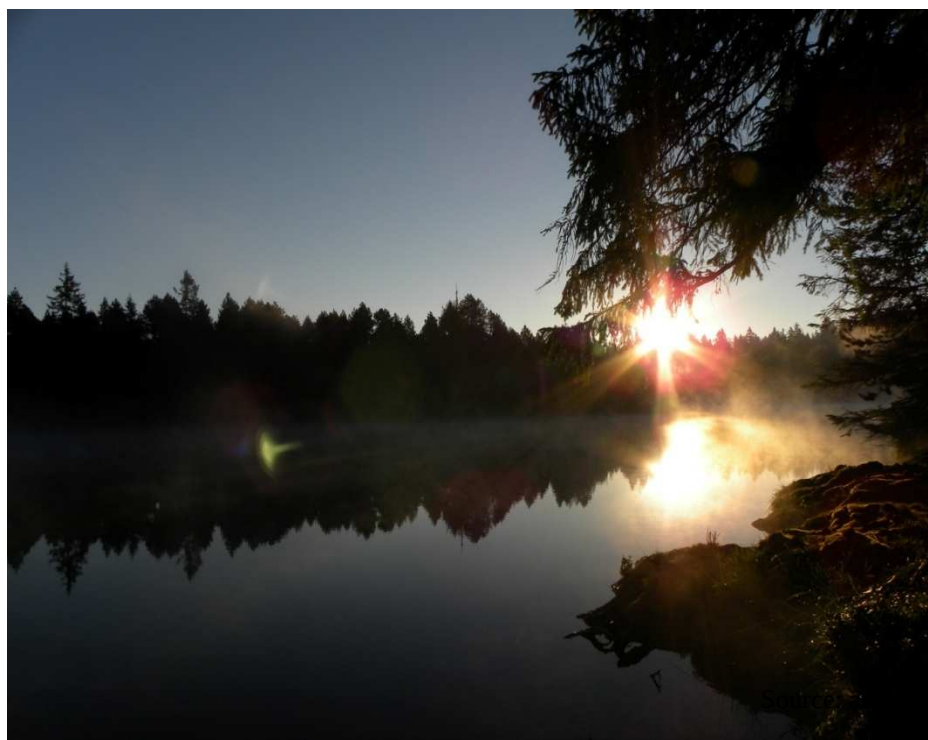


Rapport de stage pour l'obtention de la 1ère année de Master

Etude de l'érosion des berges de l'étang de la Gruère et preconisations de gestion



Source : auteur

Pierre-Yves GOURVIL

Juin-Août 2009

Maître de stage : François BOINAY

Remerciement

Je tiens à remercier tout particulièrement François Boinay qui m'a permis de réaliser ce stage et son accueil au Centre Nature.

Merci également à toute l'équipe des Cerlatez, stagiaires, personnes en occupation chômage et salariés, avec qui j'ai eu le plaisir de travailler, pour leur aide précieuse dans la réalisation de cette étude, sans oublier les très bons moments passés ensemble.

Merci à Jean Zahnd pour les précieuses informations historiques qu'il m'a fournies, et toutes les personnes passionnées par l'étang de la Gruère qui m'ont permis de rencontrer.

Sommaire

Remerciement.....	1
Sommaire	1
Résumé	2
Abstract	3
I. Site d'étude.....	5
II. Organisation institutionnelle Suisse	5
III. Géologie.....	6
IV. Historique	6
V. Projet d'aménagement.	7
VI. Matériel et méthode	7
VII. Résultats.....	10
VIII. Discussion	20
Liste des figures	28
Liste des tableaux	29
Annexes	30

Résumé

Cette étude concerne l'étang de la Gruère, zone lacustre de 8 hectares attirant chaque année près de 100 000 visiteurs. Elle vise à regrouper toutes les études concernant l'érosion des berges de l'étang, et d'acquérir de nouvelles données permettant de mettre en place un plan de gestion adapté.

La problématique de l'érosion des berges de l'étang de la Gruère ont intéressés de nombreuses personnes depuis longtemps, ne serait-ce que pour savoir si celle-ci s'érode réellement. La comparaison des anciennes photo-aériennes semblent indiquer une érosion des berges de certaines parties de l'étang. Néanmoins il est nécessaire d'avoir des données précises.

Malgré son classement en réserve naturelle, de nombreuses activités sont autorisées, tels que la baignade ou le patinage. L'impact de ces activités et du tourisme à la Gruère en général a fait l'objet de nombreuses études. L'intérêt et l'importance de ce site pour l'image touristique des Franches-montagnes est trop grand pour ne pas en tenir compte. Néanmoins il ressort de cette étude que le piétinement des berges est la principale pression, et que les futures préconisations de gestion devront réussir à gérer l'afflux de touriste et la protection des berges. Peu d'études ont été réalisées sur les conditions naturelles ou semi-naturelles de l'étang, et qui peuvent aussi avoir un impact négatif sur la stabilité des berges. Le relief et les vents dominants créent des courants de surface, qui même s'ils ne sont pas très rapide, peuvent, combiner avec les impacts anthropiques, provoquer l'érosion des berges.

Le nouveau plan d'aménagement de l'étang de la Gruère qui est en cours d'élaboration, devrait réussir à améliorer la protection des berges, mais il faudrait faire attention à ne pas trop pencher du côté des intérêts touristiques, au détriment d'espaces naturels remarquables.

Mots-clés : Etang de la Gruère ; érosion des berges ; pression touristique ; piétinement ; Plan d'aménagement.

Abstract

This study concerns the pond of the Gruère, a lakeside zone of 8 hectare attracting every year about 100 000 visitors. It aims to include all the studies which report to the banks' erosion of the pond, and to acquire some new results, in order to set up an adapted plan of management.

A lot of people have been interested in this problem, but their research included no precise data. Indeed, the comparison of older aerial photo seems to indicate an erosion of some parts of the pond's banks. Thus, it is necessary to make precise measures.

In spite of its classification in natural reserve, a lot of activities are allowed, like swimming, ice-skating and walking. The impact of these activities at the Gruère has been the topic of numerous studies. The interest and the importance of this site for the tourist image of the Franches-montagnes are so huge that it must not be neglected. Indeed, this study shows that the trampling on the banks is the major pressure, and so the future management suggestions will have to succeed in reaching a compromise between the tourist influx and the banks' preservation. Few studies concerned the natural or semi-natural conditions that could also have some negative impacts on the banks' stability. In addition to human pressures, the relief and the major winds create some streams that even if they are not very strong, could erode the banks.

The new management plan of the pond of the Gruère, which is now not totally accepted, could succeed in ameliorating the preservation of the banks, but it would be necessary to pay attention not to promote too much tourist activities, to the detriment of the preservation of these remarkable natural spaces.

Key-words: Pond of the Gruère ; erosion of banks ; tourist pressure ; trampling on ; management plan.

INTRODUCTION

L'étang de la Gruère, considéré comme l'un des joyaux des Franches-Montagnes, attire de nombreux visiteurs chaque année. Malgré son statut de réserve naturelle, de nombreuses activités sont autorisées, telles que la baignade ou le patinage. Cela n'est pas sans conséquence sur l'environnement, et notamment les berges de l'étang. L'érosion des berges d'un étang peut être provoquée naturellement, mais elle peut être aussi aggravée par les activités humaines. Quelques actions ont été réalisées afin de diminuer cet impact, notamment à l'initiative du Centre Nature Les Cerlatez, gestionnaire en partie de la réserve.

Le Centre Nature Les Cerlatez a été créé en 1993 et a un objectif prioritaire d'éducation à l'environnement. Il développe de nombreuses activités concernant l'information et la sensibilisation à l'environnement, mais également participe à des recherches et à la protection des zones humides. Le Centre Nature a également le rôle de Maison de la réserve naturelle de l'Etang de la Gruère.

Cette présente étude s'attache à déterminer le ou les facteurs anthropiques et naturels qui influencent le plus la morphologie des berges de l'étang, dans le but de proposer des mesures de gestion qui permettront de réduire le phénomène d'érosion des berges que subit l'étang, sans pour autant remettre en question les activités humaines. Le contexte et l'historique de la Gruère sera tout d'abord étudié, puis les différentes méthodes d'acquisition des données seront présentées en détail pour permettre de continuer le suivi, et enfin une analyse de ces résultats qui débouchera sur des préconisations de gestions pouvant servir pour le futur plan d'aménagement de l'étang.

I. Site d'étude

La zone d'étude se situe dans la région des Franches-montagnes, dans le canton du Jura (Figure 1). L'étang de la Gruère a une superficie de 8 ha au cœur d'une tourbière acide de 210 ha environ, dont 120 sont classés en réserve naturelle (Annexe I). La réserve naturelle est située sur 3 communes du canton du Jura (Saignelégier, Bémont et Montfaucon) et 1 commune du canton de Bern (Tramelan). Celle-ci a été créée en 1943 dans le but de s'opposer à un projet d'extraction de tourbe des hauts-marais autour de l'étang. La réserve appartient au canton du Jura, et est gérée par la Commission de Gestion de la Gruère, dont fait parti le Centre nature Les Cerlatez.



Figure 1 : Localisation du Canton du Jura en Suisse (Source : Canton du Jura, modifié par auteur)

II. Organisation institutionnelle Suisse

La Suisse est organisée en 26 Cantons, avec pour chacun une constitution. Un Canton est constitué d'un Conseil d'Etat et d'un parlement. A l'échelle nationale, le pouvoir législatif est exercé par l'Assemblée fédérale, divisée en deux chambres : Le Conseil National et le Conseil des Etats. Chaque canton possède des sièges dans les deux chambres. Le Pouvoir exécutif est quant à lui exercé par le Conseil fédéral. Le président du conseil fédéral n'a qu'une valeur symbolique et médiatique. Le système politique suisse est considéré comme une démocratie directe, c'est-à-dire que le peuple a un fort contrôle sur les élus. En effet, la Suisse possède deux instruments permettant au peuple d'agir sur les décisions de l'Etat : Le référendum, et l'initiative populaire qui consiste au droit qu'une partie du corps électoral a de déclencher une procédure permettant l'adoption, la révision, ou l'abrogation d'une disposition constitutionnelle. L'initiative de Rothenthurm en 1987 a été la première à intégrer les marais et les sites marécageux dans la protection de la nature (Art.78). C'est elle qui a permis à de nombreux marais et tourbières comme la Gruère, d'être préservés.

III. Géologie

La zone de l'étang de la Gruère est caractérisée par un anticlinal. Le fond géologique de l'étang est formé d'une nappe datant du Dogger, imperméabilisée par une couche riche en Marne et Argile datant de l'Oxfordien. Au dessus de l'Oxfordien se trouve la couche calcaire du Rauracien constituée essentiellement de fossiles et de coraux. Au dessus du Rauracien se trouve la couche du Sequanien (Annexe II).

IV. Historique

L'étang de la Gruère n'a pas été créé naturellement. Le site tourbeux était à l'origine une combe où s'écoulaient plusieurs rivières dont les bras de l'étang seraient les reliques. Une combe est une vallée creusée au sommet et dans l'axe d'un anticlinal. C'est un relief fréquent dans le Jura. L'abaissement du niveau du système hydrographique suite au creusement du Doubs dans le plateau calcaire, à accéléré le processus d'incision de la rivière de la Gruère, ce qui a provoqué la mise à nu d'une couche de marne imperméable. Ainsi, une zone humide constituée tout d'abord de Massettes et de Joncs d'après une étude palynologique s'est formée il y'a 12 000 ans. Les eaux pauvres en nutriments ont ensuite été colonisées par les Sphaignes, qui ont permis la formation de la tourbe.

En 1650, un moulin fut construit afin de permettre le fonctionnement d'une scierie. Cette scierie nécessitait une réserve d'eau suffisante pour son bon fonctionnement, par conséquent une digue fut construite provoquant l'ennement de 8 hectares de tourbière et créant ainsi l'étang de la Gruère. Le moulin fonctionna jusqu'en 1952, année où l'électricité arriva jusqu'à la scierie.

Le site de la Gruère a fait l'objet d'activités d'extraction de tourbe de 1940 à 1956. Cette tourbe était utilisée pour le chauffage, ou encore comme litière pour les bêtes. Afin d'extraire la tourbe, il était nécessaire d'assécher la tourbière. Par conséquent 7 drains principaux ont été créés autour de l'étang. Ces drains étaient toujours présents après l'arrêt de cette activité, et provoquaient l'assèchement, et la disparition de milieux tourbeux. En 1980 certains drains furent bouchés (Figure 2) afin d'éviter l'assèchement des tourbières. Les premiers aménagements de berges pour limiter l'érosion ont été réalisés en 1991. Cet aménagement se situe au nord de l'étang, et consistait en la pose de paliers végétalisés sur la bordure de berge. Le camping de Saignelégier était présent jusqu'en 1976 sur le site de la réserve, au Nord, au niveau de la Petite Theurre. A cette époque, les bateaux pouvaient naviguer sur l'étang, et de nombreux feux de camps étaient allumés un peu partout sur la réserve. C'est durant cette période que la majorité des dégradations sur les berges ont été réalisées.



Figure 2 : Barrage en bois bloquant la circulation de l'eau d'un drain (Source : auteur)

V. Projet d'aménagement.

Un projet d'aménagement de la réserve naturelle de la Gruère est en cours d'élaboration. Il repose sur les trois grands piliers du développement durable, environnement, économie et social. Ce projet propose de modifier l'accès à l'étang, d'améliorer sa sécurité, et suggère la création d'un centre d'accueil avec un parking aménagé. La réserve se divisera en deux zones distinctes. L'une se situant au lieu-dit « La Theurre » sera vouée au tourisme, avec la mise en place d'un parking aménagé et d'un centre d'accueil de la réserve. Elle constituera l'unique accès à l'étang. L'autre zone, sera constituée d'un sentier « grand tourisme », mieux aménagé et accessible à tous sur la partie Ouest-Sud-ouest de l'étang. Il comportera en outre, des stations d'information et de découverte de la tourbière. Le second sentier est appelé « sentier nature ». Il ressemblera au cheminement actuel en termes d'aménagement, mais pourrait s'enfoncer un peu plus dans la tourbière derrière la presqu'île (Annexe III). Un poste de garde faune sera également mis en place afin de faire respecter ces aménagements. Dans ce même projet, la route cantonale passant au sud de la réserve sera déviée afin de diminuer son impact sur la réserve et notamment les populations de batraciens. Ce projet est en attente de validation par le gouvernement qui donnera sa décision à la fin du mois d'Août 2010. Si ce projet est adopté, les travaux devraient débuter en 2016.

