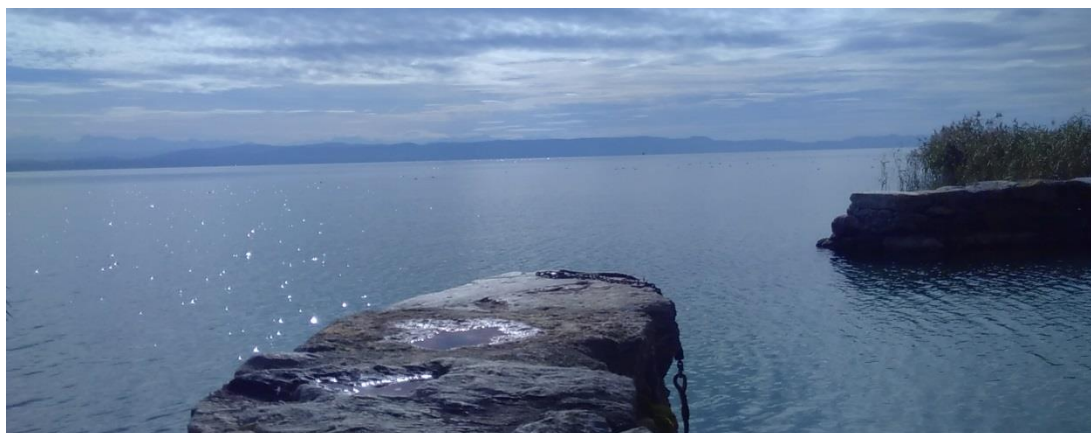


REVITALISATION DES RIVES LACUSTRES NEUCHÂTELOISES

Planification stratégique



Rapport final

Août 2022

GROUPE DE TRAVAIL

Direction de projet

C. Brossard

Collaboration

O. Grandjean

Fichiers concernés

585.01 rap 20220630 Rapport v5.docx

Vérification SPCH

20221028_Rapport_OEDN

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	8
1.1	Contexte	8
1.2	Sélection des lacs.....	8
1.3	Données de base.....	9
	1.3.1 Établissement de l'écomorphologie.....	9
	1.3.2 Résultats.....	11
1.4	Coordination.....	12
2	Méthode de planification stratégique des revitalisations.....	13
2.1	Analyse SIG.....	14
	2.1.1 Potentiel de valorisation	14
	2.1.2 Importance écologique et paysagère.....	16
	2.1.3 Bénéfice basé sur le SIG.....	19
2.2	Contrôle de vraisemblance.....	22
2.3	Bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts	26
2.4	Définition des priorités.....	27
	2.4.1 Prise en compte des synergies et des conflits d'intérêts.....	27
	2.4.2 Choix des mesures et délais de mise en œuvre	29
3	Conclusion	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1: exemple de photos obliques sur les rives du lac de Neuchâtel (2018).....	9
Figure 2: représentation schématique de la fonction de valeur avec les sous-objectifs, l'objectif principal ainsi que les fonctions d'agrégation	10
Figure 3: répartition de l'écomorphologie des rives lacustres au total (gauche) et par lac (droite).....	12
Figure 4: Étapes générales de l'analyse (OFEV, Revitalisation des rives lacustres – Planification stratégique, 2018)	13
Figure 5: attribution de points d'efforts d'aménagement pour les données supplémentaires.....	15
Figure 6 : répartition du potentiel de valorisation des rives lacustres au total (gauche) et par lac (droite).....	15
Figure 7 : attribution des points de l'importance écologique et paysagère, et répartition en classes.....	18
Figure 8 : répartition de l'importance écologique et paysagère des rives par lac, en kilométrage (gauche) et proportion (droite), avec indication des kilomètres sur les étiquettes.....	19
Figure 9: Attribution des classes de BSIG aux points obtenus par les rives lacustres. ...	20
Figure 10 : répartition du bénéfice basé sur le SIG par lac, en kilométrage (gauche) et proportion (droite).....	21
Figure 11 : Détails du contrôle de vraisemblance effectué.....	22
Figure 12 : visualisation de la répartition de la longueur des tronçons par classe de BSIG. Les tronçons au-dessous de 20m représentent un faible kilométrage.	22
Figure 13 : Analyse du kilométrage modifié par le contrôle de vraisemblance.	25
Figure 14 : Détails de l'analyse SIG (Processus généraux de l'analyse (OFEV, Revitalisation des rives lacustres –Planification stratégique, 2018).....	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Liste des lacs du canton de Neuchâtel.....	8
Tableau 2: Caractéristiques des lacs étudiés du canton de Neuchâtel.....	11
Tableau 3 : Liste des inventaires et des points attribués.....	17
Tableau 4 : Conversion des points obtenus en classes de l'importance écologique et paysagère.....	18
Tableau 5 : Classification du bénéfice basé sur le SIG (Revitalisation des rives lacustres – Planification stratégique, OFEV, 2018).....	20
Tableau 6 : Répartition du BSIG en classes, avec kilométrage par classe. La répartition limite de l'OFEV est respectée.	20
Tableau 7 : situations mises en évidence automatiquement puis vérifiées au cas par cas.	24
Tableau 8: Bénéfice pour la nature au regard des coûts prévisibles (BNPC).....	26
Tableau 9 : Répartition du BSIG en classes, avec kilométrage par classe. La répartition limite de l'OFEV est respectée.	26
Tableau 10 : Résumé des projets, avec délais de réalisation et mesures générales.....	30

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1

Cartes de l'écomorphologie des rives lacustres

Annexe 1a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 1b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 1c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 1d : Lac de Bienne

Annexe 1e : Lac des Taillères

Annexe 1f : Lac des Brenets

Annexe 2

Cartes de l'importance écologique et paysagère

Annexe 2a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 2b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 2c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 2d : Lac de Bienne

Annexe 2e : Lac des Taillères

Annexe 2f : Lac des Brenets

Annexe 3

Cartes du potentiel de valorisation

Annexe 3a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 3b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 3c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 3d : Lac de Bienne

Annexe 3e : Lac des Taillères

Annexe 3f : Lac des Brenets

Annexe 4

Cartes du bénéfice basé sur le SIG

Annexe 4a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 4b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 4c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 4d : Lac de Bienne

Annexe 4e : Lac des Taillères

Annexe 4f : Lac des Brenets

Annexe 5

Cartes du bénéfice pour la nature et le paysage en regard des coûts

Annexe 5a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 5b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 5c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 5d : Lac de Bienne

Annexe 5e : Lac des Taillères

Annexe 5f : Lac des Brenets

Annexe 6

Cartes des priorités et projets retenus

Annexe 6a : Treytel (lac de Neuchâtel)

Annexe 6b : Le Bugnon (lac de Neuchâtel)

Annexe 6c : Fleurette (lac de Neuchâtel)

Annexe 6d : Préfargier (lac de Neuchâtel)

Annexe 6e : Le Moulinet (lac des Brenets)

Annexe 6f : Cul de la Conche (lac des Brenets)

Annexe 6g : Serrières (lac de Neuchâtel)

Annexe 6h : La Tène (lac de Neuchâtel)

Annexe 7

Rapport détermination de l'état écomorphologique des rives lacustres du canton de Neuchâtel, décembre 2019

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

La loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) charge les cantons de réaliser une planification des revitalisations des rives lacustres, principalement sur la base d'une classification écomorphologique des rives (2019). La planification sera soumise pour approbation à la Confédération en 2021. Ce rapport explicite la méthodologie utilisée sous la direction du service des ponts et chaussées (SPCH) par le canton de Neuchâtel.

1.2 SÉLECTION DES LACS

La planification s'est étendue à tous les plans d'eau pertinents du canton, selon le Tableau 1 ci-dessous.

	Lac de Neuchâtel	Le Loclat	Lac des Tailières	Lac des Brenets	Lac de Biènnon	Lac de Moron
Communes	Grande-Béroche Cortailod Boudry Milvignes, Neuchâtel Hauterive Saint-Blaise La Tène	Saint-Blaise	La Brévine	Les Brenets	Le Landeron	Les Brenets, Les Planchettes
Altitude (m)	429	431	1039	750	429	716
Superficie (ha)	21'499	5	44	60	3'941	66
Longueur totale des rives (km)	123.4	1.1	4.7	9.3	56.4	8.4
Longueur des rives neuchâteloises	35.0	1.1	4.7	4.4	2.0	3.0
Cantons/ pays riverains	Berne, Vaud, Fribourg	-	-	France	Berne	France
Niveau du lac régulé	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Inclus dans planification	Oui	Oui	Oui	Oui	(Oui)	Non

Tableau 1: Liste des lacs du canton de Neuchâtel

Au total, 47.2 kilomètres de rives lacustres ont été étudiés pour le canton de Neuchâtel.

Le **lac de Moron** est un bassin de retenue de l'usine hydraulique du Châtelot et subit d'importantes fluctuations hydrauliques. Il a été exclu de cette planification stratégique du fait de ces changements de niveau, ainsi que parce que la partie suisse de ce lac possède une écomorphologie des rives lacustres naturelle, et n'a donc pas besoin de revitalisation.

Bien que la planification de la partie neuchâteloise du **lac de Biemme** ait été effectuée par le canton de Berne, leurs résultats ont été repris et intégrés dans ce rapport en assurant une coordination.

1.3 DONNÉES DE BASE

1.3.1 Établissement de l'écomorphologie

L'écomorphologie des rives lacustres du canton de Neuchâtel a été réalisée par le bureau Aquarius en 2019, selon la méthodologie de l'OFEV. Les lacs évalués comportent le lac de Neuchâtel, le Loclat, les Taillères, les Brenets (rive suisse), et la retenue de Moron (rive suisse).

Après coordination avec le canton du Jura, le lac de Biaufond a de son côté été traité dans la problématique 'cours d'eau', et son écomorphologie lacustre n'a donc pas été évaluée selon cette méthode.

L'écomorphologie du lac de Biemme a été entièrement réalisée par le canton de Berne, y compris sur sa partie neuchâteloise, puis transmise et intégrée au jeu de données neuchâtelois. De son côté, le canton de Neuchâtel s'est chargé d'évaluer l'écomorphologie de la partie bernoise du lac de Neuchâtel.

