liées par une histoire commune et, depuis 1388, par un pont fixe au niveau de l'actuel pont de l'Europe. Les ponts entre les deux villes ont été détruits de nombreuses fois, et la dernière fois pendant la deuxième guerre mondiale (Beyer and Debie, 2012). Les Figure 40 et Figure 41 montrent les ponts avant et après leur destruction. Depuis 1960, le pont d'Europe lie les deux villes par la route. Un pont parallèle pour le tram, nommé Beatus-Rhenanus, a été inauguré en 2017. Au sud du terrain étudié se trouve le pont Pfimlin, ouvert en 2002. Il s'agit de l'extrémité sud du terrain d'étude.

La Figure 39 montre les infrastructures linéaires qui se trouvent sur le périmètre de la zone étudiée. Les infrastructures linéaires de transport (ILT), autres que la voie navigable que constitue le Rhin lui-même, longent le Rhin à une certaine distance, à l'exception des routes d'entretiens (violet) et de la route départementale (orange) qui traverse le Rhin et la frontière franco-allemande par le pont de Pfimlin. Le tracé allemand de l'Eurovélo 15 emprunte également ce pont, avant de passer sur la digue de Marlen (turquoise). Il est possible d'accéder à l'île du Rohrschollen par le barrage de Strasbourg en rive droite à proximité du pont Pfimlin ou par le PAS et l'usine hydroélectrique en rive gauche. L'accès par le barrage agricole de Kehl n'est pas possible. Le port est connecté au réseau ferroviaire et au réseau routier (jaune). Ce port a été aménagé en 1924 et il a accentué l'aspect industriel du Rhin.

Il s'agit d'un environnement fortement modifié pour faciliter les transports (mais également du fait de l'urbanisation et pour la production d'hydroélectricité). Le Rhin Supérieur, comme illustré dans le chapitre historique, est devenu un fleuve industriel avec toutes les infrastructures linéaires et « ponctuelles » nécessaires à l'industrie. Le site tire son intérêt de son hétérogénéité et de la division spatiale des usages, avec, en son cœur, un espace naturel protégé.



Figure 40 : Bateaux sur le Rhin. - sans date
(Archives de Strasbourg, 1 FI 13 28)¹⁸

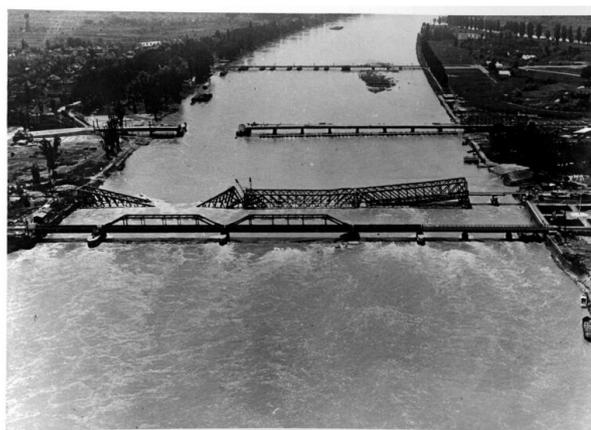


Figure 41 : Ponts détruits et pont provisoire sur le Rhin, vue aérienne. - sans date (Archives de Strasbourg, 1 FI 13 27)

La ville de Strasbourg a déjà été construite « dos au fleuve », avec un centre historique qui se trouve à 3,5 km du Rhin canalisé. Cette distance du centre urbanisé au fleuve a laissé aux bords du Rhin une fonction industrielle. Les Figure 42 et Figure 43 montrent le PAS dans les années 1930 et 1960 avec (Figure 42) le chantier de la centrale hydroélectrique en arrière-plan pour illustrer l’empreinte foncière de ces deux projets.



Figure 42 : Vue aérienne Terminal Conteneur Sud et Rhin – fin années 1960 (02.5 : Archive Port Autonome de Strasbourg)

¹⁸

https://archives.strasbourg.eu/archive/resultats/image/lineaire/FRAMC67482_0081_8Z/n:232?RECH_numerise=1&type=image



Figure 43 : Strasbourg, port du Rhin, carte postale, 1937 (Félix Luib, Bibliothèque nationale et universitaire de Strasbourg)

L'aménagement hydroélectrique du Rhin à Strasbourg a eu des impacts importants sur les infrastructures de la région. L'abaissement de la nappe phréatique a nécessité la construction d'un barrage supplémentaire sur la rive droite, le barrage agricole de Kehl. Ce barrage assure un tirant d'eau suffisamment haut pour permettre aux cultures agricoles de s'alimenter en eau (Tricart and Bravard, 1991a). Par contre, la ville de Kehl a dû être équipée de nombreux aménagements (cf. Figure 44) pour éviter une inondation en cas de crues de la Kinzig (affluent rive droite du Rhin qui traverse Kehl), comme indiqué par un interviewé. Le canal de drainage de la Kinzig se trouve au-dessous du niveau du Rhin et il nécessite des pompages pour évacuer l'eau.

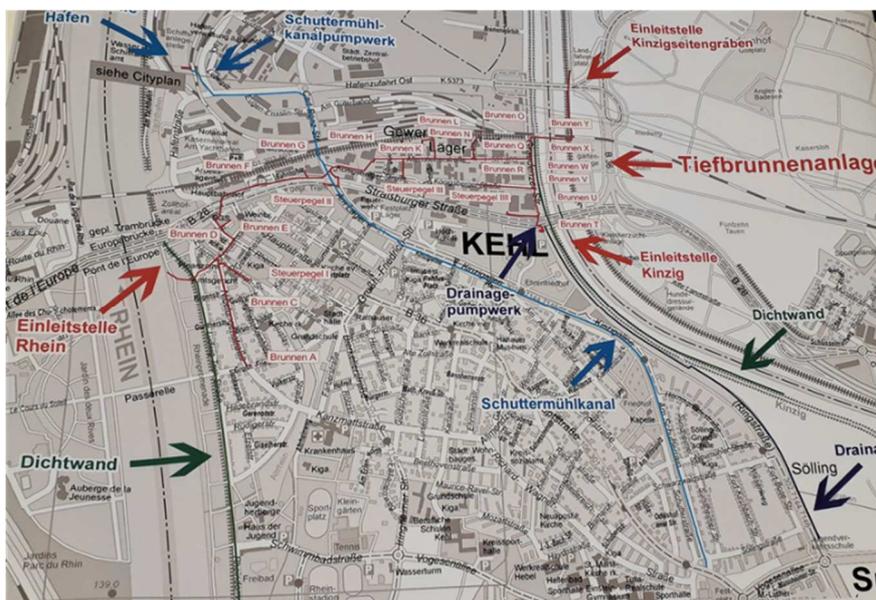


Figure 44 : Schéma des infrastructures de protection contre les inondations par la Kinzig à Kehl (Carte : ville de Kehl ; Photo : auteur)

Il y a aujourd'hui une volonté de « regagner le fleuve », entre autres avec un nouveau quartier sur l'ancien foncier du port et une stratégie d'y développer « Strasbourg – La nouvelle ville sur le Rhin »¹⁹. Dans le même objectif, le jardin des deux rives a été réalisé avec la passerelle éponyme, inaugurés lors des floralies (« Landesgartenschau ») de 2004. Deux parcs sur les deux rives se trouvent ainsi en vis-à-vis au sud du pont de l'Europe et ils contribuent fortement à une reconquête du Rhin par les riverains. Ceci fonctionne surtout du côté de Kehl avec l'attractivité d'aménagements pour les enfants. Si cette volonté de reconnexion des quartiers habités à proximité directe du Rhin est bien établie, elle est bien moins prononcée sur l'île du Rohrschollen, éloignée de zones habitées et relativement difficile d'accès. C'est là que les usages humains et l'écologie sont en quête d'une recherche d'équilibre. Sur la rive allemande, le Rhin est considéré comme « *créateur d'identité* » par certains interviewés ; pour d'autres, c'est un lieu éloigné de leur réalité. Cela s'explique par l'histoire, selon un interviewé : « *Avant que le Rhin ne soit canalisé, le Rhin était plutôt un endroit qu'on fuyait. Il y avait des maladies, c'était dangereux* ».

2.6.3 Usages en évolution

Le terrain d'étude de Strasbourg est une zone marquée surtout pas des usages économiques comme l'exploitation hydraulique, le transport de marchandises par la voie fluviale et les activités autour du Port Autonome de Strasbourg. Les usages de loisirs sont moins prononcés sur le secteur. La pêche, la promenade et le cyclisme sont pratiqués sur le site, mais moins fréquemment que sur le site de Kembs par exemple. Le cœur du site étudié comprend l'île du Rohrschollen, qui a un statut de réserve naturelle. Ce statut limite le développement d'autres usages en mettant la priorité sur la protection du patrimoine naturel. La rive allemande avec la ville de Kehl se caractérise par des usages résidentiels et de loisirs, ainsi que par l'agriculture.

L'analyse de l'occurrence des usages dans les entretiens (Figure 45) montre un certain équilibre entre les usages économiques et de loisirs. Ces deux catégories sont chacune dominées par un usage : l'agriculture pour les usages économiques, la pêche de loisir pour les usages de loisirs. Cela s'explique par la réalisation d'entretiens de groupe dans ces deux domaines identifiés comme particulièrement intéressants, suite aux résultats de la première partie de l'étude (biodiversité). Par rapport aux autres sites étudiés, les activités sur l'eau comme l'aviron et le kayak sont sous-représentées et les activités économiques de transport (fluvial, cargos, routiers) sont légèrement sur-représentées.

¹⁹ Document « La nouvelle ville sur le Rhin » (2014) : <https://www.strasbourg.eu/documents/976405/1564068/0/0bddf667-553c-bb99-ea1c-a3b65e092802>

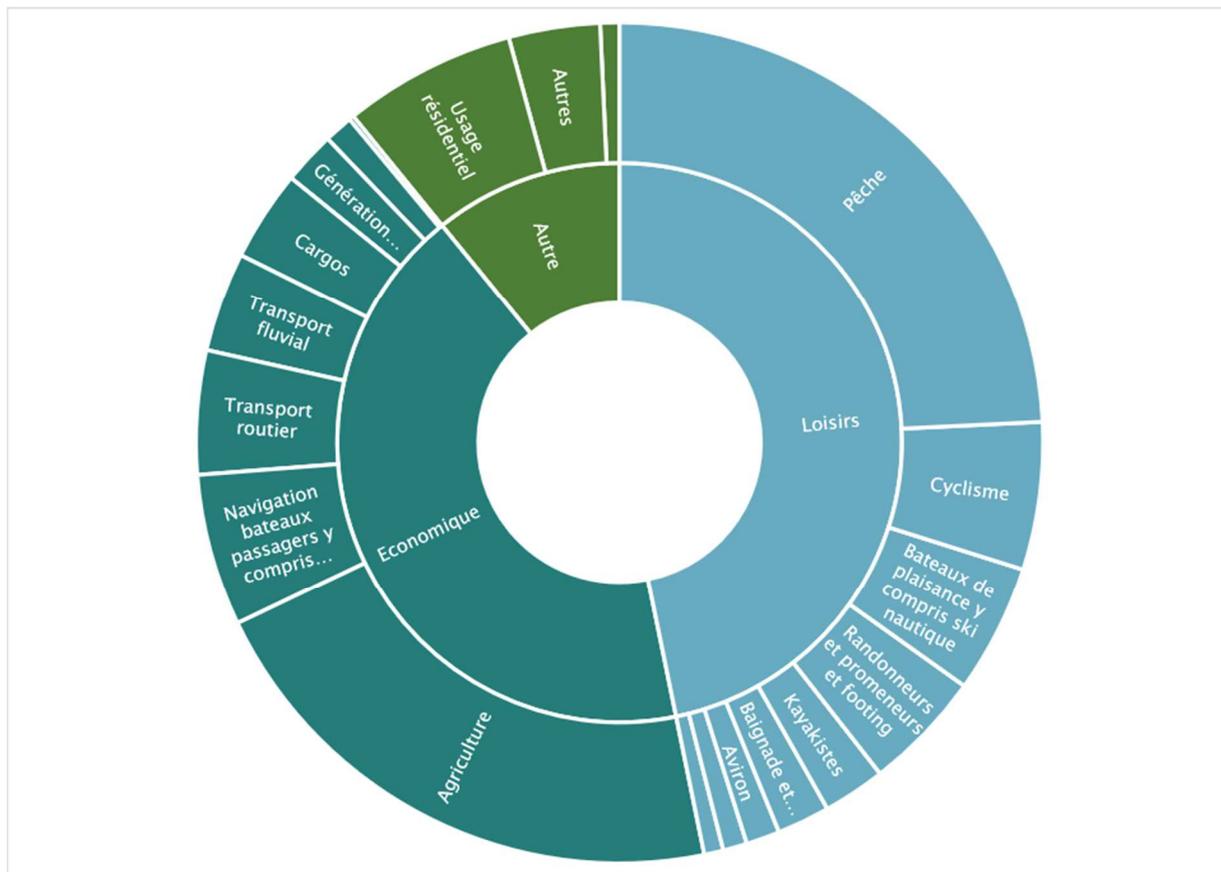


Figure 45 : Les usages recensés lors des entretiens sur le site Strasbourg/Kehl.

La construction de la centrale de Strasbourg a modifié les usages autour du Rhin et de ses aménagements. Premièrement, la construction de la centrale en feston, c'est-à-dire avec une déviation d'une partie du Rhin et la création d'une île, a consommé de l'espace agricole et a isolé de la rive droite le terrain qui constitue l'île actuelle. Ce sont surtout des terrains agricoles qui ont été consommés. Il n'est donc pas surprenant de voir une régression de l'usage agricole dans le secteur, notamment sur la rive allemande, comme le montre le Tableau 9. Cette perte est exacerbée par la pression urbaine et par l'extraction de graviers proche du pont Pfimlin. L'autre usage en régression est la pêche qui a vu une évolution de la pratique (plus urbaine) et qui se pratique moins sur les berges rhénanes et sur l'île de Rohrschollen. Aucun usage n'est en progression selon l'extraction Nvivo. L'échantillon étudié ne permet pas de tirer des conclusions tel-quel du corpus. Il s'est avéré effectivement très difficile de mobiliser les associations de cyclistes, de randonnée et de bateaux de plaisance pour un entretien, même si leurs usages ont de manière générale été citées par beaucoup de personnes interrogées comme « gagnants » des évolutions. Pour cette raison, notre base empirique est faible pour certains usages. Pour arriver néanmoins à dessiner les évolutions d'usages, nos données limitées ont été croisées avec des sources externes. Ces autres sources montrent surtout que le cyclisme et les croisières fluviales ont vu une progression favorisée par les infrastructures le long du Rhin.

Tableau 9 : Evolution des usages sur le site de Strasbourg-Kehl

	Gain en fréquence de la pratique	Perte en fréquence de la pratique	Stabilité
Agriculture	2	20	0
Baignade et détente	0	1	0
Cyclisme	1	0	0
Pêche	1	6	1
Randonneurs et promeneurs	0	1	0
Transport fluvial	0	1	0
Navigation bateaux passagers	1	0	0
Bateaux de plaisance	0	1	0

2.6.3.1 Usages en progression

La croisière fluviale : usage en progression

Lors des entretiens, l'activité de croisière fluviale n'a pas souvent été citée spontanément comme une activité en progression, mais les chiffres publics de trafic et les questions plus détaillées ont révélé qu'il s'agit d'une activité en croissance constante depuis une vingtaine d'années sur le Rhin Supérieur, et notamment à Strasbourg qui est un lieu de départ et une destination privilégiée.

La Figure 46 montre que le nombre de passagers des croisières fluviales continue de croître, avec 2,5 fois de plus de passagers en 2018 comparés à 2002 sur le Rhin. On observe la même tendance sur le Danube et la Moselle.

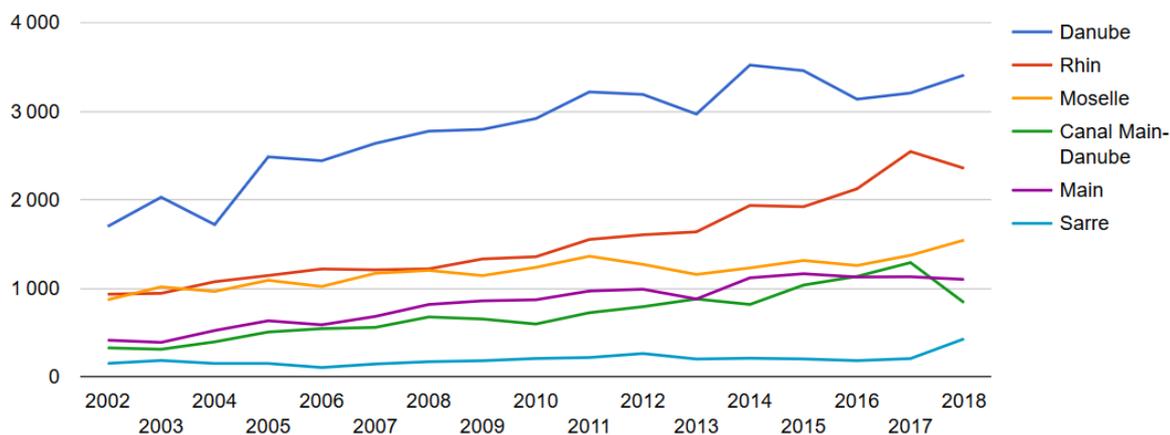


Figure 46 : Une croissance régulière du nombre des passagers transportés par an (CCNR market report 2019)

Les villes de Kehl et de Strasbourg sont des destinations particulièrement fréquentées par les croisières fluviales. 230 000 personnes ont réalisé une escale en 2019 à Strasbourg²⁰. Le contexte économique et touristique a été favorable ces dernières années, avec un gain de popularité général des croisières (maritimes et fluviales) et le classement UNESCO de la vieille ville de Strasbourg. Le parc d'attraction Europapark à Rust en Allemagne est également une destination privilégiée des croisiéristes.

La fréquentation par des bateaux de croisières bénéficie d'une relativement bonne acceptabilité en cela qu'elle crée des revenus (surtout pour la ville de Strasbourg) et, lors d'un amarrage aux débarcadères dédiés proche du PAS. Ce « *n'est pas source de nuisance donc ça ne cohabite pas trop mal* », comme l'exprime un gestionnaire d'infrastructures. Par contre, le manque de débarcadères pour les bateaux de croisières à Strasbourg et l'existence de débarcadères privés à Kehl amènent à une fréquentation croissante de la rive allemande. Cette activité de croisiériste croissante entraîne des conflits, ainsi que des impacts négatifs sur d'autres usages. Le transport des passagers de bateaux vers les sites touristiques pose notamment problème, comme illustré par un gestionnaire d'infrastructures :

« Qui dit bateau de croisière, dit bus, enfin cars. Et aujourd'hui, on a des conflits d'usage, je dirais, avec les riverains qui habitent ici et qui n'apprécient pas d'avoir des cars qui restent parfois moteurs tournant à attendre que les croisiéristes rentrent dans les cars. »

Les nuisances envers les résidents ne viennent pas que des bus, mais aussi des bateaux amarrés qui laissent tourner leurs moteurs pour générer de l'électricité. Le bruit et les gaz d'échappement nuisent aux résidents. Certaines villes le long du Rhin, par exemple la ville de Brisach, proposent d'alimenter les bateaux de croisières en électricité, mais cela ne semble pas être le cas à Kehl.

Il n'y a pas eu d'autres conflits avec d'autres usages recensés lors des entretiens. Les bateaux de croisières semblent bien coexister avec les bateaux de fret et avec les gestionnaires des écluses. Les écluses sont des entonnoirs sur le Rhin Supérieur, mais leur capacité actuelle permet un éclusage sans temps d'attente trop importants pour tous les bateaux sur le Rhin. Si, dans le futur, le trafic fluvial augmentait de manière importante, un conflit entre les bateaux de croisière et les bateaux de fret pourrait se développer.

Le Rhin canalisé favorise cet usage, il permet aux bateaux de circuler librement même pendant des périodes d'étiage. La circulation sur le Rhin est gratuite et les bateaux de croisières ne payent que pour l'accès aux débarcadères. Ces débarcadères pourraient devenir un goulet d'étranglement avec la hausse du nombre de bateaux de croisières tel que nous l'avons observé pour le site de Jochenstein- Engelhartzell.

En résumé, le secteur des croisières fluviales s'est développé de manière dynamique depuis de nombreuses années, entre autres grâce aux infrastructures fluviales. Un manque d'embarcadères à Strasbourg, à Kehl et sur d'autres secteurs populaires sur le Rhin Supérieur pourrait freiner ce développement. Le développement de l'activité de croisières fluviales pourrait également causer de plus en plus de frictions avec d'autres usagers, notamment les résidents.

²⁰ <https://inland-navigation-market.org/chapitre/7-croisieres-fluviales/>

Le cyclisme : usage en pleine croissance grâce, entre autres, aux infrastructures fluviales

Un autre usage en progression sur le site de Strasbourg/Kehl est le cyclisme. Le tracé allemand (cf. Figure 47) de l’Eurovélo 15 passe, du nord au sud, par la ville de Kehl, le jardin des deux rives, la digue de Marlen et, soit traverse le Rhin par le pont Pfimlin, soit continue sur le chemin de halage. L’itinéraire français passe à quelques kilomètres du Rhin par la ville de Strasbourg, il est donc hors du périmètre d’étude. L’Eurovélo 15 compte 198 passages journaliers en moyenne (2018), une évolution de +13 % par rapport à 2017²¹. Les interviewés remarquent également une évolution dans la pratique. Selon une personne interrogée, les distances parcourues deviennent de plus en plus importantes, en partie du fait de l’existence de pistes cyclables de longues distances (« Radfernwanderwege »). Un effet « vélo électrique » joue potentiellement aussi un rôle dans ce développement. Les villes-étapes, surtout les villes touristiques comme Strasbourg, profitent de cette hausse, selon un interviewé, mais il est difficile de chiffrer cet effet. La ville de Kehl en profite avec ses campings et hôtels moins chers par rapport aux logements strasbourgeois.



Figure 47 : Tracés de l’Eurovélo 15²² (Eurovelo.com)

Les infrastructures le long du Rhin, ainsi que les infrastructures qui traversent le Rhin, bénéficient au cyclisme. Les routes d’entretien des berges et des digues, ainsi que les routes agricoles, sont généralement ouvertes aux cyclistes et aux promeneurs. Selon un agriculteur,

²¹ <https://www.velo-territoires.org/wp-content/uploads/2019/06/Analyse-des-donnees-de-frquentation-vlo-2018.pdf>

²² <https://fr.eurovelo.com/ev15/from-basel-to-karlsruhe-through-alsace-and-the-german-vineyards>

la promenade sur « *la digue haute et grande du Rhin est très populaire* ». Sur le terrain étudié, il est possible de traverser le Rhin non seulement par les pistes cyclables des ponts Pfimlin et Deux-rives, mais aussi par le barrage de Strasbourg et la centrale hydroélectrique. Ce dernier itinéraire est moins fréquenté que, par exemple, l'itinéraire par la centrale de Kembs, car les alentours de la centrale de Strasbourg sont dominés par le PAS, ce qui est moins attrayant pour les cyclistes. Ils se concentrent donc surtout sur la rive allemande où il y a parfois des frictions avec les agriculteurs lors d'un croisement entre un engin agricole et un cycliste sur un chemin agricole. Ces frictions, dans la perception des agriculteurs, ne sont pas très limitantes pour l'activité agricole. D'autres conflits potentiels entre des cyclistes et d'autres usagers n'ont pas été recensés. Au contraire, l'augmentation du nombre de cyclistes a généralement été saluée.

2.6.3.2 Usages en régression

L'agriculture

L'agriculture est un des grands « perdants » dans la région, surtout sur la rive allemande. Cela n'est pas seulement dû à la présence des infrastructures et leur évolution, mais aussi à des évolutions sociétales et économiques depuis les années 1950, comme nous l'ont expliqué nos interlocuteurs agriculteurs allemands. Premièrement, les évolutions socio-économiques dans la région ont créé de nouvelles opportunités d'emploi dans l'industrie et plus proche des centres urbains. Le nombre d'agriculteurs a ensuite fortement diminué, influencé par une professionnalisation accrue et une concentration des exploitations agricoles. Ces grandes exploitations industrielles ne sont pas intéressées par l'exploitation de parcelles agricoles marginales et éloignées, comme celles à proximité du Rhin.

L'influence des infrastructures et de leurs usages sur l'agriculture ne peut néanmoins pas être négligée. Si la construction des aménagements hydroélectriques a consommé des espaces importants, l'influence la plus importante a été la modification de la hauteur de la nappe phréatique suite à la construction des premières centrales sur le Rhin. L'incision du lit en aval des centrales a fait baisser le niveau de la nappe au milieu du 20^e siècle. La solution adoptée à Strasbourg a été la construction d'une centrale en feston, c'est-à-dire avec une déviation du Rhin et la création d'une île artificielle, celle du Rohrschollen. A cette solution s'est ajoutée la construction d'un barrage agricole qui a stabilisé encore plus le niveau de la nappe. Selon les agriculteurs interviewés, la construction des centrales a donc été généralement avantageuse, car les inondations des surfaces agricoles en proximité du Rhin ont pu être diminuées et le niveau de la nappe a été stabilisé.

La construction des routes autour de l'aménagement de Strasbourg a eu un effet négatif sur l'agriculture. Les routes d'accès aux ouvrages hydrauliques, les routes reliant le pont Pfimlin, ainsi que l'agrandissement de routes communales ont consommé des parcelles agricoles. Un agriculteur interviewé a constaté que « *la construction de la B28 [qui mène au pont Pfimlin ; l'auteur] a mené à une perte de surfaces significative* ». Les mesures de protection contre les crues ont également fortement contribué à la diminution de la surface agricole à proximité directe du Rhin. Un exemple sur la rive allemande est la digue le long du Vieux Rhin. L'analyse spatiale de l'évolution de l'occupation du sol (première partie de ce rapport) montre des parcelles utilisées pour l'agriculture en 1950 et 1978 derrière cette digue. En 2010 ces parcelles sont toutes devenues des espaces naturels suite à l'abandon de l'activité agricole. Selon les agriculteurs ces parcelles ne pouvaient plus être exploitées pour des raisons de protection contre les crues, leur inondation régulière et l'éloignement relatif. La restauration des forêts alluviales a également joué un rôle, comme l'explique un agriculteur interviewé : « *La zone inondable du barrage agricole de Kehl était entouré d'une grande digue. Et à*

l'intérieur de cette digue se trouvaient également des zones agricoles. Et maintenant, tout est restauré au mieux en tant que paysage de plaine inondable avec une forêt alluviale. Et dans un paysage naturel de plaine inondable, il n'y a pas d'agriculture. »

Une particularité de la région réside dans la présence de gravières, les « mines d'or de nos communes », selon un interviewé, qui consomment également de l'espace agricole. Il y a notamment des gravières à l'extrémité sud de la zone étudiée qui, ce que montrent la première partie de l'étude, ont consommé des surfaces agricoles.

En ce qui concerne les interactions avec d'autres usages, il y a, comme mentionné ci-avant, une tension avec les cyclistes sur les routes agricoles mais ces interactions ne sont pas considérées par les agriculteurs comme particulièrement dérangeantes. L'usage résidentiel est l'autre usage avec lequel les agriculteurs rentrent en conflit, via le sujet de l'occupation du sol. La ville de Kehl est une ville en expansion, propriétaire de champs agricoles et qui en achète régulièrement dans la région. Ces champs ne sont généralement pas utilisés pour la construction. Selon un agriculteur, souvent « *la ville de Kehl transforme un bon champ en prairie pour vaches qu'on n'a pas le droit de fertiliser. Ça donne des points écologiques pour compenser les péchés ailleurs* ». Ce mécanisme réduit le choix d'exploitation pour les agriculteurs.

En résumé, il existe un contexte économique, politique et sociétal défavorable à l'agriculture, avec une industrialisation et une mondialisation du secteur. Cela conduit à une concentration spatiale extrême des exploitations agricoles. Les normes environnementales sont également devenues de plus en plus strictes et contraignantes pour les exploitants. Les relations sont mitigées avec d'autres usages, surtout lors de la co-fréquentation de réseaux linéaires (comme des routes agricoles) avec des usagers de loisirs. Les infrastructures impactent fortement les agriculteurs, mais pas que de manière négative. La stabilisation de la nappe phréatique et la protection contre les crues sont positives. Par contre, la consommation de l'espace par les routes et, à l'époque, par le canal est négative.

La pêche

On distingue deux types de pêche : la pêche professionnelle aujourd'hui inexistante sur le secteur et la pêche de loisirs qui a beaucoup changé au cours des dernières décennies.

La pêche professionnelle a été interdite après l'accident de Sandoz en 1986. Cet accident a eu des conséquences graves pour l'environnement rhénan. Les poissons ayant survécu à la pollution du Rhin étaient interdits de consommation, c'était donc la fin de la pêche professionnelle dans le Rhin, même dans un secteur éloigné de l'accident, selon un pêcheur interviewé.

La pratique de la pêche de loisirs a fortement évolué sur le secteur dans les dernières décennies. La pêche est devenue plus urbaine, moins « statique » et elle occupe moins de temps. Les pêcheurs d'aujourd'hui ont tendance à chercher des zones plus à proximité de leur résidence, ou au moins à proximité d'un endroit accessible en voiture. Un pêcheur interrogé illustre ces changements :

« Les techniques à l'ancienne, c'est vrai qu'elles se sont perdues, justement au posé, bouchon ou lignes de fond avec un vif, ça s'est vraiment perdu. Ce qui est vraiment un phénomène de mode, c'est la pêche au leurre, le no-kill, ce genre de chose. C'est ça qui a explosé ces dix dernières années. »

Cet effet de changement d'habitudes coïncide sur le périmètre étudié avec une tendance à la fermeture des accès à des sites de pêche autour du Rhin. Ces deux tendances mènent à une diminution de la fréquentation des pêcheurs sur le secteur depuis la construction des

aménagements. La diminution de l'usage est flagrante si on prend en compte la situation avant et après la construction des aménagements hydroélectriques de Strasbourg. La modification du cours d'eau par les aménagements, surtout la modification des écoulements et de la nature des berges, a rendu le Rhin moins intéressant pour les pêcheurs. Le courant moins important mène à un envasement important. Cela a été surtout remarqué par rapport à la construction du barrage agricole qui a supprimé une zone propice à la pêche. Un interviewé illustre ce développement : « *Bon, ils ont fait un barrage agricole. Depuis qu'ils ont fait ça, c'est une catastrophe. Avant, il y avait du courant, il y avait toutes sortes de poissons. Il y avait du goujon, il y avait des truites de mer, il y avait des barbeaux, il y avait des hotus. C'était le paradis pour le pêcheur. [...] Depuis qu'ils ont fait ce barrage, il n'y a plus de courant* ». D'autres problèmes se situent au niveau des darses où les pêcheurs interrogés remarquent également un envasement important.

Aujourd'hui il n'y a pas de zones spécifiques de pêche sur le périmètre étudié, mais il y a de nombreux endroits qui sont utilisés selon le type de pêche pratiqué et la facilité d'accès. L'île du Rohrschollen en fait partie, mais la nécessité de se déplacer à pieds pour accéder aux endroits de pêche limite la fréquentation. Certains pêcheurs utilisent aussi des barques pour pêcher, mais aussi pour se promener ou pour se baigner dans le Rhin. Il s'agit d'une minorité parmi les pratiquants de pêche.

Malgré le fait que la pêche est une activité en régression sur le site, les pêcheurs restent un groupe important et influant à consulter lors d'une réalisation d'un projet touchant à une zone de pratique de pêche. Il s'agit d'un public particulièrement sensible à l'évolution de la biodiversité et aux actions prises (travaux, réglementation, gestion des espaces naturels) par les gestionnaires du site. Un évènement qui a fortement heurté les pêcheurs qui pratiquent encore leur loisir sur l'île s'est produit pendant l'été 2018²³. Une partie du Bauerngrundwasser (une ancienne anastomose du Rhin qui traverse l'île pour rejoindre le Rhin en amont du barrage agricole) s'est asséché pour des raisons de manque de communication entre les différents gestionnaires du site et des voies navigables allemandes et françaises. Cet assèchement a causé la mort d'un nombre important de poissons dans la Bauerngrundwasser.

Une majorité des pêcheurs interviewés considère que la quantité et la diversité générale des poissons dans le Rhin et dans ses annexes ont diminué. Les raisons citées sont multiples, comme l'artificialisation des milieux, le nombre important de cormorans, l'envasement, la diminution de la pollution et l'amélioration de la qualité d'eau. Ces raisons ne se restreignent pas au domaine des infrastructures, mais ces dernières jouent néanmoins un rôle important et tendent à accentuer ces diverses pressions.

2.6.4 Les autres usages

La pratique des sports d'eau n'est pas très répandue sur le secteur Strasbourg/Kehl. Peu d'interlocuteurs ont mentionné des kayaks, des canoës ou des avirons. Deux petits ports se trouvent sur le secteur. Les deux sont en Allemagne, l'un en face d'une usine le long du Vieux Rhin et l'autre en amont du barrage de Strasbourg. De la part d'un interviewé français, ce

²³ <https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/bas-rhin/strasbourg-0/ile-du-rohrsollen-strasbourg-poissons-morts-retrouves-bras-eau-1425601.html>

premier port est une des raisons pour lesquelles le barrage agricole de Kehl ne contribue pas à une dynamisation du Vieux Rhin consistant à abaisser le seuil même épisodiquement. Selon lui, les autorités rhénanes « *ont construit le barrage agricole pour que les Allemands à Marlen, ils aient une base nautique pour les voiliers. S'ils le descendent, les voiliers, ils sont à sec.* ». Cette même personne déplore aussi l'interdiction de mise à l'eau pour les pêcheurs : « *Là-bas, moi je mettais à l'eau du côté allemand, Marlen pour aller sur le Rohrschollen. Ils ont mis une barrière, tu ne peux plus y aller non plus sur le vieux Rhin, sur le Rohrschollen. C'est trop beau, c'est un paradis.* »

La majorité de personnes accepte que le Rhin ait été aménagé pour le transport fluvial et la production d'électricité et il ne semble pas y avoir de mouvement qui se positionne contre ces aménagements. Cependant, l'interdiction d'accès à certains sites et à des endroits de mise à l'eau gérés par EDF est parfois critiquée, surtout par des pêcheurs.