VI. Matériel et méthode

L'érosion des berges d'un étang peut être un phénomène naturel, néanmoins, quand il s'agit d'un étang tourbeux, qui naturellement tend vers le comblement, l'érosion des berges peut être liée à d'autres facteurs. L'objectif de l'étude est donc de déterminer les différentes pressions en jeux, d'évaluer la ou les plus impactante(s) et de mettre en place un plan de gestion approprié tout en prenant en compte les différents usages présent à la Gruère.

L'étude repose sur plusieurs axes :

- Etude bibliographique,
- Analyses physique et biologiques,
- Inventaire des usages et des aménagements.

VI.1. Etude bibliographique

L'analyse de l'érosion des berges de l'étang de la Gruère se base avant tout sur les travaux réalisés les années précédentes par des stagiaires. Un travail de synthétisation et de regroupement de données a donc été réalisé. 5 stages concernant uniquement l'étang de la Gruère ont été réalisés entre 1998 et 2006. 3 études réalisées en 1991, 1992 et 2006 par des bureaux d'études (Pro Natura, LIN'eco et Aquarius) ont également été consultées. L'objectif est de regrouper les données antérieures et de reprendre leurs protocoles de suivi afin de mieux déterminer l'évolution de l'érosion des berges.

VI.2. Analyses physiques et biologiques

Des fiches protocoles concernant la mesure des températures et des profondeurs d'eau sont disponibles en annexes IV et V.

I.2.1. Mesure de profondeur

Des mesures de profondeurs d'eau, ainsi que d'épaisseur de tourbe ont été réalisées. Les rives de l'étang ont été divisées en 11 zones (Annexe VI). Sur chacune de ces zones des transects perpendiculaires à la berge sont réalisés tous les 2 mètres en prenant sur chacun de ces

transects 7 relevés à 0,2 ; 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 et 3 mètres de la rive. Pour cela, un fil gradué tous les centimètres, lesté d'un poids et d'une plaque à été utilisé (photoX). En ce qui concerne les mesures d'épaisseur de tourbe, un manche en bois d'une longueur de 1,20 mètre est enfoncé au maximum dans la tourbe. La différence entre la profondeur d'eau et la profondeur trouvée avec le manche permet d'évaluer l'épaisseur de la tourbe. Cette mesure n'est pas très précise mais à pour but d'estimer les zones de comblement ou d'érosion. De plus, un Modèle Numérique de Terrain de la zone de l'étang de la Gruère à été réalisé, en utilisant les données altimétriques du Canton du Jura (Annexe VII).

1.2.2. Mesure de courant

La mesure de vitesse du courant en étang n'est pas aisément quantifiable, du fait de l'imprécision des appareils de mesures pour d'aussi faibles vitesses. De plus, l'acquisition d'un appareil de mesure de vitesse de courant suffisamment précis n'était pas envisageable. Par conséquent, l'objectif est d'estimer les directions générales des courants et d'évaluer leurs vitesses. Pour ce faire, on utilise une petite boule de polystyrène à 10 cm de la surface, et lesté d'un poids avec un flotteur (Figure 3). Pour cette étude, il convient de la réaliser lorsqu'il n'y a pas de baigneurs, ni de vents. Il faut donc l'effectuer à l'aube, vers 5h du matin, afin d'éviter les biais de mesures liés au vent.



Figure 3 : Mesure de vitesse de courant (Source : auteur)

1.2.3. Relevés floristiques

Très peu de relevés floristiques précis ont été effectués sur la végétation rivulaire de l'étang. Seul Neuhaus J., en 2009 a réalisé 9 zones de relevés. Le but de cette étude est de continuer ces relevés, en ajoutant d'autres points, qui serviraient d'états de base, afin d'évaluer l'évolution de la végétation vis-à-vis du piétinement et de l'érosion des berges, mais également de voir si la mise en place d'aménagements appropriés pour réduire ces pressions est efficace. L'inventaire floristique à été réalisé par Manel Frotscher, bachelor à l'université de Neuchâtel, et qui dans le cadre de ces études devait réaliser un herbier de 40 espèces différentes. Par conséquent, l'occasion s'est proposé de combiner les deux études, et ainsi de collecter des données floristiques qui serviront au suivi de l'évolution des communautés floristique des berges de l'étang. Par conséquent, 31 quadrats ont été définis de 1 m², tout autour de l'étang (Annexe X) essentiellement sur les zones déjà impactées par le piétinement et l'érosion mais aussi sur les placettes de relevés floristiques déjà réalisées en 2009.

I.2.4. Mesure de température

La mesure des températures de l'étang a pour objectif de voir les différentes variations de températures à plusieurs périodes de la journée et des saisons au sein de la colonne d'eau. Pour cela, 4 thermomètres d'aquarium, gradué au degré Celsius, sont installés à 0,20 ; 1 ; 2 et 3 mètres de profondeurs (Figure 4). La température est relevée à l'aube, au milieu de la journée et en fin d'après midi. En parallèle aux températures de l'eau, il est nécessaire de connaître également la température de l'air lors des relevés.

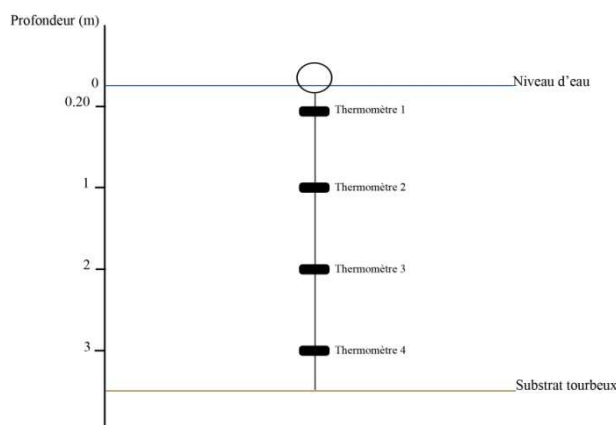


Figure 4 : Schéma explicatifs de mesure de température de la colonne d'eau (source : auteur)

I.2.5. Mesures GPS

Des relevés GPS réalisés par un bureau de géomètres (Queloz S.A) seront réalisés le 20 Août. Il s'agit de reprendre les points de relevés réalisés en 2006 et 2009, à l'aide d'un GPS précis au centimètre. Il aurait été intéressant d'intégrer ces données dans le présent rapport, mais les impératifs financiers et surtout le fait que les relevés soient réalisés à peu près à la même période que les autres années, c'est-à-dire autour du 31 Août ne le permettent pas. Néanmoins, les données obtenues lors de cette journée seront présentes dans le rapport laissé au Centre Nature.

VI.3. Inventaire des usages et des aménagements.

L'étude des différents usages présents au niveau de l'étang de la Gruère est réalisée à partir des observations directes sur le terrain, mais aussi dans la recherche bibliographique. Les aménagements pour ces usages, mais également les protections encore existantes sont recensées et cartographiées (Annexe VIII). Les berges ayant des signes de piétinement sont également recensées et cartographiées. Les critères de détermination pour savoir si celles-ci étaient piétinées sont les suivants :

- La disparition soudaine de végétation herbacée voir parfois des mousses (Figure 5).
- L'observation directe de personnes piétinant la végétation des berges.



Figure 5 : Exemple d'une zone piétinée. (source : auteur)

VII. Résultats

VII.1. Regroupement des données

En Hiver, l'étang de la Gruère se retrouve pris dans la glace jusqu'au mois d'Avril. L'épaisseur de glace peut être parfois élevée, avec par exemple en 2009, 50 cm de glace (Figure 6).



Figure 6 : Etang gelé au mois d'Avril 2009. (Source : Neuhaus J.)

Lors du dégel au mois d'Avril, le retrait de la glace peut entraîner le déracinement des plantes de berge et de la tourbe (Julie Nehaus, 2009). L'influence du dégel n'a jamais été quantifiée, néanmoins le dégel a une influence certaine sur l'érosion des berges.

Les profils de berge réalisés lors des études précédentes en 2006 et 2009, a permis de déterminer 3 zones d'érosions :

- La zone du ponton près de la digue, où un sur-creusement à la base de celui-ci a été observé.
- La zone de la presqu'île, caractérisée par une profondeur élevée en pied de berge. Ce profil serait aggravé par la présence de baigneurs qui provoqueraient le déracinement des végétaux en pied de berge.

-La zone appelée de « type aménagement », est caractérisée par des sapements de berge au pied de ces aménagements.

De plus, 3 zones ne semblent pas être touchées par ce phénomène (Figure 7). :

-La zone Est de l'étang, appelée zone de « type Carex » et la zone de « type Salix » ;

-La zone Sud, appelée zone de « type digue » ;



Figure 7 : Carte des zones de comblement
(Source : auteur)

Malheureusement, l'absence de GPS suffisamment précis pour retrouver les points de relevés, n'a pas permis de refaire les profils de profondeurs. Une autre méthode a été préférée.

De plus, d'après Neuhaus.J, la comparaison des coordonnées GPS, avec une précision de l'ordre du centimètre en 6 points autour de l'étang, indique un recul des berges de 0.026 m à 0.057 m par an. Néanmoins ces valeurs sont à relativiser, car au vue de la précision du GPS, les faibles valeurs obtenues peuvent être en grande partie liées à cette imprécision.

Une carte récapitulative des zones, réalisée par Julie Neuhaus est présente en annexe IX.

En ce qui concerne les températures de l'eau, les études passées ont réalisées des mesures à chaque point de relevé de profondeur. Ces valeurs ont permis de montrer des variations de températures entre la berge et jusqu'à 3 mètre de distance. Malheureusement, les valeurs ont été obtenues au mois de Mai, en dehors de ma période de stage. Je n'ai donc pas pu les comparer.

Le bureau d'étude LIN'eco a publié une étude en 2006, essayant de démarrer une réflexion sur une nouvelle gestion du tourisme à la Gruère. Il ressort de cette étude que l'étang de la Gruère a un très grand intérêt touristique et aussi marketing. En effet, de nombreuses sociétés ont utilisés son image pour valoriser leurs produits (Watch Valley, sociétés touristiques privées, etc.). De même l'image de l'étang se retrouve régulièrement dans des publications touristique ou autre. A contrario, l'étang est également reconnu comme ayant un patrimoine naturel et culturel hors du commun. L'étude propose de nouvelles mesures de gestion touristique similaire au futur projet de la réserve, tout en utilisant l'image de marque de l'étang pour recueillir des fonds de partenaires externes.

VII.2. Profils des berges

Les études précédentes n'ayant pas laissées de coordonnées précises des relevés, la présente étude a réalisée des relevés tout le long des berges de l'étang (Annexe VI). Les relevés sont regroupés selon leurs ressemblances en 12 zones (Annexe VIII).

Zone 1 : Zone de la digue

A partir de 0.5 mètres de la berge, la pente de 0.28 m/m est uniforme. Entre la berge et 0.2 mètres de distance, la pente est beaucoup plus forte (3.5 m/m) Cette zone de l'étang est la seule avec des berges artificielles. Ces berges sont constituées de Marne essentiellement, et ne sont pas soumises à l'érosion. De plus, une Végétation abondante, constituée essentiellement de Saules et de Phragmites aquatique permet une bonne stabilisation des berges.

Zone 2

Le profil de berge de cette zone est similaire à la zone 1 mais avec une pente plus forte, de 0.4 m/m. Cette zone est caractérisée par des berges naturelles donc plus facilement soumises à l'érosion. On observe que la pente de la berge entre 0 et 0.2 mètres est de 3.7 m/m, ce qui pourrait confirmer cette hypothèse. De plus, de nombreuses zones de piétinements sont présentes sur cette zone.

Zone 3

Cette zone est caractérisée par la présence de prêles. Par conséquent le profil est complètement différents des autres zones, avec une pente très faible et une forte épaisseur de tourbe.

Zone 4, 5, 6 et 7 : Zone de la presqu'île.

Les profils de ces zones sont similaires à celui de la zone 2, mais ils sont situés au niveau de la presqu'île, zone normalement interdite au public. La pression du piétinement est par conséquent plus faible, même si au vue des zones de piétinements observées de nombreuses personnes ne respectent pas cette interdiction. Il existe donc peut être d'autres causes à ce profil abrupt en pied de berge. On observe de fortes pentes entre 0 et 0.2 mètres de distance, allant jusqu'à 5 m/m en zone 6, alors que les autres zones de la presqu'île tournent autour de 3 m/m.

Zone 8

Le profil de cette zone semble similaire à ceux de la presqu'île, mais les profondeurs d'eau sont plus faible, inférieures à 1 mètre. L'épaisseur de tourbe est en moyenne de 48 cm à 0.5 m des berges, et de 38.8 cm à 1.5 m des berges.

Zone 9 et 10

Ces deux zones ont des profils de berges similaires, même si la zone 10 à des profondeurs d'eau moins élevés, ils restent aux alentours de 1 m de profondeur à 3 m de distance de la berge. L'épaisseur de tourbe est en moyenne de 36 cm à 0.5 m des berges, et de 34.7 à 1.5 m. La pente générale ainsi que celle à 0.2 mètres de distance sont plus faibles et ne dépassent pas 2.7 m/m.

Zone 11

Cette zone est caractérisée par une pente faible, de 0.4 m/m en général, et de 1 m/m à 0.2 mètres. L'épaisseur de tourbe est en moyenne de 53 cm à 0.5 m des berges, et à 37.6 cm à 1.5 m des berges. D'après le profil, on peut déjà voir que cette zone soit reçoit plus de tourbe qu'elle n'en perd, et peu possiblement tendre vers le comblement, soit accumule à sa base la tourbe provenant des berges érodées.

Zone 12

Sur cette zone on retrouve le profil général de la majorité des zones, avec une pente moyenne de 0.3 m/m et 2.4 m/m à 0.2 mètres de la berge. L'épaisseur de tourbe est de en moyenne 43 cm à 0.5 mètres, et de 32 cm à 1.5 mètres.