Au total, 49.6km de rives ont ainsi été évalués. Pour tous ces lacs, des photos obliques des rives datant de 2018 ont servi de base aux analyses. L'évaluation a porté sur la rive (arrière-rive et bande riveraine), la ligne de rive (transition entre la zone terrestre et la zone aquatique), ainsi que sur la zone littorale jusqu'à 4m de profondeur.



Figure 1: exemple de photos obliques sur les rives du lac de Neuchâtel (2018)

Plus précisément, les étapes suivantes ont été menées à bien par le bureau Aquarius :

- Choix de la ligne de rive pour correspondre au mieux à l'interface réelle eau-terre.
- Évaluation géomatique ou visuelles des différents attributs (dont le recensement des installations situées sur les berges, la ligne de rive et la zone littorale).
- Calcul du degré de réalisation des objectifs et sous-objectifs et de l'écomorphologie générale d'après l'outil SIG fourni par l'OFEV.

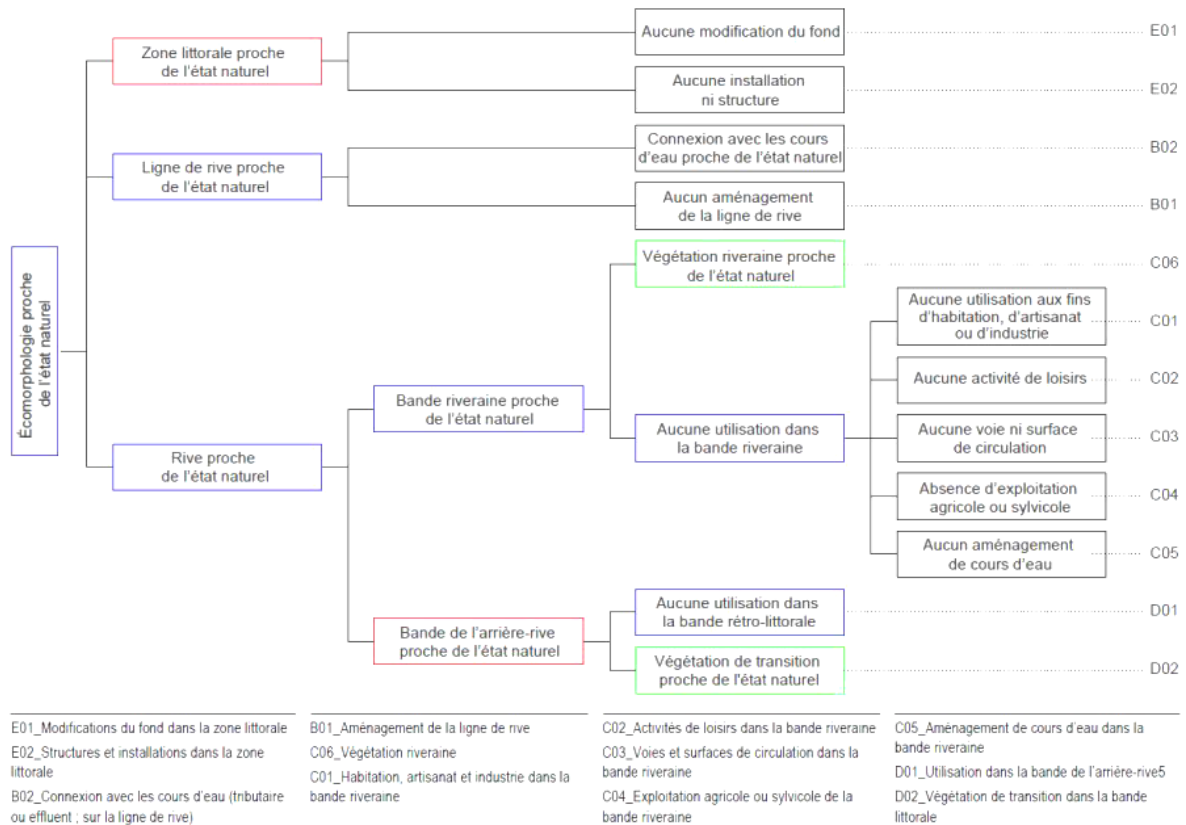


Figure 2: représentation schématique de la fonction de valeur avec les sous-objectifs, l'objectif principal ainsi que les fonctions d'agrégation

Le rapport de la détermination de l'état écomorphologique des rives lacustres détaillant ces étapes figure en annexe.

1.3.2 Résultats

Les rives lacustres cantonales considérées sont très diversifiées en termes d'écomorphologie, avec 25% classé comme artificiel (principalement les rives du lac de Neuchâtel), mais également 33% considéré comme naturel ou peu dégradé.

Le Loclat et le lac des Brenets ont une morphologie plus naturelle tandis que le lac des Taillères présente principalement des rives dégradées dû à une agriculture s'étendant jusqu'à proximité du lac. Les lacs de Neuchâtel et de Biemme sont plus contrastés avec une utilisation intensive des rives par endroits et d'autres zones de loisirs ou naturelles.

	Total	Neuchâtel	Lac des Taillères	Le Loclat	Lac des Brenets	Lac de Biemme
Linéaire rive NE [km]	47.2	35.0	4.7	1.1	4.4	2.0
Nombre de tronçons	2'712	2'243	131	70	145	123
Longueur moyenne des tronçons [m]	17	16	36	15	30	17
Écomorphologie naturelle [km]	10.1	5.2	1.7	0.3	2.6	0.3
Écomorphologie peu dégradée [km]	5.8	4.4	0.1	0.5	0.6	0.3
Écomorphologie dégradée [km]	9.5	6.1	2.6	0.3	0.4	0.1
Écomorphologie peu naturelle [km]	9.9	8.9	0.0	0.0	0.3	0.7
Écomorphologie artificielle [km]	11.9	10.5	0.3	0.0	0.5	0.6
Longueur avec écomorphologie insatisfaisante [km]	31.3	25.5	2.9	0.3	1.1	1.5
Pourcentage avec écomorphologie insatisfaisante	66.3%	72.8%	62.5%	25.4%	26.2%	71.3%

Tableau 2: Caractéristiques des lacs étudiés du canton de Neuchâtel

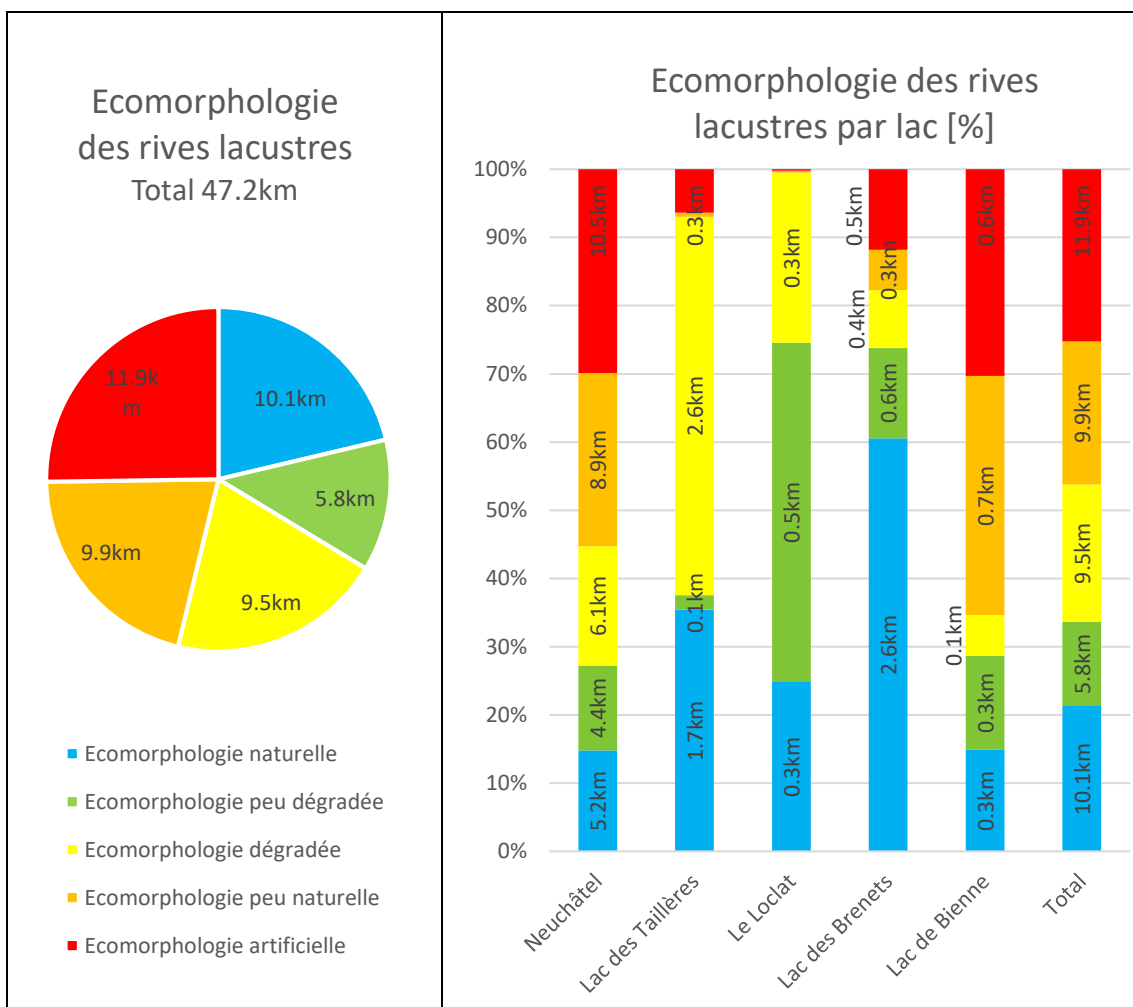


Figure 3: répartition de l'écomorphologie des rives lacustres au total (gauche) et par lac (droite).

Le lac des Brenets présente près de 80% de son linéaire de rive en naturel ou peu dégradé, alors que cette proportion n'est que de 27% sur le lac de Neuchâtel, aux rives lacustres fortement modifiées par l'activité humaine.