De même, les activités portuaires et les usages connectés, le transport fluvial, routier et ferroviaire, n'ont pas été mis en avant dans les entretiens comme particulièrement impactants sur d'autres usages.

2.6.5 Mise en perspective des usages

La réserve de l'île de Rohrschollen et ses usages méritent un regard plus détaillé, car il s'agit d'un terrain emblématique pour notre étude. L'île a été créée suite à la déviation du Rhin pour assurer l'infrastructure linéaire de la voie navigable. Aujourd'hui, l'île, constituée pour une grande part d'une relique de forêt alluviale, possède un statut de réserve naturelle nationale et elle est le lieu de différents usages. La préservation et la conservation des habitats remarquables de l'île du Rohrschollen sous ce statut (RNN) date de 1997 et elle s'inscrit dans la continuité de la protection des dernières forêts alluviales le long du Rhin Supérieur²⁴.

Selon Carbinier (2000), l'île du Rohrschollen faisait partie de la forêt inondable de Neuhof jusqu'à la construction de l'usine hydroélectrique de Strasbourg dans les années 1960. La forêt a été morcelée, la nappe abaissée et l'ancien bras du Rhin, le Bauerngrundwasser, coupé et en partie asséché. En revanche, la situation des agriculteurs allemands s'est améliorée. Les interviewés ont observé une baisse de la fréquentation de l'île du Rohrschollen depuis sa création. Suite à la construction, l'île était un lieu de loisirs pour les Strasbourgeois. Surtout le Vieux Rhin, avant la construction du barrage agricole, était un lieu de détente et de baignade. Après la construction du barrage et l'ensablement dû à l'eau presque stagnante, le site a été moins fréquenté.

Il est intéressant de croiser ces observations avec les résultats de l'étude réalisée par EIFER (Pons and Leclere, 2016) en 2016 qui a un périmètre semblable avec la notre et qui montre les différentes zones d'usages de loisirs attractives. La Figure 45, extraite de cette étude, montre que les usages touristiques se concentrent autour de Strasbourg et le jardin des deux rives à Kehl. En ce qui concerne la présence des sentiers de récréation, leur densité est importante le long de la rive allemande et entre les deux villes, mais moins dense dans les secteurs industriels (ports de Strasbourg et de Kehl) et sur l'île du Rohrschollen. L'attractivité

²⁴ Naturschutzgebiet Taubergiessen 1979; RNN Erstein 1989; RNN île de Rhinau 1991; RNN Neuhof 2012; RNN Roberstau à venir ?

récréative, mesurée par des occurrences sur certains médias sociaux sélectionnées, est forte pour le centre de Strasbourg et ses environs, et beaucoup moins pour les secteurs du Rhin éloignés des centres urbains.

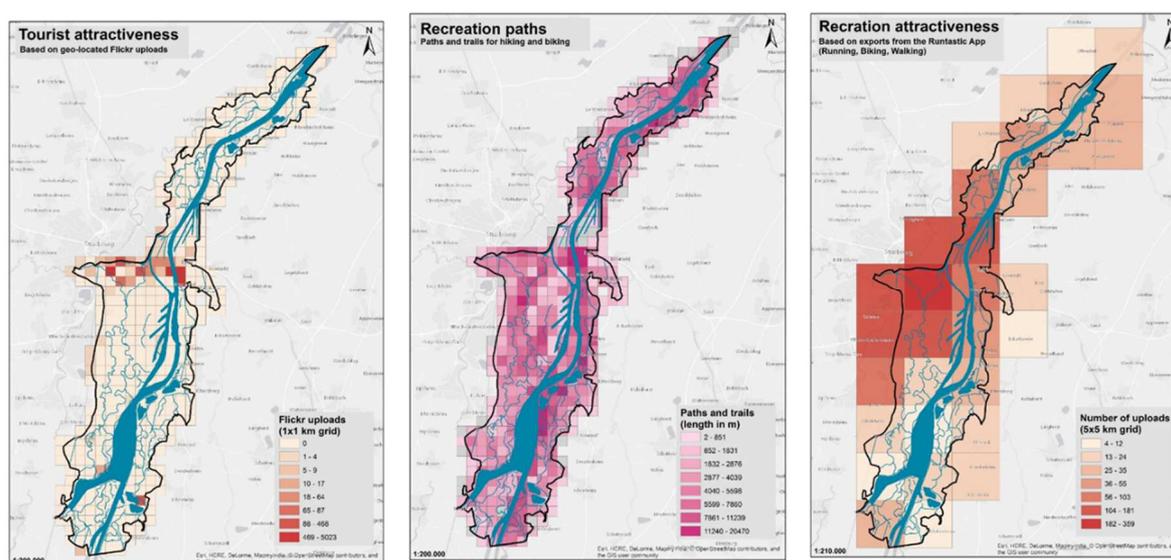


Figure 48 : Cartographie d'indicateurs du service de récréation pour évaluer l'attractivité touristique (gauche) et récréative (milieu et droite) (EIFER 2016 : Application de l'Ecosystem Services Review à l'aménagement hydroélectrique de Strasbourg, cartes créées par Jochen Wendel, le 17/08/2016)

Les résultats de cette étude montrent que l'île du Rohrschollen reste à l'écart des usages et de l'attractivité, notamment en comparaison avec les espaces autour du Tauberggiessen, le plan d'eau de Plobsheim, directement au sud de la zone d'étude, et le plan d'eau de Grafenhausen. Ces autres lieux sont plus faciles d'accès et disposent d'une biodiversité parfois plus importante et intéressante, selon un représentant d'une collectivité.

Des gens du voyage ont occupé le site jusqu'à la création de la réserve. Ce même représentant de la ville cité ci-dessus avait remarqué une baisse de la fréquentation de l'île suite à l'installation de ces gens de voyage. Lors de la création de la réserve, des portiques ont été installés pour éviter que des roulottes puissent s'installer sur le parking de l'île du Rohrschollen. Il y a d'autres usages illicites et de conflits autour de comportements indésirables sur l'île. Comme l'exprime un gestionnaire d'infrastructures : « alors le Rohrschollen, il y a des accès interdits la nuit. C'est interdit la nuit, il y a des systèmes de plots. Bon après, il faudra vérifier tout ça avec eux mais parce qu'il y avait la nuit, il y avait du brulage de cuivre, enfin, c'est, voilà, c'était, les gens faisaient n'importe quoi et donc pour éviter ça, donc il y a un plot qui se lève la nuit ». Des plantations de cannabis et des parcours illégaux de motocross ont également été observés. Certaines frictions entre les usagers sont liées à des pratiques de pêche non-adaptées et à des pêcheurs qui laissent leurs déchets dans la réserve naturelle. Ces problèmes sont en diminution, selon un interviewé, car il y a moins de pêcheurs qui fréquentent l'île.

Il s'agit d'un phénomène qui peut également être observé sur l'île du Rhin à Kembs. Il semble que ces espaces éloignés et peu fréquentés, mais relativement bien accessibles, se prêtent à des usages illicites. Les infrastructures jouent un rôle de facilitateur, ayant créé ces îles et les accès routiers. Ces infrastructures ont été adaptées, comme illustré ci-dessus, pour lutter contre les usages illicites. Une autre stratégie pour éviter ces usages est l'augmentation de la fréquentation par des usagers de loisirs.

Le plan de gestion de la réserve²⁵ intègre notamment un volet « usages humains » et un plan de visite avec des itinéraires de découverte a été élaboré (cf. Figure 49). Après une baisse dans les années 1990 et 2000, il semble que la fréquentation de l'île augmente depuis quelques années. En 2017 (la dernière année pour laquelle un recensement était disponibles), 40 160 personnes ont visité l'île, comparé à 31 875 en 2013.²⁶ Un gestionnaire d'infrastructures interviewé a observé une fréquentation estivale importante de la piste cyclable qui traverse l'île et qui relie la rive allemande et la rive française. « *Beaucoup de gens font la boucle. On va dire qu'ils partent du barrage de Strasbourg, redescendent le long de la digue, passent au niveau des écluses de Strasbourg, traversent dans la forêt de Neuhof donc côté Strasbourg, traversent la ville de Strasbourg et remontent par le nouveau pont du tram qui va à Kehl, retraversent là et prennent la piste cyclable côté allemand pour revenir au barrage.* »

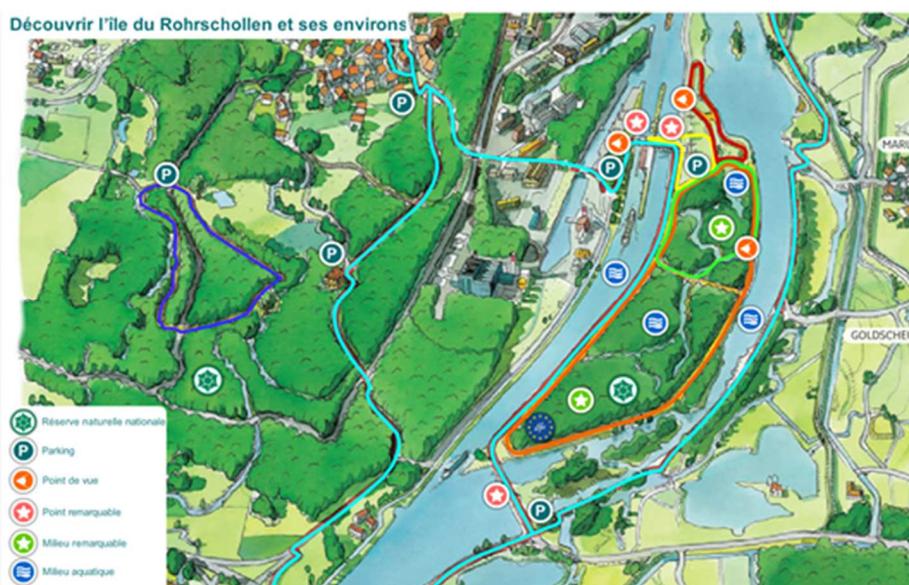


Figure 49 : Plan de découverte de l'île du Rohrschollen et de la forêt de Neuhof²⁷

Les observations détaillées ci-dessus montrent que cet espace bénéficierait d'un regain d'intérêt de la part des gestionnaires pour en faire un terrain d'expérimentation afin de concilier infrastructures, usages et biodiversité. Les usages relativement limités, l'état de la biodiversité, l'aspect transfrontalier et la problématique de la communication entre les différents gestionnaires de cet espace devraient jouer en faveur de la mise en place d'une telle expérimentation.

²⁵ http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2018_pg_roh_tome_01.pdf : « Les activités sportives et touristiques sont interdites sur l'île du Rohrschollen d'après l'article 17 du décret n°97-209 du 4 mars 1997 portant création de la réserve naturelle de l'île du Rohrschollen (version consolidée au 21 Mars 2016). Néanmoins, il faut savoir que :

- sur le Bauerngrundwasser et ses annexes, l'utilisation des embarcations mues à la rame peut être autorisée par le préfet après avis du comité consultatif ;
- sur le Vieux Rhin, l'utilisation des embarcations non motorisées est autorisée, sauf restriction apportée par arrêté préfectoral après avis du comité consultatif (il existe un embarcadère sur la rive allemande du Vieux-Rhin). » (p.130)

²⁶ http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2018_pg_roh_tome_01.pdf

²⁷ https://www.rn-rohrschoellen.strasbourg.eu/index.php?page=carte-interactive&hl=de_DE

2.6.6 Résumé

L'espace étudié se divise en deux parties qui existent et qui évoluent de manière parallèle et n'interagissent guère entre elles. D'un côté, il y a l'usage industriel en rive française avec le port autonome de Strasbourg, le transport fluvial et l'usine hydroélectrique, mais aussi l'agriculture. De l'autre, il y a l'usage de loisirs, notamment le cyclisme et la pêche. Les pratiquants des usages économiques et de loisirs ne sont que rarement en contact direct, comme lors d'un croisement d'un engin agricole et d'un cycliste ou d'un bateau de transport et d'un bateau de plaisance. Généralement ces interactions ne sont pas créatrices de conflits accentués.

Par contre, l'aménagement du Rhin pour le transport fluvial et la production d'électricité reste impactant et déterminant. La création de barrages et la modification de la hauteur de la nappe phréatique qui a nécessité de modifier les digues, ont créé des infrastructures qui sont aujourd'hui utilisées par des usagers de loisirs. Il y a eu une phase de perturbation des usages suite à la construction, notamment vis-à-vis de la pêche dans le Rhin qui a été lourdement impactée et ne s'en est pas remise depuis. Cependant, les usages le long du Rhin, comme la promenade et le vélo, profitent maintenant des routes d'entretiens sur les digues, des ponts et des barrages.

2.7 Kembs

2.7.1 Introduction du site

Le site d'étude se trouve à l'extrémité sud du Rhin Supérieur dans une région trinationale avec la France à l'Ouest, l'Allemagne à l'Est et la Suisse au Sud (Figure 50). L'environnement du site peut être considéré comme périurbain. Environ 500 000 personnes (ADAUHR, 2017) habitent dans un rayon de 20 kilomètres autour du site. La ville de Bâle est à cinq kilomètres de la pointe de l'île du Rhin et à 15 kilomètres de la centrale hydroélectrique. Les villes de Mulhouse et de Saint-Louis se trouvent respectivement à 25 kilomètres et à 10 kilomètres du site qui inclut les communes de Rosenau et de Kembs. Côté Allemagne, le village de Märkt fait partie de la ville de Weil-am-Rhein qui se trouve à proximité directe du barrage de Märkt. La ville de Lörrach est à 10 kilomètres au Sud du barrage. Au Nord se trouve la ville d'Efringen-Kirchen.

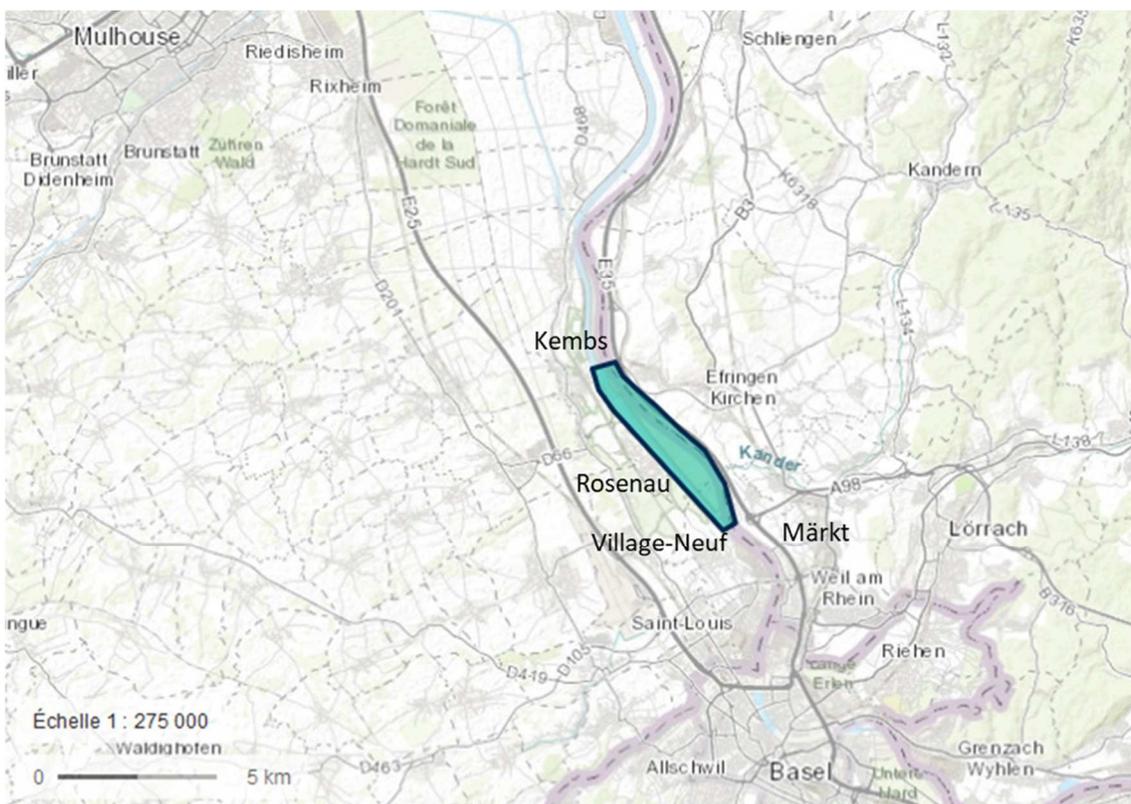


Figure 50 : Terrain étudié dans son contexte régional (Géoportail 2018, Esri World Topographic Map)

La proximité de Kembs avec la région métropolitaine de Bâle instaure une pression foncière et résidentielle non-négligeable sur la région. En effet, les communes de Rosenau, Kembs et Efringen-Kirchen voient leur population augmenter depuis de nombreuses années. Les terrains constructibles sont rares. L'agriculture défend ses terrains en même temps que de grandes zones naturelles, comme par exemple la forêt de Hardt et la bande rhénane, sont sous protection. Sur cet espace, il ne reste que peu de terrains constructibles encore disponibles. De plus, il y a particulièrement peu d'espaces naturels qui sont libres d'accès. Outre son fort taux d'urbanisation, la région est influencée par la présence de l'industrie pétrochimique et pharmaceutique de Bâle, à proximité du Rhin. Il s'agit d'une source de richesses économiques

importante. En parallèle, à la frontière suisse, les communes voient leurs populations augmenter au-dessus de la moyenne en raison de nombreux travailleurs transfrontaliers (ADAUHR, 2017).

2.7.2 Evolution des infrastructures

La région est marquée par les infrastructures qui longent ou traversent le Rhin. L'autoroute A5 en Allemagne est à proximité immédiate du Rhin, et se trouve par endroit à moins de 100 mètres de celui-ci. En France, l'A35 suit le Rhin à environ 5 kilomètres entre Bâle et Kembs avant que le Rhin bifurque vers le nord-est. L'aéroport binational de Mulhouse-Bâle n'est qu'à quelques kilomètres du site, avec une partie du trafic aérien qui passe au-dessus de celui-ci. Le Rhin lui-même est une infrastructure de transport importante avec environ 200 bateaux par jour qui traversent les écluses de Kembs. La Figure 51 montre ces différentes infrastructures, avec les zones naturelles et les principales communes du secteur. L'A5 entre Karlsruhe et Bâle, construite entre 1955 et 1962 (cf. Figure 52) coupe la ville d'Efringen-Kirchen du Rhin, mais, selon un représentant d'une commune, cette autoroute est généralement vue comme un avantage pour la région. Il soulève que

« ce qui est absolument bienvenu, c'est l'extension de la A5, qui est maintenant passée à six voies [...]. D'un point de vue historique, la vallée du Rhin a tout simplement été l'un des principaux axes de transport en Europe centrale. Et l'A5 est également l'une des principales artères du réseau autoroutier européen Nord-Sud [...]. Pour cette raison, je ne suis pas un ennemi de l'autoroute. Pas du tout. En principe, l'autoroute n'a fait que du bien à la région ».

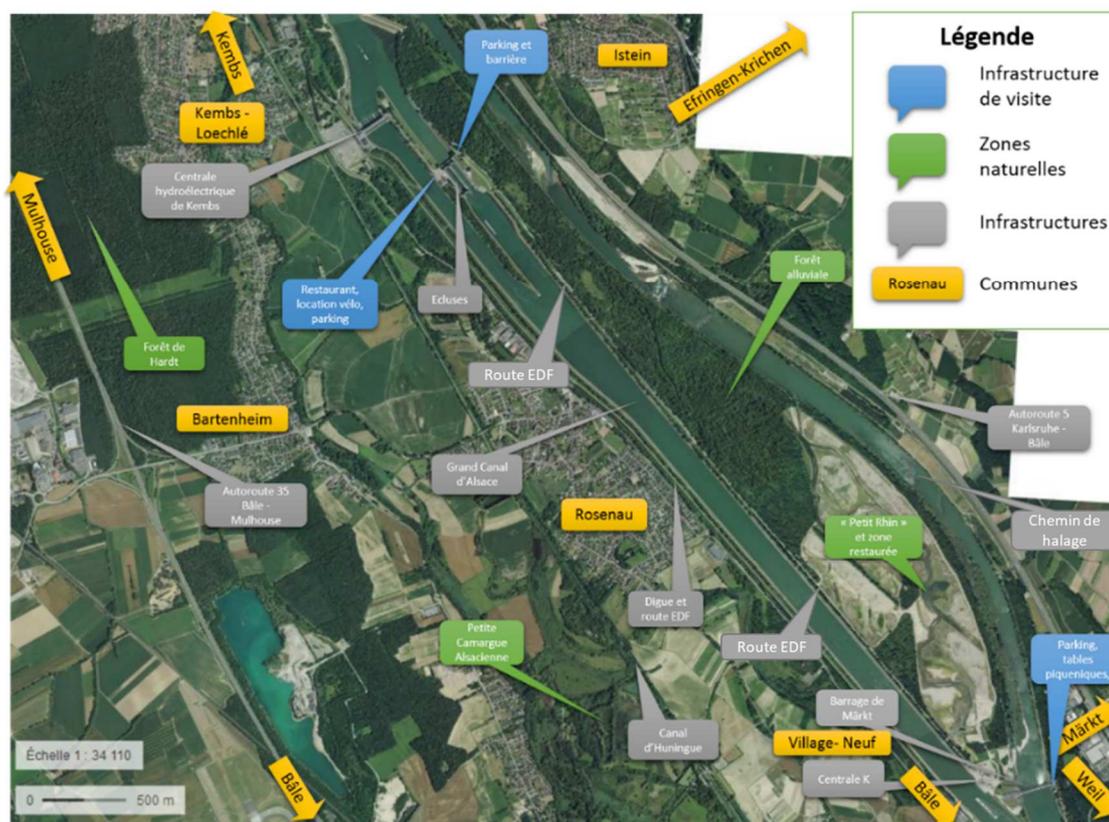


Figure 51 : Contexte géographique de l'île du Rhin et de la centrale de Kembs (Géoportail 2018, modifications : Sebastian Weber)

Une autre infrastructure paneuropéenne, mais de taille et d'emprise beaucoup plus limitées, est l'Eurovélo 15. Aménagé dans les années 2000, il suit aujourd'hui le Vieux Rhin sur la rive allemande et le canal d'Huningue sur la rive française.

La route EDF sur l'île du Rhin a une longueur d'environ cinq kilomètres. Elle longe la digue du Grand Canal d'Alsace et elle est principalement fréquentée par des véhicules de service d'EDF, des cyclistes et des promeneurs. La route continue jusqu'au barrage de Märkt où il est possible de traverser le barrage à pieds ou en vélo. Pour des raisons de sécurité, la traversée du barrage est possible uniquement sur des créneaux horaires fixés par EDF, hors des périodes de crues et d'interventions des agents EDF sur l'aménagement. Sur la rive droite du barrage de Märkt, c'est-à-dire sur la rive allemande, se trouve un parking, des tables de pique-nique et un chemin qui longe le Rhin. Ce chemin mène vers Weil-am-Rhein dans la direction sud et vers la barre d'Istein dans la direction nord.



Figure 52 : Construction de l'autoroute 5, 1962 (EL 75 VI a Nr 1514 Landesarchiv Baden-Württemberg)

Les travaux de construction de la centrale hydroélectrique et des écluses de Kembs ont commencé en 1928 et ont pris fin en 1932. Il s'agit du premier tronçon du Grand Canal d'Alsace qui était initialement supposé mener directement de Bâle à Strasbourg, en court-circuitant le Rhin par la rive française. Seule une fraction du débit du Rhin passe encore par son lit traditionnel. Les travaux sur le Grand Canal d'Alsace ont été interrompus par la Deuxième Guerre mondiale qui a également détruit une partie de la centrale de Kembs. Les travaux de reconstruction de Kembs et la continuation du GCA reprennent en 1945/46 (Tricart and Bravard, 1991a).

Les centrales hydroélectriques sur le Rhin ont toujours eu une double fonction. En même temps qu'elles produisent de l'électricité pour la région, elles génèrent des recettes suffisamment importantes pour financer, dans les années 1950, la construction du Grand Canal d'Alsace. Aujourd'hui les centrales financent la maintenance des écluses et des autres

infrastructures. De par leur conception, les barrages sont nécessaires pour faciliter le transport. Parmi les activités présentes sur le fleuve, les acteurs perçoivent le transport avec une plus grande visibilité que la production d'électricité.

La centrale de Kembs est la plus ancienne centrale hydroélectrique sur le Rhin Supérieur, et c'est donc la première concession qui a été renouvelée dans la région. La nouvelle concession est entrée en vigueur le 15 décembre 2010 et elle prendra fin le 31 décembre 2035. Les travaux réglementaires et compensatoires dus au renouvellement sont terminés et le site restauré a été confié à son nouveau gestionnaire, l'association de la Petite Camargue Alsacienne, en 2018. Dans le cadre du renouvellement de la concession, un champ de maïs de plus de 100 hectares (Figure 53) a été transformé en une zone naturelle traversée par un cours d'eau redessiné et appelé le Petit Rhin. Selon EDF, cette mesure est saluée comme « *un projet de renaturation gigantesque, un des plus grands d'Europe, qui a pour ambition le retour à des paysages emblématiques de l'Alsace* » (EDF, 2015). Le projet a aussi été salué par des personnes indépendantes interviewées et cela sera présenté dans la suite du document par l'analyse d'un effet de « vitrine » du projet. Le site restauré est d'abord destiné à la nature, notamment aux espèces endémiques de forêts et de plaines alluviales du Rhin devenues rares avec la disparition de ces milieux. D'autres mesures pour la faune ont aussi été réalisées comme des passes à poissons sur les deux côtés de la centrale K et une passe à castors sur la rive allemande au niveau du village de Märkt.

Le renouvellement de la concession a également créé de nouvelles infrastructures linéaires, à côté des aménagements naturels et énergétiques. Des sentiers pédestres ont été aménagés dans la zone restaurée. Selon un représentant d'une ville « *c'est nous, communes, qui avons insisté pour qu'il y ait un cheminement piéton qui soit ouvert au public.* »



Figure 53 : La vue sur la zone étudiée de Kembs avec le barrage de Märkt à droite et la centrale hydroélectrique de Kembs en arrière-plan à gauche. Au centre se situe l'île du Rhin avec les champs de maïs qui ont été transformés en terrain naturel depuis le renouvellement de la concession de Kembs et qui ont été intégrés dans la Réserve naturelle Petite Camargue Alsacienne (Association Au fil du Rhin 2010)

2.7.3 Coévolution des usages et des infrastructures

La majorité des usages observés sur le site est en progression. Le dynamisme de la région et la reconquête des espaces rhénans²⁸ favorisent ce développement. Il s'agit d'un secteur populaire pour des excursions, surtout par beau temps. Les autorités et gestionnaires sont conscients de la présence des usagers de loisirs, les tolèrent et, dans certaines limites, les favorisent. Par exemple, des modifications des infrastructures ont été faites pour les usagers, comme l'amélioration de la signalétique ou encore le choix d'un meilleur revêtement pour les routes d'entretiens. Ces modifications seront présentées dans les chapitres suivants.

Côté France, certains regrets persistent encore aujourd'hui au sujet de la perte d'accès au Rhin ou de la disparition d'activités comme la pêche (semi-)professionnelle dans le Rhin. La construction de la centrale de Kembs et du GCA dans les années 1930 n'est pas encore oubliée dans la région, surtout par les représentants de villes ayant perdu des surfaces et des accès au Rhin, ou encore par des associations de pêche et par les agriculteurs. La pêche et l'agriculture se trouvent ainsi parmi les usages en régression sur le secteur, comme il est possible de l'observer ailleurs sur des espaces à proximité immédiate du Rhin. Ces éléments pourraient expliquer notre difficulté importante de recrutement pour les interviews dans le secteur, surtout pour les agriculteurs français. Cela ne veut pas dire qu'il y a moins d'agriculture et de pêche dans la plaine rhénane alsacienne et badoise aujourd'hui comparé aux années de référence 1950. En effet, les résultats des entretiens montrent que les usages se sont déplacés et même éloignés du Rhin.

La création de l'association de la Petite Camargue Alsacienne, gestionnaire de la réserve naturelle éponyme, a été déterminante pour le développement des usages dans la région, en particulier pour les usages de loisirs. Aujourd'hui, la Petite Camargue Alsacienne est une réserve de 904 hectares et elle emploie une vingtaine de personnes. Sa création date de 1983 avec au départ une emprise de 120 ha. En 2018, l'association est composée de 800 membres et d'un conseil d'administration de 42 personnes issues des collectivités territoriales et des associations, avec des représentants des trois pays. C'est en 2006, que la réserve a vu sa superficie augmenter de 120 à 904 hectares, en intégrant une partie de l'île du Rhin entre sa pointe sud et sa limite opposée au nord des écluses. EDF, qui est concessionnaire d'une partie des terrains et propriétaire d'une autre partie, a confié en début 2018 la gestion de ces terrains à l'association Petite Camargue Alsacienne. Aujourd'hui, le « cœur » de site, sur la rive française, accueille au moins 200 000 personnes par an. Environ 400 personnes peuvent

²⁸ Exemples d'évènements et de démarches d'envergures de reconquête du Rhin : IBA Bâle, un «instrument de développement urbain et régional» (www.iba-basel.net); floralies (Landesgartenschau) 2022 à Neuenburg aux bords du Vieux Rhin (www.neuenburg2022.de); passerelle piétons-cyclistes entre Kembs ou Rosenau et l'île du Rhin (<https://www.dna.fr/edition-sundgau-trois-frontieres/2020/01/29/une-nouvelle-passerelle-sur-le-rhin>); projet « Weil geht an den Rhein »

fréquenter la pointe de l'île un jour d'été le weekend, et 40 000 personnes par an passent par les écluses pour accéder à l'île du Rhin²⁹.

2.7.4 Usages en progression

Deux usages en progression sont particulièrement marquants pour le site de Kembs, le cyclisme et la baignade, ils seront donc traités plus en détail.

2.7.4.1 Le cyclisme

La pratique du vélo est un usage populaire sur le site de Kembs. La situation géographique avec la proximité des agglomérations suisses, françaises et allemandes, ajouté à la topographie du terrain avec peu de relief et le cadre naturel de la forêt rhénane et du Vieux Rhin contribuent à cette popularité. Il existe la possibilité de louer des vélos électriques sur l'île même, au restaurant qui se situe à côté du parking des écluses³⁰. Une fréquentation importante de vélos a été observée lors des visites du site, en particulier les weekends et lors de jours de beau temps.

La contribution des infrastructures à la croissance du cyclisme a été mise en avant dans tous les entretiens réalisés sur le secteur. La présence de chemins d'entretiens goudronnés (cf. Figure 54) qui longent le Rhin et l'île du Rhin et qui sont interdits à la circulation des voitures privées se prêtent à une pratique du vélo de loisirs ou du vélo de route. La possibilité de traverser le Rhin entre Märkt et l'île par le barrage, et entre l'île du Rhin et Kembs par les écluses est un vrai avantage pour les cyclistes qui devraient sinon emprunter des ponts routiers (au sud le pont Palmrain et au nord le pont entre Chalampé et Neuenburg). Cette possibilité de traverser le Rhin rend possible des sorties de vélo en boucle en passant par Bâle, par exemple. En revanche, les cyclistes qui empruntent l'Eurovélo 15 ne fréquentent pas beaucoup l'île, car le tracé français passe dans l'arrière-pays et traverse la réserve de la Petite Camargue Alsacienne alors que le tracé sur la rive allemande passe sur les chemins de halage qui longent le Vieux Rhin.

Les gestionnaires d'infrastructures ne restent pas à l'écart de ce développement. Soit de leur propre initiative, soit du fait de la pression des usagers, ils aménagent différemment leurs infrastructures. EDF a ainsi ouvert le passage par le barrage de Märkt (Figure 55) dans les années 1990 (pas de date exacte obtenue) et ensuite, selon un gestionnaire d'infrastructures, ils ont ont « *renforc[é] la signalétique pour les vélos pour dire que le barrage de Kembs il est à cet endroit-là. [...] Du coup la conséquence c'est que oui il y a une augmentation par exemple des cyclistes, des promeneurs [...], des gens qui vont venir se promener dans cette zone naturelle* ». Ce qui est vrai sur la rive française est encore plus marqué sur la rive allemande. Les berges du Rhin étant plus accessibles et fréquentées qu'en France, les usagers demandent des services pour leurs activités, même si les infrastructures n'ont pas été initialement conçues pour cela, comme l'illustre un gestionnaire d'infrastructures allemand :

²⁹ Estimations obtenues par des échanges avec des gestionnaires et représentants des communes non-enregistrés et codés dans le cadre de ce projet.