On remarque que le profil général pour chaque zone reste similaire, avec une forte pente sur les 50 premiers centimètres. La différence entre chaque zone se situe au niveau de la profondeur d'eau. On remarque que les profondeurs sont plus élevées au sud-est dans le secteur de la digue, et au nord dans le secteur de la presqu'île (Zone 11 et 1 à 7) avec des valeurs maximales autour de 1 mètre 20. C'est la zone 1, au niveau de la digue qui connaît les profondeurs les plus fortes, avec jusqu'à 1 mètre 60 d'eau. On peut également noter, au niveau de la zone 11, une différence de profil sur les premiers mètres de distances avec une épaisseur de tourbe supérieure à 50 cm. Cette épaisseur de tourbe, cumulée à une altitude légèrement plus élevé sur cette partie de l'étang (Annexe VII), lui confère un profil moins abrupt sur ce premier mètre. Mais il est possible que les phénomènes d'érosion ou de comblement créent ce type de profil.

VII.3. Analyse historique des orthophotos.

La base de données du Centre Nature comprenait 2 orthophotos datant de 1994 et 2004, ainsi qu'une photo aérienne de 1959. Lors de recherches bibliographiques, une photo aérienne datant de 1942 a également été trouvée (Joray M.-1942).

La photographie de 1942 montre clairement les zones asséchées par le drainage afin de permettre l'extraction de la tourbe (Figure 8)



Figure 8 : Zone asséchée par le drainage en 1942 (source : Joray-1942)

De plus, en comparant cette photo aux photos aériennes de 1959, 1994 et 2004, on observe certaines différences au niveau des berges de l'étang (Figure 12).

4 zones peuvent être définies :

-Zone 1 : Elle correspond actuellement à une zone avec des niveaux d'eau faibles (voir chapitre profondeur) et composés essentiellement de *Prêles* et de *Carex* (Zone Nord-ouest). Or on remarque sur la photo de 1942 une tâche blanche, qui par comparaison avec la couleur du sol, semblerait dépourvue d'eau. On observe d'ailleurs que l'exutoire de l'affluent se trouve avancé de plusieurs mètres.

-Zone 2 : Elle correspond à la zone Nord de l'étang. On remarque que la forme de la berge est différente par rapport aux autres années, avec des pointes plus accentuées (Figure 9) et la présence d'îlots. La queue de l'étang garde relativement le même linéaire de berge.

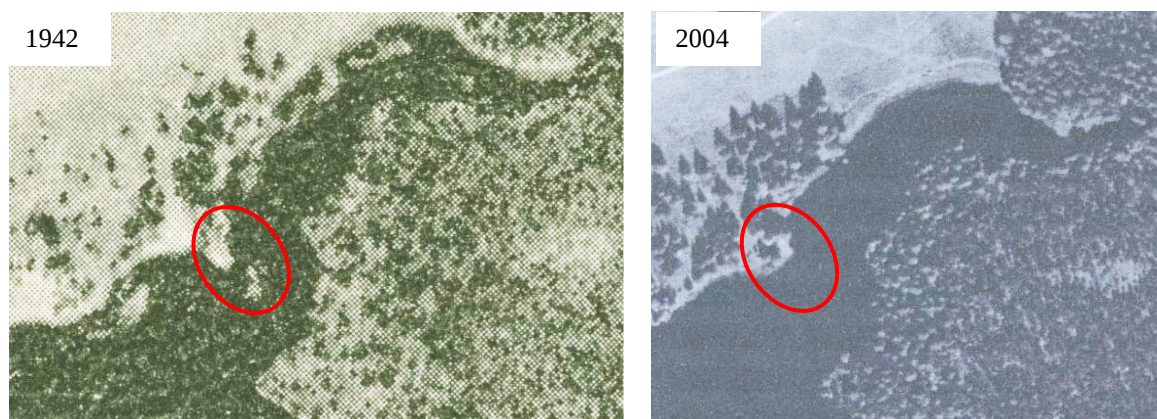


Figure 9 : Comparaison d'une pointe sur la zone 2 entre 1942 et 2004 (Source : auteur)

Zone 3 : Elle correspond à la deuxième queue de l'étang situé à l'Est de celui-ci. Tout comme la zone 2, on observe des tâches blanches pouvant correspondre à des zones hors d'eau, absente en 1994 et 2004. La largeur de la queue de l'étang semble s'être élargie entre 1942 et 2004 (Figure 10).

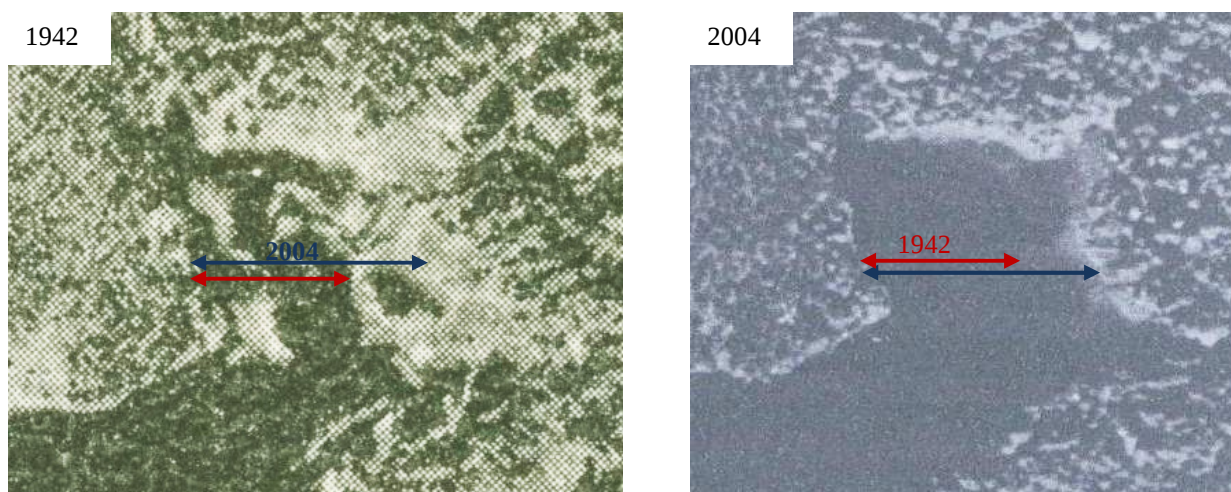


Figure 10 : Comparaison de la zone 3 entre 1942 et 2004 (Source : auteur)

Zone 4 : Elle correspond actuellement à une anse située au Sud de l'étang. On remarque qu'en 1942, cette anse semble moins profonde qu'en 1994 et 2004. De plus, on observe que la pointe ouest de l'anse semble plus accentuée en 1942 qu'en 2004 (Figure 11).

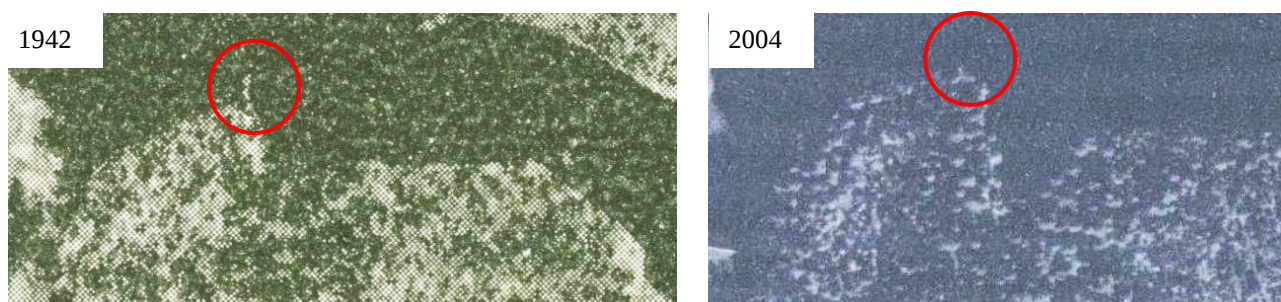


Figure 11 : Comparaison d'une pointe de la zone 4 entre 1942 et 2004 (source : auteur)

Zone 5 : Elle correspond à la partie Sud-ouest de l'étang. On observe qu'en 1942, cette partie semble moins en eau par rapport à 1994 et 2004.

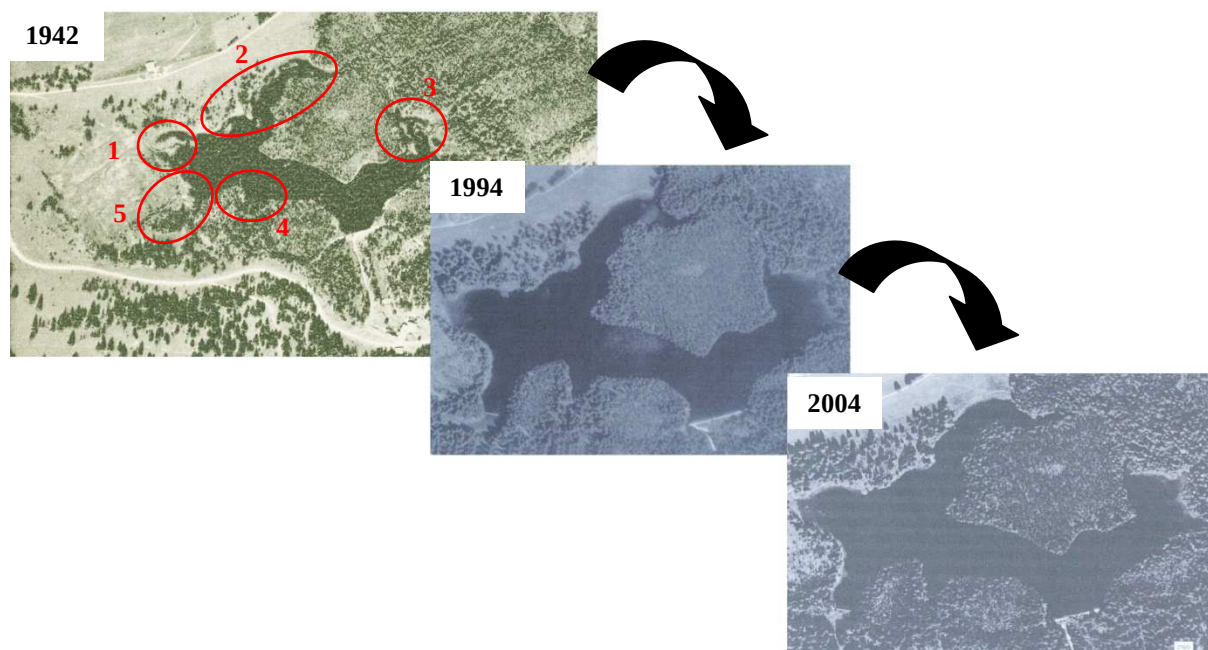


Figure 12 : Comparaison de photos aériennes prises en 1942, 1994 et 2004
(Source : Centre Nature modifiée par auteur)

L'analyse de ces photographies prises à différentes périodes de l'étang est à nuancer. En effet, le niveau d'eau de l'étang n'est pas précisé selon la date de prise de vue, or un niveau d'eau plus bas en 1942 qu'en 1994 ou 2004 pourrait provoquer la présence de ces îlots, ou les réductions de largeur de queues d'étangs. D'autant plus qu'en 1942, l'eau de l'étang était utilisée pour alimenter la scierie, et l'étang connaissait des variations de niveau d'eau assez brutales (Joray.M-1942). Néanmoins certaines différences ne semblent pas liées au niveau d'eau. Par exemple, les pointes des zones 2 et 4 qui semblent avoir réellement été érodées. Malheureusement, cette érosion n'est pas quantifiable. Il faut donc s'appuyer sur d'autres paramètres pour pouvoir la quantifier.

VII.4. Recensement des zones dégradées et des aménagements

Le recensement des zones de piétinement a permis de montrer que les zones les plus impactées se situent aux alentours des pontons de baignade. Au niveau de la presqu'île, actuellement interdite au public, il existe de nombreuses zones de piétinement. Or les chemins d'accès à la presqu'île ne sont pas toujours accessibles et la végétation commence à refermer les sentiers. Par conséquent, de moins en moins de personnes empruntent ces sentiers. Le piétinement des berges provient donc des baigneurs qui atteignent la presqu'île à la nage, comme l'a prouvé de nombreuses observations sur le terrain. On remarque d'ailleurs que les zones de piétements se situent à proximité des deux grandes zones de baignade (Figure 13).

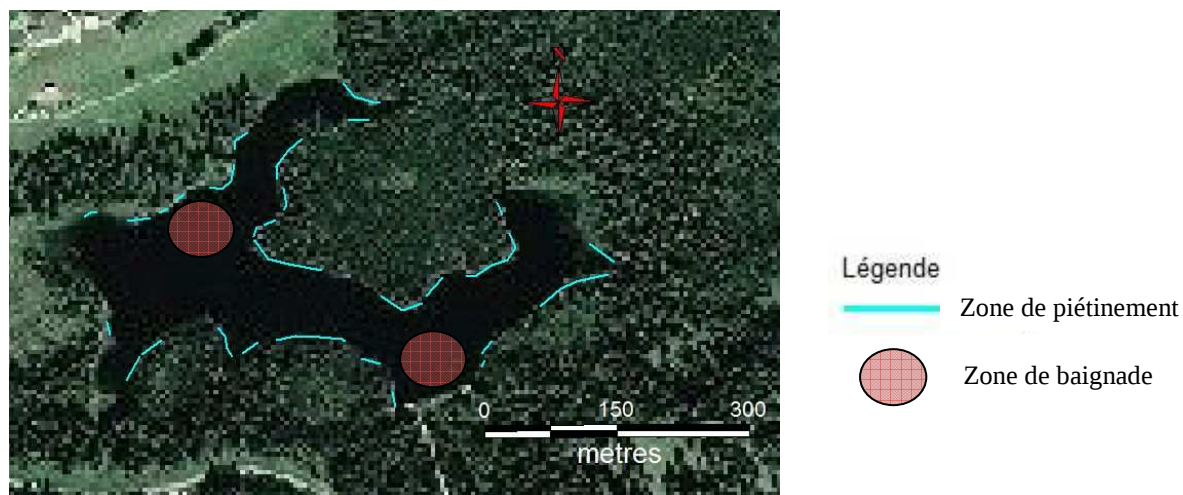


Figure 13 : Carte des zones de piétinement et de baignade (source : auteur)

Si on compare les zones de piétinement avec les aménagements mis en place (Figure 14), on observe que les barrières semblent assez bien protéger les berges, puisque la majorité des zones de piétinement ne se trouvent pas derrière des barrières. Les points informations indiqués sur la Figure 12 sont des anciens points qui ont été dégradés et ne délivrent donc plus leurs messages.