1.4 COORDINATION

Concernant les lacs de Bienne et de Neuchâtel, les données lacustres ainsi que les méthodes touchant les cantons voisins, ont été coordonnées avec les cantons de Berne, Vaud et Fribourg, pour garantir une méthodologie similaire et donc des transitions coordonnées entre les planifications cantonales.

2 MÉTHODE DE PLANIFICATION STRATÉGIQUE DES REVITALISATIONS

L'analyse à la base de cette planification stratégique des revitalisations des rives suit les principes généraux publiés par l'OFEV. Seules les étapes précisant les options choisies par le canton seront décrites dans ce rapport.

Les détails de la méthodologie générale peuvent être consultés dans la publication de l'OFEV de 2018 « Revitalisation des rives lacustres –Planification stratégique ».

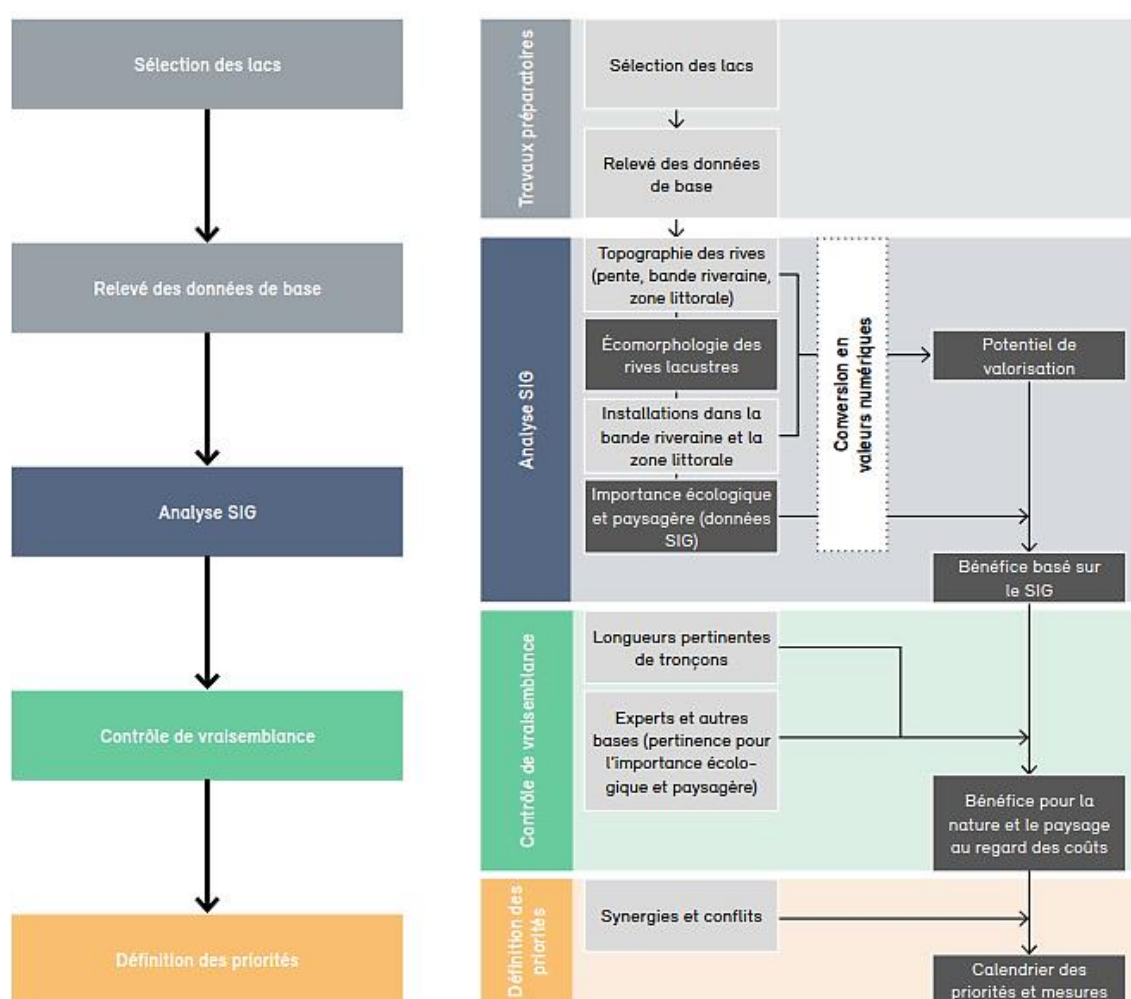


Figure 4: Étapes générales de l'analyse (OFEV, Revitalisation des rives lacustres –Planification stratégique, 2018)

2.1 ANALYSE SIG

La première phase de l'analyse se base sur des facteurs géographiques pour calculer automatiquement un bénéfice basé sur le SIG.

L'écomorphologie des rives lacustres a été finalisée en 2019 et a servi de donnée de base pour l'analyse SIG. La majorité des données cartographiques utilisées pour cette analyse proviennent du SITN [2020] Service de la Géomatique et du Registre Foncier.

2.1.1 Potentiel de valorisation

Le potentiel de valorisation sert à évaluer le besoin de revitalisation au regard du coût potentiel d'une revitalisation. Il fait ressortir les endroits avec une écomorphologie peu naturelle et où peu d'installations empêcheraient une revitalisation.

ÉCOMORPHOLOGIE

L'écomorphologie des rives lacustres est calculée en cinq classes et permet d'évaluer le besoin de revitalisation d'une zone. Plus l'état écomorphologique des rives est mauvais, plus le besoin de revitalisation et le potentiel de valorisation sont grands.

TOPOGRAPHIE DES RIVES

La topographie des rives fait partie des attributs relevés lors de l'écomorphologie et est donc directement disponible pour cette étude. L'étendue de la bande riveraine et de la zone littorale augmente le potentiel de valorisation selon un système de 'bonus'. Les pentes de plus de 20% sont pénalisées¹.

INSTALLATIONS DANS LA BANDE RIVERAINE ET LITTORALE

Les infrastructures visibles ont déjà été relevées lors du calcul de l'écomorphologie. Cependant, des installations non visibles peuvent également influencer l'effort d'aménagement et ont été prises en compte.

Le canton de Neuchâtel a décidé d'intégrer les données suivantes à ce qui a déjà été relevé :

- Zones contaminées (décharges)
- Zone de protection des eaux (S1 et S2)

Ces zones supplémentaires sont considérées dans un rayon de 50m depuis la ligne de rive, soit la distance de l'arrière rive considérée pour l'écomorphologie. Elles ont été agrégées avec les données existantes sur le principe du pire scénario, c'est-à-dire en ne considérant que l'effort d'aménagement le plus contraignant.

¹ Pour plus de détail sur les calculs, se référer au module de l'aide à l'exécution de l'OFEV (Revitalisation des rives lacustres –Planification stratégique, 2018)

Sur la base des propositions de l'OFEV pour intégrer cet effort d'aménagement supplémentaire, les notes suivantes ont été attribuées après coordination avec le service de l'énergie et de l'environnement (SENE) :

Type de données supplémentaires	Effort d'aménagement
Zones S1 et S2	0.5
Zones S3 et AU	0
Site pollué nécessitant une investigation afin de déterminer s'il requiert une surveillance ou un assainissement	0.5 (pire)
Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode	2 (peu d'impact)
Site pollué ne nécessitant ni surveillance ni assainissement.	2 (peu d'impact)

Figure 5 : attribution de points d'efforts d'aménagement pour les données supplémentaires.

RÉSULTATS

La répartition en classe qualitatives s'est effectuée selon le module de l'aide à l'exécution de l'OFEV (Revitalisation des rives lacustres – Planification stratégique, 2018).

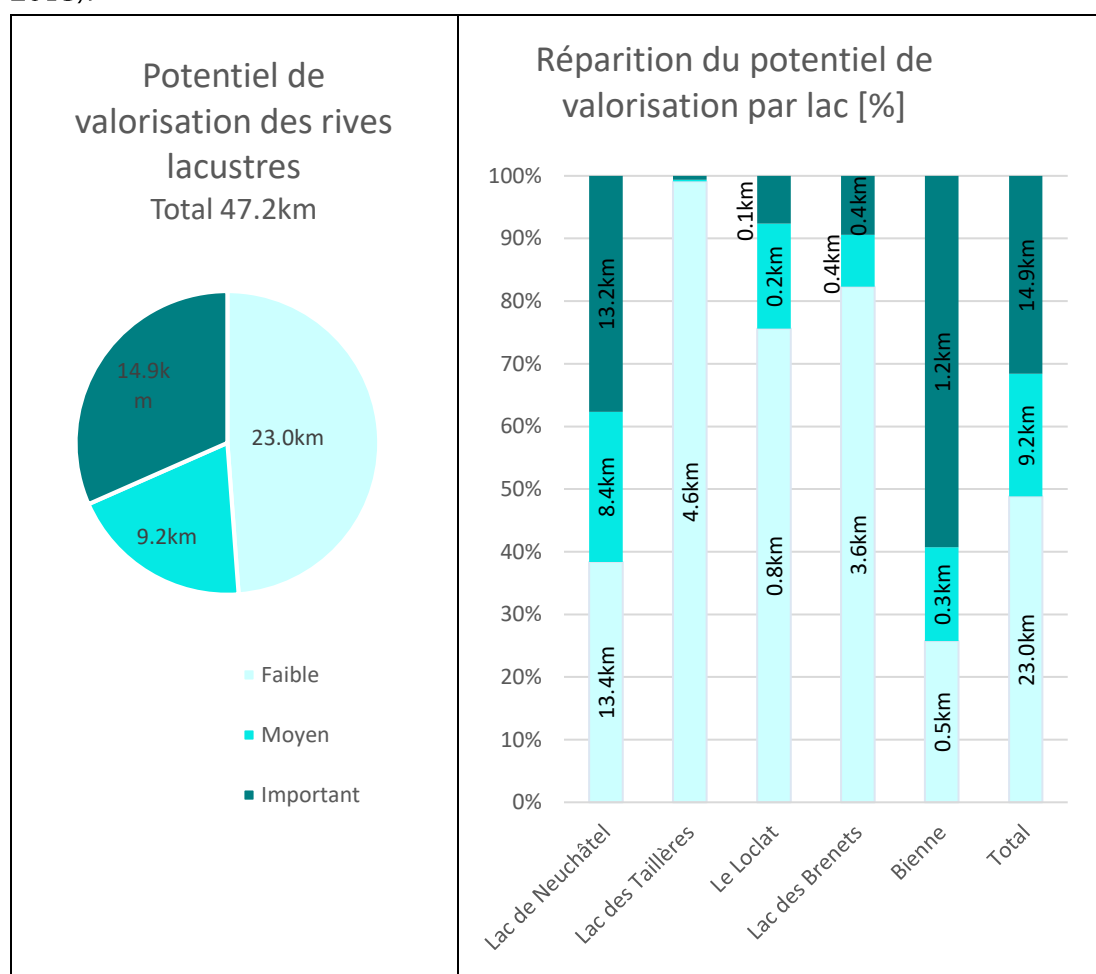


Figure 6 : répartition du potentiel de valorisation des rives lacustres au total (gauche) et par lac (droite).