³⁰ https://www.jds.fr/rosenau/location-de-velo/rhin-et-decouverte-ecluse-a-kembs-4094_L

« [L]a piste cyclable internationale [l'Eurovélo 15, les auteurs] du Rhin est très fréquentée. Parfois, nos véhicules d'entretien ne peuvent pas passer du fait des cyclistes, des marcheurs, des barbecues, de la natation. [...] La demande de la population pour la qualité du sentier, le sentier d'halage du Rhin, a augmenté de manière significative. Il est souvent difficile de faire comprendre que cette voie est une voie de maintenance pour l'administration des voies navigables. La population la perçoit en fait comme une piste cyclable. Et pour nous, en tant que voie d'exploitation, nous n'aurions pas besoin de la préparer aussi bien que nous le faisons réellement. Mais il est clair pour toutes les personnes concernées que cela ne peut pas être communiqué. C'est pourquoi nous veillons à ce qu'il soit proche de la qualité des pistes cyclables. »



Figure 54 : Route EDF, vue vers les écluses (nord).
Photo : auteurs



Figure 55 : Passage par le barrage de Märkt.
Photo : auteurs

Cette proximité entre le cyclisme comme activité de loisirs et les activités d'entretien des infrastructures fluviales n'est pas toujours sans conflit. Un opérateur d'infrastructures interviewé constate que la volonté de concilier différents usages sur une même infrastructure peut engendrer des frictions :

« Je pense qu'il y a peut-être un manque d'informations, de communication de notre part pour leur dire ben voilà c'est une route qui est à disposition, enfin l'usage est aussi pour les cyclistes mais aussi une route de service pour EDF. Et du coup voilà ça fait que des fois il y a des tensions et même c'est pas des fois, c'est assez fréquent. J'étais encore cette semaine à Kembs et j'ai pris cette route et puis l'exploitant qui était avec moi il m'a dit qu'il s'était engueulé avec des cyclistes quelques jours avant ».

En résumé, le cyclisme est un usage en forte interaction avec les infrastructures. Il est favorisé par ces derniers et influence de son côté aussi les infrastructures. Les cyclistes demandent des accès, des sentiers ayant un bon revêtement et une limitation de la circulation par des voitures. Pour le site de Kembs, cela implique que les gestionnaires des infrastructures, mais aussi les gestionnaires des espaces naturels, sont amenés à adapter leurs habitudes pour éviter des conflits.

2.7.4.2 La baignade

Le site de Kembs étudié est populaire pour des pratiques de détente et de baignade. La célèbre « barre d'Istein » (située dans le Vieux Rhin entre l'île du Rhin et la rive allemande) et sa plage rive droite (Figures 56 et 57) constituent un site de baignade connu à l'échelle régionale. Une

fréquentation par plusieurs centaines personnes les weekends d'été est relativement commune. La baignade a augmenté ces dernières années, mais il s'agit d'un endroit qui est fréquenté depuis longtemps.



Figure 56 : La barre d'Istein vue de la rive allemande. Photo : auteurs



Figure 57 : La barre d'Istein et des baigneurs vues de la rive française. Photo : auteurs

Les aménagements hydrauliques, surtout le barrage de Märkt, sont localisés en amont de la barre d'Istein. Ils sont à l'origine de certaines tensions entre les baigneurs et les exploitants EDF pour des raisons de sécurité. Lors d'une potentielle ouverture du barrage de Märkt les baigneurs pourraient être emportés par une brusque augmentation du niveau d'eau. Pendant la saison d'été, des hydroguides³¹ payés par EDF fréquentent les sites de baignade et informent les baigneurs sur les risques et les gestes à adopter. Pour un exploitant interviewé

« la Barre d'Istein c'est un endroit qui est sympa pour venir se refroidir, se rafraîchir quand il fait chaud [...]. [P]our nous c'est quand même un endroit très dangereux puisque c'est à l'aval du barrage. Du coup on a les hydro-guides l'été [...] pour faire la sensibilisation par rapport à ce risque-là. »

Le site et son usage montre de manière exemplaire comment les différentes réglementations influencent les manières d'appropriation du Rhin entre les Français et les Allemands. Sur la rive française du Vieux Rhin la baignade est interdite, mais juste en face, sur la rive allemande,

³¹ Il s'agit souvent des étudiant[e]s français(es) recrutés pour un emploi d'été.

la baignade est tolérée par les autorités allemandes. « *Alors là c'est un peu plus un conflit, c'est la différence qu'il y a entre la réglementation française où on dit qu'il ne faut pas se baigner dans le Vieux-Rhin et côté allemand où [...] c'est moins strict là-dessus* ». En Allemagne il existe un droit général d'accès aux voies navigables. Seulement

« [Lorsque ce n'est pas raisonnable ou dangereux, [la baignade] doit être interdite. Je dis que c'est une utilisation commune de la voie navigable, c'est autorisé. Si vous parlez de certains lieux de baignade, il y a toujours le problème que les autorités locales devraient le faire. [...] Cela signifie que vous devez vérifier la qualité de l'eau tous les six mois environ, ou même à des intervalles plus courts, et qu'il vous faudra peut-être ensuite les fermer, mettre des douches à disposition, ou autre. C'est pourquoi les autorités locales hésitent à créer des zones de baignade officielles ».

Il est possible de dire qu'en Allemagne l'infrastructure « voie navigable » permet, à minima, l'usage de la baignade. En France cet usage de l'infrastructure est interdit, sans exceptions. Dès lors que des personnes sont aperçues se baignant dans le GCA, les autorités sont notifiées, comme l'explique un interviewé : « *Il y a aussi les jeunes qui viennent se baigner le long du Rhin, qui aiment bien faire la course avec les gendarmes, parce qu'ils n'ont pas le droit de se baigner.* »

Il est possible que la fréquentation des sites de baignade augmente dans le futur, sous l'hypothèse que les riverains se rapprochent de plus en plus du Rhin. Les communes allemandes pourraient en profiter pour augmenter leur attractivité et les autorités françaises seront soumises à une pression plus forte pour proposer des endroits de baignade, soit dans le Rhin, soit à proximité.

2.7.4.3 Autres usages en progression

La navigation fluviale comme usage économique sur le Rhin se divise entre les croisières qui sont dans une phase de croissance importante depuis de nombreuses années, et le transport de fret et de cargos qui voit son développement stagner, malgré une activité économique croissante. Il n'y a pas de conflits importants entre ces deux types de transport pour le moment, car les capacités d'éclusement sont suffisantes pour éviter des embouteillages et/ou des temps d'attente importants devant les écluses. Cela est illustré par un questionnaire d'infrastructures : « *en ce qui concerne le trafic, la voie navigable du Rhin pourrait certainement faire face à encore plus sans problème [...]. Le seul problème est que lorsqu'une écluse est en révision ou que quelque chose est cassé, il y a parfois des embouteillages* ». Les bateaux de plaisance passent également par les écluses, mais ils sont obligés d'attendre le passage des bateaux de croisière et des bateaux de fret, qui ont la priorité.

Les croisiéristes ne fréquentent pas le site de Kembs, il n'y a donc que peu de points de contact avec les autres usages (contrairement au site de Strasbourg, ou à Brisach). Par contre le processus d'éclusement même présente une attractivité importante dans la région, qui attire beaucoup de personnes. Le parking juste à côté des écluses (cf. Figure 58), le restaurant attenant, ainsi que la possibilité de se promener au bord de l'eau constituent un cadre attirant.



Figure 58 : Ecluse, parking et bande verte. Photo : auteurs

Les activités économiques exercés dans ces villes limitrophes de la métropole de Bâle influencent également la consommation du foncier et les usages sur place. L'agrandissement de l'autoroute A5 côté Allemagne de deux à trois voies est un résultat direct de cette dynamique. Le trafic plus important aujourd'hui ne gêne pas encore de manière importante les usagers de loisirs, mais l'activité portuaire est à la source de plusieurs tensions entre les exploitants de l'hydroélectricité et les gestionnaires du port de Bâle. Celui-ci se trouve en dehors du site étudié, mais il est la destination des bateaux de fret qui passent par les écluses. EDF cherche à optimiser la production d'électricité de la centrale hydroélectrique de Kembs en jouant avec les marges d'exploitation définies dans le cahier de charges, mais les gestionnaires du port perçoivent de manière négative des écarts entre les côtes minimales et les côtes réelles. Ceci a été constaté par un représentant d'un gestionnaire des voies navigables : « les Suisses sont très attentifs au niveau des eaux dans leurs ports. Ici, dans la retenue [de Kembs], il y a souvent des problèmes, car EDF utilise la tolérance qui existe dans les niveaux d'eau dans la retenue. »

Les usages de loisirs de la pratique du kayak et des sports d'eau se situent surtout sur le Vieux Rhin avec son débit moindre et son caractère plus naturel. Suite à l'augmentation du débit réservé dans le Vieux Rhin, la pratique du kayak est devenue plus populaire. Il s'agit d'une activité qui se pratique surtout par quelques entreprises qui proposent des excursions. La pratique se concentre sur quelques journées de weekend au cours du printemps et de l'été. La difficulté de rejoindre le site de kayak d'eau vive à Huningue en kayak jusqu'au Vieux Rhin limite le développement de cette activité. Le fait de devoir traverser la voie navigable, sortir le kayak de l'eau au niveau du barrage et le remettre à l'eau en aval du barrage semble rédhibitoire pour les pratiquants potentiels.

2.7.5 Usages en régression

2.7.5.1 L'agriculture

L'agriculture est en régression sur la zone d'étude, au point qu'il ne reste presque plus de terrains agricoles sur le périmètre, comme le montrent les résultats de l'analyse de l'occupation des sols (première partie de cette étude). En France il subsiste certains terrains entre Rosenau et Kembs, ainsi qu'entre le Rhin et la Petite Camargue Alsacienne. Il a malheureusement été difficile d'organiser des entretiens avec les agriculteurs, potentiellement suite à une crispation autour de la question des usages et de l'évolution de leur pratique dans

le secteur. Ce qui est recensé ici n'intègre donc pas le point de vue des agriculteurs. Par contre il y a le point de vue d'un représentant d'une commune française :

« La canalisation du Rhin, la construction de tous ces éléments a conduit à l'expropriation de tous les agriculteurs de Rosenau et à la perte de centaines d'hectares qui aujourd'hui sont étatiques. Toutes les terres maraîchères, on en avait autant que Village-Neuf, on les a toutes perdues quand le canal a été construit. Donc ça a été un vrai traumatisme pour le village à l'époque. Et c'est d'ailleurs pour ça qu'historiquement le village a très mal réagi quand la réserve naturelle s'est construite, enfin s'est créée au début des années 1980 parce que les gens ont vu à l'époque l'arrivée d'une deuxième phase d'expropriation en disant : 'Après tous les terrains qu'on nous a 'volés', pris entre 1930 et 1960, voilà qu'arrive une deuxième vague d'expropriation de nos agriculteurs ou de nos maraîchers, cette fois-ci pour créer une réserve naturelle.' Et c'est pour ça que la réserve naturelle qui devait faire 900 hectares dès le départ, mais un peu différemment de ce qu'elle est aujourd'hui, par l'intervention des élus, des agriculteurs et des défenseuses de l'époque, finalement c'est réduit à 120 hectares. »

L'expansion du périmètre de la Petite Camargue Alsacienne sur l'île du Rhin en 2006 et surtout l'intégration de l'ancien champ de maïs, aujourd'hui zone renaturée, a potentiellement exacerbé le sentiment « d'expropriation ».

Sur la rive allemande, la conversion des espaces agricoles sur des zones inondables, à l'intérieur de l'endiguement, en zones naturelles s'est faite probablement dans le cadre de la construction de l'Autoroute A5. Ces espaces se trouvaient sur le foncier qui appartenait à l'état (car en zone tampon du Vieux Rhin) et pouvaient donc facilement être utilisés pour des mesures de compensation. A cela s'ajoute les travaux réalisés dans le cadre du Programme intégré du Rhin³² qui ont eu lieu sur les rives du Vieux Rhin entre Märkt et Brisach pour améliorer la capacité de rétention des crues.

2.7.5.2 La pêche

L'activité de pêche de loisirs est en régression sur le Rhin, autour de l'île du Rhin. Il semble que l'aspect très industriel du Rhin côté français et le manque d'accès rendent la pratique moins attractive. Ce déclin est également lié à une modification de la pratique qui s'oriente vers une pêche plus sportive, plus dynamique et plus en proximité des villes (cf. l'analyse de Strasbourg). De plus, il existe déjà à proximité du Rhin des sites de pêche populaires, concurrents, comme les étangs et le canal de Huningue qui traverse la réserve de la Petite Camargue Alsacienne. Les difficultés d'accès et les interdictions de circuler sur les routes d'entretien, ainsi que l'interdiction par les gestionnaires d'infrastructures de pêcher à proximité des centrales, des écluses et des barrages constituent des freins supplémentaires à la pratique de cette activité.

La situation de la pêche dans le Vieux Rhin semble être plus stable. Un représentant d'une ville observe qu'« alors ben on en voit [des pêcheurs] si on est sur le Vieux-Rhin, on en voit un

³² Integriertes Rheinprogramm : programme allemand de création de zones de polder sur le Rhin Supérieur. <https://rp.baden-wuerttemberg.de/Themen/WasserBoden/IRP/Seiten/Weil-Breisach.aspx>

petit peu, parce qu'en fait nous on était surtout tournée vers le Grand Canal, donc enfin ouais. Il y en a quelques-uns au Grand canal mais pas beaucoup. Dans le Vieux Rhin il y en a plus, mais pas beaucoup ». La Figure 59 montre un pêcheur sur la rive allemande, sur la zone de pique-nique à l'entrée du barrage de Märkt. Nous avons pu observer quelques pêcheurs dans ce secteur, mais nous n'avons pas pu obtenir des éléments permettant de suivre l'évolution de la pêche sur ce secteur spécifique.



Figure 59 : Un pêcheur et des bancs en amont du barrage de Märkt sur la rive allemande. Photo : auteurs

La pêche professionnelle n'existe plus sur le secteur étudié. Il est possible de trouver des aménagements de pêche professionnelle le long du Vieux Rhin (Figure 60), coté allemand, en aval du barrage de Märkt, mais ils ne semblent plus être utilisés (de manière professionnelle). Sur les sites internet de pêche sur le Vieux Rhin il n'y a aucune mention de cette pratique³³. Selon un représentant d'une ville, il existe des personnes ayant conservé un droit de pêche commerciale, mais il semble que, soit ces personnes n'utilisent plus ce droit, soit elles exercent ce droit plus en aval, en dehors de la zone d'étude. A cela s'ajoute la protection du Vieux Rhin et la volonté des autorités et des pêcheurs d'augmenter le nombre de poissons dans le Vieux Rhin, ce qui n'est pas compatible avec les prélèvements nécessaires pour exercer une activité professionnelle³⁴.

³³ ; http://www.av-weil.de/_wordpress/

³⁴ http://ig-altrhein.org/wp-content/uploads/2018/01/fischereibestimmungen_IGAR_20141.pdf



Figure 60 : Installation de pêche dans le Vieux Rhin en aval du barrage de Märkt. Photo : auteurs

2.7.6 Résumé

Une appropriation forte du Vieux Rhin et de l'île du Rhin par les pratiquants d'activités de loisirs est opposée à un usage presque exclusivement économique du GCA. Pour les usagers, cette séparation semble convenir. Peu de conflits ont été recensés sur le secteur, hormis certaines frictions entre cyclistes et baigneurs d'un côté et les gestionnaires d'infrastructures de l'autre.

Les acteurs qui subissent cette division sont les communes, surtout celles sur la rive française, qui se voient coupées des espaces de loisirs. Les communes constatent la richesse écologique de l'île du Rhin et du Vieux Rhin et elles essaient d'en profiter. Chaque commune emploie des stratégies qui lui sont propres, et il y a une cohérence dans l'identification de l'île du Rhin comme un site important pour la biodiversité. Le PLU de Kembs, dans le chapitre « *Les fonctions récréatives et symboliques* » (p.79), liste un itinéraire balisé sur l'île du Rhin qui permet de faire le tour de l'île et des écluses situées sur le Grand Canal d'Alsace. Ces dernières « *offrent le spectacle du passage des péniches, ce qui attire, à la belle saison, de nombreux promeneurs* » (ADAUHR, 2017). Au sujet de l'île du Rhin, le SCOT (OTE_Ingénierie, 2013) constate que l'île « *est aujourd'hui entièrement dédiée à la biodiversité* » (p. 298). En ce qui concerne les tendances et enjeux, le SCOT indique que « *le site rhénan présente l'opportunité de concilier le canal, ses écluses et ses péniches à côté d'un fleuve réhabilité, offrant le spectacle d'une dynamique fluviale naturelle* » (p. 298). Les communes allemandes ont également remarqué le potentiel de ces sites, comme l'illustre un interviewé allemand :

« Ce que je peux donc dire, c'est que les communes redécouvrent de plus en plus le Rhin pour elles-mêmes. [...] Ainsi, le Rhin en tant que zone de loisirs locale ou en tant que zone d'urbanisme devient de plus en plus intéressant pour les communes. Et je crois que c'est en fait devenu une prise de conscience au cours des dix dernières années. »

Cela s'oppose au constat par un interviewé français :

« L'île du Rhin, aujourd'hui, elle est dans la réserve naturelle, il y a un arrêté de circulation qui est très drastique sur ce qu'on a le droit d'y faire ou pas. Donc aujourd'hui la commune ne peut absolument rien faire sur l'île du Rhin. On ne peut

rien faire sur le Rhin non plus donc la seule chose qu'on puisse faire, c'est donc l'aménagement entre l'écluse et l'usine. C'est la seule chose aujourd'hui que nous ayons le droit de faire. »

Cette expression de frustration montre qu'il est nécessaire de faciliter l'accès à ces zones pour les habitants des communes le long du GCA. Dans un deuxième temps, il semble important d'essayer de concilier usages, infrastructures et écologie sur ce périmètre, en prenant en compte les besoins de tous les acteurs. En effet, même s'il est souvent caractérisé comme la vitrine d'un projet de renaturation, cette zone peut aussi être vue comme très restrictive.

2.8 Comparaison entre les sites

Ce chapitre a pour but d'analyser les grandes tendances et typologies qu'il est permis d'observer sur nos quatre sites d'étude et de les comparer pour tenter de dégager les éléments qui influencent ces grandes tendances.

2.8.1 Des infrastructures qui exacerbent les différences entre pays frontaliers.

Comme le montrent les résultats de nos enquêtes sociologiques, il est fréquent d'observer entre pays, et parfois même de part et d'autre des fleuves, des différences d'usages, de perceptions et d'appropriation de l'espace très nettes pour un même type d'infrastructures. Ces différences peuvent pour certaines s'expliquer, totalement ou en partie, par des éléments autres que les « relations infrastructurelles » (Shove, 2017) des pratiques, tels que la topographie, la législation, les apports socio-culturels etc.

C'est par exemple le cas de la pêche, dont la réglementation varie fortement entre la France, l'Allemagne et l'Autriche, ce qui influence fortement les pratiques. C'est également le cas pour la baignade, qui au-delà de réglementations d'accès différentes est également influencée par une culture du bain en eaux libres nettement plus marquée en Allemagne.

Cependant, dans tous les cas, l'emprise territoriale de l'infrastructure ou son interaction éventuelle avec les usages, qu'elle soit favorisante ou contraignante, viennent exacerber ces différences intrinsèques initiales. Les éléments empiriques issus des observations participatives confortent de ce point de vue les apports théoriques issus de la Théorie de la Pratique Sociale (TPS). Ainsi, les infrastructures présentent un « élément matériel » crucial (Cass et al., 2018) des pratiques dans un contexte spatial et sociétal qui varie sensiblement d'un site à l'autre. La cristallisation des différences vécues, induites par la variabilité des situations spatiales et sociétales, est alors souvent attribuée à la présence infrastructurelle. Celle-ci est perçue comme la cause principale de la différence qui est mise en lumière à son contact. De ce point de vue, les exemples de la baignade sur le Rhin et de la renaturation de berges sur le Danube sont particulièrement parlants.

Si l'on développe le cas du Rhin, la présence du Grand Canal côté français, dont les travaux ont commencé à la fin des années 30, impose un espace Rhénan au caractère fortement industriel et peu propice à la baignade, celle-ci étant par ailleurs strictement interdite. Côté allemand, la baignade n'est pas interdite et les berges, si elles n'en demeurent pas moins très artificielles et entretenues, ne sont pas systématiquement canalisées ou endiguées ce qui confère au Rhin historique une tonalité plus naturelle et appétante. Côté français, cette différence marque les esprits. Le sentiment exprimé est celui d'une « spoliation » du Rhin naturel, du Rhin « baignable », du Rhin que l'on peut « investir » par le Grand Canal d'Alsace. Le canal focalise la perte perçue d'un usage qu'il contraint. Pourtant, cette activité, historique et bien documentée côté allemand, même avant l'équipement de la voie d'eau, n'est pas ou très peu documentée côté français où la baignade en rivière et la nage ont tardé à devenir des activités grand public, contrairement à l'Allemagne. Le Grand Canal par sa présence a entériné et accentué cette différence de départ, en forçant par la suite le cadre de la pratique.

2.8.2 Usages mobiles et usages statiques en décalage de développement.

La liste des usages en présence que l'on trouve sur les sites d'étude sont pour la plupart assez similaires alors que les situations spatiales, infrastructurelles et sociétales sont notoirement différentes. A ce titre il est remarquable que certains types d'usage connaissent des trajectoires similaires de progression ou régression sur l'ensemble des sites observés, donnant le sentiment global que certains usages sont « gagnants » et d'autres « perdants », face à l'aménagement fluvial ou à l'équipement énergétique du cours d'eau.

De ce point de vue on distingue un duo d'oppositions récurrentes sur chacun des sites étudiés, et sur chaque rive pour un même site :

- usages mobiles par opposition aux usages statiques,
- usages de consommation de l'espace par opposition aux usages « productifs »,
- Dans une moindre mesure, usages de loisir par opposition aux usages économiques.

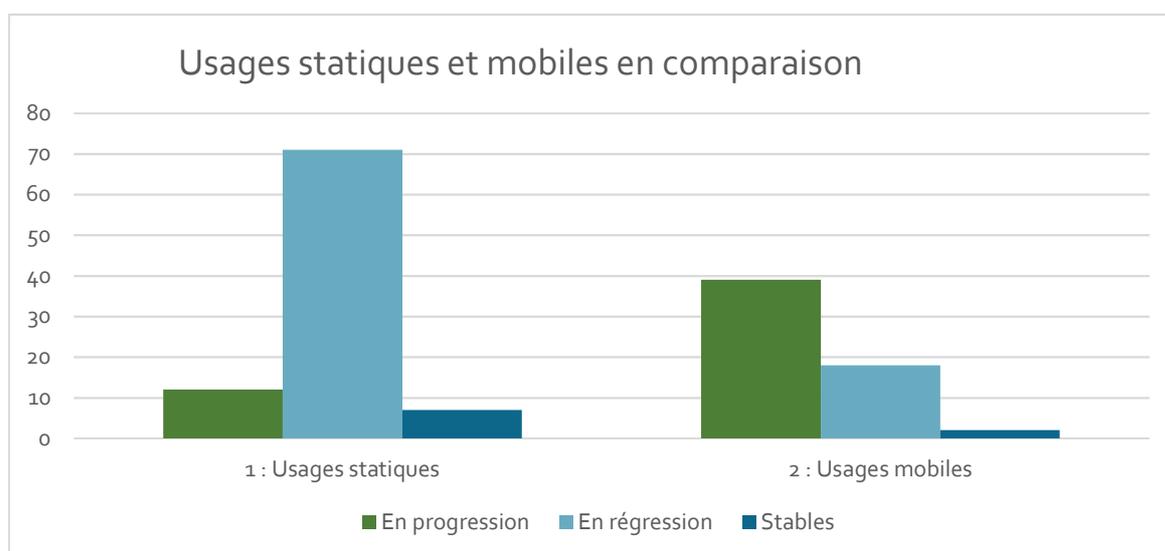


Figure 61 : Comparaison entre l'évolution des usages statiques et mobiles. Recherche NVivo pour des co-occurrences des codes usages statiques/mobile et en progression/régression/stables

Dans un premier temps l'opposition entre usages mobiles dans l'espace et usages statiques semble la plus flagrante (Figure 61). Les résultats des enquêtes montrent une tendance au fort développement des usages qui se pratiquent de façon dynamique le long de la voie d'eau, que ce soit directement sur l'eau (principalement le transport fluvial, en particulier les croisières, mais aussi dans une moindre mesure le kayak ou l'aviron) ou sur ses berges aménagées (cyclisme, randonnées). Ces activités bénéficient directement de l'entretien des berges, de la connectivité transversale ainsi que d'un plan d'eau stable créé par les ouvrages sur l'ensemble du linéaire étudié. Les aménagements du fleuve et des marges rivulaires améliorent nettement l'accessibilité saisonnière et climatique de l'espace fluvial, qui reste praticable en dépit du temps ou de l'hydrologie, à l'exception bien sûr des événements climatiques extrêmes. Le fleuve reste par exemple navigable à l'étiage (sauf épisodes sévères), il est également plus régulé en période de fortes eaux. Les voies de halage sont déneigées en hiver, ainsi que toutes les connexions et réseau qui passent

par les ouvrages. Sur de longues portions, la voie d'eau est également rendue plus statique, ce qui permet d'y pratiquer des activités à bord d'embarcations légères.

On remarque par ailleurs que ces usages dynamiques, à l'exception du transport fluvial de marchandises, sont des activités de loisir ce qui tend à renforcer dans l'esprit des personnes interviewées durant cette partie de l'étude (ce sera également vrai pour la suite) que les loisirs ont tendance à être plus favorisés.

En revanche, les usages « statiques », fixés dans l'espace, à l'image de l'agriculture, de la pêche et en partie aussi de la baignade sont plutôt en régression, ce qui conduit les observateurs à les qualifier d'usages « perdants ». C'est tout particulièrement le cas de l'agriculture, qui, aussi bien en surface exploitée qu'en nombre d'exploitations, est en régression sur l'ensemble des sites étudiés. Ce phénomène n'est pas dû à l'unique développement des infrastructures fluviales et hydrauliques mais dépend pour une large part des difficultés économiques et organisationnelles inhérentes au secteur agricole, en mutation continue depuis les années 1950. Cependant, la présence des infrastructures, dont la plupart se sont développées en rognant sur les terres agricoles ou à leur contact direct, contribue à l'évolution fonctionnelle du foncier et au recul des pratiques agricoles. C'est également le cas d'une manière indirecte et différée à travers des parcelles renaturées au titre de la compensation environnementales des activités industrielles, qui ont parfois été établies au détriment direct d'espaces agricoles (exemple de Kembs). Dans certains cas, la présence infrastructurelle a également contraint certains accès aux terres agricoles et de ce fait a contraint leur exploitation.

Les infrastructures fluviales et hydrauliques ont cependant également bénéficié à l'exploitation agricole, notamment en limitant le risque d'inondations et en limitant les pertes agricoles. Sur les sites de Engelhartzell-Jochenstein et Kehl-Strasbourg elles ont rendu possible une agriculture moins vulnérable face aux crues et aux variations de la nappe phréatique. Cependant, cet apport se heurte à la transformation structurelle du secteur de l'agriculture intensive et vient à nouveau exacerber une problématique de changement exogène. L'infrastructure peut également limiter la capacité des activités à se projeter dans une dynamique de changement. Aujourd'hui, le monde de l'agriculture se diversifie à l'échelle Européenne, par exemple avec le développement de l'Agriculture biologique ou raisonnée qui suppose l'arrêt de l'utilisation de produits phytosanitaires et le morcellement des parcelles agricoles en de plus petites surface exploitables. Dès lors, la qualité de la terre exploitée redevient un avantage comparatif intéressant pour ces nouvelles pratiques agricoles inspirée des méthodes ancestrales. L'abondement en limons et en alluvions permis par les régimes de crue naturels est un gage de plus grande qualité agronomique. La limitation des crues, jusque-là perçue positivement pour certaines cultures fragiles, comme c'est le cas à Kehl ou Jochenstein, pourrait de ce fait redevenir un inconvénient en limitant l'abondement en alluvions qui fertilisent les terres exploitées, si certains agriculteurs envisageaient un jour de se reconvertir vers d'autres pratiques agricoles qui le nécessitent. Que ce soit le cas ou non, la présence infrastructurelle limite leurs choix et vient renforcer le sentiment d'inadaptation ou de dépassement des exploitants agricoles situés au contact direct de la voie d'eau équipée.

Cette crispation autour de la présence industrielle qui agit comme un révélateur/amplificateur des changements à l'œuvre par ailleurs influe nettement sur l'acceptabilité de l'infrastructure par les publics concernés. Dans le cas du secteur agricole, c'est un état de fait particulièrement prégnant, qui a d'ailleurs rendu difficile pendant cette étude la conduite d'entretiens auprès d'exploitants.

Les entretiens conduits font état d'un impact sur les pratiques statiques rarement infligé de façon « directe » par les infrastructures. L'impact est principalement la conséquence de la perturbation des services écosystémiques rendus par l'espace fluvial dont bénéficiaient les usages statiques. C'est le cas par exemple pour l'expansion de crue, nous venons de le voir, mais c'est également le cas de la pêche qui souffre de l'impact des difficultés de franchissabilité des ouvrages et des profondes modifications hydro-morphologiques du cours d'eau sur l'halieutisme. Réduction de la capacité d'autoépuration dans un contexte déjà largement industrialisé, perte de la diversité d'habitats, impact sur la continuité *etc...* L'aménagement et l'équipement de la voie d'eau sont venus réduire la résilience des milieux dans un contexte déjà dégradé. La pêche professionnelle, déjà mise à mal par les pollutions industrielles, la baisse de la demande en poissons d'eau douce et des conditions d'exploitation difficilement modernisables et « industrialisables », a très fortement souffert de ce qui semble être un dernier coup d'estocade. Elle est en recul ou « éteinte » sur l'ensemble des sites d'étude, malgré un passé lointain plus glorieux.

La pêche de loisir, qui pâtie des mêmes impacts, présente cependant des signes d'adaptation. Les pratiques se diversifient et, point intéressant, intègre une plus grande mobilité dans leur pratique le long de la voie d'eau. Les entretiens mettent en avant des réalités perçues très différemment de ce point de vue. On observe d'une part les pêcheurs « au bouchon », pêchant assis depuis la rive, qui déplorent le très fort impact de l'infrastructure, autant sur la présence et le comportement halieutique que sur leurs conditions d'accès à la voie d'eau et sur le cadre paysager. D'autre part, des pêcheurs souvent plus jeunes misent sur une pratique plus adaptative, où une part de l'enjeu et de « l'aventure » de pêche consiste déjà à accéder au site de pratique. Ceux-ci n'hésitent pas à bouger en permanence le long de la voie d'eau ou même directement sur l'eau. Ces nouveaux pratiquants s'adonnent au *sport fishing*, *street fishing* (pêche en milieu urbanisé) et à l'utilisation de *float tubes*. Sans que cela semble refléter une adaptation consciente, c'est en s'imposant une plus grande mobilité longitudinale que cette pratique, peu à peu, s'adapte.

2.8.3 Des infrastructures à la fois génératrices de ruptures et de connections.

Les ruptures provoquées par l'aménagement, notamment hydro-électrique, ont leur pendant de nouvelles connectivités et inversement. A la rupture longitudinale de la continuité piscicole et sédimentaire répond une mise en connexion territoriale transversale, dans un premier temps pour les usages humains terrestres, pour lesquels l'infrastructure, à cheval sur la voie d'eau, est capable de fournir un passage, que ce soit d'une rive à l'autre, ou le long de l'axe fluvial dont la vocation industrielle force le dégagement et l'entretien.

Ainsi, la perception des ouvrages d'aménagement en tant que vecteurs de rupture spatiale ou plutôt de connectivité spatiale, dépend là encore de la nature des usagers et acteurs interrogés. Là où les activités mobiles dans l'espace et/ou en réseau bénéficient de façon immédiate et évidente de l'apport de ces installations, les usagers « statiques » ne perçoivent que les entraves (à la continuité) ou les empiètements sur leur « domaine d'usage ». Les activités statiques qui n'utilisent pas les vecteurs de connectivités qui constituent l'apport principal des infrastructures (au-delà de leur vocation initiale), ne perçoivent donc celles-ci que par les matérialisations diverses de la compétition qu'elles

entretiennent vis-à-vis de leur propre usage. A l'inverse, les activités mobiles, même s'il est possible qu'elles rentrent par ailleurs en compétition avec d'autres usages pour les infrastructures, les ressources ou les espaces, bénéficient directement de la connectivité produite par les infrastructures. De ce fait, les relations infrastructurelles que les usages mobiles entretiennent avec les infrastructures ne sont pas que négatives, ce qui de ce fait conduit à une meilleure acceptabilité. Comme développé dans le cadre théorique de cette section du rapport, les pratiques sont en compétition entre elles (Shove, 2012) pour la captation des ressources physiques nécessaires à leur réalisation : l'eau et l'espace étant principalement au cœur de notre sujet d'étude. Les activités industrielles, par le biais des infrastructures qu'elles ont développé, participent à cette compétition.

Les infrastructures peuvent par ailleurs être elles-mêmes objet de compétition entre les usages à qui elles fournissent leurs « éléments matériaux ». C'est par exemple le cas des différents espaces d'accès mis à disposition aux abords ou au travers des ouvrages, qui à certaines périodes de l'année sont victimes de leur succès et de ce fait commencent à générer des conflits d'usages. En créant de nouveaux espaces utiles progressivement appropriés par différents usages (voies de halage, plans d'eau calme, mises à l'eau), les infrastructures sont génératrices de nouveaux espaces de compétition. Les activités entrent en compétition pour la ressource en eau ou en espace, « arbitré » par les infrastructures et les régulations de leur usage.

Aujourd'hui, de nombreuses voix (associations, élus et même riverains sensibilisés) s'élèvent pour que la connectivité transversale s'étende au sujet de la biodiversité, notamment par la mise en place d'animoducs en pile des aménagements, ou par la création de guets artificiels. Demain, la capacité des infrastructures à rétablir de la connectivité transversale pourrait donc concerner le volet biodiversité et milieux. Au-delà des travaux et réflexions plus anciens sur la remise en continuité qu'il s'agit de restaurer, cette continuité transversale viendrait établir des connexions là où la nature n'en avait pas forcément prévu, ou alors seulement à des périodes restreintes et pour des événements climatiques rares et en raréfaction (prises en glaces, assecs). Vu par la plupart comme une nécessité palliative, certains usagers peuvent craindre cette nouvelle évolution qui pourrait créer de nouveaux espaces et ressources en concurrence : fuite du gibier hors des domaines de chasse attirés, facilité d'extension des espèces invasives, collisions...