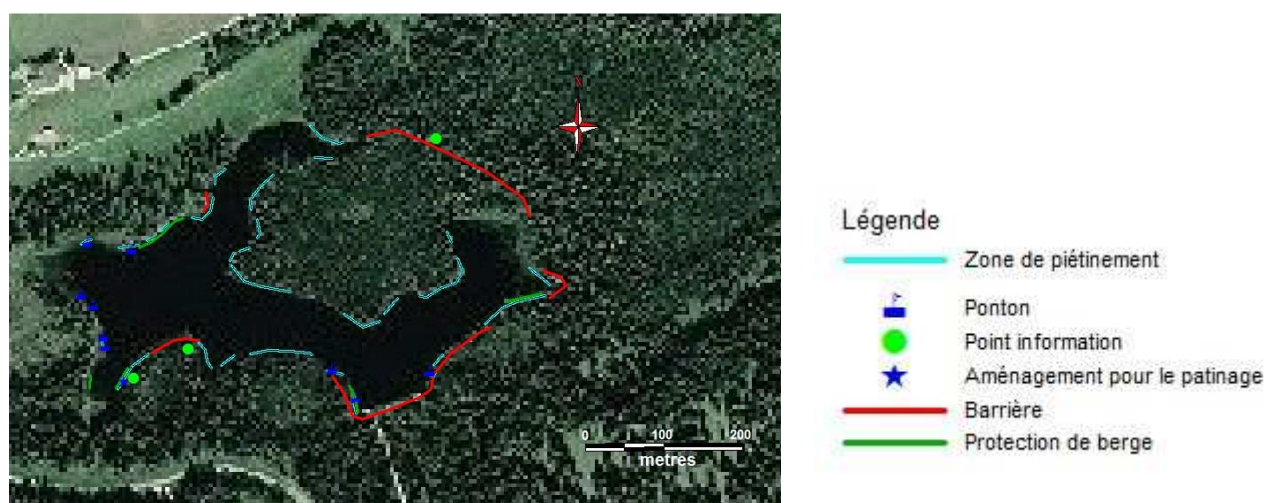


Figure 14 : Carte des zones de piétinement et des aménagements (source : auteur)

VII.5. Mesure de courant

L'estimation des directions de courants au sein de l'étang a permis de mettre en évidence que les courants de surface sont majoritairement dirigés vers l'exutoire de la scierie (sud-est) pour la partie sud-ouest de l'étang et orientés plutôt sud-ouest pour la partie située au nord et au nord-ouest. (Figure 15)

En ce qui concerne les vitesses, leurs valeurs sont très faibles et sont d'environ 0.002 m/s. Cette étude permet de mettre en évidence que l'eau s'écoule selon 4 grandes directions : Du nord-ouest au Sud-est ; du nord-est au sud-ouest ; du nord au sud et du sud-ouest au nord-est. Ces directions variables du courant peuvent être issues de différents facteurs. Par exemple le profil en pente de la zone de l'étang, notamment au niveau de la digue (Annexe VII), ou encore l'influence de points durs, anthropiques ou naturels qui modifient les directions du courant.

Les mesures de courant ne sont que des estimations, et indiquent les directions générales des courants à 10 cm de la surface. Il est possible que des courants différents entrent en jeux à des profondeurs plus élevées. Malheureusement pour les quantifier, cela nécessiterait des appareils de mesures plus précis.



Figure 15 : Carte des directions de courant de surface (Source : auteur)

Il semblerait que les courants, et les aménagements, tels que les pontons pour la baignade par exemple, peuvent provoquer une érosion de berges assez importante. Ce phénomène est bien représenté au niveau de la digue (Annexe XI). Un ponton de baignade a été installé, soutenu par un tronc d'arbre ayant pour objectif de stabiliser le ponton et la berge. Malheureusement, entre la digue et le ponton, on assiste au phénomène inverse. Bien entendu, il est possible que le piétinement puisse avoir provoqué cette érosion, mais au vu de l'ampleur du phénomène, cela ne peut être uniquement provoqué par le piétinement. L'hypothèse de l'influence des courants peut expliquer ce phénomène. En effet, cette zone se trouve au niveau de l'exutoire de l'étang, là où la majorité des eaux de l'étang convergent. Par conséquent, la pente de l'étang augmente, et les vitesses de courant, par gravité, augmentent également. Malgré cela, les vitesses de courant restent faibles, et ainsi l'onde peut se disperser plus facilement. De plus, les vents dominants de l'étang provenant du nord-ouest accélèrent la vitesse du courant et forment des vagues qui ont un phénomène érosif plus important que les courants. Le tronc d'arbre le long de la berge, constitue un point dur qui va rediriger les courants, et vont ainsi le contourner. Ainsi, au bout de la protection, la berge se retrouve soumise aux ondes, qui petit à petit, érodent la berge (Zone 1). On remarque, que là où des aménagements sont toujours présents, la berge ne s'érode pas. Cette érosion est accélérée par le piétinement qui déracine la végétation structurante de la berge. Les courants provenant majoritairement de l'ouest de l'étang transportent la tourbe en suspension (Figure 16). Lorsqu'ils arrivent au niveau de l'exutoire, la majorité traversent la digue, mais certains sont bloqués, et redirigés sur les côtés, accumulant ainsi la tourbe (Zone 3 et 4) et permettant à la végétation de s'installer. De même, au niveau de la Zone 1, la tourbe est bloquée par le tronc, et s'accumule là.

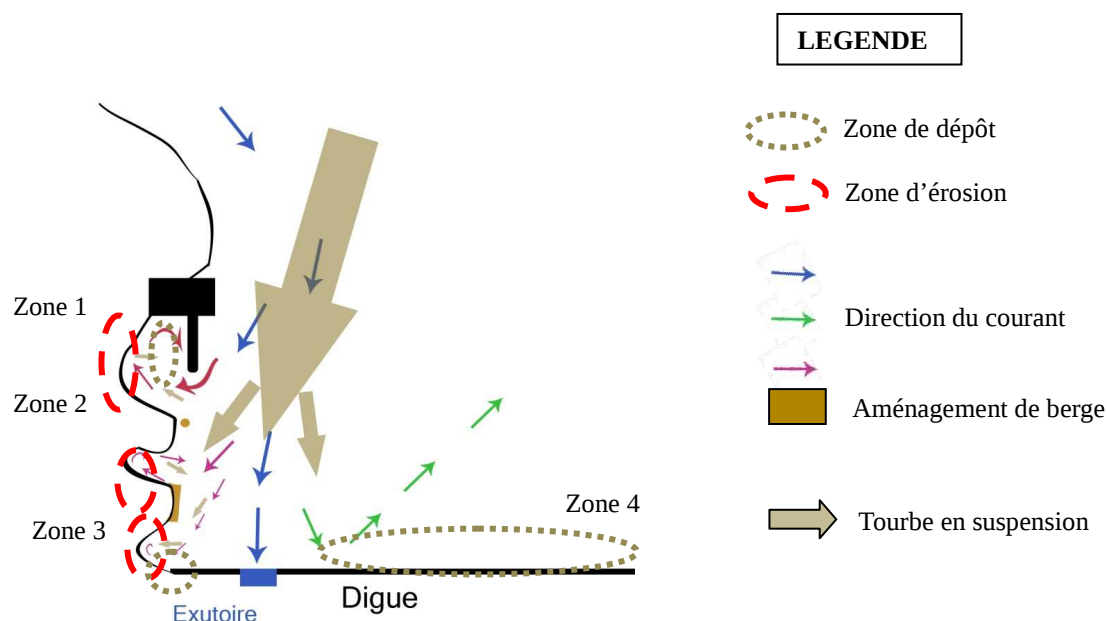


Figure 16 : Schéma synthétique des effets des courants sur la zone de la digue. (Source : auteur)

Ces phénomènes d'érosion et de comblement vont modifier le profil des berges, en permettant à la végétation de type hélophyte de s'installer sur les zones de comblements, accentuant encore ce phénomène, et en continuant d'éroder la berge à d'autres endroits (Annexe XI). Cet exemple n'est pas à généraliser sur l'ensemble de l'étang, et est le fruit d'une combinaison de facteurs anthropiques (aménagement, digue, exutoire) et naturels (courants, pente, direction des vents dominants).

VII.6. Inventaires floristiques

Les inventaires floristiques ayant débutés fin Juillet, la détermination et les résultats ne sont pas encore terminés. Néanmoins, ceux-ci devraient être transmis au Centre Nature début Septembre. Les résultats seront analysés et introduits dans ce rapport et sera disponible au Centre Nature Les Cerlatez. Néanmoins, en comparant les relevés effectués en 2009, et les observations réalisées en 2010, la diversité spécifique ne devrait pas beaucoup évoluer. Néanmoins, les relevés effectués par Frotscher M. seront plus précis, et il serait intéressant de reconduire le partenariat avec l'université de Neuchâtel, notamment lorsque les nouveaux aménagements seront mis en place. Cela permettrait d'évaluer l'efficacité de ceux-ci et de connaître la vitesse de recolonisation par les végétaux.

VII.7. Mesure de température

L'évolution des températures sur 24h (Figure 17) corrélés avec la température de l'air et la météo, permet de démontrer que la variation des températures n'est pas la même selon la profondeur. En effet, les températures varient plus fortement à 20 cm de la surface. À partir d'un mètre, celles-ci ne varient presque plus. On peut en déduire que la tourbe joue le rôle de thermorégulateur d'où son utilisation comme combustible. Il permet ainsi d'éviter les trop fortes variations de températures. Ainsi, seuls les premiers centimètres d'eau sont réellement influencés par les températures extérieures. Il serait intéressant de savoir si cette thermorégulation est toujours efficace en hiver, malgré les températures régulièrement inférieures à 0°C, et la couche de glace recouvrant l'étang. Néanmoins on peut supposer que

cette thermorégulation n'est plus autant efficace l'hiver. En effet, la reproduction de la Perche, du Gardon, de la Tanche, du Rotengle et du Brochet est avérée dans l'étang depuis 1991 (Aquarius 1991). La reproduction de la Carpe n'est quant à elle non avérée, mais supposé au vu des prélèvements réalisés par les pêcheurs. Or, en ce qui concerne le brochet, la Perche et le Gardon, il faut des températures de l'eau faibles, aux alentours de 10°C (source : Guide des poissons d'eau douce) pour pouvoir frayer. Par conséquent il est possible que les températures de l'étang chutes fortement durant l'hiver, tout en permettant la survie des poissons, et remonte progressivement jusqu'au mois de Mai, période de frai de la Carpe, qui elle, a besoins de températures d'environ 20°C. Cette hypothèse est bien entendue à vérifier.

Si on compare l'évolution de la température de l'eau avec celle de l'air, on remarque qu'il n'y'a pas de relation entre les deux. La température de l'air ne semble pas modifier considérablement la température au sein de la colonne d'eau sauf sur les 20 premiers centimètres (Figure 17 et 18).

Il est possible que les drains et les affluents se jetant dans l'étang aient une influence sur la température en profondeur. En effet, des relevés réguliers de la température de l'eau de ces affluents indique que l'eau est de 10 °C en moyenne. Cette eau est, du fait de sa température plus faible, plus dense que l'eau de l'étang et descend par conséquent au fond. La gravité et les courants diffusent cette eau dans l'étang et permet à l'eau en profondeur de ne pas subir les variations de température que connaît la surface (Annexe XII). Cela reste pour l'instant qu'une hypothèse et devra être vérifiée en hiver.

La mesure des températures de l'eau ne permet pas d'expliquer les phénomènes d'érosion des berges, mais à pour but de mieux connaître le fonctionnement thermique de l'étang. Cette étude est toujours en cours, et permettra de récolter des données tout au long de l'année.

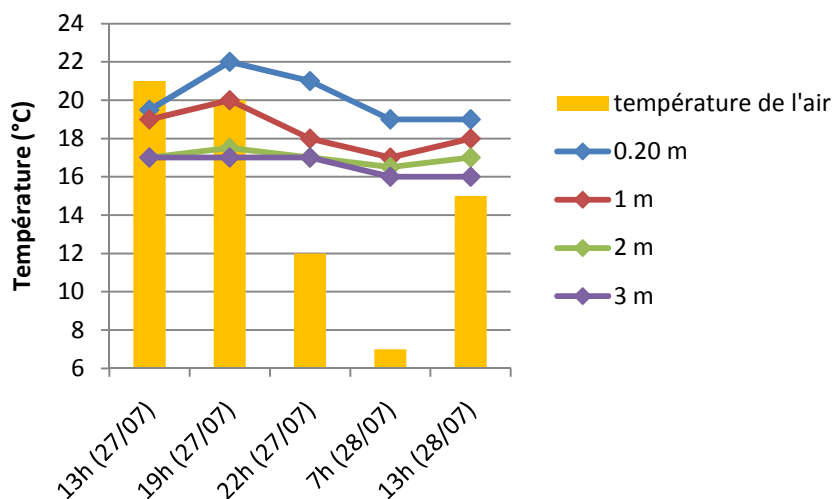


Figure 17 : Evolution des températures de l'eau et de l'air sur 24h (Source : auteur)

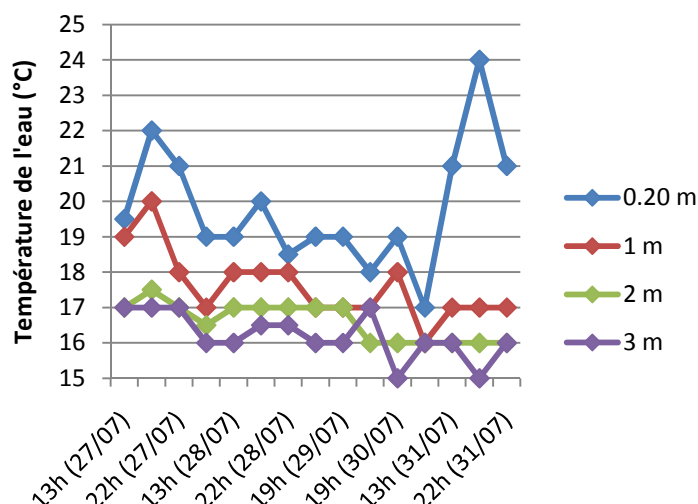


Figure 18 : Evolution des températures de l'eau (Source : auteur)

VIII. Discussion

Les résultats obtenus les années précédentes, ainsi que ceux de la présente étude permettent de mettre en évidence que de nombreuses pressions, naturelles et anthropiques, agissent sur l'érosion des berges (Annexe XIII). Une analyse se basant sur le degré d'importance de l'impact sur les berges (Tableau 1), ainsi qu'en terme de superficies impactées, a permis de mettre en évidence quatre grands types de pressions au niveau des berges.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des différentes pressions agissant sur les berges, ainsi que de leurs degrés d'impact.