Les lacs de Neuchâtel et de Bienne se démarquent sur ce critère : leur état écomorphologique étant plus dégradé que pour les autres lacs, le potentiel de valorisation est classé comme important pour un plus fort pourcentage des rives.

2.1.2 Importance écologique et paysagère

L'OFEV propose d'attribuer des points aux rives selon la présence et le type d'inventaires situés à proximité. Le canton test de Berne a utilisé une combinaison d'inventaires ayant trait aux valeurs écologiques et paysagères du territoire.

Ces inventaires ont été complétés par les inventaires et études neuchâteloises existantes, en particulier :

- Inventaire cantonal des biotopes, objets géologiques et sites naturels d'importance régionale à protéger (ICOP), qui complète des réserves naturelles cantonales.
- Les résultats de la planification stratégique des revitalisations des cours d'eau de 2014, en particulier pour les embouchures. Ainsi, la connexion avec les cours d'eau et le BNPC des embouchures a été intégré afin de coordonner les deux planifications. Le largueur de rive concernée a été calquée sur le périmètre réservé aux eaux.
- Étude SFFN (*Évaluation des valeurs naturelles et paysagères de la rive nord du lac de Neuchâtel entre Vaumarcus et la Thielle*) classant précisément l'intérêt des rives du lac de Neuchâtel pour différents groupes faunistiques.
- Plan directeur des rives du lac de Neuchâtel, avec identification de secteurs paysagers emblématiques

Ces deux dernières études n'étant disponibles que pour le lac de Neuchâtel, elles ont été ajoutées dans des groupes d'inventaires, dont seule la valeur maximale a été prise en compte. Elles peuvent donc améliorer la note d'un secteur (mais sans la diminuer), tout en permettant aux secteurs des autres lacs d'obtenir eux aussi le score maximal avec d'autres inventaires.

Les valeurs d'écologie et de valeur paysagère ont été converties sous forme de référencement linéaire, en prenant une distance tampon de 50m autour des inventaires n'étant pas déjà définis sur la ligne de rive. Cette distance tampon permet de prendre en compte les inventaires présents dans la bande riveraine, mais ne s'étendant pas jusqu'à la ligne de rive. Les roselières (tirées des données écomorphologiques) et les données SFFN, secteurs directement construits sur la ligne de rive, n'ont ainsi pas été augmentés par une zone tampon.

Le nombre de points maximum est identique à ce qui a été fait sur Berne, et garantit ainsi la cohérence avec la partie neuchâteloise du lac de Bienne.

Domaine	Type	Sources de données	Points	
Importance écologique	Zones alluviales inventoriées	OFEV ZA	5	Valeur maximale
	Bas marais	OFEV BM	4	
	Zones humides - Zones nodales - Zones d'extension	OFEV REN	3 2	
	Réserves naturelles cantonales	NE AT216	4	
	Inventaire cantonal des objets à protéger	NE ICOP	4	
	Sites inventoriés de reproduction des batraciens	OFEV BA	4	
	Inventaires SFFN ² : - importance pour 1 à 2 groupes faunistiques - importance pour 3 à 4 groupes faunistiques - importance pour 5 à 6 groupes faunistiques - importance pour 7 à 8 groupes faunistiques	SFFN	1 2 3 4	
	Roselières	Écomorphologie (attributs C06.02 / E04.02/.03/.04)	5	
	Connexion avec un cours d'eau	Embouchures avec un bénéfice important (planification stratégique cours d'eau)	5	
	Site Émeraude	OFEV Émeraude	3	
	Réserve d'oiseaux d'eau et de migrants	OFEV ROEM	4	
	Importance paysagère	Sites lacustres IFP	OFEV IFP	
Périmètres paysagers protégés		NE AT20	3	
Lac Neuchâtel : Secteurs paysagers emblématiques et sites paysagers ponctuels de haute qualité paysagère		PDRives	3	
Sites marécageux		OFEV SM	3	

Tableau 3 : Liste des inventaires et des points attribués.

De plus, la présence de zones humides a été basée sur les réseaux écologiques nationaux (REN) et a été également analysée et coordonnée.

Nombre de points obtenus	Importance écologique et paysagère (numérique)	Importance écologique et paysagère
--------------------------	--	------------------------------------

² Évaluation des valeurs naturelles et paysagères de la rive nord du lac de Neuchâtel entre Vaumarcus et la Thielle (2014)

0-1	0.7	Nulle
2-3	0.8	Très faible
4-5	0.9	Faible
6-8	1	Moyenne
9-10	1.1	Marquée
11-12	1.2	Élevée
13-35	1.3	Très élevée

Tableau 4 : Conversion des points obtenus en classes de l'importance écologique et paysagère.

RÉSULTATS

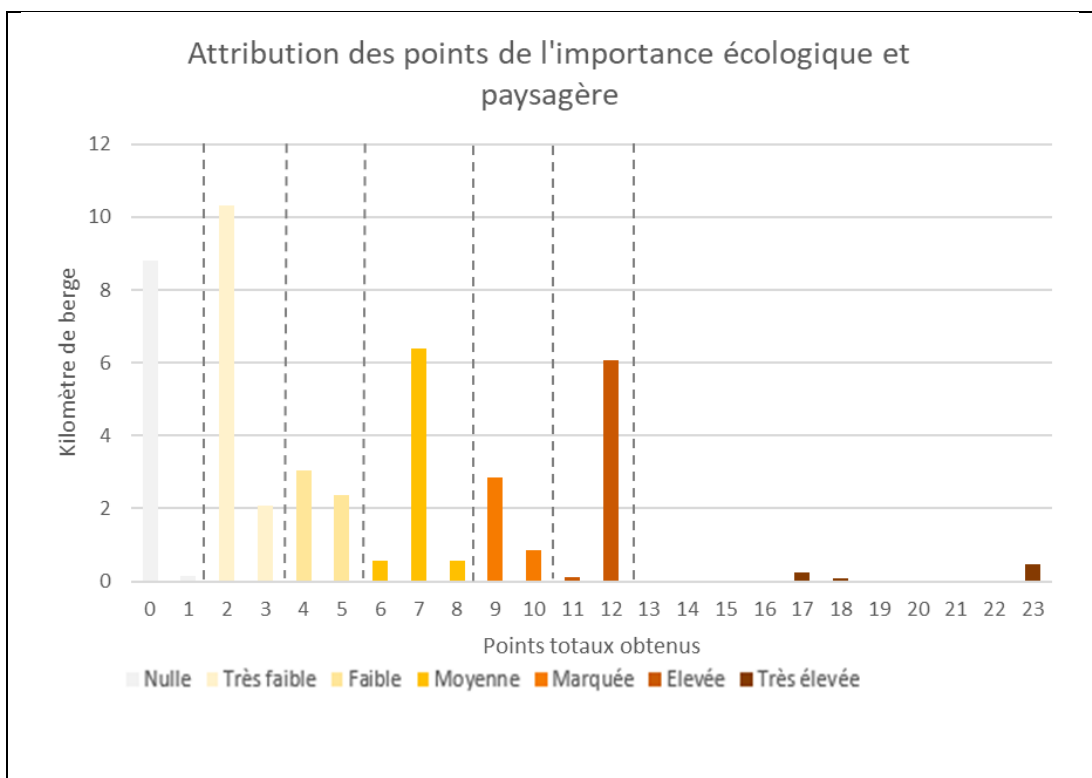


Figure 7 : attribution des points de l'importance écologique et paysagère, et répartition en classes.

Les points obtenus ont été répartis en classes d'importance écologique et paysagère. C'est la classe 'très faible' qui comprend la plus grande longueur de rives, alors que la classe 'très élevée' est la moins représentée. Cela traduit le fait qu'il y a peu de rives avec une forte importance écologique et paysagère sur le territoire du canton.