Les nouveaux espaces utiles et l'entretien des espaces inaccessibles induits par la présence des infrastructures ouvre également la voie à des usages illicites qui parfois sont les premiers à coloniser ces nouveaux espaces, ou les investissent en dehors des périodes d'utilité diurne pour la tranquillité qu'ils procurent : braconnage (pêche ou chasse), événements sauvages, commerces illégaux. S'il n'est jamais considéré par les observateurs interrogés que ces usages sont « créés » par les infrastructures, il est souvent admis qu'elles les favorisent, et qu'elles les favorisent parfois au détriment d'usages licites ou historiques en permettant ou facilitant leur entrée en concurrence pour l'espace que mènent les usages entre eux.

2.8.4 Des infrastructures « en mouvement ».

Les adaptations des pratiques à la présence infrastructurelle, et corrélativement des infrastructures aux pratiques sont très intéressantes dans un contexte où les infrastructures fluviales et hydrauliques semblent souvent et partout « statiques » aux yeux des publics interrogés. Elles ne sont cependant pas immuables, ni physiquement, ni

dans la relation qu'elles entretiennent avec les usages avec lesquels elles entrent en interaction.

Les infrastructures ont parfois été pensées dans le but même de développer, faciliter ou simplement permettre un petit nombre originel d'usages. C'est par exemple le cas pour la navigation, avec la canalisation et l'adjonction d'écluses aux ouvrages hydro-électriques dès le départ. Cependant, au fur et à mesure que la mémoire de « l'avant équipement » se perd, une forme de mystification du passé opère dans les discours, allant jusqu'à oublier la vocation initiale de ces usages et les conditions d'usages délicates qui ont précédé l'équipement. A ce titre, il semble que l'acceptabilité des usages permis et l'acceptabilité des ouvrages infrastructurels qui les soutiennent, soient nettement décorréliées. Le transport fluvial par exemple, jouit d'une acceptabilité globale plutôt bonne parmi le panel interrogé, acceptabilité qui est renforcée par le repoussoir du transport routier. Cependant, l'approbation du développement du transport fluvial (économies carbone, nuisances routières...) n'exclut pas éventuellement de faire partie des groupes de détracteurs des infrastructures fluviales : segments canalisés, endiguement, usines, écluses.

Ces ambivalences de perception que l'on retrouve sur l'ensemble des sites d'étude à différents degrés et sous différentes variantes témoignent d'un même état de fait : les infrastructures ont co-évolué avec les pratiques et parfois développé des nouvelles relations infrastructurelles avec certaines activités, ce qui fait que la mémoire de leur vocation initiale peut s'estomper. En conséquence, l'appréciation des infrastructures ne se fait souvent que par le bilan que certains groupes d'utilisateur font de leur utilité directe pour leurs pratiques. Les infrastructures, en créant ou modifiant des espaces et des ressources en compétition, en favorisant des usages dont les dispositions intrinsèques sont déjà favorables au changement et en finissant de contraindre des usages en régression, cristallisent les disfonctionnalités des espaces sociaux et les fragilités des milieux naturels dans lesquels elles s'inscrivent.

3 Démarches participatives de réconciliation entre biodiversité et activités humaines

3.1 Introduction

Alors que les deux premières parties de notre étude nous ont permis de récolter des données de terrain sur l'état passé et actuel de la biodiversité aquatique et rivulaire des espaces fluviaux étudiés et des activités qui s'y exercent ; la troisième partie avait pour objectif de mettre en perspective ces résultats et les analyses qui en ont découlé. Il s'agissait de confronter ces résultats sous forme participative à différents publics de « sachants », qu'il s'agisse d'experts des sciences de l'écologie ou bien d'usagers présentant une expertise d'usage et une connaissance du territoire avancée. Ces interlocuteurs ont été invités à réagir sur une série de mesures d'adaptations infrastructurelles et d'améliorations environnementales, identifiées à l'aide des travaux des deux précédents lots. Le but étant de ne retenir que celles qui auraient le potentiel de répondre durablement (critère de pertinence écologique), de manière acceptable (acceptabilité sociétale) et efficiente (critère de rapport coût-bénéfice) aux problématiques de cohabitation de la biodiversité et des usages humains.

Pour se faire, la partie suivante détaillera l'approche méthodologique des différents dispositifs participatifs dont nous nous sommes inspirés et que nous avons dû adapter aux conditions sanitaires. Il s'agit des groupes Delphi (Parties 3.1) et des groupes d'acteurs focalisés ou Focus Groups (Partie 3.2). Nous reviendrons également sur l'articulation de ces deux approches complémentaires, avant d'en détailler les étapes respectives de déploiement, de recrutement et bien sûr sur les résultats obtenus pour chacun des sites d'études et chacun des ateliers (Parties de 3.3 à 3.5). Enfin, pour conclure, un chapitre d'analyse comparative s'efforcera de mettre en exergue les grandes tendances transversales qui s'expriment en matière d'aspirations et de mise en œuvre de mesures visant à pacifier, optimiser et à durabiliser les interactions entre biodiversités, usages et infrastructures dans des espaces toujours plus contraints et avec des ressources sans cesse plus en tension (Partie 4). Nous verrons à ce titre qu'au-delà de disparités certaines, une forme de convergence de pragmatisme se dessine en filigrane.

Note à l'attention des lecteurs :

Les dispositions propres à la distanciation sociale n'ont pas permis la réalisation des focus groups et des groupes Delphi dans les conditions prévues au cahier des charges de l'étude, ni en nombre équivalent. Le détail des adaptations méthodologiques et logistiques effectuées est donné dans les paragraphes méthodologiques du présent chapitre.

Malgré les efforts répétés de l'équipe projet, il n'a pas été possible de conduire de focus group sur le territoire d'étude du Rhin Supérieur. Les délais de glissements induits par la crise sanitaire et le format à distance, n'ont semble-t-il pas permis de convaincre des usagers de participer à ces ateliers de deux heures durant la période juin-juillet. Dans une moindre mesure, les mêmes difficultés de recrutement se sont présentées sur le Danube, où le nombre critique de 5 participants n'a pas pu être atteint – à deux reprises – suite à des désistements de dernière minute. Par soucis de complétude, le focus group s'est tout de même déroulé en nombre restreint.

3.2 Approche méthodologique : Delphi et Focus group, deux approches qualitatives complémentaires

Deux processus participatifs distincts ont été mis en place sur le territoire d'étude Danube. Tout d'abord, une procédure dite de Delphi de groupe (Niederberger and Renn, 2019 ; Webler et al., 1991) a été réalisée avec une sélection d'experts en écologie et en hydromorphologie afin d'identifier les mesures qui, selon eux, constituent des points de départ utiles et pertinents pour atteindre un état d'amélioration de la biodiversité satisfaisant. Dans un second temps, des groupes d'intérêt locaux, en particulier divers « groupes d'usagers », ont été invités à participer à des « groupes de discussion » inspirés de la méthodologie des focus groups pour compiler leurs réactions vis-à-vis des mesures précédemment identifiées dans la méthode Delphi de groupe. Idéalement, l'objectif est d'identifier les mesures qui seraient les plus bénéfiques tant du point de vue écologique que du point de vue des usagers.

3.2.1 La méthode des groupes Delphi : donner la parole aux experts et obtenir un consensus d'opinion.

La méthode des groupes Delphi est, comme celle du focus group, un outil de recherche. Elle vise à obtenir un avis expert partagé en favorisant par son animation l'atteinte d'un consensus, autant sur des événements futurs que sur des mesures de mise en œuvre de projet. Elle consiste en un processus structuré de communication organisant la production, l'agrégation et la modification des opinions d'un groupe indépendant d'experts.

Concrètement, la méthode des groupes Delphi comporte au minimum trois tours d'avis exprimés, parfois plus. Il est normalement réalisé autant de tours d'opinions qu'il en faut pour aboutir à un consensus maximum au sein du groupe. En conditions classiques, à chaque tour, chacun des participants donne son avis (phase1), est informé des avis exprimés par les autres ainsi que des réactions par rapport à son propre avis (phase2) pour lui permettre de réagir en tentant de se rapprocher de la réponse consensuelle (phase3).

Cependant, durant cette étape de navette, la communication ne se fait pas en face à face mais par interviews ou par questionnaires (éventuellement électroniques) dont l'anonymat est garanti pour les membres du groupe. On minimise ainsi le risque d'une contagion d'opinion et les biais d'auto-modération avant la « confrontation physique » dont le principe est justement de pouvoir aborder les thématiques par la mise en regard les extrêmes d'opinion afin de parvenir in fine à un consensus en ayant éliminé les « postures molles » et en ne conservant que le plus grand dénominateur commun d'opinion.

Le contexte sanitaire rendant impossible une séance présentielle et ayant provoqué d'importants retards dans le déploiement des ateliers Delphi physiques, un certain nombre d'adaptations ont été nécessaires tout en conservant l'esprit de cette méthode et ses principes fondamentaux.

- Il s'agit d'une méthode subjective dans la mesure où elle fait appel à l'intuition et aux connaissances des experts.
- Ses éléments fondamentaux sont :
 - o L'anonymat durant la phase de questionnaire,
 - o La possibilité de rétroaction sur les réponses données

- La simultanéité des données durant la phase « présentielle ».

Ainsi, il a été convenu de conserver le principe fondamental d'un questionnaire anonyme par écrit, via une plateforme de sondages en ligne, tout en simplifiant le principe de tours multiples pour le réduire à un seul. Il est cependant maintenu que les participants pouvaient rétracter leurs réponses et les modifier à tout moment, y compris après échange. Le temps d'échange est le cœur de l'exercice et il s'est tenu en visio-conférence, par le biais d'un salon en ligne.

Par ailleurs, les difficultés intrinsèques des groupes Delphi, aussi bien dans la formulation du sujet, la capacité à recruter un panel exhaustif d'experts ou les biais de discours ont été exacerbées par les dispositions propres à la distanciation sociale.

3.2.2 Dispositif spécifique et mise en place

Les ateliers des groupes Delphi du Rhin ont été subdivisés en quatre phases distinctes :

- **Un temps d'introduction**, comprenant la présentation des résultats d'études des deux premières parties du projet, permettant de donner aux différents participants le cadre du travail de recherche INTERCONNECT.
- **Le dispositif Delphi en lui-même**, divisé en trois séquences :
 - Une phase de débat en divergence – travaillant plus particulièrement sur les écarts d'opinion.
 - Une phase de débat en convergence – mettant l'accent sur les points de consensus.
 - Une phase de développement autour de mesures concrètes identifiées lors de la phase de questionnaires et de leurs leviers en guise de conclusion.

3.2.3 Les focus groups : obtenir les perceptions fines des usagers et éclairer les choix de stratégie opérationnelle.

Initialement, le programme d'étude prévoyait de compléter les résultats obtenus auprès d'experts scientifiques à la vision plus empirique et à l'expertise d'usage des acteurs locaux. Il s'agissait de travailler dans un premier temps autour de la faisabilité technique et de la pertinence scientifique de mesures d'amélioration des interfaces biodiversité/usages/infrastructures avec les panels d'experts en écologie, et de soumettre dans un second temps à un panel d'usagers les mesures qui avaient été criblées positivement par les experts, à l'aide de trois critères : pertinence écologique, acceptabilité, rapport coût/bénéfice. Le format « focus group », dans une formule de composition hétérogène (panels composés d'individus aux profils et statuts différents) était celui qui présentait la formule la plus satisfaisante pour collecter les opinions et perceptions dans leur diversité et pouvoir véritablement challenger les propositions de mesures criblées par les experts.

C'est une approche qui nous a semblée véritablement complémentaire de celle des groupes Delphis, en cela que, contrairement à ces derniers, l'approche « Focus Groups » ne recherche pas l'obtention d'un consensus, mais cherche au contraire à faire émerger les divergences d'opinion et à les faire s'exprimer avec finesse. Cette technique d'entretien repose sur une animation fine qui tire parti de la dynamique de groupe. Elle permet

d'explorer et de stimuler différents points de vue par la discussion. Les échanges favorisent l'émergence de connaissances, d'opinions et d'expériences comme une réaction en chaîne grâce à la réunion de personnalités aux profils, aux parcours et aux vécus hétérogènes, favorisant l'expression et la discussion d'opinions controversées.

Il s'agissait de pouvoir identifier les attentes des usagers et des acteurs locaux et de les faire réagir sur des solutions et mesures selon ce qui leur paraissait envisageable, souhaitable ou bloquant afin d'aboutir à des propositions le plus adéquates – aussi bien du point de vue des scientifiques que des usagers.

3.2.3.1 Déploiement, adaptations, et limites

Cependant, l'irruption de la crise sanitaire a rapidement forcé l'équipe projet, avec l'aval du comité de suivi scientifique, à prévoir une alternative à un dispositif « présentiel » classique de focus group. Par ailleurs, l'animation dynamique des focus groupes, basée sur des supports variés et permettant à chacun de se projeter (cartes, photos, projections, utilisation de l'espace, présentation de maquettes le cas échéant) est centrale dans le succès de ces dispositifs. La qualité des données et des propos recueillies dépend en grande partie des échanges que le modérateur réussira à développer entre les participants ce qui peut être compliqué à distance. L'animateur se doit d'exploiter la dynamique de groupe en invitant tous les intervenants à s'exprimer et en redirigeant les échanges en permanence et en fonction de l'évolution logique souhaitée par le questionnaire pré-établi. Des adaptations ont été nécessaires :

- Substitution du format présentiel par un format en ligne via un salon virtuel.
- Modification des supports de travail pour les adapter à une diffusion par écrans interposés.
- Raccourcissement de la séance.
- Renforcement de l'équipe d'animation : Un animateur principal, un animateur de cadrage, un rapporteur pour la prise de notes. La méthode traditionnelle ne comprend qu'un animateur et un support « observateur ».

Les éléments cruciaux de la méthodologie ont toutefois pu être conservés :

- Questionnaire guide établi au préalable.
- Méthode d'animation sur supports variés.
- Périmètre de thématique, spatial et temporel de la discussion limité – questionnaire directif.

La méthodologie des focus groups, qu'elle soit déployée sous sa forme classique ou adaptée, comporte une série de limites, qui se retrouvent exacerbées par le format en ligne et les difficultés propres au caractère transnational de nos territoires d'étude :

- La difficulté d'échantillonnage : accéder à un panel d'usagers diversifié et représentatif et créer suffisamment d'adhésion pour les inciter à se rendre disponible sans contrepartie n'est en soit pas chose aisée. Dans le cas présent, recruter un panel représentatif en un temps réduit et à distance s'est avéré d'autant plus compliqué que la plupart des usagers sélectionnés par le biais des interlocuteurs rencontrés lors de la deuxième étape de cette étude ne connaissaient pas le projet avant d'être contacté. Dans le cas des acteurs du Danube, les structures composantes de l'équipe projet étaient elles-mêmes méconnues des publics cibles.

- Le biais de discours : En contexte collectif, le risque est non négligeable que les participants donnent des réponses socialement désirables ou perçues comme étant « la bonne réponse à donner ». Deux phénomènes peuvent par ailleurs coexister, et se sont relativement ressentis durant les différentes phases de recrutement de cette étude :
 - L'auto-exclusion : avant même de participer, l'interlocuteur cible considère ne pas être à même de satisfaire à l'exercice.
 - L'auto-censure : une fois dans l'exercice, l'interlocuteur préfère ne pas s'exprimer, estimant que son propos n'est pas digne d'intérêt.
- Transposabilité : Les résultats d'un focus groups représentent la parole subjective des interrogés et ne sont que partiellement transposables. Il convient de garder une certaine prudence vis-à-vis des données récoltées car leur validité externe reste faible.

3.2.3.2 Recrutement et participation

Malgré deux tentatives, il a été relativement difficile de recruter des participants pour cette phase participative. Des désistements de dernière minute sont à regretter, et de nombreuses sollicitations sont restées sans suite, malgré le fait que les participants aient été identifiés avec l'aide des acteurs intervenants dans la deuxième étape de notre étude :

- Pour le Rhin, il a été impossible de recruter des participants. Aucune de nos sollicitations n'a donné suite malgré de nombreuses relances.
- Sur le Danube, malgré deux tentatives d'organisation, ce ne sont finalement que trois participants qui sont intervenus dans le focus group, ce qui n'atteint pas la taille critique recommandée pour ces dispositifs (6 personnes min -12 personnes max).

Pour ces différentes raisons, il nous semble compromis de déclarer avoir conduit un focus group et plus pertinent d'évoquer un atelier de groupe sur les usages. Le déroulé spécifique de cet atelier ayant eu lieu sur le Danube, il sera développé dans la partie éponyme.

3.3 Résultats de la zone d'étude Rhin Supérieur

3.3.1 Recrutement, participation et réception des questionnaires

Dans la zone du Rhin Supérieur, un recrutement relativement satisfaisant a pu être conduit pour les Delphis de groupe, aussi bien sur la rive française que sur la rive allemande. Un Delphi de groupe a été organisé de chaque côté pour des impératifs de traduction dans un contexte de réalisation à distance. Initialement, un delphi bilingue permettant de confronter directement les experts de chaque nationalité était souhaité. Le panel d'expert a été constitué avec l'appui du comité de suivi, dans une volonté de pluridisciplinarité, et selon les disponibilités des personnes identifiées (voir Annexe 4). Les questionnaires envoyés avant la conférence zoom ont globalement bénéficié d'une bonne réception sur le segment Rhin Supérieur. Quatre participants sur cinq ont répondu aux questionnaires côté Allemand, et six sur six participants côté français. Par la suite, seulement une partie des

résultats des enquêtes, ceux sur les domaines de mesures, sera présenté. Le reste des résultats se trouve résumé en annexe 5.

3.3.2 Mesures

Les phases de questionnaires ont permis de mettre en exergue une série de mesures de gestion et de restauration environnementale et de permettre aux interlocuteurs de les évaluer au titre de trois critères : la pertinence écologique, l'acceptabilité sociétale, et le rapport coût-bénéfice.

Nous nous sommes concentrés sur les mesures pour lesquelles le criblage au travers de ces critères d'évaluation a provoqué les plus larges écarts d'opinion durant la phase de questionnaire, pour poursuivre la discussion lors de la séance et approfondir les raisons et les leviers de ces écarts. Les 5 mesures principales présentées aux experts étaient les suivantes :

- Interventions sur berges
- Rétablissement de la continuité longitudinale
- Lutte contre les espèces exotiques et envahissantes
- Reconnexion d'annexes hydrauliques
- Constitution ou extension de réserves naturelles

La possibilité de proposer spontanément des mesures leur a également été donnée.

Durant la phase de discussion des Delphis de groupe, côté français et allemand, la discussion a été poussée autour de trois mesures qui suscitaient plus particulièrement le débat. Ces mesures ont été choisies, en accord avec les participants, en raison de la plus grande divergence des réponses apportées durant la phase de questionnaires au détriment des thématiques qui faisaient déjà consensus. Les experts de part et d'autre du fleuve n'ont pas choisi de pousser la discussion sur les mêmes thématiques, preuve que les points sensibles perçus ne sont pas exactement les mêmes d'un pays à l'autre.

Côté allemand les mesures retenues sont les suivantes :

- Mesures de restauration des berges.
- Création et extension de zones protégées.
- Rétablissement de la continuité du cours d'eau.

Côté français les mesures retenues sont les suivantes :

- Gestion de l'eau et des débits.
- Rétablissement de la continuité transversale du fleuve.

Nous allons à présent détailler l'objet et l'issue des discussions sur chacune de ces thématiques telles qu'elles ont été abordées dans les discussions des groupes Delphis allemands et français.

3.3.2.1 Mesures de restauration des berges

Tableau 10 : Mesures de restauration des berges

Restauration des berges	Faible		Moyen		Fort	
	A	F	A	F	A	F
Pays : Allemagne (A) ; France (F)						
Pertinence écologique	1	0	1	2	2	4
Acceptabilité	2	0	1	3	1	3
Rapport coût-bénéfices	1	0	1	3	2	3

Dès le début de la discussion avec les experts allemands, l'exemple du projet « Fleuve des 1000 îles » de 2006 a été mentionné, à l'initiative duquel des parties de la rive du Rhin ont été renaturalisées. En raison de la forte utilisation du chemin de halage près de la rive par les randonneurs, les cyclistes et les pêcheurs, les bénéfices escomptés, en particulier pour les espèces d'oiseaux rares et protégées, n'ont pas pu se concrétiser. En outre, les zones des berges se sont stabilisées plus rapidement que prévu et les effets positifs sur la dynamique du fleuve n'ont été que de courte durée.

Les experts s'accordent à dire que les renforcements des berges du Rhin Supérieur, notamment les parties en enrochement, sont très artificiels et peu bénéfiques pour la biodiversité. En comparaison avec un fleuve à l'état naturel, le potentiel de restauration est très important, mais dans le contexte d'un espace industrialisé comme le Rhin, ce potentiel ne peut être mis en œuvre que de manière très limitée.

Par conséquent, les mesures prises dans la zone rivulaire ont généralement été considérées comme difficiles à concrétiser. Tant que les conditions de base (en particulier l'équipement hydroélectrique, la navigation, l'existence de chemins de halage dont la fréquence de fréquentation par les usagers de loisir continue d'augmenter), restent les mêmes, le potentiel de renaturation des zones de berges dans la région de Strasbourg/Kehl est limité selon les experts. Toutefois, cette zone n'est pas représentative de la situation générale du Rhin Supérieur et du potentiel de renaturation des berges. Selon un expert, il est important d'inclure ces conditions concrètes dans la planification du projet afin que les futures mesures puissent être pleinement efficaces.

En ce qui concerne la question du rapport coût-bénéfice, il a été noté que ce rapport est lié à l'évaluation de la pertinence écologique. Pour les experts interrogés, une pertinence écologique perçue comme élevée conduit également à un rapport coût-bénéfice positif. Cela s'applique également, entre autres, à la création de zones protégées. Comme les mesures dans la zone rivulaire ont été jugées écologiquement pertinentes par certains experts, ces mêmes experts considèrent que le rapport coût-bénéfice est positif, compte tenu des limites mentionnées ci-dessus.

Ainsi, il convient de noter que les mesures prises dans la seule zone rivulaire ont rarement l'effet souhaité de l'avis des experts. Les raisons avancées concernent principalement la dynamique des cours d'eau qui se stabilise rapidement et la fréquence élevée de l'activité humaine sur les rives, dont la restauration doit être fortement adaptée aux conditions cadres (localisation, dynamique des masses d'eau, usages humains, etc.). Cependant, selon les experts, ces conditions ne sont pas idéales dans la région de Strasbourg/Kehl.

3.3.2.2 Création et extension des zones protégées

Selon les experts allemands, la protection de certaines zones n'est pas une mesure suffisante pour améliorer l'état global de la biodiversité, mais elle est nécessaire. La consommation de terres sur le Rhin Supérieur a considérablement augmenté au cours des dernières décennies et les zones naturelles restantes, et notamment les forêts de la plaine inondable, sont en très mauvais état écologique, notamment du point de vue de leur fonctionnalité (résilience des niches écologiques, trames...). La sécurisation et la protection des terres, quelle que soit leur taille, sont perçues comme « *extrêmement pertinentes* ».

Tableau 11 : Création et extension des zones protégées

Zones protégées	Faible		Moyen		Fort	
	A	F	A	F	A	F
Pays : Allemagne (A) ; France (F)						
Pertinence écologique	2	1	0	2	2	3
Acceptabilité	2	0	2	3	0	3
Rapport coût-bénéfices	1	0	1	3	2	3

A ce titre, le problème fondamental est que « *dans les zones protégées en Allemagne [et en Autriche], la sylviculture est possible presque sans restriction* ». En outre, on assiste à l'expansion constante des zones d'extraction de granulats au détriment des zones forestières (notamment alluviales). Selon un expert, les zones protégées en France sont plus fortement réglementées et donc plus efficaces. Lors de la discussion, un participant a établi une comparaison avec la gestion des zones protégées du côté français, en particulier avec la Réserve Naturelle Petite Camargue Alsacienne et l'association éponyme qui la gère. De telles structures n'existeraient que très difficilement, selon lui, dans le Bade-Wurtemberg où l'État, et en particulier le Ministère de l'Environnement, devrait s'impliquer davantage et prendre exemple sur l'administration des zones protégées en France et sur le parc naturel de la Forêt-Noire.

Les zones protégées sont généralement mieux acceptées par la population que par les acteurs de l'économie locale, en particulier ceux de l'agriculture. Dans le cas d'un retrait complet des zones de l'utilisation humaine, l'acceptabilité générale chute également.

Cependant, ces zones hautement protégées, en particulier les zones centrales des forêts alluviales, sont très importantes pour une plus grande biodiversité. Une telle « *création d'espace pour des possibilités de développement non perturbées* » doit s'accompagner de meilleurs concepts de gestion des zones accessibles, comme cela est mis en œuvre de manière exemplaire le long du Taubergießen (on y mentionne notamment l'orientation des visiteurs et la présence de « rangers »). En général, la gestion des zones protégées existantes a été jugée médiocre par les experts allemands et les objectifs de ces dernières en termes de protection ou de recolonisation par les espèces cibles ne sont que rarement atteints. Les raisons évoquées sont les faibles ressources financières et le peu de compréhension des problèmes par la population, qui considérerait encore les forêts du Rhin comme une « jungle badoise », bien que l'état écologique, comme mentionné ci-dessus, soit mauvais.

Deux experts ont fait remarquer que l'amélioration de la gestion des zones protégées n'est pas suffisante. Pour prendre le problème à la racine, un changement culturel général devrait être initié dans la région et la population devrait être confrontée plus directement à la réalité. La faible compréhension des objectifs des zones protégées et de ce qui constitue réellement une zone en bon état écologique ainsi que la perception d'une « culture de la prohibition » dans les zones protégées sont des facteurs limitants pour l'amélioration de l'acceptabilité.

Selon les experts, la préservation, la création et l'extension des zones protégées, en particulier des forêts alluviales, ne sont pas assez bien définies par le cadre législatif, réglementaire et administratif actuel. Une meilleure protection de ces zones, notamment en ce qui concerne la sylviculture et l'extraction de gravier, doit être garantie. En outre, la faisabilité des plans de gestion devrait être améliorée et l'administration devrait être dotée de davantage de ressources humaines et financières.

3.3.2.3 Rétablir la continuité du cours du fleuve

L'évaluation des mesures visant à rétablir la continuité, en particulier pour les grands poissons migrateurs tels que le saumon et l'anguille, ne fait pas l'unanimité parmi les experts. En considérant toutes les dimensions, elles sont considérées à la fois comme « extrêmement importantes » mais constituent toutefois un chantier pharaonique dont l'ampleur semble parfois démesurée pour un résultat espéré incertain. Il s'agit, selon un expert d'« un chantier énorme où des millions d'euros sont réinjectées mais où le système tout entier n'est pas compris ».

Tableau 12 : Rétablir la continuité du cours du fleuve

Continuité	Faible		Moyen		Fort	
	A	F	A	F	A	F
Pays : Allemagne (A) ; France (F)						
Pertinence écologique	0	0	1	0	3	6
Acceptabilité	1	0	1	2	2	4
Rapport coût-bénéfices	0	0	1	1	3	3

La pertinence écologique des mesures de remise en continuité a été jugée généralement élevée, tant dans le questionnaire que dans la discussion, avec toutefois la nuance que d'autres mesures auraient une pertinence encore plus grande et devraient être prioritaires (renaturation de berges, plaines inondables, reconnexion d'anciens bras du Rhin).

Cependant, si la pertinence écologique suscite l'enthousiasme parmi le panel d'experts, la question de l'acceptabilité est abordée avec plus de mesure. La population locale, en particulier les pêcheurs à la ligne, est plutôt favorable à de tels dispositifs. Cela peut également s'expliquer par la faible consommation foncière et le faible surplus de contraintes induits par les dispositifs d'aide à la migration (« cela ne fait pas de mal »). Du côté de l'industrie et des autorités, en revanche, c'est différent. Ce thème n'a été que peu abordé par les experts par manque de temps, mais il semble que le vecteur d'inacceptabilité principal soit les contraintes d'exploitation et éventuellement, le coût

d'aménagement pour les industriels concessionnaires chargés d'équiper leurs ouvrages (hydro-électricité, voies navigables).

Il en résulte une attitude généralement critique à l'égard des programmes de continuité, dont la mise en œuvre souvent onéreuse peut, dans certaines circonstances, dégénérer en « *publicité massive* » et en « *éco blanchiment* », ce qui détourne l'attention des autres problèmes et mesures.

3.4 Travail sur la gestion de l'eau ou du débit minimum

La question de la gestion de l'eau (quantité et niveaux d'eau) a été évoquée par les deux groupes delphi, français et allemand. Elle a cependant été discutée plus en détail lors de l'atelier d'experts français. De part et d'autre du Rhin, elle est considérée comme très importante.

Pour les experts du côté allemand, la question des débits est avant tout liée à la survie de la forêt alluviale et au maintien ou à la restauration des zones humides qui lui sont associées. Ils ont identifié que la quantité d'eau résiduelle était « *la question centrale* » pour le « *sauvetage* » des forêts alluviales des plaines inondables. De ce point de vue, il est considéré côté allemand que le potentiel et les domaines fonciers sont disponibles, mais la mise en œuvre se heurte aux résistances des « *lobby* » de la navigation (France et Allemagne) et de l'hydroélectricité (France). Cette résistance s'explique par la crainte d'une augmentation des phases d'étiage en raison du prélèvement d'eau pour le reste du Rhin. Les changements législatifs et les modèles innovants de gestion de l'eau dans ces domaines pourraient être des solutions dans ce domaine, a déclaré un expert. Un autre participant a suggéré d'augmenter les volumes d'eau minimaux dans le Rhin court-circuité, c'est-à-dire dans la zone des festons du Rhin, d'une quantité similaire à celle du Vieux Rhin dans le cadre de la nouvelle concession de la centrale hydroélectrique EDF de Kembs. Il y aurait là un « *énorme potentiel de mise à niveau* ».

Ces quantités sont jugés « *faibles* » et raisonnable par les experts, en comparaison du module important du Rhin. Sur ce point, une comparaison a également été faite avec la situation sur le Danube en Autriche, où dans le périmètre du Parc National des Plaines inondables du Danube³⁵, la connexion des anciens bras et des plaines inondables a été réalisée à grande échelle et qui suscite un espoir, même si, pour les raisons d'acceptabilité évoquées plus haut, cela leur semble peu transposable au Rhin Supérieur. Il est cependant sorti de ces échanges des dispositions concrètes qui pourraient être jugées satisfaisantes pour l'amélioration écologique des forêts alluviales :

- Augmenter le volume d'eau minimum à 100 ou 150 m³/s et convertir ces volumes en électricité par de petites centrales hydroélectriques (exemple de Kembs).

³⁵ Nationalpark Donau-Auen

- Changer le mandat légal du WSV vers une intégration des questions écologiques et un rôle plus actif dans la discussion des débits minimums (voir le chapitre Réforme du WSV).

Pour les experts du groupe Delphi France, le débat autour des débits est beaucoup plus orienté sur des aspirations d'ordre hydro morphologique, dans un contexte du Rhin Supérieur français marqué par la présence du Grand Canal d'Alsace et des modifications hydro morphologiques drastiques qu'il a instauré sur l'espace fluvial. Il s'agit donc plutôt d'une approche d'amélioration des conditions et des fonctionnalités écologiques par la gestion quantitative de l'eau et des débits. Celle-ci rejoint bien sur les aspirations allemandes pour les forêts alluviales, mais sans s'y cantonner. Il s'agit de retrouver une « *pulsion d'eau* » et une variabilité qui produit de la diversité dans les espaces latéraux, par opposition à la situation actuelle du contre canal où les eaux sont peu riches, avec une relative inertie thermique à l'année. Prendre de l'eau dans le Rhin pour alimenter contre canaux et zones humides n'est cependant pas simple du fait de l'équipement hydro-électrique du fleuve. Les participants imaginent que des mesures saisonnières peuvent être mises en place : « *Les zones humide n'ont pas toujours besoin de beaucoup d'eau* » ; « *on peut imaginer que les roselières soient hors d'eau à certains moments de l'année* ».

Certains droits d'eau agricoles inusités pourraient également être mis à contribution pour ce genre de mesures écologiques selon certains interlocuteurs.

Quelques alertes des experts cependant exprimées durant le débat :

- Le pompage et/ou la prise d'eau dans le Rhin doit également être accompagné d'un retour de l'eau au Rhin au moins partiel. Or, le contre canal a une capacité limitée, et par principe, les zones humides sont des zones de rétention ou d'infiltration.
- Le maintien en conditions opérationnelles de ces dispositifs est couteux. De ce point de vue, les travaux effectués en matière de zones d'expansion de crue et de renaturation des bras morts consentis sur le Rhône, qui sont souvent source d'inspiration, doivent aussi alerter : s'ils ne sont pas entretenus, ces systèmes déperissent et peuvent potentiellement générer une acceptabilité négative.

Pour les experts en écologie, pour bien faire, il faut se caler sur les rythmes naturels du fleuve. Nos interlocuteurs français n'ont pas exprimé comme leurs homologues allemands des « *débits cibles* » précis, mais préconisent un travail avec les débits calés sur les courbes des modules naturels.