	Berge	Faune/Flore
Pressions anthropiques		
Promenade hors sentier		
Promenade		
Baignade		
Patinage		
Cueillette		
Pêche		
Pressions naturelles		
Vent		
Courants		
Végétation		
Glace		
Substrat tourbeux		
Substrat marneux		

Impact :

	Fort (80 à 100% des impacts)
	Modéré (50 à 80% des impacts)
	Faible (< 50% des impacts)
	Nul (aucun effet)
	Positif (effet bénéfique)

La première, d'origine naturelle est liée aux courants et aux vents. Son impact est différent selon les zones de l'étang. Les courants même s'ils restent faibles, transportent de la tourbe en suspension. Lorsque que ce courant rencontre un obstacle, de type ponton, ou point dur naturel, le courant va soit accumuler la tourbe au pied de l'obstacle, soit le contourner et éroder derrière. L'effet érosif des courants, du fait de leurs vitesses est faible, mais lorsqu'il est combiné aux vents, cet effet est accentué. Ce phénomène de dépôt ou d'érosion va provoquer deux types de zones sur l'étang. La première, est caractérisée par un dépôt de tourbe, ou une végétation de type hélophytes va se développer. Ces zones ne sont pas problématiques pour l'étang, et au contraire permettent à une faune et une flore riche et diversifiée de se développer. Des mesures de gestions ne sont pas à prendre pour le moment sur ces zones.

La seconde zone, est caractérisée par des phénomènes d'érosion des berges. L'effet combiné des vents et des courants de surface permet leurs érosions, notamment là où la végétation est peu présente. Ce phénomène est par conséquent étroitement lié à d'autres types de pressions, qui sont quant à elle d'origine anthropique.

La promenade hors des sentiers aménagés et la baignade sont les principaux responsables de l'accélération de ce phénomène d'érosion. En effet, le piétinement des berges à pour impact le déracinement des végétaux, qui permettent la fixation de la tourbe. Sans ces végétaux, les phénomènes d'érosions liés aux courants sont accélérés (Figure 19) La baignade peut également provoquer ce type de dégradation, comme le montre l'analyse des zones de piétinements réalisée précédemment, les baigneurs peuvent accéder facilement à des zones interdites d'accès comme la presqu'île. De plus, au vu des profils de berge, et nomment de la pente plus forte à proximité des berges, certains baigneurs doivent s'accrocher au végétaux, facilitant ainsi leurs disparition et fragilisant la berge. Des aménagements ont été mis en place pour inciter les gens à rester sur les chemins aménagés, ou de protection de berges en bois. Néanmoins aujourd'hui ces aménagements sont dégradés et ne remplissent plus leurs rôles. Au contraire, certains aménagements accélèrent le phénomène d'érosion (exemple de la zone de la digue p18).



Figure 19 : Zone de piétinement pouvant accélérant le phénomène d'érosion (Source : auteur)

La forte pression touristique que connaît l'étang de la Gruère entraîne inévitablement des dégradations au niveau des berges. L'impact de ces usages n'est pas à négliger. Un modèle de type DPSIR (Etat-Pression-Impact-Réponse ; Figure 20) permet de visualiser les différents impacts engendrés par ces activités, et les mesures qu'il faudrait entreprendre pour les diminuer (Annexe XIV).

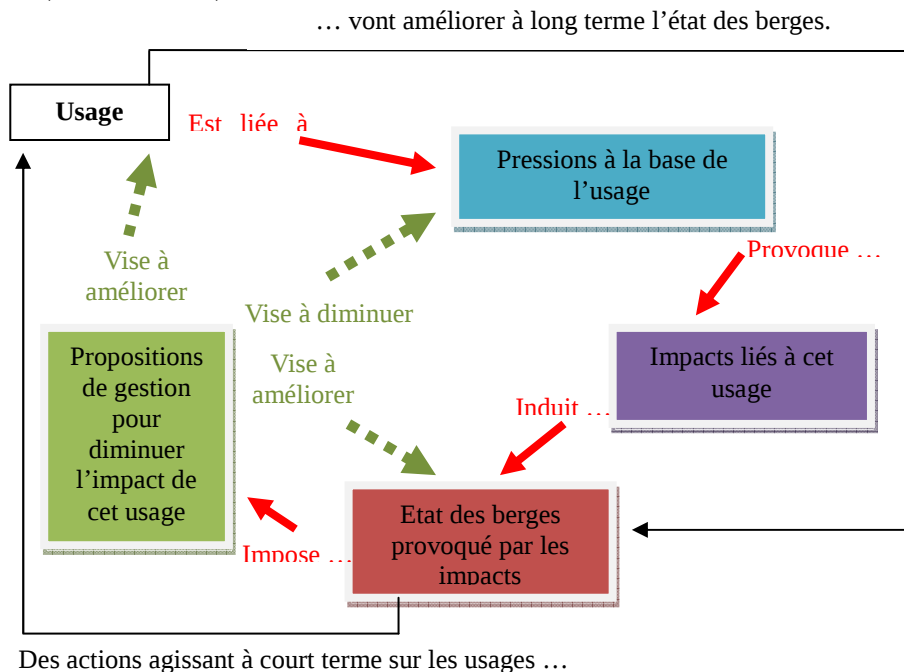


Figure 20 : Schéma explicatif du modèle DPSIR (Source : auteur)

Ce modèle permet de proposer des mesures de gestions adaptées aux usages actuellement présents sur la réserve, tout en essayant de limiter les phénomènes d'érosions.

Les propositions de gestions tournent autour de 4 axes :

- Création de zones aménagées pour les activités de baignade et de patinage
- Réaménagement des sentiers
- Mise en place d'un garde-faune permanent
- Accentuer l'information et la sensibilisation auprès des visiteurs sur la protection de ces zones naturelles.

La création de zones aménagée pour la baignade et le patinage consiste à reprendre les zones préférentiellement utilisées pour la baignade, et d'aménager complètement ces zones avec des pontons en bois équipés d'échelles pour les baigneurs et pour le patinage. L'accès à ces aménagements se fera sur un sentier recouvert de copeaux de bois d'un diamètre moyen de 5 cm, avec de chaque côté des barrières en bois du même gabarit que celles déjà utilisées (Figure 21).



Figure 21 : Exemple de barrières en bois déjà présentes à la Gruère. (Source : auteur)

Deux zones sont préférentiellement à utiliser (Annexe XV). La première se situe au nord de l'étang et est déjà très appréciée par les usagers, au vue du nombre de personnes présentes lors des journées chaudes. La seconde se situe au sud de l'étang et serait divisée en deux, de chaque côté de la digue. Les aménagements à l'ouest de la digue devront être accompagnés de protection de berges renforcées en bois, évitant ainsi la problématique d'érosion actuelle. Une seule plateforme aménagée pour le patinage sera installée au niveau de la première zone.

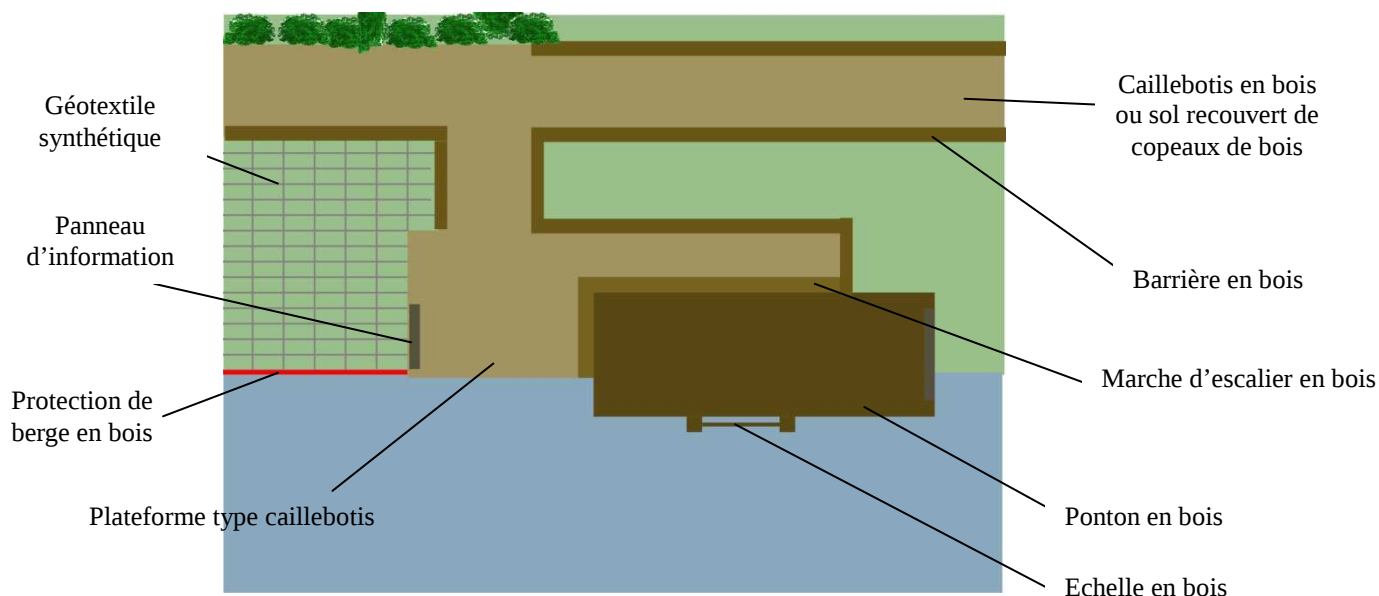


Figure 22 : Aménagement type d'une zone de baignade (source : auteur)

Les plateformes de baignade et de patinage ne doivent pas être totalement clôturées, et des panneaux d'information peuvent être installés près de ces zones pour sensibiliser le public au respect des cheminements. De plus, les zones où le couvert végétal est suffisamment dense pour ne pas trop inciter les promeneurs à sortir du sentier, ne doivent pas avoir de barrière, mais seulement un tronc d'arbre couché au sol, comme ce qu'il existe actuellement (Figure 23). Un géotextile synthétique est installé à côté du ponton, afin de pouvoir accueillir les touristes qui veulent s'étendre sur les berges (Figure 22). Le choix d'une matière synthétique pour le géotextile, et non naturel, permet une meilleure durabilité des aménagements, car celui-ci risque d'être fortement piétiné au vue de la fréquentation du site. Afin que la végétation herbacée puisse se développer est bien fixer le substrat tourbeux, il est nécessaire d'interdire l'accès à cette zone le temps que celle-ci se développe. Des protections de berges constituées d'une série de planches de bois, suffisamment serrée pour retenir la tourbe, sont installées en pied de géotextile. Cette protection devra dépasser légèrement au dessus de la berge, afin de dissuader les touristes de ne pas utiliser le ponton.

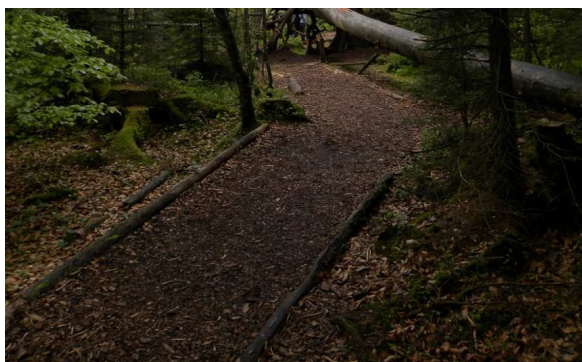


Figure 23 : Troncs d'arbres servants de délimitation du chemin (source : auteur)

Des protections de berges près des aménagements doivent être mises en place notamment à l'ouest de la digue. Ces protections consisteraient en la pose d'une rangée de planches la plus serrée possible afin d'éviter des phénomènes d'érosion entre les planches. Derrière cette rangée de planche, de la tourbe est déposée afin de reformer un substrat colonisable par les végétaux (Figure 24). De plus cette protection dissuadera la plupart des baigneurs de plonger par là.

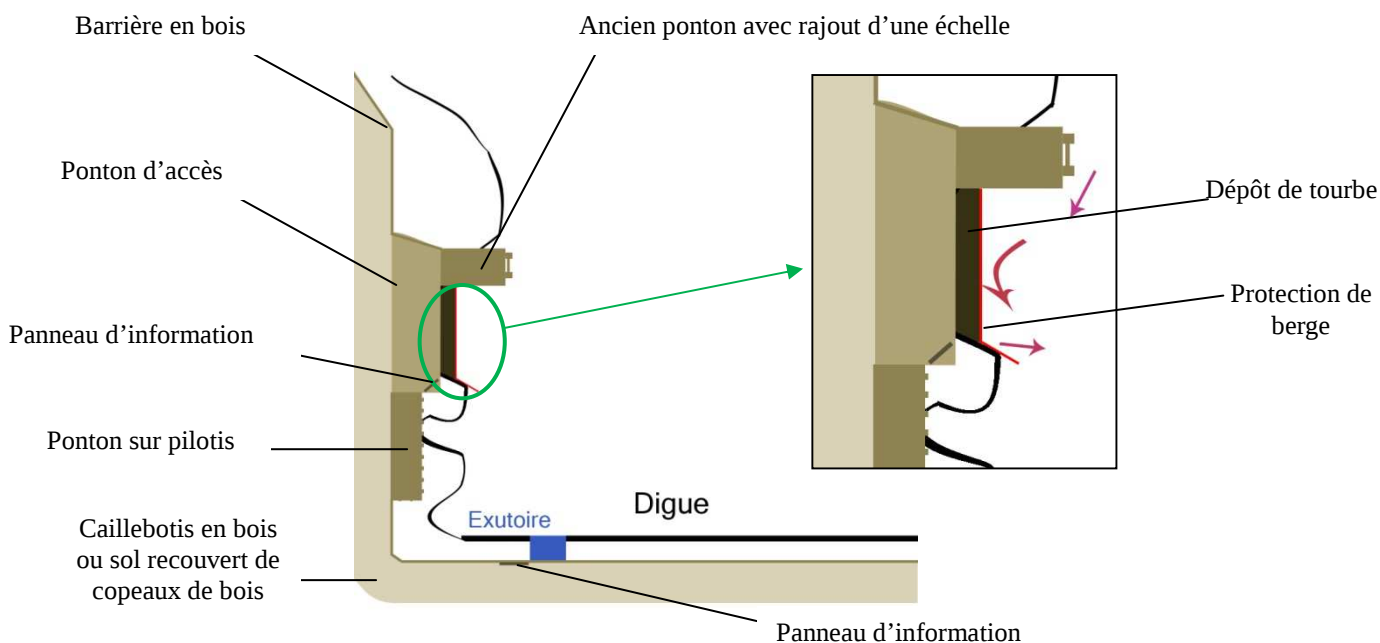


Figure 24 : Aménagement type de la zone de baignade située à l'ouest de la digue (source : auteur)

Le réaménagement des sentiers a pour but de mieux diriger les visiteurs, et diminuer le nombre de personnes se promenant hors des sentiers. Cela consiste à augmenter le linéaire de barrières, et de créer des postes d'observations autour de l'étang (Annexe X). Le linéaire de barrière doit être mis en place des deux côtés du sentier, surtout là où la végétation n'a pas un couvert végétal suffisant pour dissuader les promeneurs de traverser. Le cheminement actuel passant derrière la presqu'île devra être reculé, et s'enfoncer plus dans la tourbière, comme le propose le futur projet d'aménagement de la Gruère (Annexe X). De même, sur ce sentier des postes d'observations seront à installer permettant ainsi aux visiteurs d'observer des paysages qu'ils ont peut-être l'habitude de rencontrer dans les Franches-montagnes.