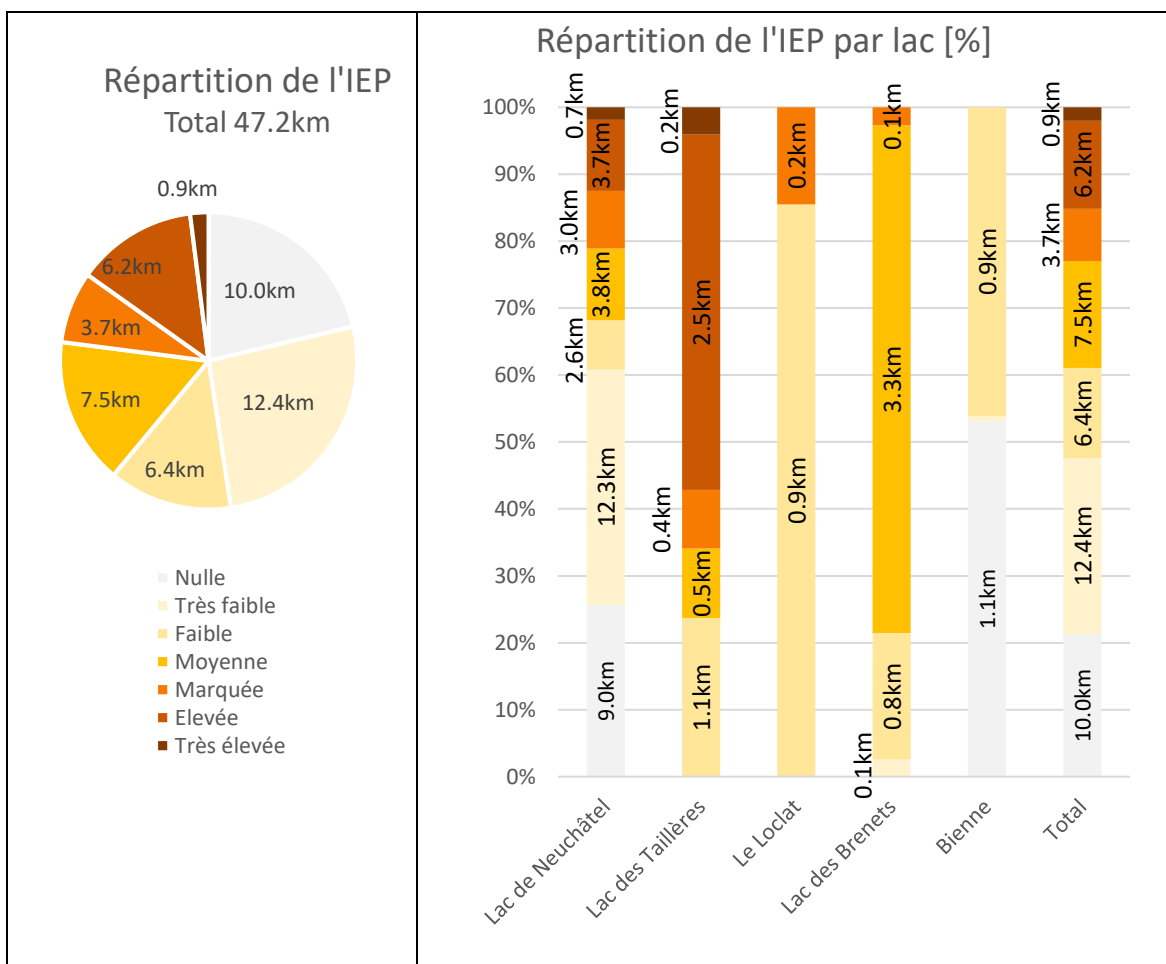


Figure 8 : répartition de l'importance écologique et paysagère des rives par lac, en kilométrage (gauche) et par proportion (droite), avec indication des kilomètres sur les étiquettes.

Le lac des Taillères et celui de Neuchâtel ressortent au niveau de l'importance écologique et paysagère, les deux autres lacs présentent moins de zones cumulant de l'importance. Cette répartition découle directement de la présence d'inventaires sur ces lacs : le lac des Taillères est compris dans un IFP, le REN et l'inventaire ICOP. Pour le lac de Neuchâtel, de nombreuses petites zones présentent des espèces intéressantes selon les inventaires SFFN, des roselières ou de zones de reproduction de batraciens.

2.1.3 Bénéfice basé sur le SIG

Le bénéfice SIG a été déterminé grâce aux modèles de calcul fournis par l'OFEV, à savoir la multiplication du potentiel de valorisation avec l'importance écologique et paysagère et forme un continuum de points entre 0 et 35.

Pour convertir ces points en classes (faible/moyen/important), la limite entre les classes de points a été attribuée selon la répartition limite décidée par l'OFEV, soit un maximum de 25% de la longueur des rives lacustres en état écomorphologique insatisfaisant classé en important et un maximum de 50% en moyen. Les rives étudiées totalisent 31.3 kilomètres classés en état écomorphologique insatisfaisant ; un maximum de 7.8 kilomètres peut donc être classé comme BSIG important et 15.7 kilomètres en BSIG moyen.

Classification du bénéfice basé sur le SIG des tronçons de rive

Bénéfice basé sur le SIG	Classe
Max. 25 % de la longueur des rives lacustres dans un état écomorphologique insatisfaisant	Important
Max. 50 % de la longueur des rives lacustres dans un état écomorphologique insatisfaisant	Moyen
Longueur restante de l'ensemble des rives	Faible/nul

Tableau 5 : Classification du bénéfice basé sur le SIG (Revitalisation des rives lacustres – Planification stratégique, OFEV, 2018)

RÉSULTATS

Les classes ont été fixées pour rester au plus près de ces limites, selon la répartition ci-dessous dans le Tableau 6.

BSIG	Répartition limite OFEV [km]	Classes de points	BSIG NE [km]
Faible	23.7	0-7	25.6
Moyen	15.7	8-16	13.8
Important	7.8	17-35	7.8

Tableau 6 : Répartition du BSIG en classes, avec kilométrage par classe. La répartition limite de l'OFEV est respectée.

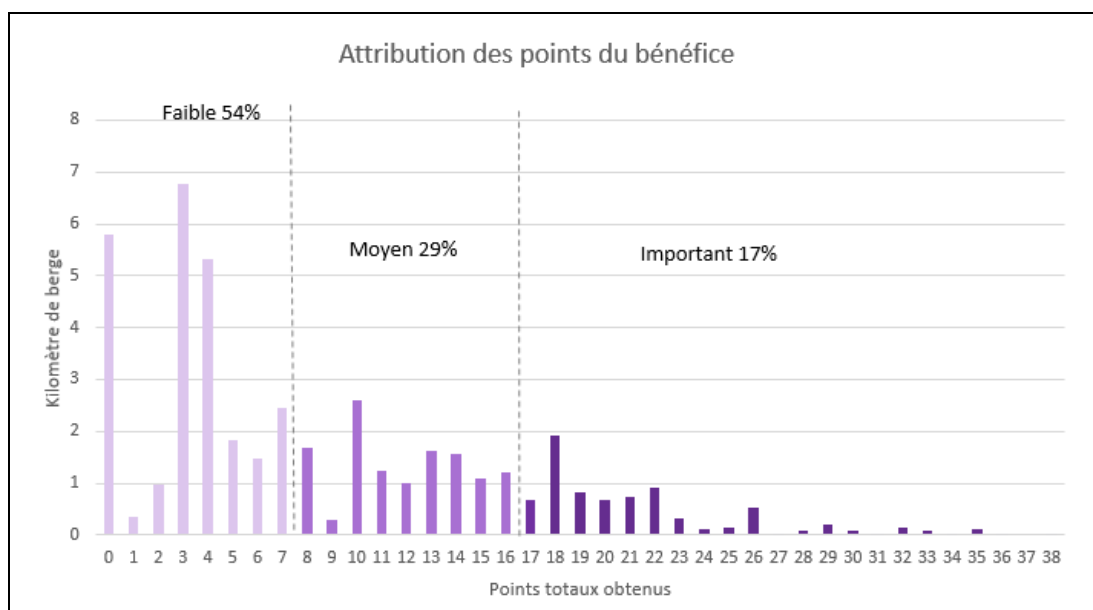


Figure 9: Attribution des classes de BSIG aux points obtenus par les rives lacustres.

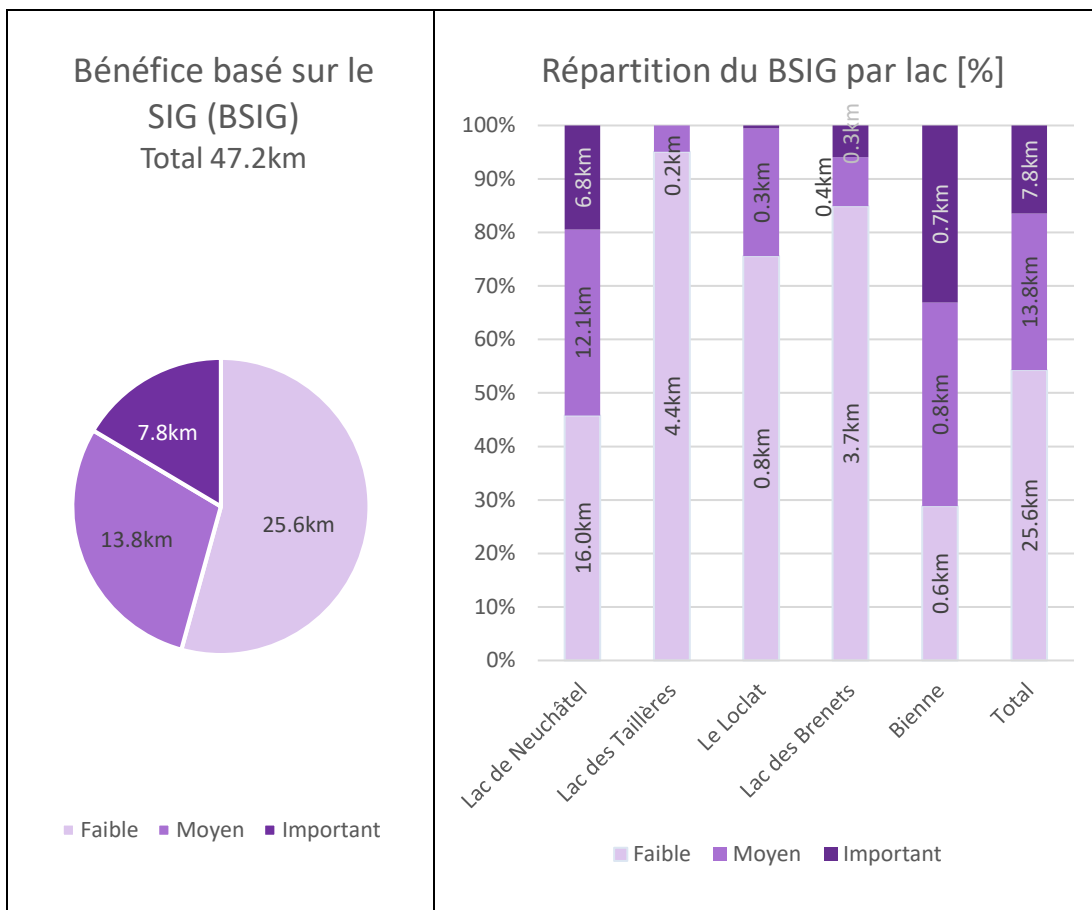


Figure 10 : répartition du bénéfice basé sur le SIG par lac, en kilométrage (gauche) et proportion (droite).