Il est également remarqué une différence nette de posture entre les autorités françaises et allemandes, où la France affiche systématiquement des mesures plus sécuritaires et prudentes. Cette différence s'illustre notamment dans la gestion de crue sur les polders, avec une tendance de la France à vouloir limiter celle-ci. Selon les experts français, une étude comparative serait alors intéressante pour analyser comment cette différence de posture politique influe sur les milieux et leur évolution écologique. Une analyse de risque pourrait également y être associée afin de « *déverrouiller* » ces postures de « *prudence de principe* ».

Pour les experts, la résilience des milieux et des espèces pourrait s'améliorer au fur et à mesure que l'on se rapprochera des rythmes de crues naturels. Plantes et animaux pourraient retrouver peu à peu des niches fonctionnelles. La même mécanique serait possible pour l'Homme et les activités anthropiques, parce que de la régularité des épisodes d'inondations maîtrisées né une culture du risque plus vive et une capacité

d'adaptation et de contournement plus efficace. Pour gagner en acceptabilité, il faut un important travail de prévention et de pédagogie, notamment auprès des usagers des espaces rivulaires. Mieux comprises, ces mesures seront moins subies. L'accoutumance aux épisodes de crues doit également être administrative, dans la mesure où ces épisodes doivent rester sous contrôle et supposent une organisation et des moyens spécifiques à déployer sur des périodes de quelques jours par an.

3.4.1.1 Rétablir la continuité transversale du fleuve

Sujet éminemment lié au précédent, la problématique de la continuité transversale de l'espace fluvial, et plus précisément celle de la reconnexion des affluents, a suscité l'enthousiasme parmi les participants français, principalement traitée par l'augmentation des débits et des travaux d'aménagement hydro-morphologiques.

Cette question recouvre également l'aspect terrestre de la continuité transversale, et notamment la perméabilité du Grand Canal d'Alsace au déplacement des mammifères. Ce canal, par son débit, l'inclinaison et le caractère lisse de ses parois, cristallise les préoccupations de plusieurs acteurs (chasse, associations environnementales ou même riverains). Jusque-là, aucun des dispositifs installés (échelles de fuite, structures flottantes) n'a donné de satisfaction totale et dans un contexte d'utilisation industrielle, ces éléments sont potentiellement dangereux s'ils parviennent jusqu'aux grilles des usines et forment des embâcles.

Une des clefs du succès des dispositifs terrestres, comme avant eux des dispositifs aquatiques (passes à poissons, ascenseurs) c'est avant tout un bon ciblage des espèces. Castors, cervidés, sangliers, ... chaque espèce a ses capacités propres et un dispositif pour être efficace doit leur être adapté. Ainsi, avant de penser les dispositifs, pour les interlocuteurs, l'urgence est à l'identification des espèces les plus sensibles aux problématiques de franchissement et à leurs comportements et habitudes (point de passage ou de chute, zones d'alimentation, attraits...).

La question de l'acceptabilité de ces dispositifs est naturellement abordée. Les espèces ne sont pas toutes égales en la matière. Plus ou moins emblématiques, plus ou moins visibles, elles ne jouissent pas toutes des mêmes « soutiens ». Par ailleurs, il existe un paradoxe et une polémique à investir pour limiter la mortalité du gibier destiné à la chasse ou au contrôle de population. Certaines de ces espèces peuvent également mettre en péril les zones humides en revitalisation.

Enfin, la mortalité des mammifères dans le canal reste selon les experts minoritaires vis-à-vis des collisions routières qu'elle ne doit en aucun cas éclipser. Un vrai travail de comptabilité est à faire pour évaluer cet impact et l'analyser plus précisément. De même, si les mortalités de mammifères sont plus visibles (dépouilles) et aussi plus évitables (possibilité de freiner, panneautage), les espèces les plus fragiles sont également les plus ignorées : amphibiens, reptiles, oiseaux, insecte. La route nationale, entre fleuve et forêt, est pour les experts un espace de transfert incontournable à prendre en compte dans les réflexions concernant la continuité transversale du fleuve.

Les experts français ont avancé quelques idées pour accompagner la mise en œuvre de ces dispositifs de suivi :

- Un dispositif simple de caméra infrarouge/ pièges photos pourrait constituer une première source d'information.

- Le radiopistage est également une possibilité plus aboutie.
- La possibilité de créer des zones humides de faibles profondeurs (guets artificiels) sous les ponts routiers est évoquée.

3.4.1.2 Autres mesures

Outre les mesures préalablement identifiées, les participants ont proposé les mesures supplémentaires suivantes dans le cadre des commentaires sur les questionnaires, de la question ouverte 5 du questionnaire et de la discussion lors de la réunion Delphi. A l'exception du travail sur les débits durant le groupe Delphi français, ces mesures n'ont pas été discutées en détail lors du Delphi et sont énumérées ici dans un souci d'exhaustivité.

Sauvegarde des habitats, coexistence de la nature et des utilisations humaines

- Conception intégrée des infrastructures linéaires dans le cadre des systèmes de réseaux de biotopes, concept de mise en réseau des biotopes
- Penser aux différents habitats dans la construction de mesures de construction sélectives et à l'échelle d'une zone (conception inclusive)
- Des mesures intégrées au lieu d'une concurrence pour les terres par des utilisations concurrentes (par exemple, zones protégées contre agriculture) ; considérer les bâtiments et les infrastructures comme des espaces de vie
- Extensification de la surface
- Protection des zones pour les habitats naturels ou non
- Renaturation des tronçons du Rhin

Gestion des plaines inondables

- Déplacement des digues
- Inondation des zones de rétention des crues
- Réactivation des zones inondées

Mesures « classiques »

- Revitalisation des forêts des plaines inondables, inondations écologiques
- Enlèvement du blindage des berges lorsque cela est possible
- Echelle à poissons ou meilleur canal de dérivation
- Dynamisation des tronçons résiduels du Rhin, estuaire de la Kinzig, dynamique de la charge du lit

3.5 Résultats de la zone d'étude Danube/Inn

3.6 Groupe Delphi Danube

Les paragraphes suivants reprennent les principaux résultats et analyses issus du Delphi de groupe sur le tronçon du Danube entre Passau et Engelhartszell. Comme sur les tronçons franco-allemands du Rhin Supérieur, les données préalablement recueillies à l'aide d'un questionnaire ont servi de base à la discussion entre experts. Au total, sept experts d'Allemagne et d'Autriche ont pu participer à l'événement, qui s'est déroulé en ligne via une conférence zoom (voir la liste des participants en annexe).

3.6.1 Mesures d'amélioration de la biodiversité

Ce chapitre examine les options d'amélioration de la biodiversité dans le bassin fluvial, qui ont constitué le cœur de la discussion entre experts.

Comme sur l'espace Rhénan, trois critères d'évaluation ont été utilisés pour ce faire :

- La pertinence écologique,
- L'acceptabilité sociale,
- Le rapport coût-bénéfice

Cet ensemble de critères a servi au criblage de cinq types de mesures proposés d'emblée dans les questionnaires et qui ont servi de base aux réflexions de la séance Delphi en ligne. Ce triple prisme d'analyse a également permis des arbitrages thématiques dans un contexte de discussion en temps limité. Ainsi, la lutte contre les espèces exotiques a été exclue de la discussion, car les experts participants ont tous identifié un faible rapport coût-efficacité et recommandé une allocation des ressources à d'autres types de mesures.

En plus, la restauration de la continuité sédimentaire, non-comprise dans les cinq mesures proposées, a été identifiée comme une autre mesure prioritaire par les experts (question ouverte) et a alors été incluse dans la discussion.

3.6.1.1 Rétablissement de la continuité longitudinale

Tableau 13 : Rétablissement de la continuité longitudinale

		Faible	Moyen	Fort
Rétablissement de la continuité longitudinale	Pertinence écologique ¹	1	1	4
	Acceptabilité	0	2	4
	Rapport coût-bénéfices ¹	1	2	3

¹En jaune : Questions dont les réponses varient fortement

Les débats autour de la continuité longitudinale ont d'abord mis en évidence la nécessité de ne pas réduire cette question à la continuité piscicole, comme les experts considèrent

que cela a été le cas jusqu'à présent dans la Directive Cadre sur l'Eau et le plan de gestion du Danube autrichien. Les thématiques du charriage et du transit sédimentaire devraient ainsi être davantage prises en compte car elles sont essentielles pour l'existence des habitats et de la fraie.

En effet, il a été souligné que le rétablissement de la continuité piscicole apporte finalement peu, si les habitats, notamment les zones de fraie, ne sont pas disponibles ou en mauvais état. La création ou le maintien d'habitats pour les poissons est donc prioritaire. Il a également été souligné qu'un certain brassage génétique est déjà permis par la présence des écluses et qu'ainsi, une nouvelle passe à poisson n'aurait qu'un intérêt limité.

Les plus ardents défenseurs de la continuité piscicole parmi le panel d'expert n'ont pas remis en cause fondamentalement les arguments précédents, mais ils les ont modérés en partie. Par exemple, un participant a fait remarquer que les poissons réagissent aux variations du niveau d'eau, qui devraient s'accroître sous l'effet du changement climatique, et aux modifications de l'habitat, par exemple lors d'inondations en se repliant dans les plaines inondables. La continuité est la condition de base pour de tels mouvements et doit, par conséquent, rester un objectif fondamental. De même, un autre participant a estimé que la migration par les écluses était insuffisante pour la stabilité à long terme des populations piscicoles et considère donc que des mesures supplémentaires sont nécessaires pour renforcer la migration. En outre, cet expert a fait valoir que l'objectif à long terme consistant à permettre le retour des poissons migrateurs autochtones (à l'instar, le retour de l'esturgeon de la mer Noire à l'amont des infrastructures ne devrait pas être abandonné, même si cela semble difficile à réaliser actuellement en raison des nombreux barrages en aval.) L'acceptabilité des mesures de restauration n'a malheureusement pu être abordée que rapidement en raison de contraintes de temps.

Ainsi, le débat en temps réel a quelque peu nuancé l'importance du sujet par rapport aux résultats de l'enquête. La plupart des participants ont donné la priorité à la création d'habitats appropriés des deux côtés du barrage, qui pourraient être favorisés par des dynamiques plus fortes de débit et un meilleur transit sédimentaire. Néanmoins, aucun des participants n'a franchement remis en cause l'intérêt des dispositifs en faveur de la migration piscicole.

3.6.1.2 Création et extension de zones protégées

Tableau 14 : Création et extension de zones protégées

		Faible	Moyen	Fort
Création et extension de zones protégées	Pertinence écologique	1	1	4
	Acceptabilité	1	3	2
	Rapport coût-bénéfices	0	2	4

Les résultats pour la thématique de la création et l'extension des zones protégées laissent penser que la thématique était controversée (voir Tableau ci-dessus, en jaune sont surlignées les thématiques avec des désaccords). Toutefois, le déroulement des débats a

montré que le désaccord entre les experts participants était finalement moins important que ne le laissent supposer les résultats du questionnaire, du moins en ce qui concerne la pertinence écologique. Les contributions se sont plutôt concentrées sur les questions de mise en œuvre et d'acceptabilité sociale. L'aspect coût-bénéfice a été négligé pour des raisons de temps, les résultats de l'enquête indiquant moins de divergences sur cette question.

Le groupe d'experts s'est accordé sur « un déficit de mise en œuvre des plans de gestion existants pour les zones protégées Danubiennes existantes et non pas un déficit de création de nouvelles zones protégées ». Cette affirmation semble concerner principalement le côté allemand du fleuve, en raison d'un manque de clarification des responsabilités entre le niveau fédéral et les États fédérés. En effet, pour la gestion des milieux aquatiques, l'administration fédérale allemande des voies navigables et de la navigation (WSV), contrairement à son homologue autrichienne la ViaDonau, n'a pas de mandat de compétence en matière écologique au-delà de la garantie de sécurité de la navigation et de la protection contre les inondations qui sont son cœur de métier. Elle n'a pas non plus les ressources financières appropriées pour la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau et des mesures écologiques dans les zones protégées. Cette situation entraîne, selon les experts, une certaine « passivité » de la part des autorités allemandes.

Il a également été mis en avant qu'il y a un manque de mise en œuvre des plans existants et de contrôle des réglementations de protection, notamment en la personne des collectivités et de leurs élus locaux. Les zones protégées servent souvent de « faire valoir » aux élus locaux, qui les revendiquent comme preuve de leur volonté de préserver l'environnement, alors que des dérogations sont accordées pour de nombreuses constructions. Il faudrait alors être plus exigeant et strict vis-à-vis des propriétaires fonciers ou les porteurs de projets d'infrastructures. Le fait que la très grande partie des mesures proposées dans les plans de gestion des zones protégées consiste en des « interdictions » est très critiqué – selon un participant, celles-ci constituent 90% des mesures totales – ce qui nuit considérablement à l'acceptabilité des zones protégées. L'alternative serait alors une approche renforcée « d'aménageur positif » des zones protégées, par exemple, en renaturant les berges selon le modèle autrichien. L'expérience côté autrichien montre que ce sont précisément ces zones nouvellement renaturées qui rencontrent la meilleure acceptabilité auprès de la population locale. Ceci pourrait donc fortement améliorer l'image des zones protégées.

Aucun des participants n'a fondamentalement contredit ces critiques de la gestion des zones protégées, mais certains d'entre eux les ont légèrement nuancées. Certains interlocuteurs ont insisté pour souligner que les dispositifs Natura 2000 ont des impacts limitants sur les usages humains et demandent souvent à ces derniers de trouver des adaptations. Par exemple, la révision en cours du droit d'accès des bateaux de croisière fluviale depuis le Danube dans l'Inn peut être attribuée au statut Natura 2000 de la zone.

On peut finalement considérer que, de l'avis des personnes interrogées, les zones protégées sont un instrument utile en soi, mais que le point crucial est de « les remplir de vie » et non pas d'en faire des zones totalement sanctuarisées. Il serait alors nécessaire d'apporter plus d'attention à la conception des zones protégées cibles, sans négliger pour autant de réglementer les usages. Il ne s'agit pas alors d'interdire pour interdire, mais d'interdire pour préserver des espaces spécifiques, à des moments spécifiques et ciblés, et de permettre la cohabitation durable des usages anthropiques dans les espaces naturels plutôt que d'en promouvoir l'exclusion.

3.6.1.3 Reconnexion de bras morts

Tableau 15 : Reconnexion de bras morts

		Faible	Moyen	Fort
Reconnexion de bras morts	Pertinence écologique	0	1	5
	Acceptabilité	0	2	4
	Rapport coût-bénéfices	1	2	3

En raison de contraintes de temps, la reconnexion de bras morts n'a malheureusement pu être abordée que brièvement. La brève discussion sur ce sujet a cependant permis de souligner qu'il est important de faire la distinction entre la reconnexion de bras morts à petite échelle et la réactivation de systèmes de bras secondaires à l'échelle du bassin versant. Il s'agit dans ce second cas d'une intervention beaucoup plus complexe et étendue, avec d'importants coûts associés. De plus, ces chantiers d'ampleurs affichent tendanciellement une opposition plus forte des populations locales. Cependant, l'expérience (écologique) en matière de réactivation des systèmes de bras secondaires n'a été jusqu'à présent que modeste. Cela explique dans une large mesure les évaluations plutôt prudentes des experts sur la question du rapport coût-bénéfice. Dans le tronçon considéré entre Jochenstein et Passau, en revanche, l'ancien système bassin versant de la Schildorfer Au, qui avait été coupé au cours de la construction du barrage du Danube, a été reconnecté avec succès. De telles mesures pourraient donc être examinées, même si leur portée est probablement limitée (petites zones près d'Oberzell) en raison de la topographie très encaissée de la vallée du Danube.

3.6.1.4 Adaptation des responsabilités et pratiques de WSV

Comme exprimé dans la phase précédente, l'écueil principal de WSV est que, contrairement à son homologue autrichien ViaDonau, elle n'a pas de mandat légal ni d'allocation de fonds pour être active dans le domaine environnemental sur les voies navigables allemandes. 20 ans après l'adoption de la 1^{ère} directive-cadre sur l'eau et en l'absence d'une adaptation correspondante de la loi fédérale sur les voies navigables, un participant a qualifié WSV d'« *anachronisme* », en retard sur les exigences (écologiques) actuelles. Selon la perception de pratiquement tous les experts participants, l'autorité allemande est encore aujourd'hui axée sur la sécurité de la navigation comme objectif premier. C'est pourquoi le « *génie hydraulique dur* » (citation d'un autre participant) reste au cœur de ses actions. Selon plusieurs interlocuteurs, les alertes des acteurs locaux tels que l'Association de la Pêche de Passau, invitant WSV à prendre des mesures plus écologiques sont systématiquement rejetés par celle-ci, et les initiatives de tiers sont régulièrement « bloquées ». Même si certains employés de WSV s'engagent personnellement dans l'effort écologique et reconnaissent la plus-value de l'approche autrichienne qui est fondamentalement différente et riche de succès, WSV en tant qu'organisation ne se sent pas responsable des mesures correspondantes.

Un regroupement des différentes compétences au sein de WSV et un mandat clair pour l'amélioration écologique des bassins fluviaux constituent pour les experts une réforme politique urgente. L'un des participants à la discussion a exprimé l'espoir que la procédure de mise en demeure en cours contre l'Allemagne pour défaut de mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau et du programme fédéral interministériel « Trame bleue » (Blaues Band) pourrait créer une pression claire en faveur d'une action prochaine. D'autres experts ont également émis l'hypothèse que, dans le cadre du changement générationnel qui s'amorce, de nouveaux ingénieurs pourraient apporter un vent nouveau dans la culture de WSV.

Cependant, il s'agit là de processus qu'il est difficile d'influencer au niveau local. C'est pourquoi les interlocuteurs ont également évoqué l'idée très concrète d'un projet Interreg ou (en raison d'un financement plus élevé d'environ 20-25 millions d'euros) d'un projet LIFE. Un tel projet devrait réunir de nombreux acteurs influents, tels que le Verbund (en tant qu'opérateur de la centrale de Jochenstein), le club de canoë ou l'association de pêche en tant que lobbies relativement puissants en faveur des pratiques de loisirs, ainsi que des associations de riverains et bien sûr des municipalités, afin de déclencher une dynamique avec un tour de table le plus large possible, à laquelle WSV ne pourrait guère résister. Selon un participant, le plan de gestion actuel des sites Natura 2000 offre de nombreux points de départ et un périmètre de discussion pour un tel projet, comme des mesures sur les berges (voir la section correspondante).

Ainsi, en résumé, pour les experts participants, le mandat de l'Administration des Voies Navigables et de la Navigation (WSV) devrait être étendu afin que les objectifs écologiques soient sur un pied d'égalité avec ceux de la sécurité de la navigation – véritablement cœur de métier. Afin d'initier des processus de changement au niveau local, un projet LIFE impliquant de nombreux acteurs locaux pourrait être une initiative prometteuse. Un tel projet pourrait être consacré à la mise en œuvre de mesures déjà identifiées dans le plan de gestion des zones Natura 2000.

3.6.1.5 Continuité et gestion sédimentaire

La continuité sédimentaire ainsi que la dynamique hydromorphologique dans son sens plus général ont été soulignées comme étant des sujets de grande importance (cf : question ouverte 5 -mesures possibles pour promouvoir la biodiversité) ainsi qu'au travers de la discussion sur la continuité piscicole. Elle a donc été discutée plus en détail lors de la phase de convergence.

L'importance de la dynamique sédimentaire pour la création et le maintien d'habitats attractifs pour les populations piscicoles constitue le point de départ du débat. Cependant, un fond sédimentaire d'origine avec des granulométries variées et une belle richesse de dépôt fait défaut dans le Danube aujourd'hui, qui ne transporte plus que des matières en suspensions et des fines. Des mesures visant à rétablir la dynamique naturelle de recharge seraient des mesures potentiellement importantes. Même si les associations de protection de la nature tiennent à cet objectif, le groupe d'experts a reconnu que les possibilités de réaliser des telles mesures à court et moyen termes sont très limitées. Cela est principalement dû aux nombreux barrages sur l'Inn ainsi qu'à l'exploitation de sédiments de la Salzach et au barrage de la centrale de Kachlet (à Passau) sur le Danube, qui anéantissent la dynamique naturelle ancienne. Néanmoins, comme l'ont souligné plusieurs participants, les quelques leviers de redynamisation devraient être utilisés

systématiquement, par exemple celui de la réhabilitation du barrage de Kachlet. De nouvelles possibilités technologiques pour améliorer la continuité sédimentaire au niveau des centrales hydroélectriques devraient également être étudiées, comme par exemple la transparence des vannes de fonds, ou de nouveau modèles de vannes.

Les possibilités de stimuler la génération et le tri des sédiments dans les zones d'alimentation du réservoir lui-même, comme l'a suggéré un expert, ont également été jugées très limitées par les autres participants, car la situation géomorphologique de la vallée du Danube et les infrastructures proches du Danube ne le permettraient que dans des zones très restreintes (zones inondables près d'Obernzell).

Dans l'ensemble, ces conditions limitent considérablement les possibilités de revitaliser la dynamique naturelle des sédiments fluviaux et soulignent l'importance du dragage des sédiments existants du fleuve. Les idées d'approvisionnement en sédiments par camion ont rapidement été écartées en raison de l'énorme quantité de matériel à transporter et des coûts financiers induits. En substance, l'objectif devrait donc être d'utiliser les convois de navires pour effectuer des « réaménagements sans profil », c'est-à-dire pour retirer les sédiments existants du chenal de navigation et les remblayer dans les dépôts sur les berges. Idéalement, les nouveaux bancs de gravier devraient être conçus de manière à offrir également une protection contre l'action du batillage induit par le trafic fluvial. Selon un participant, l'impact négatif du trafic fluvial est désormais évident en raison de la forte baisse du volume du transport fluvial due à la crise du coronavirus. La biomasse de juvéniles est particulièrement élevée au printemps 2020. Le problème reste que WSV n'a pas encore reçu un mandat clair pour de telles mesures. En général, les experts participants affirment qu'une recharge sédimentaire dans la partie bavaroise du Danube serait une mesure appropriée, avec l'effet positif que celle-ci créerait également des zones attrayantes pour les usages anthropiques sur le rivage. C'est ce dont la prochaine section traitera.

Ainsi, les possibilités de restauration de la continuité sédimentaire ont été jugées limitées par les experts du Delphi, à court et moyen termes. L'objectif premier devrait donc être d'adapter la gestion mécanique des stocks de sédiments. Le chenal de navigation devrait être utilisé pour le remplissage de gravier au niveau des rives. Les structures en gravier doivent être conçues de manière à ce que les poissons qui frayent soient protégés de l'action du batillage du trafic fluvial.

3.6.1.6 Restauration et renaturation des berges

Tableau 16 : Restauration et renaturation des berges

		Faible	Moyen	Fort
Restauration des berges	Pertinence écologique	0	1	5
	Acceptabilité	0	1	5
	Rapport cout-efficacité	0	1	5

Les résultats du questionnaire pour les mesures de restauration des berges suggèrent que ce sujet est le moins controversé au sein du groupe d'experts. Sa pertinence écologique est jugée élevée ou au moins moyenne par l'ensemble des participants. Une nette majorité d'entre eux considère judicieuse l'allocation de fonds à ces fins, en rapport aux résultats potentiels, et ils ne s'attendent pas à ce que des résistances se manifestent parmi les divers acteurs locaux. C'est pourquoi ce thème a été largement exclu de la discussion lors de la première phase de « divergence » du processus Delphi du groupe.

Toutefois, des idées plus concrètes de possibilités d'action locale ont été discutées dans la dernière partie, telles que le retrait des enrochements ou la renaturation des berges côté bavarois, notamment avec de nouveaux bancs de gravier créés sur le modèle autrichien. Ces mesures représentent selon un participant « *un bon compromis entre ce qui est faisable et ce qui est écologiquement pertinent* ».

Un participant a fait remarquer que les zones potentielles de restauration des berges, principalement entre Oberzell et Erlau ont déjà été identifiées dans le plan de gestion Natura 2000. Le fait que les zones nouvellement créées et renaturées soient très populaires auprès de différents groupes d'utilisateurs - pêcheurs, baigneurs, personnes en quête de loisirs, promeneurs - pourrait contribuer à la mise en œuvre de mesures de renaturation des berges. Ainsi, sous certaines conditions, ces mesures peuvent promouvoir à la fois la biodiversité et les usages humains. Les groupes d'intérêt locaux, y compris l'association des pêcheurs ou les agences touristiques, pourraient être de puissants alliés dans la mise en œuvre des mesures.

Toutefois, plusieurs participants ont souligné que, d'un point de vue écologique, il est important de veiller à ce que l'intensité des activités humaines ne menace pas à nouveau la biodiversité. Les panneaux indiquant les zones écologiques prioritaires sont un moyen d'y parvenir, selon le groupe d'experts ; une séparation des habitats de fraie et des zones où sont rendus possibles les usages humains avec des tableaux d'orientation des visiteurs est une mesure de préservation potentiellement efficace. Si les berges proches des agglomérations sont réaménagées de manière attrayante (par exemple en « plages du Danube ») avec les équipements correspondants (par exemple des restaurants), d'autres berges plus éloignées et particulièrement précieuses sur le plan écologique pourraient être protégées contre un surusage humain et dédiées à la préservation des habitats. Plusieurs participants ont souligné l'importance pour le succès d'une telle stratégie de l'existence de nombreuses berges renaturées de ce type. D'une part, c'est une condition préalable au succès écologique - un participant a mentionné comme objectif au moins 20 à 30 % de zones renaturées nécessaires - d'autre part, cela permettrait également de répartir la pression d'usage sur plusieurs zones. C'est sans aucun doute un défi de taille compte tenu de l'aménagement actuel des berges. Au total, selon le même participant, il s'agit donc de « voir grand », car avec des mesures isolées du plus petit compromis commun, on n'arrive pas (assez) loin. Il s'agit également de privilégier certaines utilisations par rapport à d'autres, si nécessaire.

Ainsi, la renaturation des berges, y compris les bancs de gravier, a été identifiée par les experts comme une mesure prometteuse qui peut être mise en œuvre relativement rapidement et, sous certaines conditions, peut bénéficier à la fois à l'écologie et aux usages humains. La quantité de berges renaturées semble être importante pour obtenir des effets écologiques mesurables et une répartition de la pression d'usage.

Ces projets de renaturation écologique et de création d'espaces naturels, à l'interface directe des usages humains, ne pourront réussir que s'ils sont pensés en concertation avec

leurs futurs usagers. Sans cela, ces espaces seront de nouveau terrain de développement pour des conflits d'usages, issus très indirectement de la gestion et de la compensation de la présence infrastructurelle. C'est pourquoi, il a paru important de capter lors les perceptions, les ambitions et les enjeux nourris par les différents types d'utilisateur vis-à-vis de ces mesures. C'est tout l'objet des groupes d'utilisateurs organisés dans la foulée des groupes delphi et qui seront développés à la partie suivante.

3.7 Focus group Danube

La partie suivante résume le déroulement des discussions du groupe de réflexion pour la région d'Oberzell-Jochenstein sur la rive bavaroise. Au total, trois utilisateurs d'Allemagne ont pu être recrutés pour cet événement, qui s'est déroulé par conférence Zoom (voir en Annexe la liste des participants).

La discussion a été divisée en quatre parties : une question initiale volontairement ouverte, suivie de deux séquences de discussion, l'une sur les habitats naturels et l'autre sur les usages humains. Le groupe de discussion s'est conclu par une discussion finale sur les mesures de renaturation des berges et de création de bancs de graviers. Divers outils supports ont été utilisés pour soutenir et animer la discussion : mind mapping, post-its virtuels, cartographie participative et travail perceptif sur une sélection d'images.

Par soucis d'intelligibilité, les parties suivantes ne reprennent pas les contributions au débat de manière chronologique, mais résument les résultats importants de la discussion de toutes les phases.

3.7.1 Question initiale

Pour introduire la séance, la question de l'influence de la biodiversité sur l'exercice des activités humaines sur le tronçon du Danube étudié a été posée. Seuls les impacts positifs ont été mentionnés par les participants, qu'il s'agisse du tourisme, de la recherche ou de l'approvisionnement en eau (cf. en annexe questionnaire du focus groupe). Selon un participant, le Danube, en tant qu'espace naturel, joue un rôle très important pour les loisirs locaux autour d'Oberzell. De nombreuses activités de loisirs pratiquées dans la région, telles que la promenade sur les berges, le camping, le bateau à moteur et le vélo, seraient inenvisageables sans le Danube comme espace naturel. Le tourisme, par l'intermédiaire des pistes cyclables le long du Danube et les visites de la Haus am Strom et de la centrale hydroélectrique, est également favorisé par la qualité de la biodiversité locale. La Haus am Strom susmentionnée est un lieu d'interprétation du patrimoine culturel et naturel, où l'on trouve les premières preuves de la migration de nouvelles espèces en Allemagne en raison du changement climatique. Cette activité de recherche dans une zone à « biodiversité remarquable » assure la détection précoce de ces nouvelles espèces. Dans l'ensemble, une bonne interaction entre la nature et les utilisations récréatives de l'homme a été observée par les usagers qui se sont exprimés.

3.7.2 Appréciation de l'état écologique

La région du Danube étudiée a été décrite par les participants comme un « *point fort* », « *très impressionnant* » et « *diversifié* », en particulier dans la région de Donauleiten. Selon les participants, les zones de protection des oiseaux et des paysages (Natura 2000) existantes contribuent à la préservation de cette zone. Les forêts de pente de la rive allemande sont perçues comme étant en bon état écologique et appréciées pour leur grande biodiversité. Plus près de la rive, l'état écologique est perçu comme étant moins bon en raison du rétrécissement de la vallée, de l'agriculture, du barrage du Danube et de l'enrochement des berges. Il a été noté que sur la rive autrichienne et en aval de Jochenstein, de nombreuses berges avaient été restaurées, mais que cela était difficile sur le cours supérieur, car les routes sont très proches du fleuve. La conception de berges

renaturalisés qui mettraient en danger la route ne semble pas acceptable, car, selon un participant, « *nous avons besoin de la route, sinon personne ne viendra à Obernzell* ». La qualité et la nature des enrochements marquent une différence importante entre les côté allemands et autrichiens du cours d'eau : « *du côté allemand, l'enrochement des berges est très serré et il serait bon que nous puissions créer quelques zones restaurées du côté allemand* ».

Il a également été difficile pour les interrogés d'envisager une conception de berge adaptée aux usages des locaux, car de nombreuses zones de la berge ne peuvent pas être modifiées en raison de leur fonction de protection.

Néanmoins, les séquences de travail sur photo ont permis aux participants de se projeter sur un idéal perceptif de ce qui constitue pour eux « la situation idéale » (voir Figure 62). C'est clairement la rive en banc de gravier qui marque pour les interrogés la qualité naturelle et qui est donc souhaitable et bénéfique de cet espace : les « *rives de graviers montrées ici seraient l'état naturel et elles sont bien accueillies par la population. Les gens y font des feux de camp, ils entrent dans l'eau, s'éclaboussent et laissent les pierres rouler. Ecologiquement, c'est bon pour les poissons* ».



Figure 62 : Exemple de berges sur le Danube

3.7.3 Appréciation des usages en présence.

Sur la base de la carte 1 présentée ci-dessous, les participants ont pu situer les différents sites où s'exercent plus particulièrement les usages humains dans la région de Passau-Jochenstein. Les rives du Danube, de l'Inn et de l'Ilz dans la région de Passau, la rive près d'Erlau ainsi que les pentes adjacentes du Danube, les zones de rive à Obernzell et la centrale hydroélectrique Jochenstein avec son écluse ont été identifiées comme des zones particulièrement denses en usages. On peut ici distinguer les activités statiques d'une part et mobiles d'autre part, chacune d'elles se répartissant par ailleurs entre activités économique et activités de loisirs.

La navigation intérieure et les croisières fluviales sont les usages économiques les plus importants identifiées par les participants dans la zone étudiée du Danube. A ce titre, il convient de mentionner en particulier les quais de Passau entre Ilzstadt et Lindau, ainsi

que ceux d'Engelhartszell. Les navires de transport sont principalement en transit et approvisionnement, entre autres, le port de Passau, qui est situé en dehors de la zone étudiée.

On trouve des usages récréatifs statiques près de la ville, à Passau et à Obernzell : baignade, pêche, et activités de récréation contemplatives diverses.



Figure 63 : Cartographie des usages humains le long du Danube

	Débarquements pour les croisières fluviales
	Les loisirs humains mobiles sur le littoral (marche, vélo)
	Activités de loisirs humaines stationnaires sur le rivage (barbecue, baignade, etc.)
	Trafic linéaire (vélo, transport intérieur, etc.)

Les conflits entre usagers ou entre usagers et conservation environnementale n'ont été mentionnés que par quelques participants seulement. « *Heureusement, nous n'avons pas de très gros conflits* », a déclaré un participant. Cependant, le sujet qui suscite le plus de discussions parmi la population locale est la mise en œuvre de mesures de protection contre les inondations qui est un sujet très sensible dans la région. Par contre, le sujet de la protection contre les inondations n'a pas été examiné en profondeur dans ce projet.

En résumé, les participants usagers qui se sont exprimés relatent et entretiennent un rapport plutôt utilitariste à la nature, et en identifient la qualité au travers de son attrait paysager et de la densité végétale et minérale. Un participant a fait remarquer que « *l'utilisation de la nature [...] appartient à l'homme et que l'homme ne peut se passer de l'utilisation de la nature. Nous n'avons pas besoin de la mettre sous cloche partout, mais nous devons chercher là où il est important de protéger la nature* ».

3.7.4 Mesures

Au cours de la dernière partie de la discussion, des cartes mentales ont été établies, qui résument les contributions à la discussion sur la renaturation des berges et la création de

bancs de gravier. D'autres mesures proposées par les participants (et non approfondies ici) peuvent être citées : la mise en œuvre des mesures énumérées dans le plan de gestion Natura 2000 et la réalisation de la passe à poissons déjà prévue et annoncée à la centrale de Jochenstein.