La mise en place d'un garde-faune permanent permettrait de faire respecter les nouveaux aménagements, et d'empêcher que ceux-ci ne se dégradent. De plus, il pourrait également sensibiliser les visiteurs au respect, et à la protection de ce milieu naturel. Ce poste serait employé par le Centre Nature Les Cerlatez et rémunéré par l'OPEV ou le Canton du Jura. Ce poste est indispensable, car lors de nombreuses observations réalisées autour de l'étang, le peu d'intérêt et de respect pour les aménagements et le milieu naturel est d'autant plus fort, que les visiteurs savent qu'ils ne risquent rien.

Une plus forte sensibilisation auprès des visiteurs s'avère indispensable. Cette sensibilisation consiste en la mise en place de panneaux d'information le long des sentiers et au niveau des postes d'observations ainsi que des zones de baignades. Cette information sera regroupée autour de deux axes. Le premier concernera les restrictions liées au classement en réserve naturelle, du même style de ce que l'on retrouve actuellement aux entrées de la réserve. Le

second, concernera les différentes espèces animales et végétales que l'on retrouve sur l'étang et dans les milieux tourbeux. L'accent devra être mis sur les espèces patrimoniales et menacées afin de sensibiliser sur l'importance de la conservation de ce type de milieu.

CONCLUSION

L'étang de la Gruère, grâce à ces paysages tourbeux exceptionnels et sa facilitée d'accès, attire de nombreux visiteurs chaque année. Cela n'est pas sans conséquences sur les écosystèmes tourbeux et notamment les berges de l'étang. Aucun plan de gestion n'a encore été mis en œuvre sur l'étang, l'érosion des berges de celui-ci continue donc de s'accélérer.

Afin de limiter ce phénomène, il a fallu tout d'abord déterminer les pressions dominantes ainsi que leurs impacts sur les berges. La pression touristique, et notamment le piétinement des berges, est sans conteste la pression dominante. C'est elle qui va être le précurseur des phénomènes d'érosion, en déracinant les végétaux qui servaient à fixer le substrat. Ensuite, les pressions naturelles, liées aux vents dominants ainsi qu'aux courants vont pouvoir facilement éroder les berges. Il était important pour cette étude de ne pas se focaliser uniquement sur les problématiques liées aux activités humaines, mais d'essayer également de voir si les caractéristiques naturelles de l'étang, même si celles-ci ont été créées par l'homme, ne jouent pas également un rôle important.

Les préconisations de gestion présentées dans ce rapport essayent de trouver le meilleur compromis entre le très fort intérêt touristique de la Gruère pour les Franches-montagnes, et la préservation d'un écosystème rare et abritant de nombreuses espèces patrimoniales typiques des milieux tourbeux. Le nouveau plan d'aménagement qui est en cours de validation entre dans la même logique que cette étude, mais celle-ci pourrait servir de base technique pour la mise en place des aménagements.

Cette étude n'a pas seulement permis d'améliorer les connaissances sur l'érosion des berges de l'étang, elle a également permis de mieux comprendre son fonctionnement hydraulique et thermique. Les données obtenues pour ce rapport continuent d'être actualisées et permettront d'améliorer les connaissances d'un système naturel particulier, qui fait la joie de centaines de milliers de visiteurs chaque année.

BIBLIOGRAPHIE

- Bureau d'étude Aquarus, 8 Mai 1991, Examen de la situation piscicole et proposition d'un plan de gestion.
- Haag J., 2009. L'aménagement d'une frayère est-il une solution envisageable afin de développer la diversité piscicole tout en conservant les activités halieutiques. Rapport de BTS GPN-GEN.
- Probst Raphaëlle, 1996. Les enjeux territoriaux d'une réserve naturelle, Mémoire de Licence.
- Bureau d'étude LIN'eco, 2006. Les défis de la gestion touristique à la Gruère.
- Neuhaus, J., 2009. Etude de l'érosion des rives de l'étang de la Gruère. Rapport final de DUT Génie biologique, option génie de l'environnement.
- Manac'h, F., 2006. Mise en place d'un suivi de l'érosion des berges à l'étang de la Gruère. Rapport de TS+ Gestion de l'environnement et maîtrise des pollutions en milieu rural.
- Gassmann, S., 2006. Diagnostic et méthode de suivi de l'érosion des berges de l'étang de la Gruère. Rapport final HES Gestion de la nature.
- Centre Nature Les Cerlatez, Plan de gestion de l'étang de la Gruère.
- Jürg Schulthess, 1990. Der Einfluss von Entwässerung auf die Bewaldung eines Hochmoores-Eine Studie zur rezenten Bewaldungsentwicklung am Etang de la Gruère (JU)-. Rapport final de l'Institut de Géographie de l'université de Zürich.
- Natura, 1992. Etang de la Gruère-Protection du site et gestion du tourisme.
- Joray M., 1942. L'étang de la Gruyère, Jura Bernois, Etude pollénanalytique et stratigraphique de la tourbière. Hans Huber, Berne.
- Mulhauser B., 1996. La Gruère, Pays d'étangs et de marais noirs. Fondation Les Cerlatez, Saignelégier.

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du Canton du Jura en Suisse (Source : Canton du Jura, modifié par auteur).....	5
Figure 2 : Barrage en bois bloquant la circulation de l'eau d'un drain (Source : auteur).....	6
Figure 3 : Mesure de vitesse de courant (Source : auteur).....	8
Figure 4 : Schéma explicatifs de mesure de température de la colonne d'eau (source : auteur).....	9
Figure 6 : Etang gelé au mois d'Avril 2009. (Source : Neuhaus J.).....	10
Figure 5 : Exemple d'une zone piétinée. (source : auteur).....	10
Figure 7 : Carte des zones de comblement (Source : auteur).....	11
Figure 8 : Zone asséchée par le drainage en 1942 (source : Joray-1942)	13
Figure 9 : Comparaison d'une pointe sur la zone 2 entre 1942 et 2004 (Source : auteur).....	14
Figure 10 : Comparaison de la zone 3 entre 1942 et 2004 (Source : auteur)	14
Figure 11 : Comparaison d'une pointe de la zone 4 entre 1942 et 2004 (source : auteur).....	14
Figure 12 : Comparaison de photos aériennes prises en 1942, 1994 et 2004 (Source : Centre Nature modifiée par auteur)	15
Figure 13 : Carte des zones de piétinement et de baignade (source : auteur)	16
Figure 14 : Carte des zones de piétinement et des aménagements (source : auteur)	16
Figure 15 : Carte des directions de courant de surface (Source : auteur).....	17
Figure 16 : Schéma synthétique des effets des courants sur la zone de la digue. (Source : auteur).....	18
Figure 17 : Evolution des températures de l'eau et de l'air sur 24h (Source : auteur).....	19
Figure 18 : Evolution des températures de l'eau (Source : auteur).....	20
Figure 19 : Zone de piétinement pouvant accélérant le phénomène d'érosion (Source : auteur)	21
Figure 20 : Schéma explicatif du modèle DPSIR (Source : auteur).....	22
Figure 21 : Exemple de barrières en bois déjà présentes à la Gruère. (Source : auteur).....	22
Figure 22 : Aménagement type d'une zone de baignade (source : auteur)	23
Figure 23 : Troncs d'arbres servants de délimitation du chemin (source : auteur)	23
Figure 24 : Aménagement type de la zone de baignade située à l'ouest de la digue (Source : auteur)	24

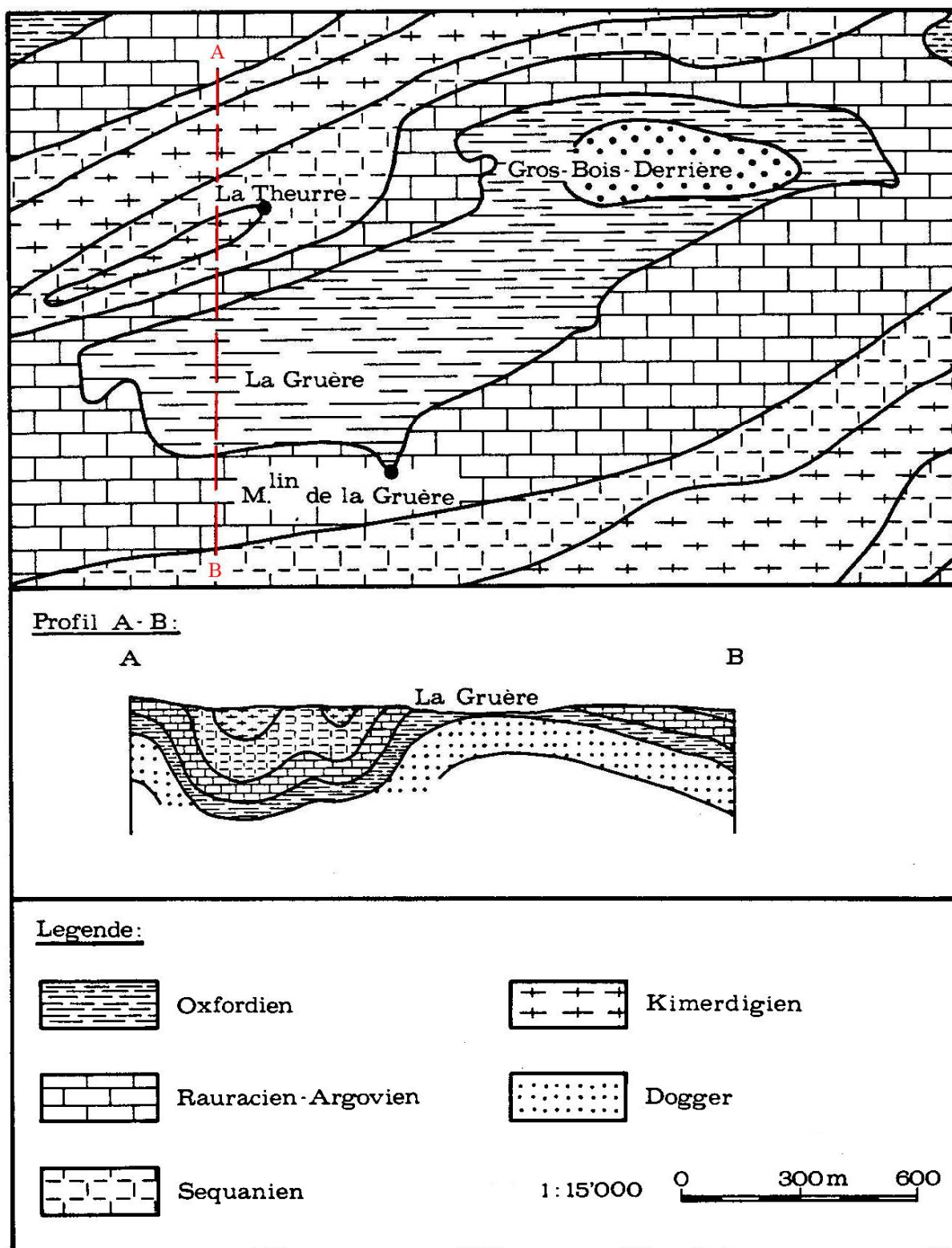
Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des différentes pressions agissant sur les berges, ainsi que de leurs degrés d'impact.	20
---	----

Annexes

Annexe I : Délimitation de la réserve naturelle de la Gruère	1
Annexe II : Carte et coupe géologique de la Gruère	2
Annexe III : Plan d'aménagement de la Gruère	3
Annexe IV : Protocole de mesure de température de l'eau	4
Annexe V : Protocole de mesure de profondeur	5
Annexe VI : Carte des zones de profondeurs relevées en 2010	6
Annexe VII : Plan des zones de relevés de profondeurs en 2006 et 2009	7
Annexe VIII : Modèle Numérique de Terrain de l'étang de la Gruère	10
Annexe VIII : Carte des aménagements actuels.....	11
Annexe X : Evolution liée aux courants des zones d'érosion et de dépôt sur la zone de la digue	12
Annexe XI : Circulation thermique au sein de l'étang.....	13
Annexe XII : Carte schématique des différentes pressions et impacts au niveau des berges de l'étang.....	14
Annexe XIII :Modèles DPSIR de trois usages.....	15
Annexe XIV : Carte des préconisations d'aménagements	18

Annexe II : Carte et coupe géologique de la Gruère



Source : Schulthess Jürg, 1990

Annexe IV : Protocole de mesure de température de l'eau

Protocole

Mesure de température de l'eau

Objectifs :

- Déterminer les différentes strates de température au sein de la colonne d'eau.
- Evaluer les différentes variations journalière et saisonnière de la température au sein de cette colonne d'eau.

IX. Matériel

4 thermomètres d'aquariums au mercure gradués au degré Celsius, incertitude de 0.5°C,
1 flotteur,
1 poids
1 ficelle.