Le lac de Neuchâtel regroupe la majorité des rives lacustres classées avec un bénéfice SIG important ou moyen.

2.2 CONTRÔLE DE VRAISEMBLANCE

Un contrôle de vraisemblance en trois phases a été mis en place en tenant compte de toutes les informations pertinentes et en intégrant l'avis d'experts cantonaux afin d'éviter de laisser passer des cas intéressants ou de mettre en avant des tronçons peu adaptés à une revitalisation.

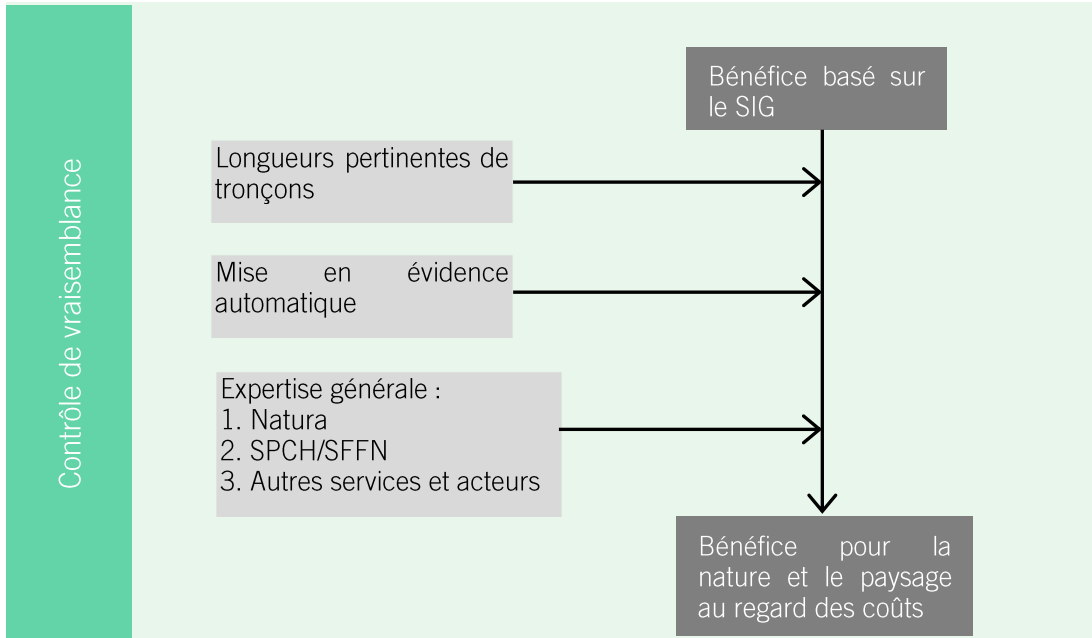


Figure 11 : Détails du contrôle de vraisemblance effectué.

LONGUEUR PERTINENTE DE TRONÇONS

Dans un premier temps, les tronçons mesurant moins de 10m ont été agrégés à leurs voisins pour éviter d'avoir des tronçons trop courts.

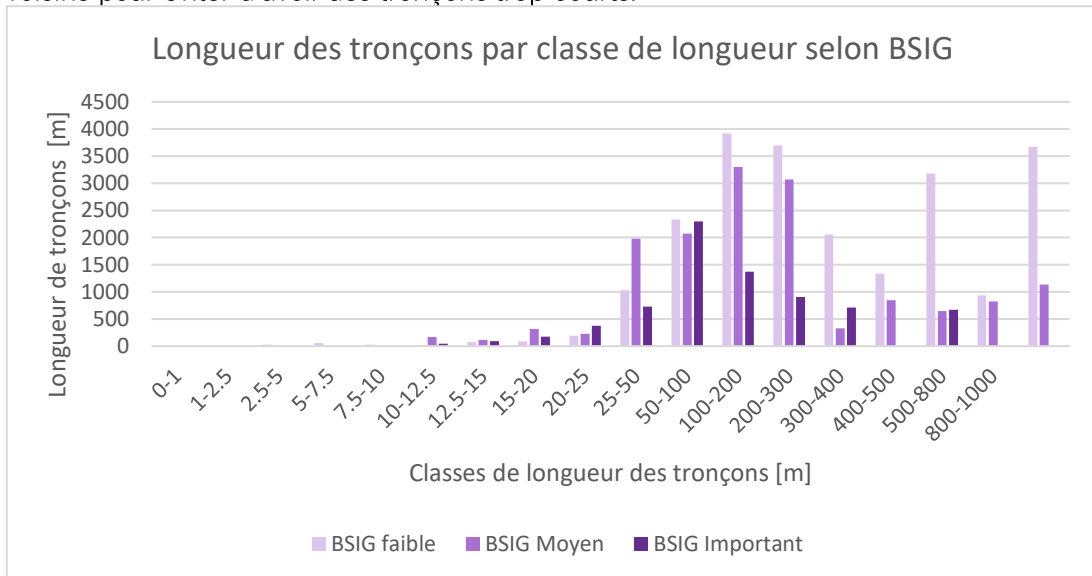


Figure 12 : visualisation de la répartition de la longueur des tronçons par classe de BSIG. Les tronçons au-dessous de 20m représentent un faible kilométrage.

Différentes limites ont été testées avant d'arriver à cette limite de 10m. L'outil fourni par l'OFEV a été utilisé et testé pour déterminer une limite adéquate de distance. À partir de 5m, le nombre de tronçons résultant de l'agrégation ne diminue presque plus, mais des tronçons entre 5 et 10m ne présentent que peu d'intérêt pour une revitalisation.

MISE EN ÉVIDENCE AUTOMATIQUE

La deuxième phase du contrôle de vraisemblance a permis de mettre automatiquement en évidence certains cas sur la base des attributs (écomorphologie ou étapes d'attributions du BSIG) pour procéder à une vérification ciblée. Le principe a été de prêter une plus grande attention manuelle à ces cas mis en avant et d'évaluer si le résultat du BSIG y est effectivement adapté (contrôle d'expert).

IDENTIFICATION DES TRONÇONS

Le tableau ci-dessous détaille les critères de mise en évidence des tronçons étudiés au cas par cas pour un éventuellement surclassement / déclassement. Environ un quart du réseau (12km sur 49) a demandé une attention particulière et a été étudié, puis modifié au besoin.

Situation		Description
A	Petits tronçons – complément à l'agrégation	Extrait automatique des tronçons de moins de 25m entourés par des tronçons avec le même BSIG. Si jugé nécessaire, modification du BSIG.
B	Petits tronçons – correction de l'agrégation automatique	Dans de très rares cas, l'algorithme d'agrégation automatique de l'OFEV n'est pas optimal (tronçon résultant de moins de 10m ou agrégation plus logique autrement).
C	Longs tronçons (>150m) avec BSIG important	Vérification de l'adéquation de ces tronçons pour éviter de garder en BSIG important des tronçons difficiles à revitaliser.
D	Longs tronçons (>150m) avec BSIG faible et écomorphologie insatisfaisante	Certaines zones à l'écomorphologie insatisfaisante pourraient être mieux valorisées, en particulier celles avec des points à la limite du BSIG moyen.
E	BSIG important zone densément bâtie (d'après attributs écomorphologiques)	Vérification de l'adéquation de ces tronçons pour éviter de garder en important des tronçons peu pertinents à revitaliser (port ou infrastructures non déplaçables).
F	Ligne de rive naturelle avec un BSIG Important	Ces cas arrivent lorsque la rive et/ou le littoral sont dégradés. Certains de ces cas semblent pertinents alors que pour d'autres un BSIG important est surévalué.
G	Ligne de rive à l'écomorphologie insatisfaisante alors que la zone littorale et les rives sont peu dégradées	Identification de zones potentiellement intéressantes pour une revitalisation (par exemple un mur/enrochement dans une zone non urbanisée).

H	Critère OFEV d'attribution des points : différence entre la ligne de rive et la zone littorale	Ce critère attribue des points selon la différence d'état entre le littoral et la ligne de rive, jusqu'à un maximum de 16pts pour un littoral large et naturel avec une ligne de rive artificielle. Dans certaines circonstances (zones très urbanisées), ce nombre de points a classé en important certains tronçons non revitalisables. Les tronçons dont le score est élevé principalement grâce à ce critère-là, en particulier ceux à la limite entre deux classes, ont été vérifiés et éventuellement déclassés.
I	BSIG important pour des embouchures larges (Thielle et Areuse)	La ligne de rive traversant de larges embouchures est géographiquement dans l'eau, et il a été estimé peu utile de les maintenir en BSIG important (sauf éventuellement en cas de transit alluvionnaire important).

Tableau 7 : situations mises en évidence automatiquement puis vérifiées au cas par cas.

Lors de cette analyse, 12 kilomètres de rives lacustres ont été vérifiés individuellement et des corrections ont été apportées sur 3.5km, soit environ 7% des rives totales. Ces corrections ont à la fois descendu certains tronçons par l'analyse SIG, mais également augmenté la valeur de certains autres.

EXPERTISE GÉNÉRALE

La troisième phase a consisté en une vérification de la totalité du réseau afin de relever les endroits surprenants ou atypiques qui n'auraient pas été mis en évidence avec les filtres des critères automatiques. Cette vérification a été faite de manière indépendante en trois temps :

- Bureau Natura (cohérence générale, coordination avec la planification de revitalisation des cours d'eau, en particulier des embouchures).
- Services cantonaux y compris des vérifications de terrain sur les linéaires concernés.
 - Service des ponts et chaussées, office des cours d'eau et dangers naturels
 - Service de la culture, office du patrimoine et de l'archéologie
 - Service de l'aménagement du territoire
 - Service de la faune, des forêts et de la nature
 - Service de l'énergie et de l'environnement
- Communes et experts externes, en particulier :
 - Administrations communales (Milvignes, La Grande-Béroche, La Tène, Cortailod et Le Locle).
 - Fédération des sociétés des pêcheurs amateurs du lac de Neuchâtel – FSPALN
 - Société des Pêcheurs de Basse-Areuse
 - Fédération neuchâteloise des pêcheurs en rivière – FNPR
 - ProNatura, section Neuchâtel
 - WWF, section Neuchâtel

Les services cantonaux et les experts ont été consultés simultanément pour le contrôle de vraisemblance et pour la définition des priorités.

RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE VRAISEMBLANCE

Au total, des corrections ont été apportées sur 9.5 km, soit environ 20% des rives lacustres totales.

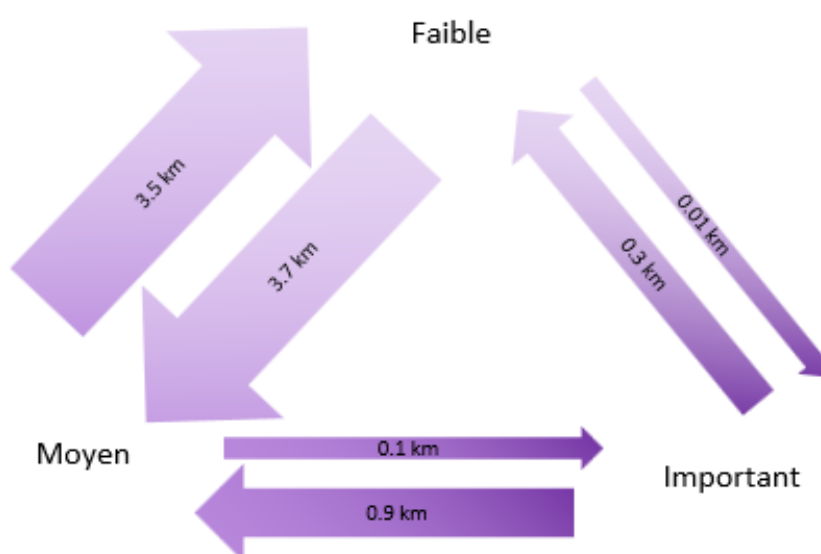


Figure 13 : Analyse du kilométrage modifié par le contrôle de vraisemblance.

2.3 BÉNÉFICE POUR LA NATURE ET LE PAYSAGE AU REGARD DES COÛTS

Après le contrôle de vraisemblance, 16% des rives sont classés en BNPC important et 29% en BNPC moyen.

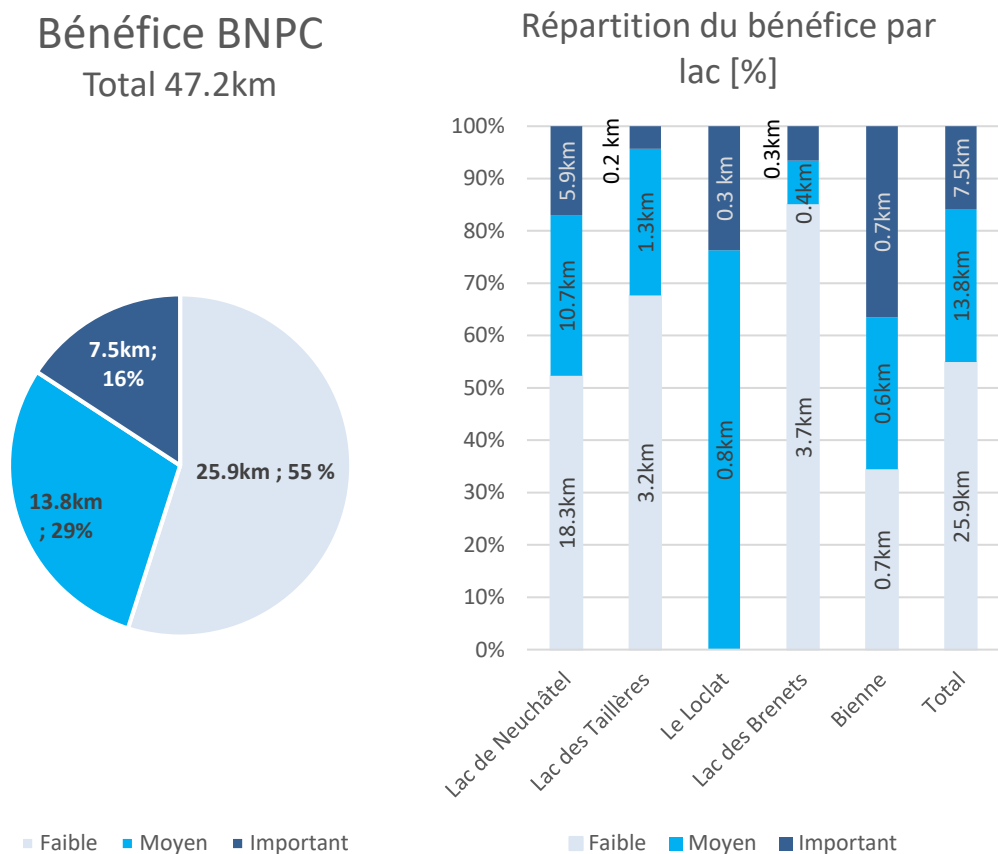


Tableau 8: Bénéfice pour la nature au regard des coûts prévisibles (BNPC)

Cette répartition finale du bénéfice respecte la répartition limite de l'OFEV, comme le montre le

Tableau 9 ci-dessous :

BNPC	Répartition limite OFEV [km]	BNPC [km]
Faible	-	25.9
Moyen	15.7	13.8
Important	7.8	7.5

Tableau 9 : Répartition du BSIG en classes, avec kilométrage par classe. La répartition limite de l'OFEV est respectée.

2.4 DÉFINITION DES PRIORITÉS

2.4.1 Prise en compte des synergies et des conflits d'intérêts

Les synergies et opportunités favorisent la réalisation de projets de revitalisation, tandis que les conflits d'intérêts peuvent les rendre plus difficile voire les empêcher.

Lors de cette étape, différents services ont été consultés afin de définir quelles zones présentent des facteurs susceptibles d'accélérer ou de ralentir la mise en œuvre d'un projet de revitalisation. La liste des experts consultés est la même que celle du contrôle de vraisemblance. En effet, les conflits et synergies ont été relevés en même temps que le contrôle de vraisemblance par les services neuchâtelois.

- Service des ponts et chaussées
- Service de la culture, office du patrimoine et de l'archéologie
- Service de l'aménagement du territoire
- Service de la faune, des forêts et de la nature
- Service de l'énergie et de l'environnement
- Communes concernées par des projets potentiels (Milvignes, La Grande-Béroche, Neuchâtel, La Tène, Cortaillod et Le Locle)
- Fédération des sociétés des pêcheurs amateurs du lac de Neuchâtel – FSPALN
- Société des Pêcheurs de Basse-Areuse
- Fédération neuchâteloise des pêcheurs en rivière – FNPR
- ProNatura, section Neuchâtel
- WWF, section Neuchâtel

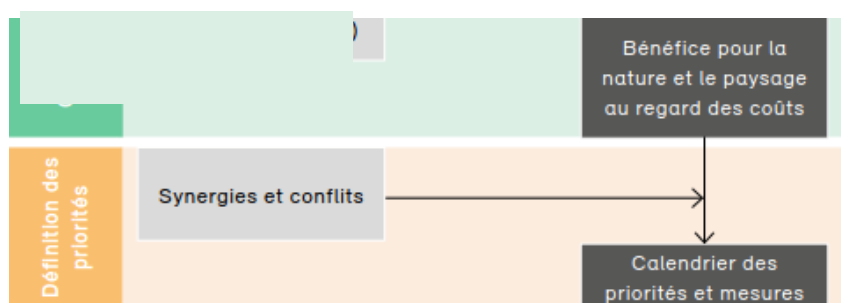


Figure 14 : Détails de l'analyse SIG (Processus généraux de l'analyse (OFEV, Revitalisation des rives lacustres –Planification stratégique, 2018)

Documents de base pris en compte pour la priorisation :

- Planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau du Canton de Neuchâtel, Natura, décembre 2014. Adoptée par le Conseil d'Etat en décembre 2014.
- Plan directeur des rives du Lac de Neuchâtel, Cahier 1 et 2, Urbaplan, janvier 2017. Adopté par le Conseil d'Etat en février 2017.
- Plan directeur sectoriel de l'espace réservé aux eaux, DDTE, octobre 2018. Adopté par le Conseil d'Etat en décembre 2019.
- Optimisation du « sentier du Lac de Neuchâtel », Urbaplan, juin 2020.
- SITN : Couche "Périmètres archéologiques", qui regroupe tous les périmètres archéologiques du canton. Sur les rives ces périmètres englobent des sites palafittiques d'importance internationale.
- SITN : Couche "UNESCO Sites culturels".

Le résultat principal a permis de mettre en évidence des conflits d'intérêts, en particulier sur les zones de loisirs (plages publiques, ports), nombreuses le long du lac de Neuchâtel. Au vu de la faible pente et du peu d'installations, ces zones de loisirs ressortaient avec un bénéfice basé sur le SIG important ou moyen. La stratégie du canton n'incluant pas de revitaliser de telles zones, environ 2.2km ont été rétrogradés en bénéfice faible.

Le respect des critères relatifs aux zones contaminées et aux zones de protection des eaux présents sur les rives lacustres a été validé par le service cantonal compétent.

Des mesures d'aménagement prévues dans le cadre de revitalisations peuvent générer des conflits avec d'autres objectifs de protection des biotopes et des espèces. De même, la pression exercée par les usages récréatifs sur des eaux revitalisées peut induire des conflits d'intérêts avec la protection des biotopes et des espèces.

La disponibilité des surfaces aux abords des lacs complique souvent la réalisation de projets, particulièrement lorsqu'il s'agit de parcelles privées. Le prix du mètre carré à proximité d'un lac est très élevé et rend difficile l'acquisition de parcelles par les pouvoirs publics. La mise en œuvre de mesures sur des terrains privés est laborieuse et nécessite parfois de longues négociations. Par ailleurs, des surfaces peuvent être déjà réservées en tant que zones à bâtir, ce qui les rend indisponibles pour une revitalisation.