3.7.4.1 Restauration des berges

Ce point n'a pas été discuté pour un site spécifique, mais plutôt par rapport à diverses conditions qui influencent la renaturation et les modifications de berges. Les mesures de renaturation ne peuvent être mises en œuvre qu'avec la participation de toutes les parties prenantes, à savoir l'administration de gestion de l'eau (Wasserwirtschaftsämter), les bureaux de district (Landratsämter) et l'Administration fédérale des voies navigables et de la navigation (WSV). Pour les participants, il est évident que c'est avant tout WSV en tant qu'autorité responsable de la voie navigable du Danube qui doit "être à bord", mais sa position sur le sujet de la renaturation des berges est inconnue des interlocuteurs.

Les participants se sont exprimés pour souligner leur vision seulement partielle du sujet, et ont regretté l'absence des gestionnaires de la voie navigable. Pour réaliser les mesures ils expriment le besoin d'identifier une personne responsable de la mise en œuvre ou, comme l'a dit un participant, « *nous avons besoin d'un leader* ». Il a été proposé d'organiser une réunion de tous les acteurs impliqués et intéressés pour échanger des idées.

De façon générale, la mise en œuvre de la renaturation est très bien acceptée par la population et les autorités, mais ce n'est actuellement pas le but des représentants politiques, des associations et des autorités. Une plus grande dynamique est nécessaire dans ce domaine.

Selon un participant, des mesures intéressantes dans le domaine de la renaturation des berges, mais aussi au-delà, sont répertoriées et mises en œuvre afin d'appliquer le plan de gestion Natura 2000 pour la région de Passau-Jochenstein. Des mesures supplémentaires sont prévues dans le cadre de la construction de la centrale de pompage-turbinage de Riedl. C'est le cas par exemple de la passe à poissons de Jochenstein, mais aussi la création de bancs de gravier, comme décrit dans le chapitre suivant.

Cependant, les infrastructures routières et leur maintenance se heurtent à la mise en œuvre de ces mesures. En effet, la localisation des routes dans une vallée encaissée, et le confortement du génie civil dans l'emprise du lit majeur du fleuve présentent des aspects de sécurité incontournable qui contraignent beaucoup les options envisageables. En raison de l'étroitesse de la vallée, la route du côté allemand ne pouvait que passer directement sur la rive du Danube. Afin de protéger cette route des inondations, la rive a dû rester fortifiée par des enrochements et du béton. Un participant s'inquiète de l'effet que les mesures pourraient avoir sur la sécurité des personnes, et invite à faire « des vérifications ».

3.7.4.2 Bancs de graviers

La préservation des bancs de graviers sur le long terme est une condition de réussite du projet. La discussion n'a pas permis de lever les incertitudes et les hésitations sur la manière de traiter le problème de l'ensablement de ces zones. Il pourrait s'avérer nécessaire de renouveler périodiquement les bancs de graviers. L'exemple d'Ering sur l'Inn

montre que les bancs de gravier artificiels ont un effet positif sur la dynamique des rivières, mais qu'ils doivent être aménagés de manière assez plate pour résister à une forte érosion par les inondations.

Plus précisément, deux zones entre Passau et Jochenstein ont été identifiées pour la création de bancs de graviers. D'une part en limite d'Oberzell vers Jochenstein et d'autre part dans la région d'Erlau-Edlhof. Ces deux zones étaient déjà incluses dans les mesures de compensation de l'installation de pompage-turbinage de Riedl, mais elles sont controversées, du moins pour la zone d'Erlau, en raison des effets négatifs possibles des bancs de gravier sur le risque d'inondation (possible amplification des phénomènes de crue). De l'avis des participants, c'est un point qui reste à discuter avec les experts en hydrodynamique. Il convient de noter que la création de bancs de graviers est généralement considérée comme très positive.

Ainsi, la création de bancs de graviers semble être la mesure que les interrogés considèrent comme prioritaire, compte tenu de la pertinence écologique, des usages humains en présence et des infrastructures existantes. Selon les interrogés, la création des bancs de graviers combine de manière exemplaire les fonctions écologiques (frayère, habitat, dynamisation de la rivière) et les usages humains (principalement la baignade, la pêche) sans nuire aux infrastructures (mesure sélective en dehors du chenal de navigation). Pour étayer leur opinion, ils s'appuient sur des exemples de projets réussis ayant déjà été mis en œuvre dans la région, y compris à l'aval de Jochenstein. La création de bancs de graviers pourrait également attirer l'attention des autorités allemandes sur le Danube et le mettre davantage au centre des mesures écologiques. Cependant, une utilisation humaine excessive de ces espaces, en particulier pendant la période de frai, pourrait se montrer contre-productive en créant des dérangements. Il faut donc prévoir un encadrement, plus ou moins rigide de l'accès à ces nouveaux espaces et anticiper d'éventuels conflits d'usage.

3.7.5 Résumé

On retient que sur la zone du Danube, experts et usagers ont en partage une certaine forme de pragmatisme et une attention particulière pour la capacité de conciliation des usages des solutions proposées et retenues. Ainsi la durabilité et le possible multi-usage semblent être deux critères d'importance pour eux. De ce fait, la dimension de l'acceptabilité sociétale prend une place prépondérante dans la conceptualisation des mesures à mettre en place, et ce sont naturellement les mesures qui permettent de combiner ces différents aspects qui emportent le plus d'adhésion. Usages ou nature, la sanctuarisation ne semble pas envisageable.

Cela s'illustre notamment dans le rapport à l'espace que ces deux publics entretiennent, considérant que la renaturation des espaces, bien qu'étant pour tous une priorité, doit se faire en bonne intelligence avec les usages, voire, leur permettre de pouvoir élargir leur zone d'activité. Ainsi, par les mesures d'amélioration imaginées, se sont à la fois la biodiversité et les usages qui regagnent du terrain. Le cas d'illustration le plus flagrant et bien-sûr celui de la renaturation des berges, avec comme mesure principale la création de bancs de graviers sur les rives du fleuve qui a été largement plébiscitée aussi bien par les experts que par les usagers.

Cependant, la création de ces nouveaux espaces à double vocation est propice à l'émergence de nouveaux espaces de compétition. Aussi, tous envisagent et anticipent un besoin de réglementation afin d'éviter que la compétition ne dégénère en conflit, au

détriment notamment de la vocation naturaliste de ces espaces. Dans un contexte sociétal où les interdictions absolues de pratiques sont très mal vécues, cette réglementation, contrairement à ce qu'il est parfois possible d'observer sur le terrain d'étude Rhin, ne passe pas par des interdictions strictes d'accès mais plutôt par des limitations « temporelles » ou des zonages dans lesquels les usagers doivent être adaptés.

Il est remarquable que cette philosophie de la coexistence rapprochée des usages et de la biodiversité à proximité immédiate des infrastructures, tendance propre aux cas d'étude du Danube, rompt avec le modèle Rhénan où les espaces d'activités de chacun, et les espaces naturels protégés sont significativement plus cloisonnés. Cependant, au-delà de cette différence d'approche fondamentale, de nombreux points rapprochent finalement les deux grands territoires d'étude Danubiens et Rhénans que nous allons développer dans la partie suivante.

3.8 Résumé

Les échanges qui se sont tenus sur les deux grandes plaques géographiques retenues ont permis de mettre en évidence les spécificités de chacune d'elles, avec à chaque fois un cocktail unique de particularismes : topographie, éléments culturels et historiques, acteurs et usages en présence, réglementations et bien-sûr implantation des infrastructures.

Le Tableau 17 illustre bien les nuances d'aspirations, révélant que les pays germanophones sont tendanciellement plus sensibles à la restauration des espaces, qu'il s'agisse des berges ou de zones protégées autres ; alors que les interlocuteurs français sont d'avantages sensibles au travail à l'échelle du bassin versant, notamment au travers de la reconnexion d'affluent et de la thématique de la continuité transversale, qu'elle soit terrestre ou aquatique.

Cependant, au-delà de ces particularismes entendus, au-delà de ces différences entre sites éloignés ou entre pays, il est remarquable d'observer que de grandes tendances de fond se révèlent et lient finalement ces sites pourtant situés aux confins de l'Allemagne et de ses pays voisins. Ils se révèlent comme appartenant à une même famille écosociosystémique.

Tableau 17: Mesures d'adaptations d'infrastructures et d'amélioration environnementale

Pertinence des mesures par dispositif (3 dimensions confondues) « ++ » « + » « 0 » « - » « -- » Pa (non abordé)	Engelhartszell (Danube)		Strasbourg (Rhin)	
	Delphi bi-national	Focus groupe	Delphi français	Delphi allemand
Restauration des berges	++	+	0/+	+
Création et extension des zones protégées	+	NA	+	++
Continuité (longitudinale)	+	NA	0/+	+
Gestion d'eau	NA	NA	++	+
Continuité (transversale)	NA	NA	++	NA
Reconnexion de bras morts	+	NA	NA	NA
Réforme du WSV	++	+	NA	++
Gestion sédimentaire	0	NA	NA	NA
Lutte contre espèces invasives	-	NA	NA	-
Création de bancs de graviers	++	++	NA	NA
<i>Amélioration de l'état des forêts alluviales (finalité de bcp de mesures)</i>	+	NA	+	++

3.8.1 Les solutions hydro-morphologiques paraissent les plus pragmatiques

Historiquement, le domaine de l'écologie aquatique s'est longtemps focalisé sur les paramètres physico-chimiques des cours d'eau (thermie, pollutions diffuses, turbidité etc.) puis sur les continuités, surtout halieutiques. Ces sujets, s'ils sont en relative amélioration n'en sont pas pour autant clos et occupent toujours une large partie des études et des plans de programmation à visée environnementale. Cependant, comme l'a révélé la dernière partie de cette étude, ces prismes d'approche atteignent aujourd'hui une forme de « plafond », qu'il soit politique, technique ou d'acceptabilité sociétale. Aussi, bien que l'ensemble des personnes interrogées, et notamment les experts quel que soit leur nationalité, tous se sont attachés à ouvrir les pistes de réflexion à un champ de l'écologie ouvert plus récemment : l'hydro-morphologie.

Beaucoup des pistes avancées, sur l'ensemble des sites d'étude, s'y rattachent : amélioration des habitats et zones de fraies par des travaux sur les zones courantes ou lentisques, travail sur les débits morphogènes et la charge sédimentaire pour alimenter les berges, travail « en dur » par le biais de curages/dragages, reconnexion d'affluents... Tout cela conduit à réorienter les réflexions vers ce qui physiquement « fait » une rivière vivante par opposition à une rivière canalisée ou enrochée qui est souvent considérée par les observateurs comme « morte ».

Par ailleurs, cette réflexion est avant tout celle d'un pragmatisme partagé, qui souvent s'est forgé au travers d'expériences. Par exemple, malgré qu'ils estiment que le combat pour la remise en continuité des grands fleuves doit perdurer, les experts écologues ont constaté que si les conditions n'y sont pas réunies pour permettre le maintien des cheptels halieutiques (température de l'eau, pauvreté des habitats ou des zones de fraie, dérangement, pression anthropique, prédation des espèces envahissante...), alors ce combat sera en partie vain. C'est également une forte imprégnation de la notion de « coût-bénéfice » qui, dans un contexte institutionnel et financier parfois critique, pousse experts, et dans une moindre mesure usagers « experts » (issus notamment des associations de pêche et de protection de la nature) à mieux « cibler » leurs attentes, vers des mesures et opérations dont le bénéfice est soit plus évident pour le grand public, soit plus immédiat. Il s'agit aussi souvent de mesures à « moindre coût », relativement aux grands chantiers de continuité par exemple. Le travail hydro-morphologique, sur le milieu même, apparaît ainsi comme une approche prioritaire qui permettrait en parallèle de poursuivre d'autres chantiers et d'en maximiser les bienfaits.

Tous s'accordent à dire qu'une rivière en bonne santé est une rivière physiquement diversifiée. Ce besoin de diversité s'applique par extension à la question des usages qui prennent à proximité immédiate des cours d'eau et dont il faut, pour les maintenir en place, assurer la sensibilisation à ce qui constitue une rivière diverse et en bonne santé.

3.8.2 La pédagogie écologique et expériences vécues, premières pierres indispensables à l'édification d'une programmation environnementale durable et acceptable.

Les experts de chacun des trois pays concernés par notre étude s'accordent pour dire que le grand public est très peu ou très mal informé sur ce que constitue la « qualité environnementale » de manière générale. Cette méconnaissance provoque deux problèmes majeurs : un manque d'ambition et un manque d'acceptabilité.

En effet, la méconnaissance des interactions écosystémiques provoque souvent des confusions. Des zones simplement végétalisées, sans diversité particulière ou dont la diversité s'est dégradée, sont perçues comme des espaces naturels fonctionnels et suffisants. En effet, malgré l'émiettement de la forêt alluviale, le grand public peut avoir le sentiment que ces espaces sont « sauvages » et naturels. Dès lors, il est compliqué d'imaginer que des représentants politiques puissent se saisir du sujet pour faire plus cas de ces espaces qui ne sont pas nécessairement perçus comme fragiles ou en danger.

De même si grand public et usagers ne perçoivent pas la diversité et la fragilité des lieux qu'ils fréquentent, s'ils n'en connaissent pas les interactions et la saisonnalité, comment peuvent-ils tolérer les contraintes d'usage qu'on leur impose, au titre de la protection d'espaces qu'ils n'estiment pas nécessairement menacés. Espérer et obtenir des pratiques adaptées de la part des usagers suppose que chacun des trois éléments de l'équation puisse partager avec les autres ses impératifs : autorités environnementales, usagers économiques et de loisir, et gestionnaires d'infrastructures.

Ainsi tous, experts comme usagers, soulignent la grande nécessité de prévoir des supports et des espaces de discussion et de diffusion d'un savoir partagé, spécifique à ces sites fragiles et à ce que l'on y trouve : faune, flore, usagers et infrastructures en exploitation. Cependant, l'effet d'apprentissage n'est pas à négliger. Plus nombreux seront ces espaces d'interface, plus l'accoutumance et l'acceptabilité d'adaptations comportementales sera grande. C'est d'ailleurs une des pistes préconisées par les usagers germanophones de l'atelier Danubien. Multiplier les sites (en l'occurrence les bancs de galets) permet non seulement de réduire la pression humaine sur chaque site mais également de diffuser une culture du savoir être en nature et de la nature en elle-même.

3.8.3 Les espaces rivulaires et latéraux comme point de mire

Enfin, cette troisième partie de notre étude nous éclaire sur un dernier élément, là encore transposable à chacun des sites : l'importance qui est apportée non pas à la voie d'eau elle-même, mais bien aux espaces qui y sont connectés et qu'elle abonde. Sur l'ensemble des sites d'études, les espaces latéraux sont le plus souvent l'objet de l'attention et des mesures espérées. Ripisylve et plus particulièrement forêt alluviale (avec des essences ligneuses), berges renaturées, bras morts et zones humides etc. sont des zones particulièrement suivies ou identifiées comme méritant de l'être. Entre « mise sous cloche », ou accessibilité contrôlée, le sort de ces espaces n'est cependant pas figé. Les infrastructures, par les accès qu'elles créent ou qu'elles facilitent, doivent bien sûr être intégrés à ce débat pour prendre toute la mesure de leur impact, de leur influence, mais également du potentiel de reconnexion et de réconciliation qui est le leur.

4 Conclusions

Ce dernier chapitre servira dans un premier temps à intégrer des résultats majeurs issus des trois volets de ce projet pour développer une vision plus inter- et transdisciplinaire des relations entre les réseaux d'infrastructures, les changements de biodiversité et les dynamiques d'usages dans les espaces rivulaires. Dans un second temps, nous discuterons des limites de nos approches méthodologiques, des points de vigilances, et présenterons des pistes de recherches futures.

Pour se placer dans une perspective interdisciplinaire sur les changements d'espaces fluviaux, nous proposons de faire usage de concepts issus de l'écologie pour les transposer aux enjeux d'activités humaines et ainsi élaborer une théorisation commune. Tout particulièrement, ce sont les idées de « continuités » et de « fragmentation » d'habitat, de « dégradation » et « restauration » d'habitat ainsi que le terme de « niche » qui nous apparaissent des concepts écologiques riches qui peuvent aussi être exploités pour porter un regard sociologique sur les dynamiques d'usages en lien avec les infrastructures et les paysages rivulaires qu'ils ont façonné.

La première partie du projet a débuté par une synthèse bibliographique relayant les changements de composition de la macrofaune aquatique (macroinvertébrés benthiques et poissons) sur la période 1945-2016. Sur la même période, une analyse fine de l'évolution des forêts alluviales a permis d'acquérir des connaissances nouvelles et de produire des données originales sur un compartiment sensible pour de nombreuses espèces. Il a été démontré que la part des surfaces forestières est restée stable, voire a augmenté sur 5 de nos 6 sites. A l'inverse, les terrains agricoles ont régressé sur l'ensemble des six sites. En parallèle, l'analyse des occupations du sol a révélé l'impact spatial grandissant des infrastructures, notamment des voies navigables, ainsi que, pour certains sites, une expansion des zones urbaines, y compris résidentielles.

Un résultat écologique notable est que malgré leur stabilité en termes de surfaces, les espaces forestiers rivulaires sont aujourd'hui plus morcelés et affichent des interfaces plus nombreuses avec les espaces aménagés créant des ruptures dans le paysage et les continuités écologiques. La « qualité » et la « fonctionnalité » écologique des « nouvelles » forêts morcelées sont incertaines et une dégradation des écosystèmes alluviaux est probable. L'expansion des infrastructures de transport et de production d'énergie en est à l'origine, ainsi que d'autres tendances sociétales comme l'urbanisation progressive et la mise en place d'une agriculture intensive. Les populations de poissons, surtout les espèces migratrices, ont également souffert de la fragmentation (longitudinale, latérale) et de la dégradation qualitative de leurs habitats.

A l'inverse, de « nouveaux » complexes d'habitat ont été créés par l'aménagement des fleuves et la mise en place d'infrastructures fluviales, tels que l'île de Rohrschollen, l'espace de la Petite Camargue Alsacienne sur le Rhin Supérieur, ou encore quelques zones de l'Inn. Ces espaces présentent une haute valeur écologique pour certaines espèces. Les oiseaux d'eau en particulier, mais aussi une part des poissons, des amphibiens et des insectes à stade aquatique comme les Odonates (libellules et demoiselles) y ont trouvé des niches écologiques qui leur permettent de boucler leur cycle de vie. L'expansion des réseaux d'infrastructures a sans doute eu de nombreux impacts négatifs sur la biodiversité alluviale et a largement *fragmenté* voire *dégradé* les habitats, mais il est nécessaire de conserver une vision intégrée et équilibrée qui tienne compte aussi d'une *restauration* partielle ou d'un soutien des infrastructures à une part de la richesse naturelle des sites.

Dans la deuxième partie du projet, notre analyse s'est focalisée sur 4 des 6 sites identifiés, à l'interface entre les réseaux d'infrastructures et les différentes activités humaines présentes, qu'il s'agisse d'usages économiques ou de loisirs. Les résultats montrent que certains types d'usages connaissent des trajectoires homologues de progression ou de régression communes à tous les sites. Il y a une tendance au fort développement des usages « mobiles » que nous qualifierons de « gagnants ». Ils se pratiquent de façon dynamique le long de la voie d'eau, que ce soit directement sur l'eau (principalement le transport fluvial, en particulier les croisières, mais aussi dans une moindre mesure le kayak ou l'aviron) ou sur ses berges aménagées (cyclisme, randonnées). A l'inverse, les activités « productives » et statiques telles que la pêche et l'agriculture ont fortement régressé (activités « perdantes »).

Les activités « gagnantes » ont bénéficié directement de l'aménagement des berges en voies vertes multi-usages, et de la multiplication des passages transversaux, ainsi que d'un plan d'eau relativement stable (retenues amont des ouvrages hydrauliques). A l'inverse, les usages statiques-productifs se voient de plus en plus coincés entre les diverses infrastructures et les usages « gagnants » que celles-ci soutiennent. Les réseaux d'infrastructures ont eu non seulement des effets de fragmentation/continuités pour la biodiversité, mais aussi sur les usages, en créant des continuités (transversales et longitudinales) pour beaucoup d'entre eux. Parfois, l'influence des infrastructures dépasse les seuls usages industriels initialement visés par l'aménagement des fleuves, et en cantonnent certains, à l'instar de la pêche, à des espaces limités provoquant ainsi une sorte de *fragmentation d'usages*. Ainsi, l'aménagement progressif des fleuves étudiés a modifié, détérioré ou amélioré, modifié les conditions de la pratique de diverses activités humaines.

Sur la base de ces observations, nous postulons que la notion d'*habitat d'usage* pourrait être incrémentée dans les conceptions et réflexions actuelles. Il s'agirait d'un environnement socio-éco-technique qui serait plus ou moins apte à accueillir un usage donné, de la même manière qu'un habitat écologique est plus ou moins favorable à telle ou telle espèce. A titre d'exemple, l'aviron a bénéficié de la présence d'un plan d'eau plus stable et aux eaux calmes dans la zone de retenue en amont des barrages. Une zone où l'usage a trouvé une *niche d'habitat* optimale pour sa pratique. A l'inverse, les pratiquants du kayak, dont la pratique est plus gratifiante dans des eaux vives aux écoulements turbulents, déplorent dans la plupart des cas une *dégradation de ces habitats d'usage* par l'aménagement des fleuves. Ainsi, il serait possible de considérer une *dégradation* ou, dans le cas opposé, une *restauration* des « habitats » de ces usages.

De plus, les activités en progression ou dites « gagnantes », forment souvent des « alliances » entre elles. Par exemple, le cyclisme avec le camping, la fréquentation de restaurants et la baignade, alors que les activités en régression connaissent peu de relations de synergie. Il y a donc pour les usages comme pour les espèces des *interactions* qui peuvent être neutres, positives ou négatives. Les relations co-évolutives entre usages (homologues aux relations ++ ou +/0 entre espèces) contribuent à ce que des activités qui autrefois étaient mineures voire absentes (ex. le cyclisme et la randonnée) se renforcent et se pérennisent. Une théorie relativement récente en écologie des invasions soutient que l'arrivée d'une espèce exotique sur un nouveau milieu permet l'implantation d'une ou plusieurs autres espèces exotiques par la modification des conditions d'accueil du milieu récepteur par rapport à ce qu'elles étaient avant la première exotique implantée (Simberloff & Von Holle, 1999 ; Simberloff, 2006). Il peut y avoir ensuite un effet « boule de neige » (l'expression originelle « *invasional meltdown* » en science des invasions est relativement intraduisible) dans le sens où les espèces exotiques favorisées qui arrivent secondairement

peuvent favoriser à leur tour d'autres espèces exotiques, et ainsi de suite. Pour en revenir aux usages, ceux en progression ont ainsi tendance à correspondre à des bouquets d'usages partageant des *niches* qui ont émergé suite aux changements paysagers des espaces fluviaux, et qui se renforcent mutuellement. Les usages industriels présentent, en quelque sorte, des usages « colons » qui ont préparé le terrain pour ces bouquets d'usages « gagnants ».

Il en est finalement de même des usages et des espèces qui pourraient aussi être classées en « gagnantes » et « perdantes » vis-à-vis des évolutions du milieu liées aux aménagements et aux infrastructures. Le Rhin Supérieur est ainsi devenu une zone Ramsar de premier plan. Il est reconnu pour la diversité et l'abondance des oiseaux d'eau hivernants qui trouvent sur les plans d'eau en amont de barrages des zones de quiétude avec des conditions d'écoulement calmes, qui ne sont jamais prises en glace (influence des résurgences phréatiques) et sans prédateurs (chasse interdite, peu voire pas de prédateurs naturels). Chez les poissons, les grands migrateurs sont soutenus à grands renforts d'interventions (élevage et empoissonnement, ouvrages telles que des passes à poissons) mais ces nouveaux milieux semblent très favorables aux silures ou aux chevesnes par exemple. La forêt alluviale tend également à se transformer d'une communauté arborescente à bois tendre (Saules, Peupliers) vers une communauté à bois dur (Frêne, Chêne, Orme, Erable) à mesure qu'elle est privée des inondations qui la façonnent de son régime de perturbation naturelle. Les espèces hygrophiles sont ainsi les perdantes de l'assèchement des milieux suite aux manques de débordements du fleuve et à l'abaissement du toit de nappe qui lui est conséquent.

Ensemble, ces éléments nous amènent à conclure que l'expansion des infrastructures a contribué de manière importante aux dynamiques écologiques et sociétales, en créant des *continuités et des fragmentations d'habitats écologiques et d'usages*. Ainsi, certaines espèces et certains usages ont été modifiés par dégradation ou restauration de *certaines zones* territoriales. Par conséquent, s'il s'agit de planifier des mesures d'adaptations infrastructurelles, il apparaît que les multiples dépendances et les impacts potentiellement opposés que certaines mesures pourraient avoir sur des espèces ou des usages doivent être pris en compte, d'autant plus que certains effets peuvent s'avérer déséquilibrés selon les espèces ou les usages. En effet, le renforcement ou l'affaiblissement « infrastructurel » d'une activité peut induire des impacts, parfois inattendus, sur d'autres activités. Ces effets cumulés peuvent exister également sur les espèces. Idéalement, les mesures d'adaptations infrastructurelles devraient viser à améliorer les conditions pour certaines espèces et usages, sans nécessairement affecter de manière négative les autres. Ceci ne sera pas toujours possible, mais à minima une telle approche permettrait aux opérateurs d'infrastructures et décideurs locaux de trouver des solutions plus équilibrées qu'auparavant.

Dans cet esprit, les résultats de nos approches participatives suggèrent que les berges constituent un domaine particulièrement prometteur pour réconcilier au mieux la biodiversité et les usages humains des espaces fluviaux. Leur renaturalisation a le potentiel de promouvoir la reproduction d'espèces, par exemple des poissons par une meilleure connectivité latérale mais également toute une flore et une faune typique de cette zone de transition entre un milieu strictement aquatique et un milieu terrestre, tout en les rendant plus attractives pour des aménités comme la détente, certaines pratiques sportives, la baignade ou la pêche. Dans le même temps, la navigation fluviale considérée en tant qu'usage économique important n'est pas affecté de manière négative. Pour éviter la

saturation d'usages de ces espaces, des interdictions temporelles pendant les périodes de reproduction et des zones renaturalisées suffisamment nombreuses sont recommandées.

Pour clore ce rapport, il est important de discuter du cadre et des limites de ce travail afin de bien contextualiser nos résultats et de formuler des pistes pour des recherches futures. Les trois compartiments biologiques étudiés en termes de biodiversité l'ont été d'une part par la réalisation d'une synthèse bibliographique (macro-invertébrés benthiques et poissons) et d'autre part par la production et l'analyse de données inédites sur la forêt alluviale (analyse par photo interprétation de l'occupation des sols à trois périodes). C'est cette forêt alluviale riparienne qui a été la plus intéressante à analyser dans le cadre de cette étude. En effet, l'étude de l'évolution sur le long-terme de sa représentativité a été optimisée par la qualité des données réunies et analysées (complètes et récoltées de manière homogène sur les 6 sites pour les 3 périodes étudiées, les années 1950, 1980 et 2010). La qualification de « forêt » assignée aux espaces boisés mériterait sans doute d'être complétée par des relevés de terrain susceptibles de décrire les associations végétales types et de produire ainsi une évaluation de l'état de conservation de ces espaces. La spatialisation de profils de compositions végétales au sein des espaces forestiers serait tout particulièrement intéressante à mettre en regard de l'emprise des infrastructures ; ceci pour bien identifier les noyaux de forêts anciennes aux valeurs patrimoniales les plus fortes. Il serait également envisageable de caractériser la rugosité des déplacements potentiels d'espèces au sein de ces corridors écologiques et de définir ainsi pour une espèce cible les itinéraires de connectivité qui s'offrent à elle au sein d'une mosaïque paysagère pour accomplir son cycle de développement. Ces simulations numériques pourraient tout à fait être calculées sur les 18 situations étudiées, puis interprétées en fonction des aménagements et des infrastructures en place. En termes de perspectives, il nous paraît également opportun de fouiller l'évolution des assemblages d'oiseaux au sein de ces espaces aquatiques et ripariens si les données d'observation le permettent. L'avifaune occupe en effet une grande diversité de micro-habitats au sein de ces écosystèmes fluviaux et de profondes mutations dont les aménagements sont pour une grande part responsables ont été identifiées.

Une première limite importante des travaux sociologiques est le nombre limité d'études de terrains analysés. En raison de ressources très limitées, les deux volets devaient se concentrer d'abord sur quatre (étape 2 du travail) puis sur deux (étape 3 du travail) sites. Des études complémentaires sur le Rhin et le Danube comme sur d'autres fleuves fortement modifiés par l'homme permettraient d'intégrer nos résultats concernant les activités « gagnantes » et « perdantes » sur des bases empiriques plus solides. A ce propos, il serait souhaitable d'approfondir l'analyse des dynamiques de certaines activités que nous avons considérées à la marge dans le cadre de cette étude (comme les observations ornithologiques, la chasse et les bateaux de plaisance).

De même, les contraintes budgétaires nous ont également obligées à faire des choix méthodologiques pour l'analyse des usages. Nos propos sont essentiellement fondés sur l'analyse en occurrence de données issues d'entretiens qualitatifs individuels et collectifs avec des représentants d'opérateurs d'infrastructures, de collectivités locales et de groupes d'usagers. Par contre, pour capter les pratiques sociales, qui disposent d'un caractère fortement habituel et inconscient, la description des contours de leurs réalisations lors des entretiens est forcément limitée. Il aurait par exemple été souhaitable de mener davantage d'observations sur les sites, à différentes périodes de l'année, de la semaine et à différentes heures de la journée pour tenir compte des variations saisonnières, hebdomadaires ou journalières. Il s'ajoute à cette problématique la

dimension historique de notre analyse qui avait l'ambition de tracer les changements d'usages depuis environ 1950. Pour faire face à ce défi, nous avons essayé de recruter au maximum des personnes seniors comme interlocuteurs qui soient capables de dresser l'histoire des changements de leurs pratiques et, dans l'idéal, de faire remonter les expériences de leurs parents et grands-parents. Cependant, une analyse complémentaire de matériel audiovisuel d'époques anciennes ainsi qu'une recherche plus poussée de photographies historiques présenteraient une extension méthodologique potentiellement très utile pour encore mieux comprendre les changements de certains usages. Finalement, la recherche plus exhaustive de données statistiques disponibles (par exemple des comptages de randonneurs ou le passage de cyclistes), dont nous nous sommes servis ponctuellement, pourrait également renforcer notre base empirique. En somme, ces réserves méthodologiques nous incitent à interpréter nos résultats avec une certaine précaution et à être prudents sur leur représentativité pour d'autres sites et fleuves.

Malgré ces réserves, nous pouvons raisonnablement poser l'hypothèse que les tendances de fragmentation, de continuités, de dégradation et de restauration des habitats écologiques et d'usages observés sur nos sites sont susceptibles d'exister ailleurs, et probablement dans des constellations variées d'infrastructures, d'usages et d'espèces. Il serait pertinent de mener des recherches complémentaires pour approfondir la compréhension des inter-relations entre les infrastructures, les richesses naturelles et les activités humaines, ainsi que les tendances d'usages et d'espèces à ressortir « gagnants » ou « perdants » des dynamiques en place sur les territoires. Il serait également intéressant d'approfondir la question de l'effet frontière joué ou non dans les dynamiques de fragmentation et de continuités. Ces analyses permettront de proposer des pistes d'adaptations infrastructurelles ayant le potentiel intrinsèque de réconcilier la biodiversité et les activités humaines dans des espaces rivulaires fortement aménagés.

References de la première partie de l'étude (biodiversité)

- Antipa, G. (1912). Die Biologie des Inundationsgebietes des unteren Donaudeltas. Verhandlungen des internationalen Zoologischen Kongresses, VIII. 163-208.
- Beisel, J. N., & Lévêque, C. (2010). Introduction d'espèces dans les milieux aquatiques: Faut-il avoir peur des invasions biologiques ? Quae.
- Beisel, J. N. (2001). The elusive model of a biological invasion process: time to take differences among aquatic and terrestrial ecosystems into account? *Ethology Ecology and Evolution*, 13(2):193-195
- Bij de Vaate, A., Jazdzewski, K., Ketelaars, H. A., Gollasch, S., & Van der Velde, G. (2002). Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59(7), 1159-1174.
- Bölscher, T., van Slobbe, E., Van Vliet, M. T., & Werners, S. E. (2013). Adaptation turning points in river restoration? The Rhine salmon case. *Sustainability*, 5(6), 2288-2304.
- Carbiener, R., & Tremolières, M. (2003). La ripisylve du Rhin et ses connexions. Histoire, évolution naturelle et anthropique. Les forêts riveraines des cours d'eau. *Ecologie, fonctions et gestion*. Institut pour le développement forestier, 240-271.
- Cioc, M. (2009). *The Rhine: an eco-biography, 1815-2000*. University of Washington Press.
- CIPR (2015a). La biologie du Rhin. *Rapport de synthèse sur le programme d'analyse biologique 'Rhin' 2012/2013 et évaluations nationales réalisées au titre de la DCE. Commission internationale pour la protection du Rhin. Décembre 2015*.
- CIPR (2015b). *Suivi de la faune piscicole du Rhin. Commission internationale pour la protection du Rhin. Version de juillet 2015*
- Couch, C., Petschel-Held, G. & Leontidou, L. (2008). *Urban Sprawl in Europe: Landscape, LandUse Change and Policy*. John Wiley & Sons.
- Forman, R. T. T. & Wilson, E. O. (1995) *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions (1 edition)*. Cambridge ; New York : Cambridge University Press.
- Haidvogel, G., Lajus, D., Pont, D., Schmid, M., Jungwirth, M., & Lajus, J. (2014). Typology of historical sources and the reconstruction of long-term historical changes of riverine fish: a case study of the Austrian Danube and northern Russian rivers. *Ecology of freshwater fish*, 23(4), 498-515.
- Halfon, E., & Büggemann, R. (1989). Environmental hazard ranking of chemicals spilled in the Rhine River in November 1986. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*, 17(1), 47-60.
- Heckel, J. J., & Kner, R. (1858). Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie, mit Rücksicht auf die angränzenden Länder. Engelmann.
- Hohausova, E., & Jurajda, P. (1997). Ichthyofauna of the Upper Morava River Drainage and its Role in a Restoration Project. *Folia Zoologica*, 46(1), 73-85.
- Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.
- Lauterborn, R. (1918). Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes. 3. Teil. *Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften / Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Abt. B, Biologische Wissenschaften*, p 85.

- Lauterborn, R. (1917). Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes. 2. Teil. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften / Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Abt. B, Biologische Wissenschaften, p 70.
- Lauterborn, R. (1916a). Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes I. Teil. Heidelberger Akad.Wiss., Math.-naturwiss.Kl., Abt.B7 5:1-70.
- Lauterborn, R. (1916b). Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes. 1. Teil. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften / Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Abt. B, Biologische Wissenschaften, p 61.
- Lenders, H. J. R., Chamuleau, T. P. M., Hendriks, A. J., Lauwerier, R. C. G. M., Leuven, R. S. E. W., & Verberk, W. C. E. P. (2016). Historical rise of waterpower initiated the collapse of salmon stocks. *Scientific reports*, 6, 29269.
- Leuven, R. S., Van der Velde, G., Baijens, I., Snijders, J., van der Zwart, C., Lenders, H. R., & Bij de Vaate, A. (2009). The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. *Biological invasions*, 11(9), 1989.
- Liska, I., Slobodnik, J., & Wagner, F. (2008). Joint Danube Survey 2, Final Scientific Report. International Commission for the Protection of the Danube River.
- Malaj, E., Peter, C., Grote, M., Kühne, R., Mondy, C. P., Usseglio-Polatera, P., ... & Schäfer, R. B. (2014). Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(26), 9549-9554.
- Manné, S. (2017). Les gobies d'origine Ponto-Caspienne en France: détermination, biologieécologie, répartition, expansion, impact écologique et éléments de gestion. *Synthèse des connaissances*, 10.
- Marsilius, A. F. (1726). *Danubius pannonico-mysicus, observationibus geographicis, astronomicis, hydrographicis, historicis, physicis perlustratus et in sex Tomos digestus. Tomus IV. De piscibus in aquis Danubii viventibus.*
- Marten, M. (2001). Environmental monitoring in Baden-Württemberg with special reference to biocoenotic trend-monitoring of macrozoobenthos in rivers and methodical requirements for evaluation of long-term biocoenotic changes. *Aquatic Ecology*, 35(2), 159-171.
- Quimet, C. A. (2008). Fragmentation, intégrité écologique et parcs nationaux Québécois : analyse de deux indicateurs. Essai, Centre universitaire de Formation en Environnement, Sherbrooke, Québec, 88 p.*
- Pinder, A. C., Gozlan, R. E., & Britton, J. R. (2005), Dispersal of the invasive topmouth gudgeon, Pseudorasbora parva in the UK: a vector for an emergent infectious disease [archive], Fisheries Management and Ecology, 12(6), 411-414.*
- Plum, N. & Schulte-Wülwer-Leidig, A. (2014). From a sewer into a living river: the Rhine between Sandoz and Salmon. *Hydrobiologia*, 729(1), 95-106.
- Roche, K. F., Janač, M., & Jurajda, P. (2013). A review of Gobiid expansion along the Danube-Rhine corridor-geopolitical change as a driver for invasion. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (411), 01.
- Schmidt, K. F. (2001). A true-blue vision for the Danube. *Science*, 294(5546): 1444-1447. doi: 10.1126/science.294.5546.1444
- Schneider J. L. (2009). Analyse ichtyo-écologique globale et évaluation de l'efficacité des mesures envisagées dans le bassin du Rhin pour réintroduire les poissons

- migrateurs. Rapport CIPR n°167. In: CIPR (ed). Commission Internationale pour la Protection du Rhin, Koblenz, p. 155
- Schneider, E. (2002). The ecological functions of the Danubian floodplains and their restoration with special regard to the Lower Danube. *Large Rivers*, 129-149.
- Sommerwerk, N., Hein, T., Schneider-Jakoby, M., Baumgartner, C., Ostojić, A., Paunović, M., ... & Tockner, K. (2009). The Danube river basin. *Rivers of Europe*, 59-112.
- Staentzel, C., Beisel, J. N., Gallet, S., Hardion, L., Barillier, A., & Combroux, I. (2018). A multiscale assessment protocol to quantify effects of restoration works on alluvial vegetation communities. *Ecological Indicators*, 90, 643-652.
- Teletchea, F. & Beisel, J.N. (2018). Alien Fish Species in France with Emphasis on the Recent Invasion of Gobies, *Biological Resources of Water*, IntechOpen: 75-92. doi: 10.5772/intechopen.73408
- Tittizer T, Schöll F, Banning M, Haybach A, Schleuter M. (2000). Aquatische Neozoen im Makrozoobenthos der Binnenwasserstrassen Deutschlands. *Lauterbornia* 39: 1-72
- Tricart, J., & Bravard, J. P. (1991). L'aménagement des trois plus grands fleuves européens: Rhin, Rhône et Danube. Problèmes et méfaits. In *Annales de géographie* (Vol. 100, No. 561, pp. 668-713). Société de géographie.
- Wantzen K.M. et al. (2019, in press). The Rhine river basin. In : *Rivers of Europe*, Academic Press.

Références de la seconde partie de l'étude (volet sociologique) et de la conclusion

- ADAUHR. (2017). Plan local d'urbanisme (PLU) Kembs - 1.b Rapport de présentation.
- ADFC. (2019). ADFC-Travelbike Radreiseanalyse 2019. Zahlen, Daten, Fakten. Berlin, März 2019.
- Bauer M, Harzer R, Strobl K, et al. (2018). Resilience of riparian vegetation after restoration measures on River Inn. *River Research and Applications* 34 (5): 451-460.
- Beyer A and Debrie J. (2012). Les temporalités frontalières et urbaines du port de Strasbourg. Analyse géohistorique d'une relation fluviale ville-port. *Métropoles [En ligne]* 10.
- Böck H. (1956). Der Bau des Donaukraftwerkes Jochenstein. *Österreichische Wasserwirtschaft* 8 (5/6): 97-102.
- Cass N, Schwanen T and Shove E. (2018). Infrastructures, intersections and societal transformations. *Technological Forecasting and Social Change* 137:160-167.
- Cioc M. (2002). *The Rhine: an eco-biography, 1815–2000*: Weyerhaeuser Environmental Books.
- Coutard O and Shove E. (2018). Infrastructures, practices and the dynamics of demand. In: Shove E and Trentmann F (eds) *Infrastructures in practice: The dynamics of demand in networked societies*. London: Routledge, 10-22.
- EDF. (2015) Dossier de Presse – KEMBS : Des réalisations concrètes au service de l'ambition environnementale, énergétique et sociétale d'EDF.
- Gram-Hanssen K. (2010). Standby Consumption in Households Analyzed With a Practice Theory Approach. *Journal of Industrial Ecology* 14 (1): 150-165.
- Gram-Hanssen K. (2011). Understanding change and continuity in residential energy consumption. *Journal of Consumer Culture* 11 (1): 61-78.
- Hasenöhr U. (2014). „Weiße Kohle“ oder „Ausbeutung der Natur“? Konflikte um die Nutzung der Wasserkraft im (Vor-) Alpenraum am Beispiel bayerisch-österreichischer Grenzflüsse. *Bohemia-Zeitschrift für Geschichte und Kultur der böhmischen Länder* 54 (1): 119-141.
- Hettrich R, Ruff A and Sachteleben J. (2015). Ökologischer Zustand und Potential des Inn in der Schweiz, Österreich und Deutschland. Inn. Studie des PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH im Auftrag des WWF Österreich. 15. Januar 2015.
- Hui A, Schatzki T and (eds.) ES. (2017a). *The Nexus of Practices*, London: Routledge.
- Hui A, Schatzki T and Shove E. (2017b). Introduction. In: Hui A, Schatzki T and Shove E (eds) *The nexus of practices: connections, constellations, practitioners*. London: Routledge, 1-7.
- Jungwirth M, Haidvogel G, Hohensinner S, et al. (2014). *Österreichs Donau: Landschaft-Fisch-Geschichte*, Vienna Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) und Institut für Hydrobiologie & Gewässermanagement (IHG).
- Kuckartz U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse*, Weinheim/Basel: Beltz Juventa.
- Logacheva V, Maksim Suprun and Popovici S. (2017). Donaukraftwerk Jochenstein 1952-1956. Potsdam, Januar 2017.

- Loorbach D, Frantzeskaki N and Thissen W. (2010). Introduction to the special section: Infrastructures and transitions. *Technological Forecasting and Social Change* 77 (8): 1195-1202.
- Niederberger M and Renn O. (2019). Das Gruppendelphi-Verfahren in den Sozial- und Gesundheitswissenschaften. In: Niederberger M and Renn O (eds) *Delphi-Verfahren in den Sozial- und Gesundheitswissenschaften: Konzept, Varianten und Anwendungsbeispiele*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 83-100.
- OTE_Ingénierie. (2013). Schéma de cohérence territoriale (SCOT) des cantons de Huningue et de Sierentz – Rapport de présentation.
- Pons M and Leclere C. (2016). Application de l'Ecosystem Services Review à l'aménagement hydroélectrique de Strasbourg. EIFER report, Karlsruhe.
- Préfet_de_la_région_Grand_Est. (2018). Rapport au Premier ministre – Mission Alsace Grand Est. Strasbourg.
- Przyborski A and Wohlrab-Sahr M. (2010). *Qualitative Sozialforschung: ein Arbeitsbuch*, München: Oldenbourg.
- Reckwitz A. (2002). Toward a Theory of Social Practices: A Development in Culturalist Theorizing. *European Journal of Social Theory* 5 (2): 243-263.
- Røpke I. (2009). Theories of practice — New inspiration for ecological economic studies on consumption. *Ecological Economics* 68 (10): 2490-2497.
- Ruf U, Geiler N and Lange J. (2012). Durchgängigkeit des südlichen Oberrheins und Strategien für Aufwertungen - Arbeitspapier mit Unterstützung des WWF-Schweiz. Freiburg.
- Schatzki T. (2010). Materiality and Social Life. *Nature and Culture* 5 (2): 123.
- Schatzki TR. (1996). *Social Practices. A Wittgensteinian Approach to Human Activity and the Social*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Shove E. (2012). Habits and their creatures. In: Warde A and Southerton D (eds) *The Habits of Consumption*. Helsinki: Helsinki Collegium for Advanced Studies, 100-112.
- Shove E. (2017). Matters of practice. In: Hui A, Schatzki T and Shove E (eds) *The nexus of practices: Connections, constellations, practitioners*. London: Routledge, 155-168.
- Shove E and Pantzar M. (2005). Consumers, Producers and Practices: Understanding the invention and reinvention of Nordic walking. *Journal of Consumer Culture* 5 (1): 43-64.
- Shove E, Pantzar M and Watson M. (2012). *The dynamics of social practice: Everyday life and how it changes*: Sage.
- Shove E, Trentmann F and Watson M. (2018). Introductionn - infrastructures in practice: The evolution of demand in networked societies. In: Shove E and Trentmann F (eds) *Infrastructures in practice: the dynamics of demand in networked societies*. London: Routledge, 3-9.
- Simberloff, D. (2006). Invasional meltdown 6 years later: important phenomenon, unfortunate metaphor, or both? *Ecology Letters*, 9(8), 912-919.
- Simberloff, D. and Von Holle, B. (1999). Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions* 1 : 21-32.
- Tricart J and Bravard J-P. (1991a). L'aménagement des trois plus grands fleuves européens : Rhin, Rhône et Danube. Problèmes et méfaits. *Annales de géographie* 668-713.

- Tricart J and Bravard JP. (1991b). Le cours périalpin du Rhin, du Rhône et du Danube : aménagement fluvial et dérives de l'environnement. *Annales de Géographie* 100 (561/562): 668-713.
- Warde A. (2005). Consumption and Theories of Practice. *Journal of Consumer Culture* 5 (2): 131-153.
- Warde A. (2014). After taste: Culture, consumption and theories of practice. *Journal of Consumer Culture* 14 (3): 279-303.
- Watson M. (2012). How theories of practice can inform transition to a decarbonised transport system. *Journal of Transport Geography* 24 (0): 488-496.
- Webler T, Levine D, Rakel H, et al. (1991). A novel approach to reducing uncertainty: The group Delphi. *Technological Forecasting and Social Change* 39 (3): 253-263.
- Wilhite H. (2008). New thinking on the agentive relationship between end-use technologies and energy-using practices. *Energy Efficiency* 1 (2): 121-130.
- Wilhite H. (2012). Towards a Better Accounting of the Roles of Body, Things and Habits in Consumption. In: Warde A and Southerton D (eds) *The Habits of Consumption*. Helsinki: Helsinki Collegium for Advanced Studies, 87-99.
- ZKRS. (2019). Europäische Binnenschifffahrt Marktbeobachtung. Jahresbericht 2019. Strasbourg, September 2019.

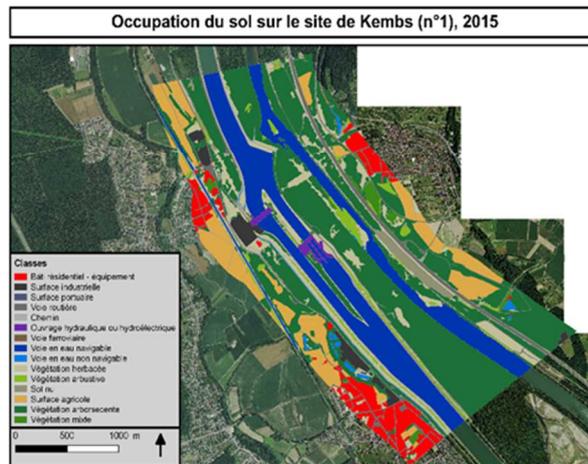
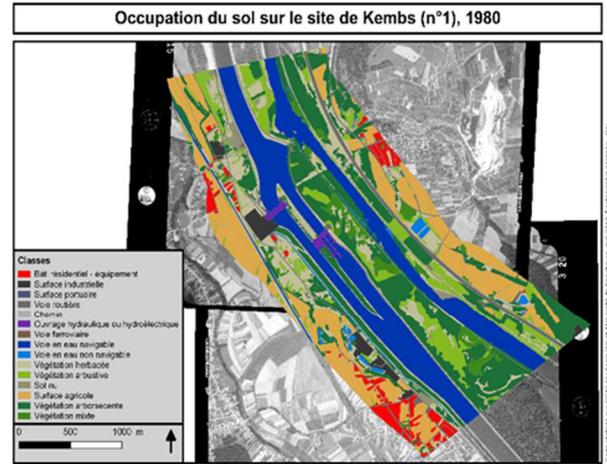
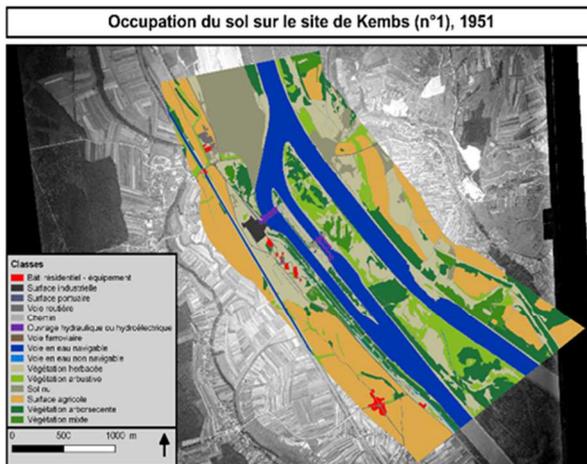
Liste des annexes

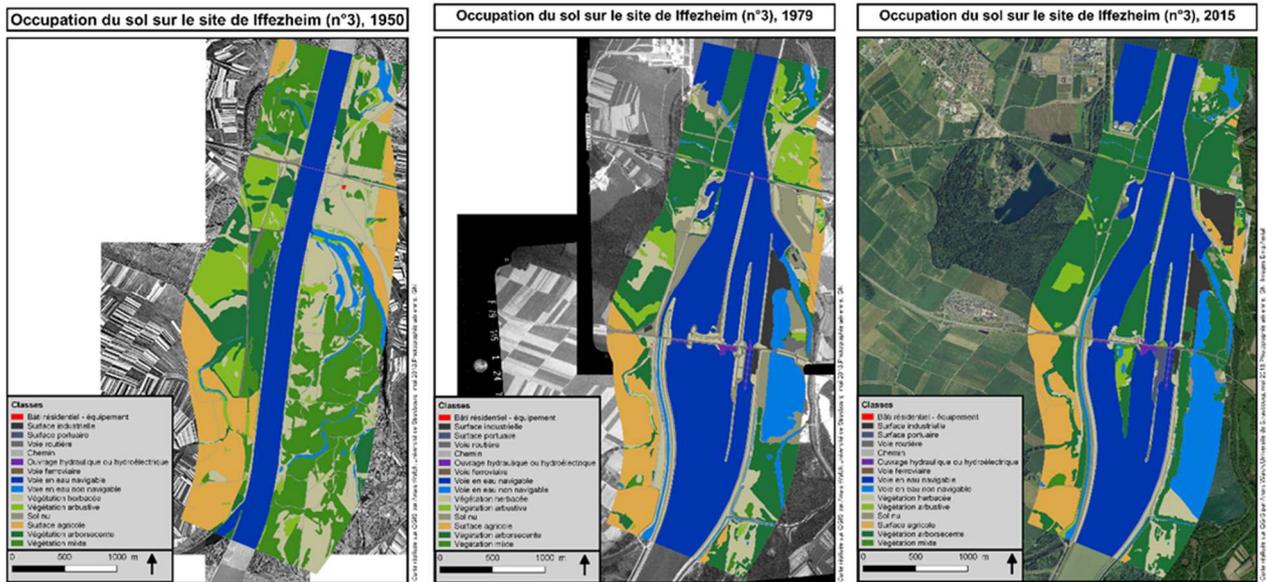
Appendix A.....	157
A.1 Evolution de la biodiversité	157
A.2 Les aménagements hydroélectriques du Rhin Supérieur	165
A.3 Guide d’entretiens – exemple Rhin	166
A.4 Liste des participants aux dispositifs participatifs	168
A.5 Résultats de l’enquête Rhin Supérieur pour les delphis de groupe/questions additionnelles	169
A.6 Résultats de l’enquête Danube pour le delphi de groupe/questions additionnelles	173
A.7 Questionnaire Focus Group Danube	177
A.8 Mind maps du Focus Groupe Danube.....	178

Annexe A

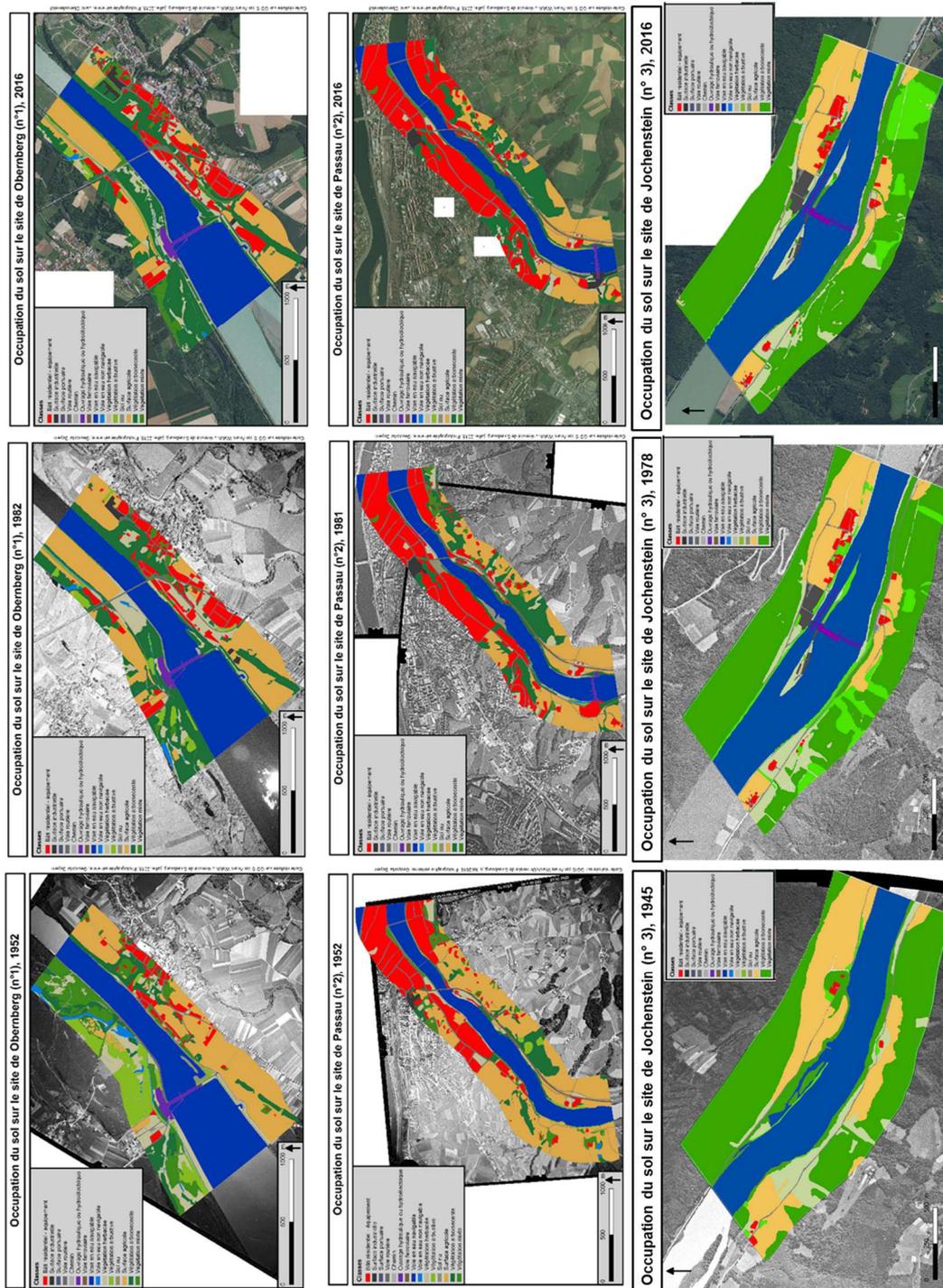
A.1 Evolution de la biodiversité

Annexe 1. Digitalisation des sites d'étude de Kembs (R1) et d'Iffezheim (R3), localisés sur le Rhin Supérieur

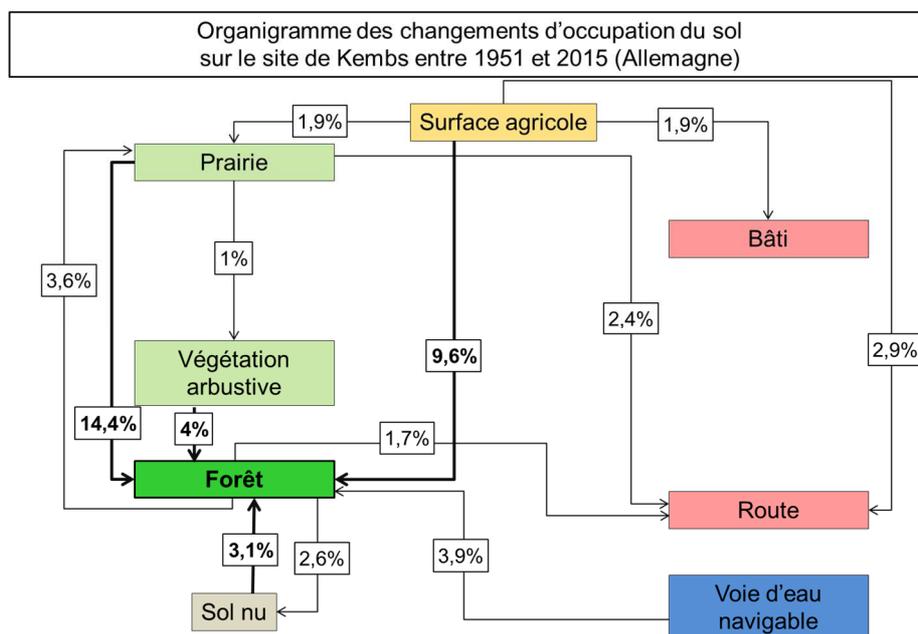
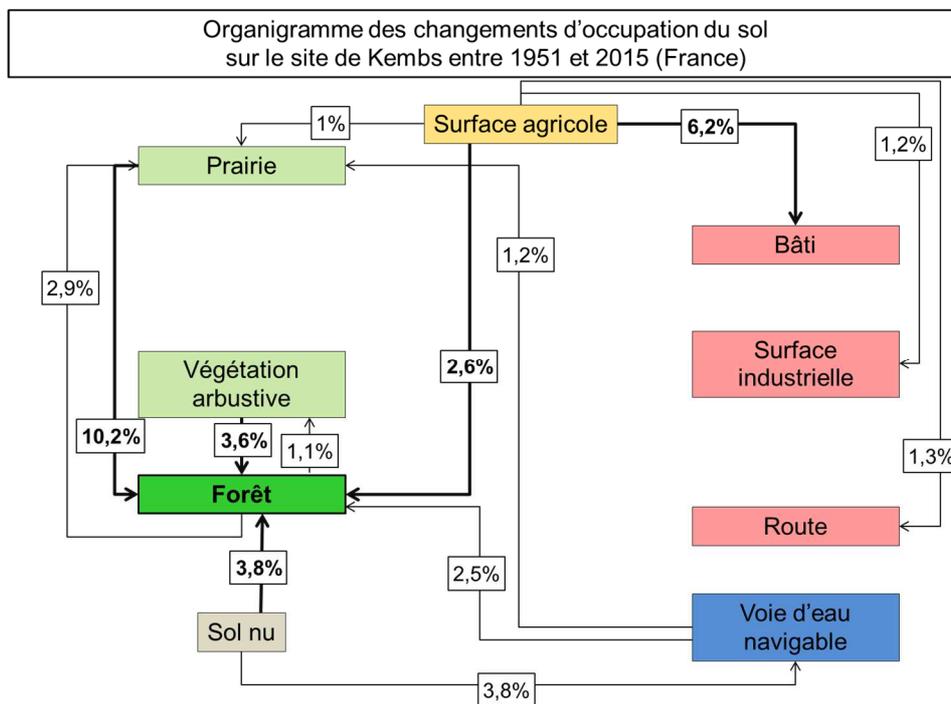




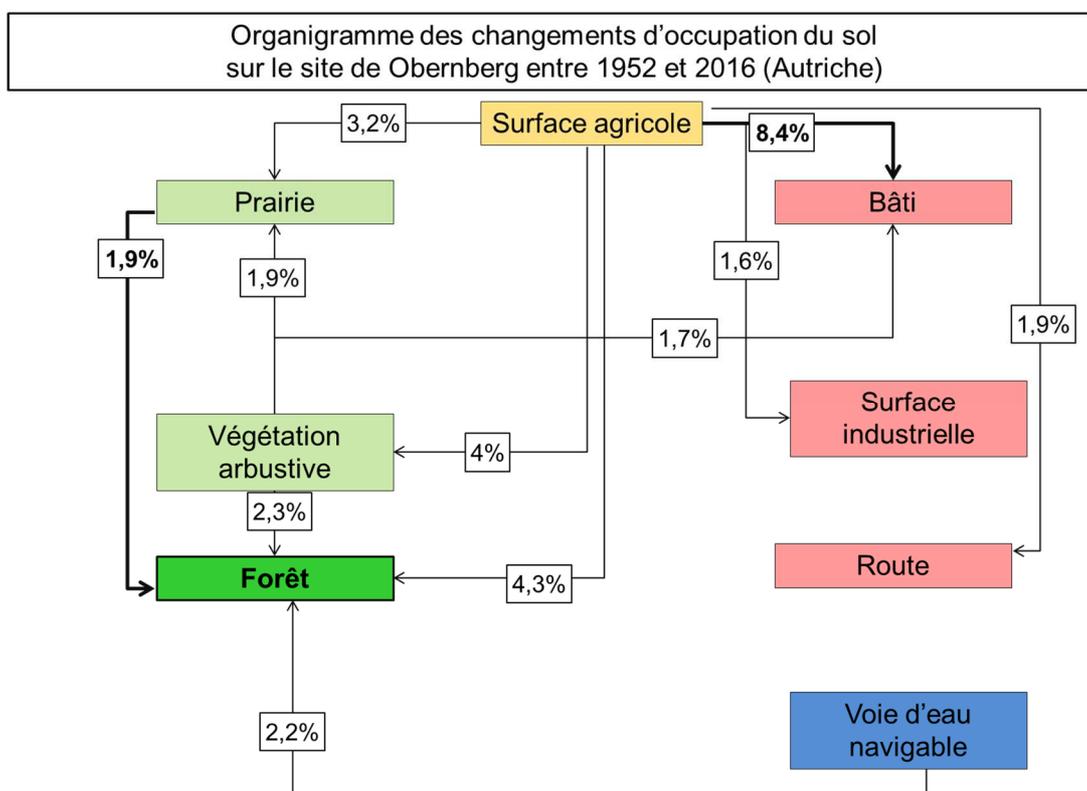
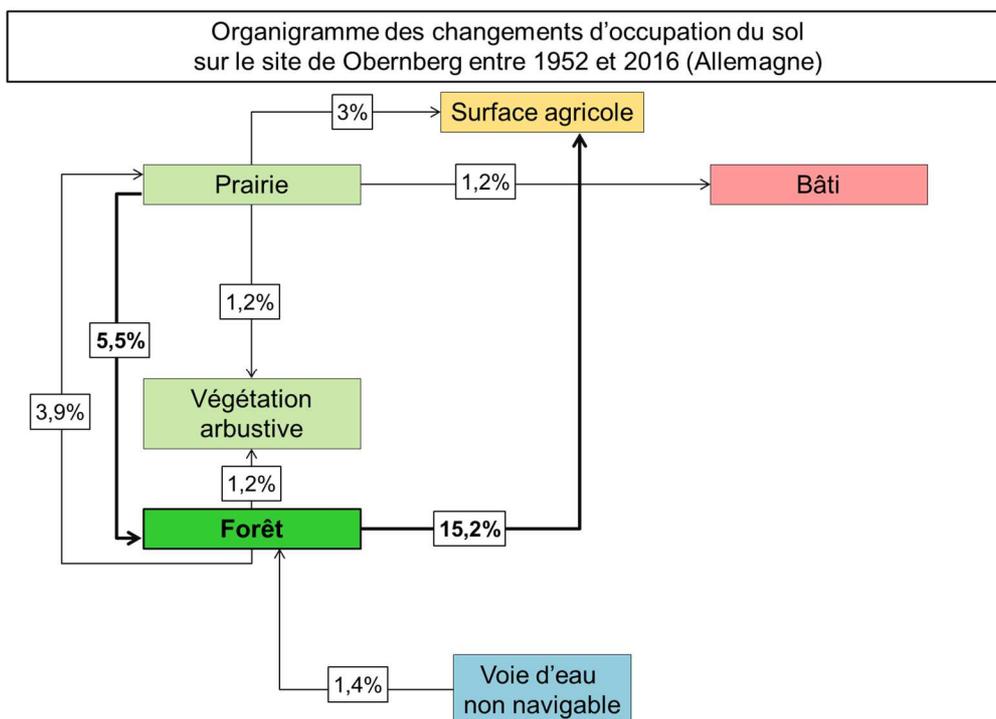
Annexe 2. Digitalisation des sites d'étude d'Obernberg (D1), de Passau (D2) et de Jochenstein (D3) localisés sur le Danube



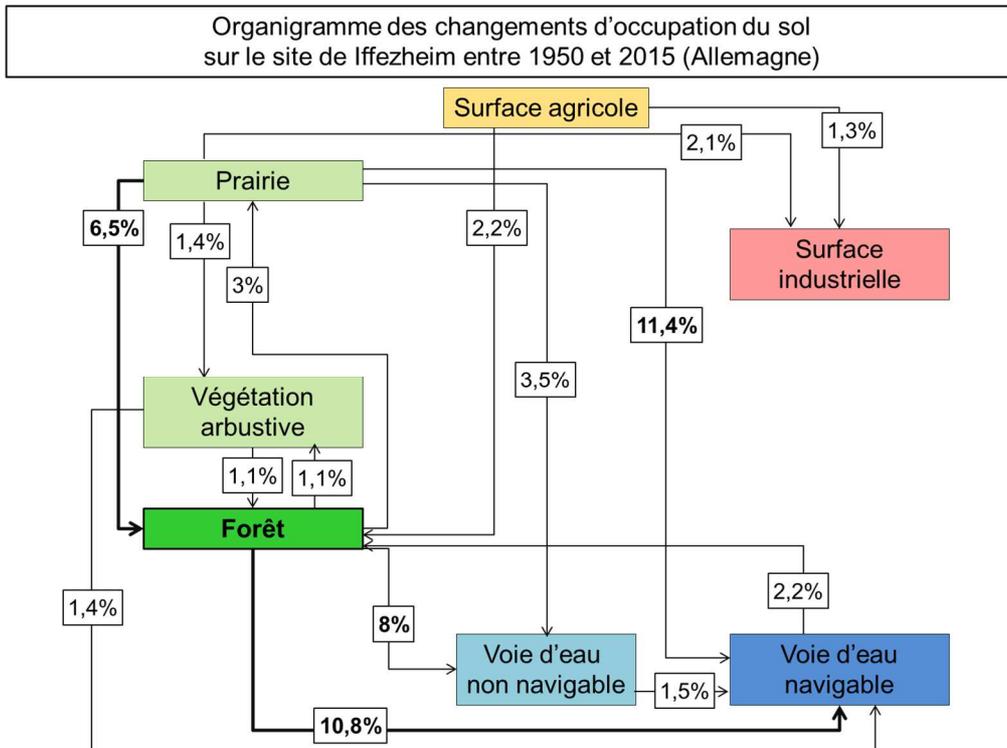
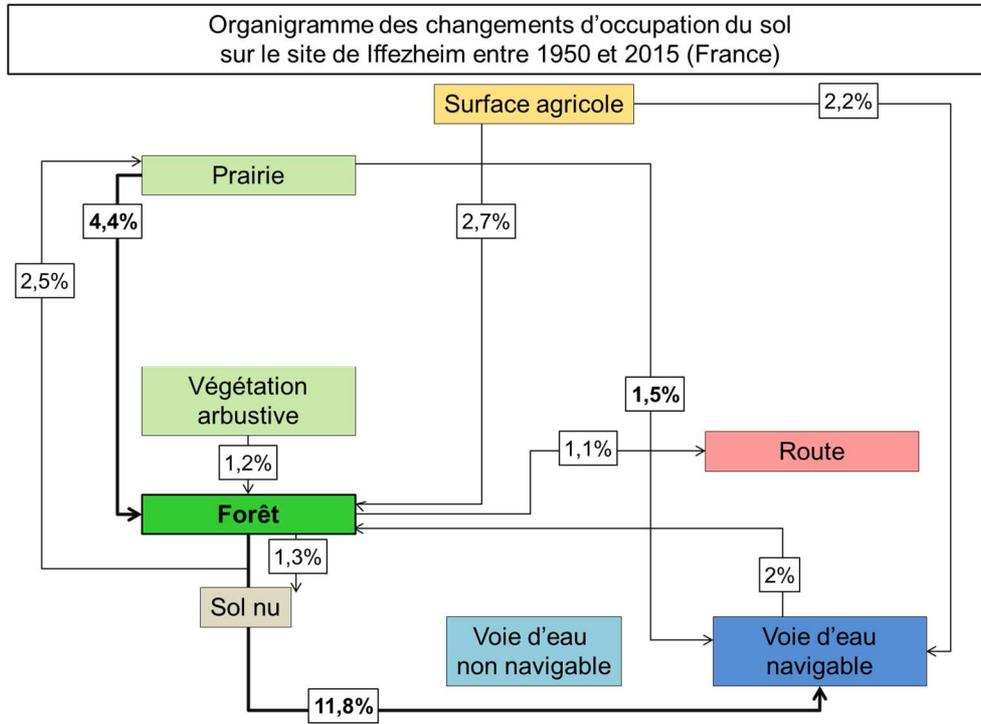
Annexe 3. Visualisation graphique des matrices différenciées par pays du site de Kembs entre 1951 et 2015.