- Une coordination avec le Plan directeur des rives a été assurée.
- La concordance avec le sentier pédestre du lac de Neuchâtel a été intégrée dans l'étude.
- L'espace réservé aux eaux a été pris en compte pour la définition des projets prioritaires.

Enfin, le plan directeur des rives et la présence des périmètres archéologiques qui englobent des sites palafittiques d'importance nationale et internationale, comme les sites UNESCO, et qui sont répertoriés sur le Lac de Neuchâtel ont été pris en compte.

Plan directeur des rives

Une partie du plan directeur des rives du lac de Neuchâtel a été élaborée en même temps que cette étude. Pour assurer une compatibilité entre ces deux planifications, l'aspect des sentiers pédestres le long des rives en particulier a été coordonné afin d'éviter des conflits potentiels et profiter des éventuelles synergies.

Les nouveaux sentiers potentiels ont été comparés à l'état actuel des rives lacustres ainsi qu'au bénéfice pour la nature et le paysage au regard des coûts prévisibles, afin d'éviter de planifier de nouveaux sentiers dans des zones naturelles ou dans des zones avec un BNPC important.

Sites archéologiques

La présence de sites archéologiques peuvent impliquer des frais et des délais supplémentaires en cas de revitalisation et méritent une attention particulière.

Les lacs de Neuchâtel et de Biemme présentent de nombreux sites archéologiques, en particulier des vestiges de villages palafittiques conservés dans la vase, d'un intérêt mondial. Seules certaines zones sont placées en sites UNESCO, mais d'autres présentent également un fort intérêt pour l'archéologie. Certains sites sont déjà bien connus et fouillés (par exemple à la Tène) tandis que d'autres n'ont pas encore été investigués.

Des revitalisations dans certaines de ces zones pourraient entraîner un changement dans les courants et sédiments protecteurs, perturbant ainsi la conservation de ces sites. En parallèle, un projet pourrait également fournir l'impulsion d'étudier des sites encore non investigués.

Dans tous les cas, dans les périmètres archéologiques, il est impératif de réaliser des fouilles archéologiques de sauvetage, dont l'envergure et les modalités devront être définies en fonction de la nature et de la précision des travaux de revitalisation.

Les différents instruments de planification cantonaux ont été superposés, afin de tenir compte d'un maximum de synergies entre les projets retenus. Toutefois, une pesée des intérêts prépondérants devra encore être réalisée lors de la mise en œuvre de certains d'entre eux.

2.4.2 Choix des mesures et délais de mise en œuvre

Des zones de projets ont été choisies en fonction du BNPC, des synergies et conflits ainsi qu'en évaluant la faisabilité générale d'un tel projet (domaines publics ou privés, pente, évaluation de la possibilité de déplacer des installations).

Les mesures touchant les roselières seront toujours effectuées en parallèle d'un aménagement ou suppression d'aménagement.

Au moment du lancement des études des projets, une coordination avec le SENE sera effectuée pour garantir la prise en considération des eaux souterraines si nécessaire.

Les mesures de revitalisation envisageables pour améliorer la ligne de rive, sont les suivantes :

- Déplacement en retrait ou suppression d'un aménagement de rive
- Aménagement d'une berge plane par remblayage
- Adaptation du terrain côté terre
- Restauration de la zone littorale (p. ex. comblement de fosses de dragage)
- Remblayage d'îlots
- Structuration de la rive
- Création de zones humides ou de mares

	Secteur	Commune	Lac	Délais	Longueur	BNPC	Mesures
a	Treytel	La Grande Béroche	Neuchâtel	2037-2040	270m	Important/moyen	Structuration de la rive Plantation de roseaux Création de zones humides dans l'ERE Suppression d'un aménagement de la rive
b	Le Bugnon	Cortailod	Neuchâtel	2041-2044	165m	Important/moyen	Suppression d'un aménagement de la rive Plantation de roseaux et mesures de protection de roseaux existants Structuration de la rive
c	Fleurette	Milvignes	Neuchâtel	2037-2040	630m	Important	Aménagement d'une berge plane par remblayage
d	Préfarquier	La Tène	Neuchâtel	2025-2028	280m	Important	Création de zones humides dans l'ERE Suppression d'un aménagement de la rive Plantation de roseaux et mesures de protection de roseaux existants
e	Le Moulinet	Le Locle	Lac des Brenets	2033-2036	215m	Important/moyen	Suppression d'un aménagement de la rive Structuration de la rive
f	Cul de la Conche	Le Locle	Lac des Brenets	2033-2036	34m	Important	Suppression d'un aménagement de la rive Création de zones humides dans l'ERE Structuration de la rive
g	Serrières	Neuchâtel	Neuchâtel	2029-2032	340m	Important/moyen	Structuration de la rive Adaptations du terrain côté terre Création de zones humides dans l'ERE
h	La Tène	La Tène	Neuchâtel	2025-2028	125m	Important	Structuration de la rive Suppression d'un aménagement de la rive Plantation de roseaux et mesures de protection de roseaux existants

Tableau 10 : Résumé des projets, avec délais de réalisation et mesures générales.

Le lac de Neuchâtel étant toutefois fortement urbanisé et soumis à différentes pressions d'utilisations, les zones se prêtant à des projets sont peu nombreuses.

Une pesée des intérêts sera réalisée ultérieurement pour concilier les différents enjeux, par exemple pour évaluer l'impact réel d'une mesure sur les zones archéologiques. Des mesures uniquement sur les berges permettraient par exemple de concilier les enjeux.

Au final, les 8 projets prévus s'étendent sur un peu plus de 2km de rives lacustres des lacs de Neuchâtel et des Brenets. D'autres projets portés par les communes pourront s'y joindre par la suite.

Projets supplémentaires

Par rapport à la première version de 2021, sous demande des communes concernées, deux projets ont été ajoutés à la planification stratégique en 2022. Ce sont les projets à la Tène et à Serrières.

3 CONCLUSION

Les lacs de Neuchâtel et de Biemme sont déjà très urbanisés et soumis à de multiples pressions, que ce soit au niveau des infrastructures existantes, ou des zones de loisirs. Une partie des berges actuelles sont issues également de remblayages destinés à gagner du terrain sur le lac, formant maintenant des zones où le fond du lac s'approfondit très rapidement, laissant peu de possibilités de revitalisations dans la zone littorale.

Les autres lacs sont plus petits et en grande partie déjà naturels, se prêtant également peu à des projets d'envergure.

Néanmoins, cette étude a permis d'identifier huit zones de projets potentiels afin de revitaliser une portion des rives lacustres du canton de Neuchâtel dans les prochaines années. Les mesures indiquées dans ce rapport sont indicatives et feront l'objet d'études de projet approfondies avant tous travaux.

En parallèle, les zones déjà naturelles ou peu atteintes doivent être protégées pour éviter l'installation de nouvelles infrastructures à l'intérieur.

BIBLIOGRAPHIE

- Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) du 24 janvier 1991 (Etat le 1^{er} juin 2014), 814.20
- Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux,) du 28 octobre 1998 (Etat le 1^{er} janvier 2014), 814.201
- Système d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse (OFEV/Eawag, 2013)
- Méthode d'analyse et d'appréciation des lacs en Suisse, module écomorphologie des rives lacustres (OFEV, 2016)
- Revitalisation des rives lacustres, Planification stratégique, module d'aide à l'exécution (OFEV, 2018)
- Plan directeur des rives du lac de Neuchâtel, Cahier 1 et 2 (DDTE, 2017)
- Évaluation des valeurs naturelles et paysagères de la rive nord du lac de Neuchâtel entre Vaumarcus et la Thielle : faune, forêts, nature (SFFN, 30.10.2014)

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1

Cartes de l'écomorphologie

Annexe 2

Cartes de l'importance écologique et paysagère

Annexe 3

Cartes du potentiel de valorisation

Annexe 4

Cartes du bénéfice basé sur le SIG

Annexe 5

Cartes du bénéfice pour la nature et le paysage en regard des coûts

Annexe 6

Cartes des priorités et projets

Annexe 7

Rapport détermination de l'état écomorphologique des rives lacustres du canton de Neuchâtel, décembre 2019

ANNEXES

ANNEXE 1

Cartes de l'écomorphologie

Annexe 1a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 1b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 1c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 1d : Lac de Bienne

Annexe 1e : Lac des Taillères

Annexe 1f : Lac des Brenets

ANNEXE 2

Cartes de l'importance écologique et paysagère

Annexe 2a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 2b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 2c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 2d : Lac de Bienne

Annexe 2e : Lac des Taillères

Annexe 2f : Lac des Brenets

ANNEXE 3

Cartes du potentiel de valorisation

Annexe 3a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 3b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 3c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 3d : Lac de Bienne

Annexe 3e : Lac des Taillères

Annexe 3f : Lac des Brenets

ANNEXE 4

Cartes du bénéfice basé sur le SIG

Annexe 4a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 4b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 4c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 4d : Lac de Biemme

Annexe 4e : Lac des Taillères

Annexe 4f : Lac des Brenets

ANNEXE 5

Cartes du bénéfice pour la nature et le paysage en regard des coûts

Annexe 5a : Sud du lac de Neuchâtel

Annexe 5b : Nord du lac de Neuchâtel et lac du Loclat

Annexe 5c : Lac de Neuchâtel (Fanel)

Annexe 5d : Lac de Bienne

Annexe 5e : Lac des Taillères

Annexe 5f : Lac des Brenets

ANNEXE 6

Cartes des priorités et projets

- Annexe 6a : Treytel (lac de Neuchâtel)
- Annexe 6b : Le Bugnon (lac de Neuchâtel)
- Annexe 6c : Fleurette (lac de Neuchâtel)
- Annexe 6d : Préfargier (lac de Neuchâtel)
- Annexe 6e : Le Moulinet (lac des Brenets)
- Annexe 6f : Cul de la Conche (lac des Brenets)
- Annexe 6g : Serrières (lac de Neuchâtel)
- Annexe 6h : La Tène (lac de Neuchâtel)

ANNEXE 7

Rapport détermination de l'état écomorphologique des rives lacustres du canton de
Neuchâtel