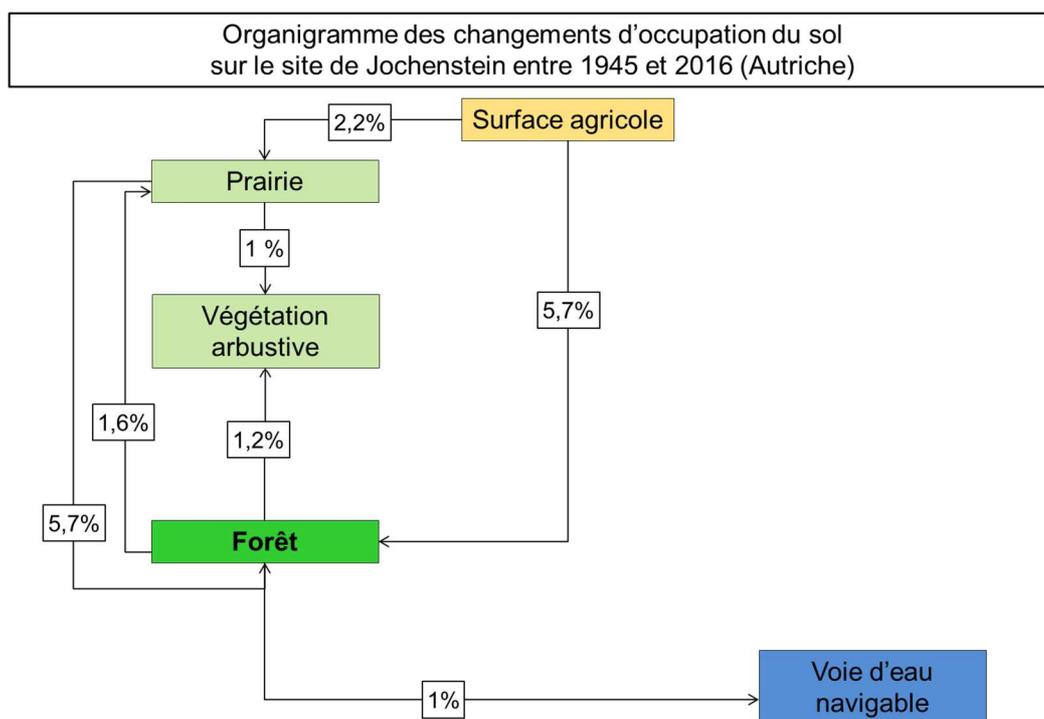
Annexe 4. Visualisation graphique des matrices différenciées par pays du site d'Obernberg entre 1951 et 2015.

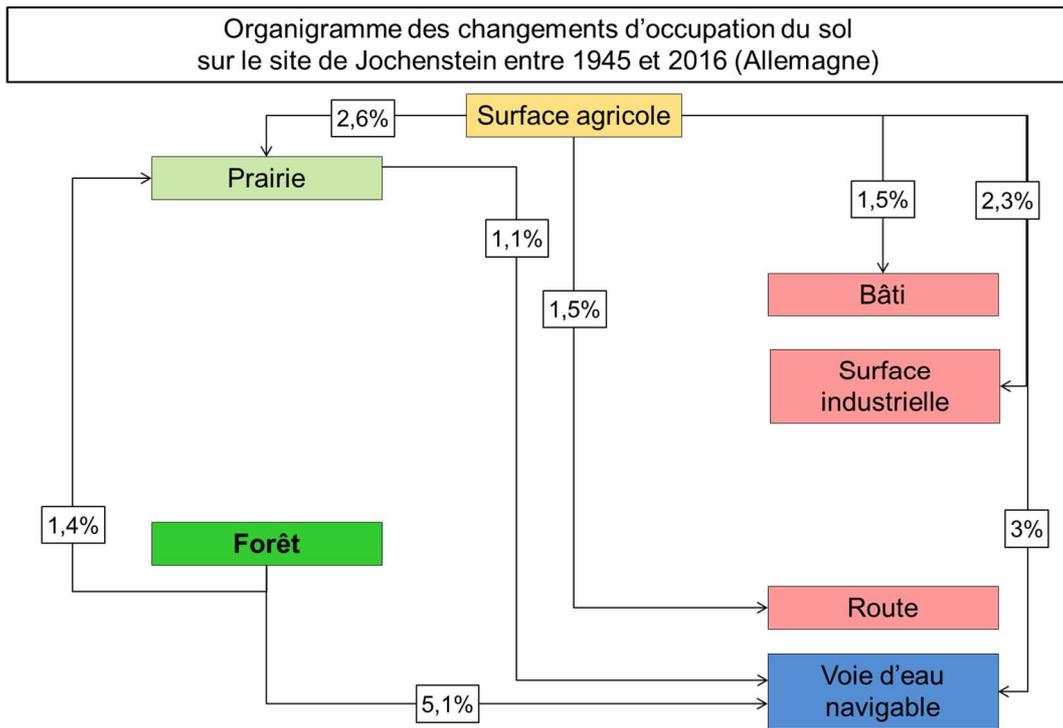


Annexe 5. Visualisation graphique des matrices différenciées par pays du site d'Iffezheim entre 1951 et 2015.



Annexe 6. Visualisation graphique des matrices différenciées par pays du site de Jochenstein entre 1945 et 2015.





A.2 Les aménagements hydroélectriques du Rhin Supérieur

Tableau 18 : Les aménagements sur le Rhin

Centrale	Grand Canal d'Alsace (Plan de 1925)				Aménagement en festons (Accord franco-allemand de 1956)				Usines - barrages (accord de 1969)	
	Kembs	Ottmarsheim	Fessenheim	Vogelgrün	Marckolsheim	Rhinau	Gerstheim	Strasbourg	Gamsheim	Iffezheim
Date de mise en service	1932	1952	1956	1959	1961	1963	1967	1970	1974	1977
Puissance installée (en MW)	160	160	180	140	151	151	147	147	100	116
Passé à poissons	oui (depuis 2014)	non	non	non (étude en cours)	non (étude en cours)	non (étude en cours, passe à poissons mobile - mise en service prévu pour 2019)	en construction (mise en service en 2018)	oui (depuis 2015)	oui (depuis 2006)	oui (depuis 2000)

Sources: Andres et al. 1994; EDF GEH Rhin 2015: Les aménagements hydroélectriques du Rhin Franco-Allemand

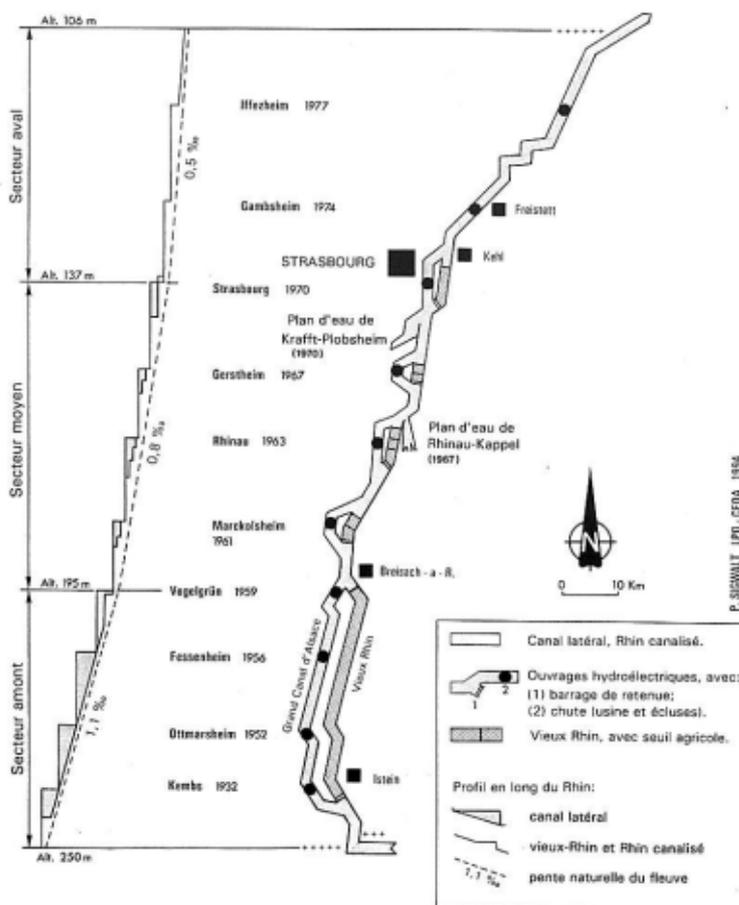


Figure 64 : profil en long des aménagements du Rhin Supérieur, Source : Andres et al. 1994, p. 4

A.3 Guide d'entretiens – exemple Rhin

Guide d'entretien Rhin

Introduction (5 minutes)

Présentation courte des objectifs du projet

Durée de l'entretien

Garantie de l'anonymat, demander l'accord pour enregistrer la conversation

Le Rhin comme espace (10 min)

Question d'ouverture : quelles sont les trois grandes caractéristiques qui vous viennent spontanément à l'esprit quand vous pensez au Rhin sur le site : espace naturel, économique, touristique, de loisir...

Quel est votre rapport (ou celui de votre organisation) avec l'espace Rhenan (le Rhin).

Usages du Rhin aujourd'hui et autrefois (15 min)

[Opérateurs d'infrastructures] : Quelles sont les éléments cadres les plus importants que le Rhin/Danube/Inn présente pour l'exercice de vos opérations ?

Avec quelles autres organisations/entreprises êtes-vous en contact régulier pour réaliser vos missions ?

Quels autres usages du Rhin percevez-vous sur le périmètre qui vous concerne ?

Dans quelle mesure, ces différents usages sont-ils interdépendants ? (Friction, conflits d'usage, co-présence sans interruption, synergie...)

Quelles règles influencent la poursuite des différentes activités dans les lieux que nous examinons ? (Accès, interdictions...)

A quand remontent vos plus anciens souvenirs personnels et professionnels ?

Comment les activités/usages d'aujourd'hui diffèrent-ils des activités/usages de cette période ?

D'après vous, qu'est-ce qui a causé ces changements ?

[Si nécessaire : essayez de vous souvenir de ce que vous racontaient vos parents/vos collègues âgés sur ces sujets ?]

Rapport aux infrastructures (30 min)

Quelles infrastructures fluviales/routières/énergétiques sont à l'interface des usages qu'on vient d'évoquer, de manière directe ou indirecte ?

Que vous évoquent les infrastructures [à adapter au site : Barrage, canal, pont, Routes associées à la structures voie d'eau] ?

Quelles sont selon vous les apports principaux de ces infrastructures :

Pour vos usages propres (au quotidien)

Pour les autres usagers

Pour votre territoire

Quelles sont selon vous les contraintes provoquées par ces infrastructures:

Pour vos usages propres (au quotidien)

Pour les autres usagers

Pour votre territoire

Existe-t-il des interfaces importantes permettant de coordonner les fonctions des différentes infrastructures

Existe-t-il des lieux spécifiques où les différents usages se côtoient plus particulièrement ? (Exemple : barrage)

En résumé, est-ce que les infrastructures fluviales diverses favorisent certaines pratiques au détriment d'autres ?

Historiquement, quel type d'infrastructures (mentionner des exemples comme le canal) a eu l'impact le plus significatif sur les changements de différents usages ?

Perceptions de la biodiversité en évolution (20 min)

Quels sont les images qui vous viennent à l'esprit lorsque l'on évoque la « biodiversité » ?

Pourriez-vous nous donner des exemples concrets pour le site qui vous concerne ?

Comment percevez-vous l'état de la nature dans les lieux que nous regardons ?

Quelles évolutions du milieu naturel percevez-vous relativement à l'échelle de vos souvenirs et comment vous vous les expliquez?

[Présentation des résultats du lot 1 pour les trois compartiments]

Comment est-ce que vous interprétez les changements qu'on vient de vous présenter ?

Qu'est-ce que ces résultats vous évoquent ?

Fin (10 min) : agir pour et avec la biodiversité ?

Comment les enjeux de la biodiversité impactent vos activités ?

[A considérer]

Réglementations, notamment la directive-cadre sur l'eau

Image : attentes publiques

A l'inverse, dans quelle mesure est-ce que la biodiversité représente un atout pour votre organisation ?

Est-ce que votre organisation prend des mesures en faveur de la restauration/protection de la biodiversité ?

Si besoin, demander spécifiquement pour les 3 compartiments

Quelles autres organisations prennent des mesures en faveur de la biodiversité... ?

... où, qui devrait le faire ?

Quels développements est-ce que vous attendez dans l'avenir ?

Y a-t-il des aspects dont nous n'avons pas encore discuté mais qui vous apparaissent importants à me communiquer ?

A.4 Liste des participants aux dispositifs participatifs

Fleuve	Dispositif	Nom	Institution
Rhin	Delphi	Christian Damm	Aueinstitut
Rhin	Delphi	Christian Droneau	LPO
Rhin	Delphi	Emmanuel Braun	DREAL Grand Est
Rhin	Delphi	Eric de Oliveira	EDF R&D
Rhin	Delphi	Erwan Hornier	OFB
Rhin	Delphi	Gregory Egger	Aueinstitut
Rhin	Delphi	Jan Dieterle	Hochschule Geisenheim
Rhin	Delphi	Laurent Schmitt	LIVE, ENGEES
Rhin	Delphi	Nikola Schulte-Kellinghaus	CIPR
Rhin	Delphi	Richard Peter	CSA
Rhin	Delphi	Volker Späth	ILN Bühl
Danube	Delphi	Bernhard Karl	ViaDonau
Danube	Delphi	Dr. Christian Wolter	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
Danube	Delphi	Dr. Gerald Zauner	Eberstaller zauner büros
Danube	Delphi	Georg Kestel	BUND Kreisgruppe Deggendorf
Danube	Delphi	Helmut Habersack	Universität für Bodenkultur Wien
Danube	Delphi	Karl Haberzettel	BUND Kreisgruppe Passau
Danube	Delphi	Prof. Dr. Peter Rutschmann	Technische Universität München,
Danube	Focus groupe	Andreas Auer	Verbund
Danube	Focus groupe	Ludwig Prügl	Gemeinde Oberzell
Danube	Focus groupe	Ralf Braun	Haus am Strom

A.5 Résultats de l'enquête Rhin Supérieur pour les delphis de groupe/questions additionnelles

QUESTION 1 : A VOTRE AVIS, QUELLES SONT LES TROIS MENACES LES PLUS IMPORTANTES POUR LA BIODIVERSITE DANS LA REGION DE STRASBOURG/KEHL ?

Pour les experts, les menaces les plus importantes pour la biodiversité dans la région de Strasbourg/Kehl sont principalement les activités économiques humaines et leurs résultats (par exemple l'expansion des zones artificielles, les installations portuaires, l'énergie hydraulique et la consommation de terres qui en résulte, le redressement nécessaire du Rhin) ainsi que des effets macroéconomiques plus généraux tels que le changement climatique.

Impact des infrastructures sur les usages humains

Il a été demandé aux participants, de part et d'autre du Rhin, de répondre sur la base de leurs connaissances propres et de leurs perceptions à la question suivante :

QUELS SONT SELON VOUS LES USAGES QUI SONT IMPACTES POSITIVEMENT OU NEGATIVEMENT PAR LA PRESENCE DES INFRASTRUCTURES FLUVIALES ET HYDRO-ELECTRIQUES DE NOS SITES D'ETUDE ?

Il leur a été demandé de préciser si selon eux les usages en présence étaient plutôt en régression (impact négatif), en stagnation (impact neutre) ou en progression (impact positif) du fait des infrastructures. Il est intéressant de constater les nuances de perception de part et d'autre du fleuve.

Allemagne

La perception des experts allemands (cf. Tableau 24) est celle d'un effet positif général des infrastructures fluviales sur les usages humains. En effet, la pêche est la seule activité perçue comme subissant un impact négatif ou constant de la part des infrastructures du bassin fluvial et à être identifiée comme étant en régression. La baignade et l'agriculture sont à l'équilibre et toutes les autres utilisations sont généralement considérées par les experts comme étant en augmentation de pratique ou d'affluence.

Tableau 19 : Impacts des infrastructures sur les usages humains perçus par les acteurs allemands

	Régression	Pas de changement	Progression	NSP/NSPR
Agriculture	1	2	1	
Cyclisme		1	3	
Promenade et randonnée	1		3	
Détente, fêtes et événements	1		1	2
Pêche	2	2		
Baignade	2		1	1
Croisières fluviales	1		2	1
Sports d'eau	1	1	2	
Transport fluvial			4	
Transport routier			4	
Usage résidentiel	1	1	2	
TOTAL	10	7	23	4

Par rapport aux résultats du lot 2, on remarque que les utilisations humaines sont généralement évaluées de manière légèrement plus positive par les experts du Delphi que par les personnes interrogées dans la deuxième partie de cette étude. La tendance générale à l'augmentation des activités cyclistes, de la randonnée et des croisières fluviales est partagée par les deux groupes, ainsi que l'importance plutôt réduite de l'agriculture et de la pêche.

France

Côté Français (Tableau ci-dessous), le sentiment d'un effet positif global des infrastructures sur les usages humains est partagé (37 citations d'usages en progression contre 24 citations pour les usages jugés en régression ou en stagnation), avec cependant quelques nuances.

La situation de la pêche est perçue comme étant moins clairement dégradée, certains intervenant on même le sentiment que certains types de pêches trouvent un avantage à la présence des ouvrages, notamment en termes d'accès. Inversement, la situation de l'agriculture est perçue comme plus franchement dégradée côté français, les conditions de gestion de crue et d'endiguement étant différentes.

Tableau 20 : Impact des infrastructures sur les usages humains.

	Régression	Pas de changement	Progression	NSP/NSPR
Agriculture	2	3	0	1
Cyclisme	0	0	6	0
Promenade et randonnée	0	0	6	0
Détente, fêtes et événements	1	1	3	0
Pêche	3	1	2	0
Baignade	3	1	1	0
Croisières fluviales	0	1	4	0
Sports d'eau	2	1	2	1
Transport fluvial	0	1	5	0
Transport routier	0	1	5	0
Usage résidentiel	1	2	3	0
TOTAL	12	12	37	2

Ainsi, de part et d'autre du Rhin, certains usages semblent plus particulièrement « gagnants ». Il s'agit des usages que l'on pourrait qualifier de loisirs d'itinérance (cyclisme et randonnée). Cités à majoritairement comme étant en progression, ils bénéficient directement de l'entretien des berges et de la connectivité transversale rendue possible par les ouvrages.

Dans un second temps, les usages qui sont dynamiques dans l'espace, que ce soit le long de la voie d'eau ou sur celle-ci, semblent globalement en progression. Elles ont bénéficié des aménagements du fleuve et de ces berges qui améliorent l'accessibilité saisonnière et climatique de l'espace fluvial, qui reste praticable en dépit du temps ou de l'hydrologie. Il est à noter, qu'à l'exception du transport fluvial de marchandise, ces usages en progression sont principalement des usages de loisir.

En revanche, les usages « statiques » dans l'espace, fixés dans l'espace, à l'image de l'agriculture, de la pêche ou de la baignade constituent globalement des « usages perdants ». Deux ce point de vue, l'avis des experts rejoint celui des interviewés du lot 2.

Les experts remarquent cependant que c'est principalement au travers de la perturbation des services écosystémiques rendues par l'espace fluvial que les infrastructures impactent ces usages « statiques ». C'est le cas de la pêche qui souffre de l'impact de difficultés de franchissabilité des ouvrages et des profondes modifications hydro morphologiques du cours d'eau sur l'halieutisme. Sur ce point, les experts ont souhaité préciser qu'il est important de distinguer la pêche professionnelle de la pêche de loisir qui se distingue par des finalités et des pratiques très différentes. La première a quasiment disparu du Rhin, alors que la seconde continue de subsister et s'adapte en faisant évoluer ses pratiques vers plus de mobilité.

Informés et invités à s'exprimer sur les différences d'usages de part et d'autre du Rhin, les experts avancent les divergences de réglementation et de topographie pour expliquer les écarts. C'est notamment le cas pour la baignade et la pêche. Pour la première activité, la réglementation allemande ainsi que la présence du vieux Rhin, permettent un accès aux berges facilité et appétant alors que le Rhin canalisé est perçu comme un espace industriel potentiellement dangereux côté français. Inversement, l'organisation française de la communauté de pêche est moins contraignante que son homologue Allemande. Cette différence de perception influence également, selon les experts, des différences d'acceptabilité lorsqu'il est question de modifier les berges du Rhin (voir infra). Alors que côté français, toute évolution est perçue comme potentiellement positive dans un secteur dégradé, côté Allemand le sentiment peut être nourri qu'il va être porté atteinte à un espace perçu comme étant encore essentiellement naturel.

Impact des infrastructures sur la biodiversité

Le Tableau ci-dessous relate l'appréciation de l'impact des infrastructures sur la biodiversité, qui est faite par les experts français pour chaque type d'espèce. Il est unanimement admis par les experts que les infrastructures ont eu un impact négatif. En effet, sur 47 citations au total, seulement une relate un impact légèrement positif des infrastructures sur la biodiversité, l'ensemble des autres citations relatent un impact au mieux « neutre », légèrement négatif, ou très négatif - avec une prégnance particulière la classification en « très négatif » (23 citations sur 47 soit 49%).

Selon les experts c'est plus particulièrement le segment poisson qui pâtie des aménagements infrastructurel, suivi de la forêt (principalement la ripisylve). Il est intéressant de noter que ce déclin est présenté (commentaires du questionnaire et séance physique) par le panel comme la conséquence d'un cocktail d'impacts : modifications hydro morphologiques, franchissabilité, qualité physico-chimique de l'eau) dans lequel les infrastructures exacerbent chacun des éléments.

Tableau 21 : Impact de l'infrastructure sur la biodiversité

	Très négatif	Négatif	Légèrement négatif	Neutre	Légèrement positif	Positif	Très positif
Poissons	5	1	0	0	0	0	0
Oiseaux	3	0	1	1	1	0	0
Macro-Invertébrés	3	2	1	0	0	0	0
Forêts alluviales	4	1	1	0	0	0	0
Flore sauf forêts alluviales	2	3	0	0	0	0	0
Mammifères	2	2	2	0	0	0	0
Amphibiens	2	3	1	0	0	0	0
Reptiles	2	1	1	2	0	0	0
TOTAL	23	13	7	3	1	0	0
POURCENTAGE	49%	28%	15%	6%	2%	0%	0%

A.6 Résultats de l'enquête Danube pour le delphi de groupe/questions additionnelles

Afin de ne pas déborder des trois heures imparties pour la réalisation du Delphi de groupe, tous les résultats du questionnaire n'ont pas été présentés en détail aux participants lors de la conférence Zoom en ligne. Par soucis d'exhaustivité dans la présentation des résultats de la présente étude, ils sont relatés dans la partie suivante.

QUESTION 1 : SELON VOUS, QUELLES SONT LES TROIS PRINCIPALES MENACES POUR LA BIODIVERSITE DANS LA REGION DE PASSAU-ENGELHARTSZELL?

Les réponses à cette question ouverte peuvent être réparties dans les blocs suivants :

Changements globaux

- Changement climatique

Usages

- Navigation
- Agriculture intensive en altitude
- Sur-artificialisation et perte d'habitats
- Fragmentation des habitats

Modifications de la morphologie du fleuve

- Redressement
- Perte de dynamique et de structures morphologiques
- Aménagements transverses, centrale électrique du Danube

Modifications des berges

- Pertes de prairies
- Remblais

Divers

- Centrale de pompage-turbinage de Riedl

Les thématiques "modifications de la morphologie du fleuve" et "modifications des berges" ont fait l'objet de discussions approfondies au cours du Delphi de groupe.

QUESTION 2 : SELON VOUS, QUELS SONT LES USAGES EN PROGRESSION ET EN REGRESSION DEPUIS LA CREATION DES INFRASTRUCTURES (BARRAGE, USINE ELECTRIQUE, BERGES, DIGUES, VOIES NAVIGABLES, ROUTES, CHEMINS PIETONS ET CYCLISTES, CHEMINS DE HALAGE, ...) ?

Tableau 22 : Usages en évolution

	Régression	Progression	Pas de de changement	NSP/ NSPR	Total
Agriculture	2	2	2	0	6
Cyclisme	0	5	0	1	6
Promenade et randonnée	0	3	2	1	6
Détente, fêtes et événements	0	1	1	4	6
Pêche	2	2	1	1	6
Baignade	3	1	0	2	6
Croisières fluviales	1	4	1	0	6
Sports d'eau	1	5	0	0	6
Transport fluvial	0	2	4	0	6
Transport routier	0	3	3	0	6
Usage résidentiel	2	2	1	1	6

Les réponses à cette question sont remarquables dans le sens où elles contredisent en partie les conclusions que nous avons obtenues dans le cadre du lot 2 en matière d'analyse du développement des différents usages. Si les résultats du questionnaire sont en accord avec les données des entretiens précédents concernant le développement très dynamique du cyclisme, de la marche et de la randonnée et des croisières fluviales, il y a cependant des divergences en ce qui concerne le développement de la pêche. En effet, les personnes interrogées, en particulier les pêcheurs eux-mêmes, ont eu tendance à considérer cet usage comme l'un des grands perdants du développement des infrastructures. Il en va de même pour le transport routier, qui a été perçu comme en déclin dans la vallée du Danube depuis la construction de l'autoroute A8 Passau-Wels en direction du Sud. Les résultats du questionnaire sur les sports nautiques sont tout aussi étonnants. Dans les entretiens - bien qu'avec une base de données un peu plus mince - ils avaient été identifiés comme des activités en recul. Il en va de même pour l'agriculture, dont les pertes importantes de terres sont apparues clairement tant dans l'analyse de l'utilisation foncière du lot 1 de la présente étude que dans les entretiens d'orientation du lot 2 et qui font ici l'objet d'une opinion très hétérogène.

QUESTION 3 : SELON VOUS, QUEL EST L'IMPACT DE CES USAGES SUR LA BIODIVERSITE DANS LA REGION DE PASSAU-ENGELHARTSZELL ?*Tableau 23 : Impact des usages sur la biodiversité*

	Négatif fort	Négatif	Négatif faible	Neutre	Positif faible	Positif	Positif fort
Agriculture	4	1	1	0	0	0	0
Cyclisme	0	1	4	1	0	0	0
Promenade et randonnée	0	0	3	3	0	0	0
Détente, fêtes et événements	0	2	3	1	0	0	0
Pêche	0	1	3	2	0	0	0
Baignade	0	1	3	1	1	0	0
Croisières fluviales	3	2	1	0	0	0	0
Sports d'eau	2	4	0	0	0	0	0
Transport fluvial	2	4	0	0	0	0	0
Transport routier	2	3	1	0	0	0	0
Usage résidentiel	1	0	4	1	0	0	0

On notera ici que les experts s'accordent autour du fait que les usages humains ont dans leur ensemble des impacts négatifs sur la biodiversité, ce qui témoigne d'un besoin de réconciliation entre biodiversité et usages. Seuls quelques participants estiment l'impact des usages neutre voire positif. Les usages économiques (agriculture, croisières fluviales, logistique sur terre et sur l'eau) et les sports nautiques, dont les impacts sont jugés fortement négatifs, se distinguent et méritent donc une attention particulière.

QUESTION 4 : SELON VOUS, COMMENT LA BIODIVERSITE A-T-ELLE ETE IMPACTEE PAR LES AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES ET FLUVIAUX ?

Tableau 24 : Impact des infrastructures sur la biodiversité

	Négatif fort	Négatif	Négatif faible	Neutre	Positif faible	Positif	Positif fort
Poissons	4	2	0	0	0	0	0
Oiseaux	0	5	1	0	0	0	0
Macro invertébrés	2	2	2	0	0	0	0
Forêts alluviales	4	2	0	0	0	0	0
Autre flore	2	2	2	0	0	0	0
Mammifères	2	2	2	0	0	0	0
Amphibiens	4	2	0	0	0	0	0
Reptiles	1	3	2	0	0	0	0

Il est notable que les réseaux d'infrastructures soient perçus comme ayant un impact exclusivement négatif sur les différents segments de biodiversité. Cela souligne une fois de plus la grande nécessité de modifier les infrastructures et les usages qui y sont associés de manière à ce que la biodiversité puisse se reconstituer. Selon les évaluations des experts interrogés sur le secteur Danubien, une attention particulière doit être accordée aux poissons et aux amphibiens ainsi qu'aux forêts alluviales.

QUESTION 5 : SELON VOUS, QUELLES MESURES POURRAIENT ETRE MISES EN PLACE DANS L'OBJECTIF D'AMELIORER L'ETAT DE LA BIODIVERSITE DANS SON ENSEMBLE ?

Mesures proposées d'emblée :

Sauvegarde des habitats, interface entre « nature » et usages humains

- Réduction de l'utilisation intensive
- Création d'"îlots de biodiversité" là où c'est possible et aussi souvent que possible
- Réduction des nuisance et dérangements (en particulier pendant les périodes de frai, de reproduction, de mue et d'hibernation)
- Connexion/continuité latérale ;

Morphologie fluviale

- Modifications du lit (davantage de variations de largeur et de profondeur), du transport et de la dynamique des sédiments, variations du niveau d'eau, y compris grâce à des structures transversales.

A.7 Questionnaire Focus Group Danube

Question initiale

1. quelle est l'importance de la diversité naturelle pour l'exercice de leurs activités sur le Danube ? [Veuillez écrire dans la colonne des commentaires le type d'influence et l'évaluer : positive, neutre, négative].

Première séquence

2. comment percevez-vous les habitats naturels le long du Danube entre Passau et Jochenstein ?

3. laquelle de ces zones de berges est la mieux adaptée à l'utilisation du Danube dans la section de fleuve susmentionnée ? [Veuillez sélectionner une image en utilisant la fonction de dessin en zoom].

4. quelles sont les mesures dont ils ont connaissance pour restaurer ou protéger la diversité naturelle dans la zone côtière ?

5. quels sont leurs points de contact avec les bancs de gravier du Danube ?

Deuxième séquence

6. quels sont les points chauds de l'activité humaine sur ladite section du fleuve ? [Veuillez utiliser la fonction de dessin en zoom pour identifier les zones de conflit sur la carte]

7. voyez-vous des pressions sur la diversité naturelle causées par une forte utilisation humaine ?

8. percevez-vous des conflits dans la zone côtière ?

Discussion finale

9. Quelle est votre position sur la renaturation des berges de la rive allemande ?

10. veuillez nous indiquer les conditions et les circonstances d'une mise en œuvre optimale de la renaturation des berges.

11. Comment voyez-vous la création de nouveaux bancs de gravier entre Passau et Jochenstein ?

12. veuillez nous indiquer les conditions et les circonstances d'une mise en œuvre optimale de la création de bancs de gravier.

13. Quelle serait, selon vous, la meilleure mesure pour combiner les activités humaines et l'amélioration de l'état de la nature ?