X. Zone de relevé

Les thermomètres sont plongés entre le barrage et la presqu'île (coordonnées : X Y) en raison de la plus forte profondeur d'eau à cet endroit.

XI. Méthode

Les relevés sont réalisés au minimum deux fois par jour : 13h et 19h. Il est néanmoins intéressant de relever à 7h et à 22h également.

Pour éviter le vol de matériel, les thermomètres ne doivent pas être laissés sur place. Il convient donc de les plonger dans l'eau, et d'attendre 10 minutes afin que les thermomètres se stabilisent à la bonne température. Une fois ce temps d'attente passé, la lecture de la température doit être réalisée rapidement afin d'éviter de modifier la valeur de température affichée par le thermomètre.

En parallèle, des mesures de la température de l'air doivent être prises lors des relevés. Elles sont réalisées à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué au degré Celsius, avec une incertitude de 0.5°C.

Annexe V : Protocole de mesure de profondeur

Protocole

Mesure de profondeur

Objectifs :

- Réaliser des profils de berge permettant des les comparer avec ceux réalisés les années précédentes.
- Déterminer les zones d'érosion et de comblement.

XII. Matériel

- 1 corde de 5 mètre graduée au centimètre,
- 1 poids,
- 1 plaque de couleur blanche de 10 cm sur 10 cm,
- 1 bâton en bois,
- 1 barque.

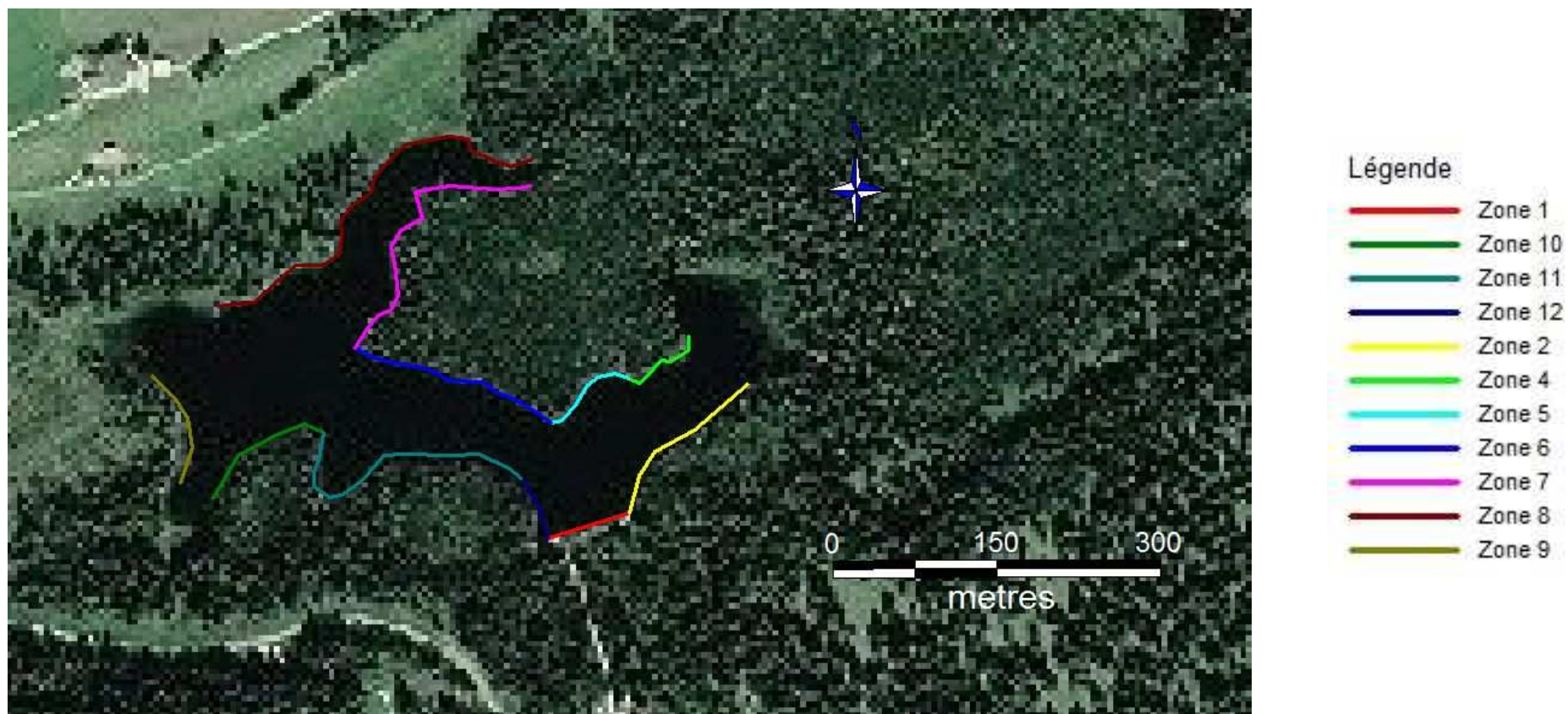
XIII. Zone de relevé

Les mesures de profondeurs sont réalisées tout autour de l'étang. Les relevés sont réalisés tous les 2 mètres selon une verticale perpendiculaire à la berge. 7 mesures sont effectués le long de cette verticale à 0.2 ; 0.5 ; 1 ; 1.5 ; 2 ; 2.5 et 3 mètre de la berge.

XIV. Méthode

La corde est plongée jusqu'à ce que la plaque soit posée au fond. Cela se remarque lorsque la corde n'est plus tendue. La lecture s'effectue sur la corde à la surface de l'eau. Il est possible de recommencer la mesure pour plus de sureté (si la plaque se pose sur une souche, ou reste coincée dans une racine.). Néanmoins il faut éviter de recommencer trop souvent, car cela risque de fausser les données en remettant en suspension la tourbe, et donc augmenter la profondeur.

Annexe VI : Carte des zones de profondeurs relevées en 2010

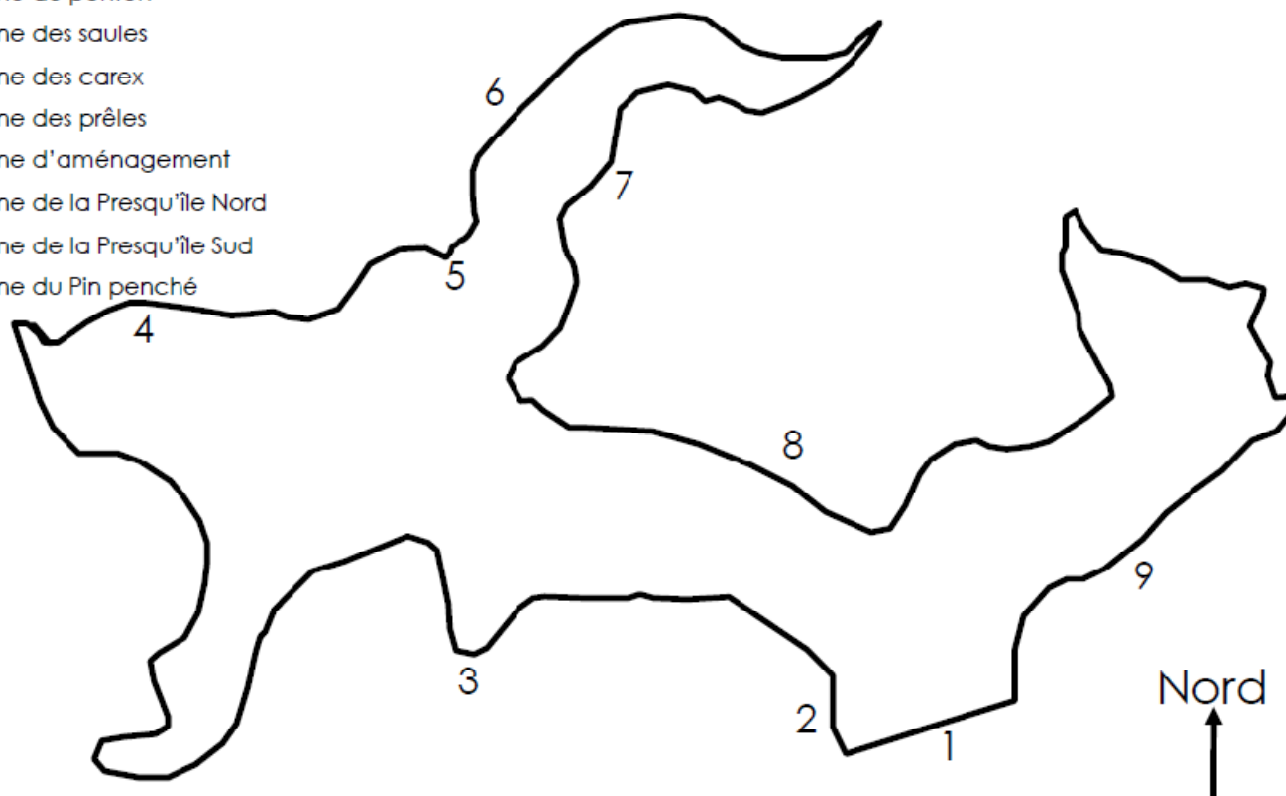


Source : Canton du Jura, modifiée par l'auteur

Annexe VII : Plan des zones de relevés de profondeurs en 2006 et 2009

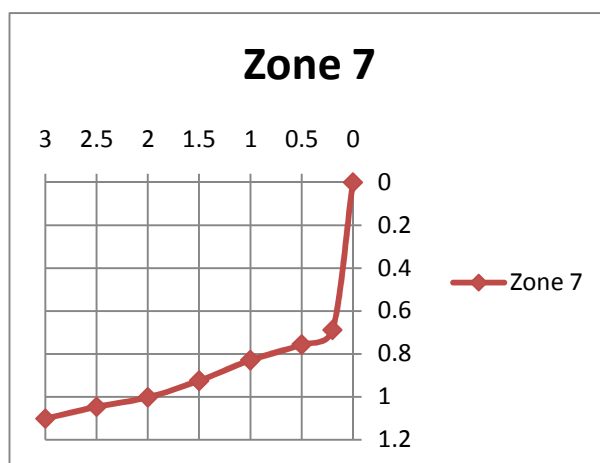
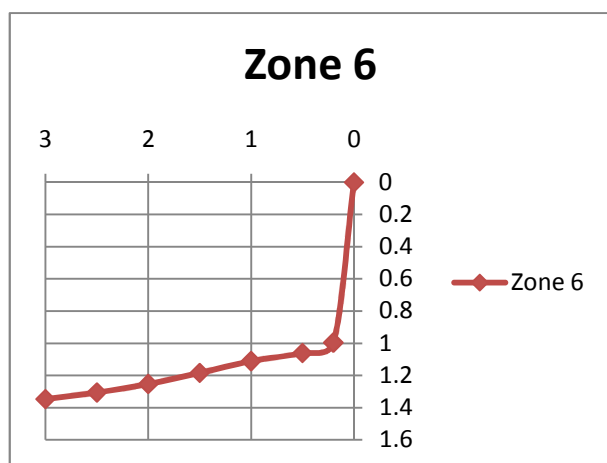
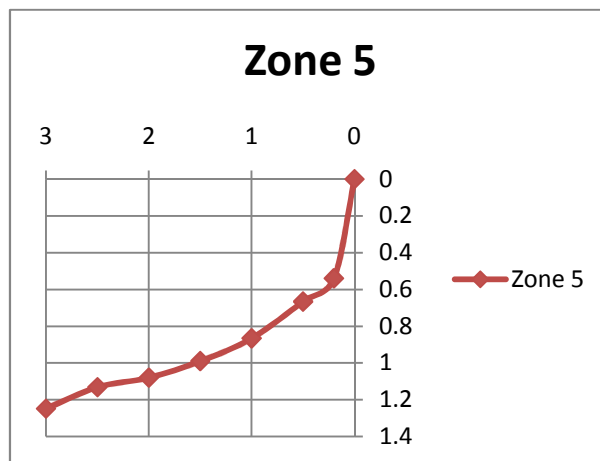
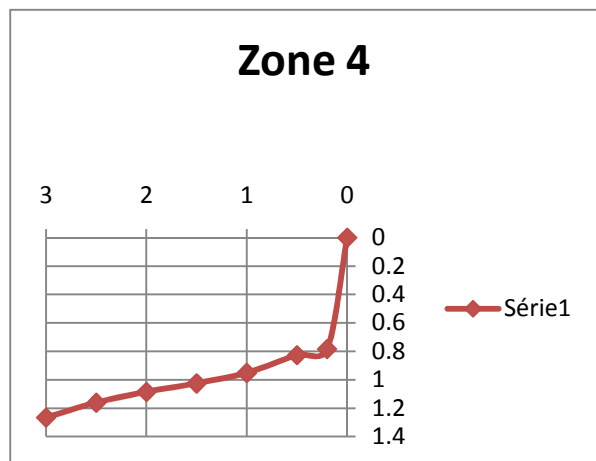
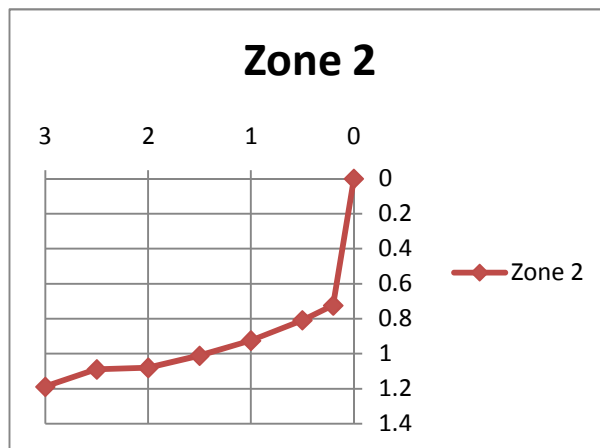
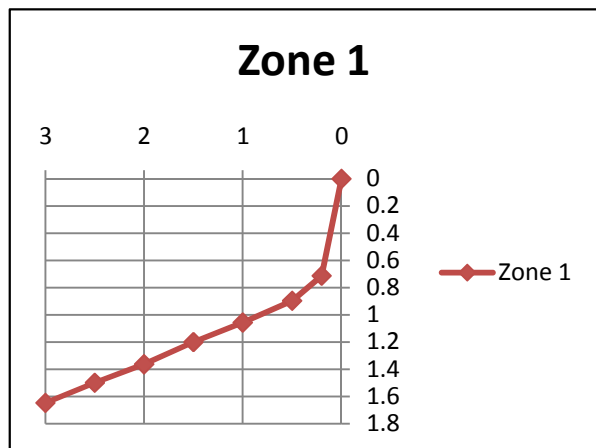
Points de repère:

- 1 : zone de la digue
- 2 : Zone du ponton
- 3 : Zone des saules
- 4 : Zone des carex
- 5 : Zone des prêles
- 6 : Zone d'aménagement
- 7 : Zone de la Presqu'île Nord
- 8 : Zone de la Presqu'île Sud
- 9 : Zone du Pin penché

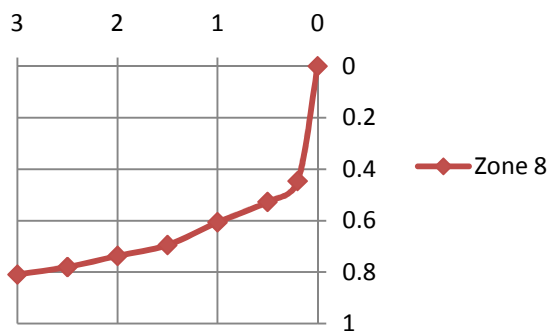


Source : Neuhaus J., 2009

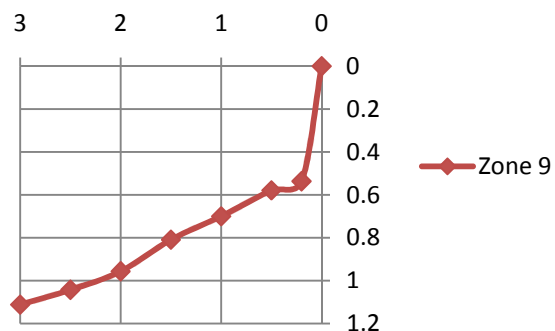
Annexe VIII : Profondeurs obtenues en 2010 selon les zones



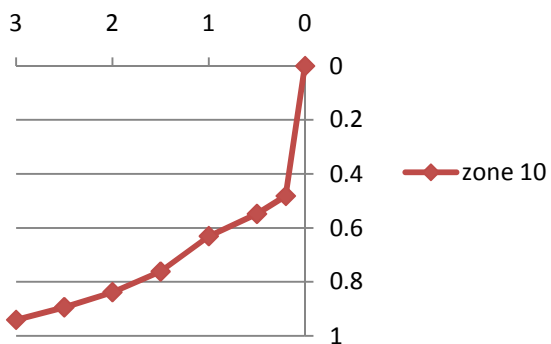
Zone 8



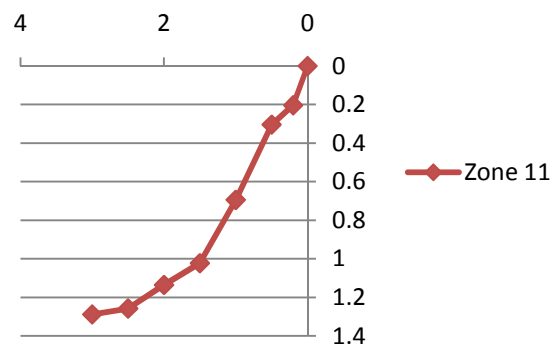
Zone 9



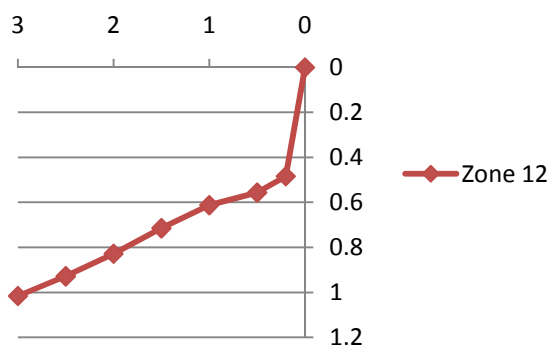
zone 10



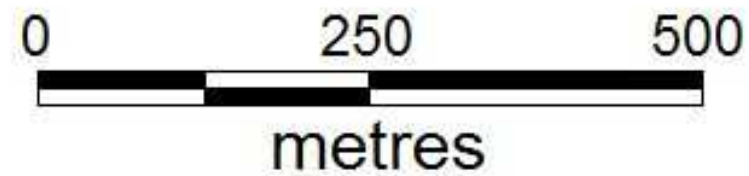
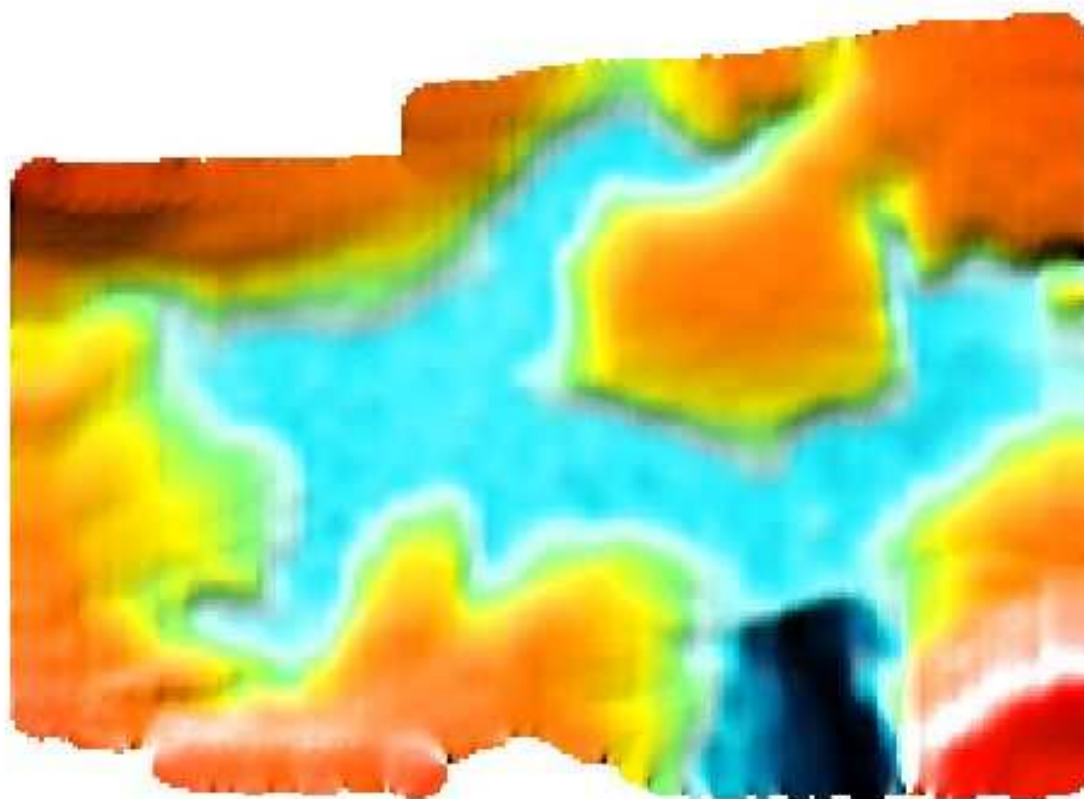
Zone 11



Zone 12



Annexe VIII : Modèle Numérique de Terrain de l'étang de la Gruère



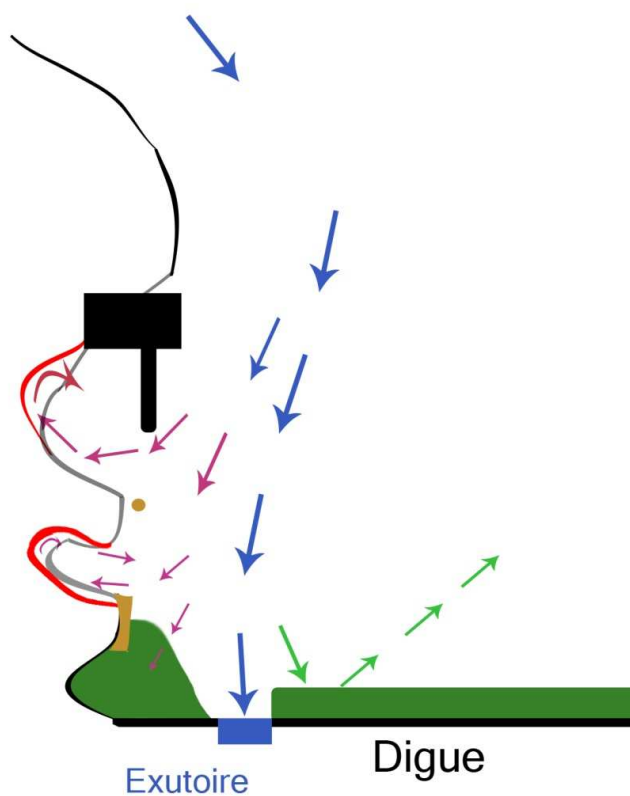
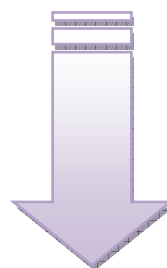
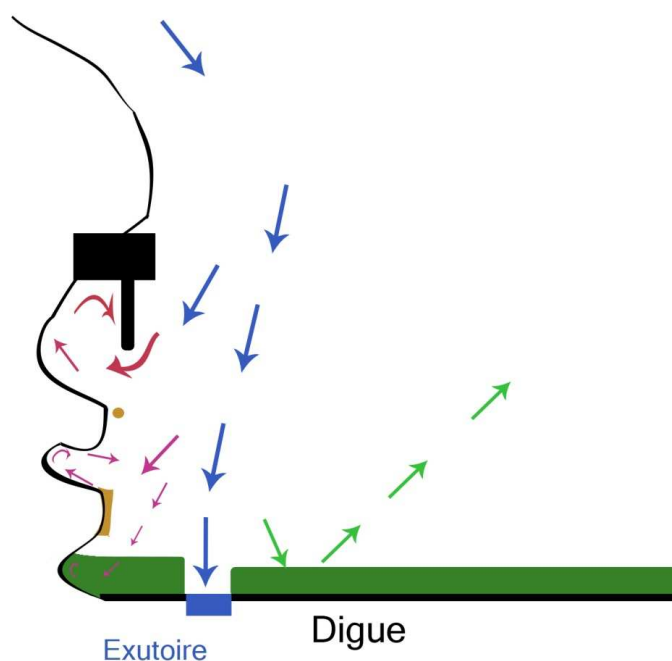
Source : Canton du Jura, modifié par l'auteur.

Annexe IX : Carte des aménagements actuels



Source : orthophoto : Canton du Jura, modifiée par l'auteur

Annexe X : Evolution liée aux courants des zones d'érosion et de dépôt sur la zone de la digue

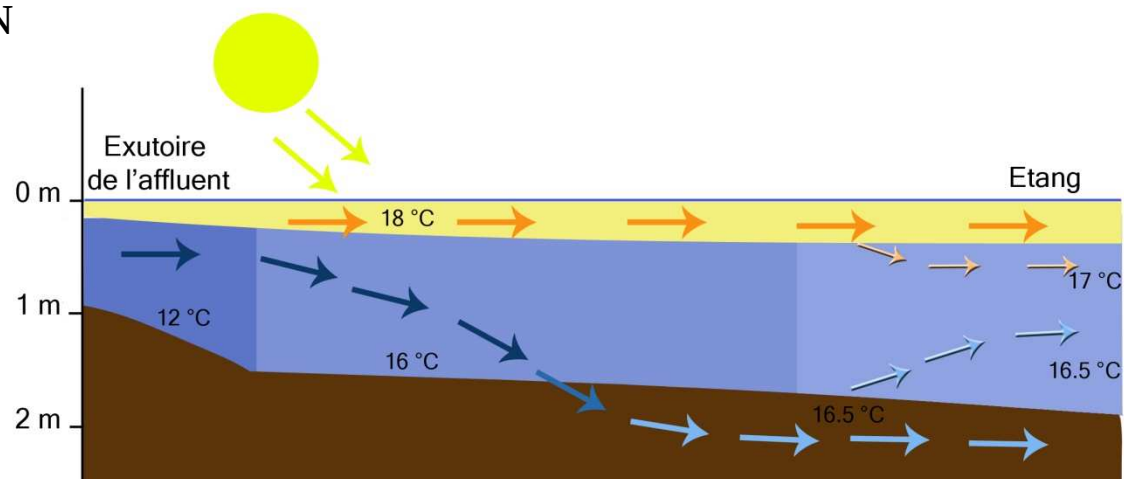


LEGENDE

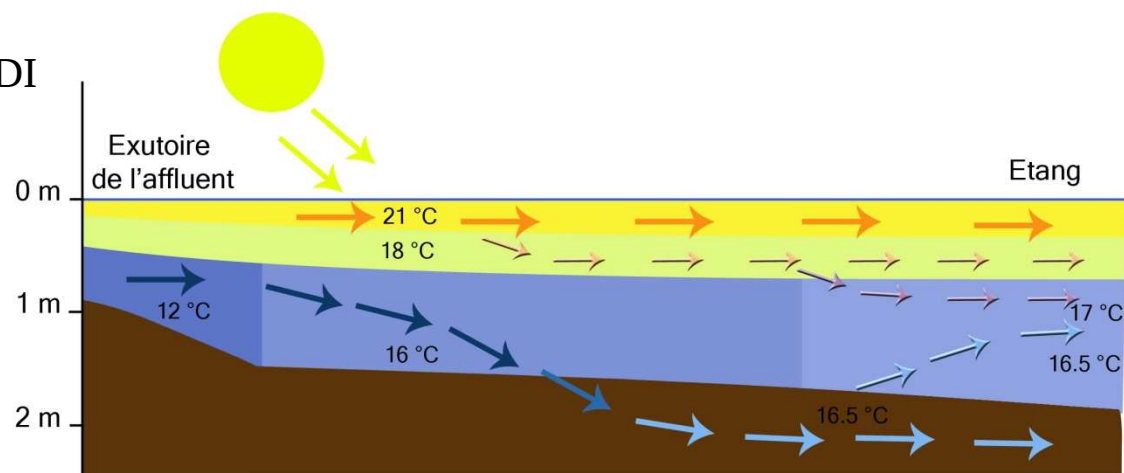
- Nouveau contour de berge
- Direction du courant
- Direction du courant
- Direction du courant
- Zone de végétation
- Aménagement de berge

Annexe XI : Circulation thermique au sein de l'étang

MATIN



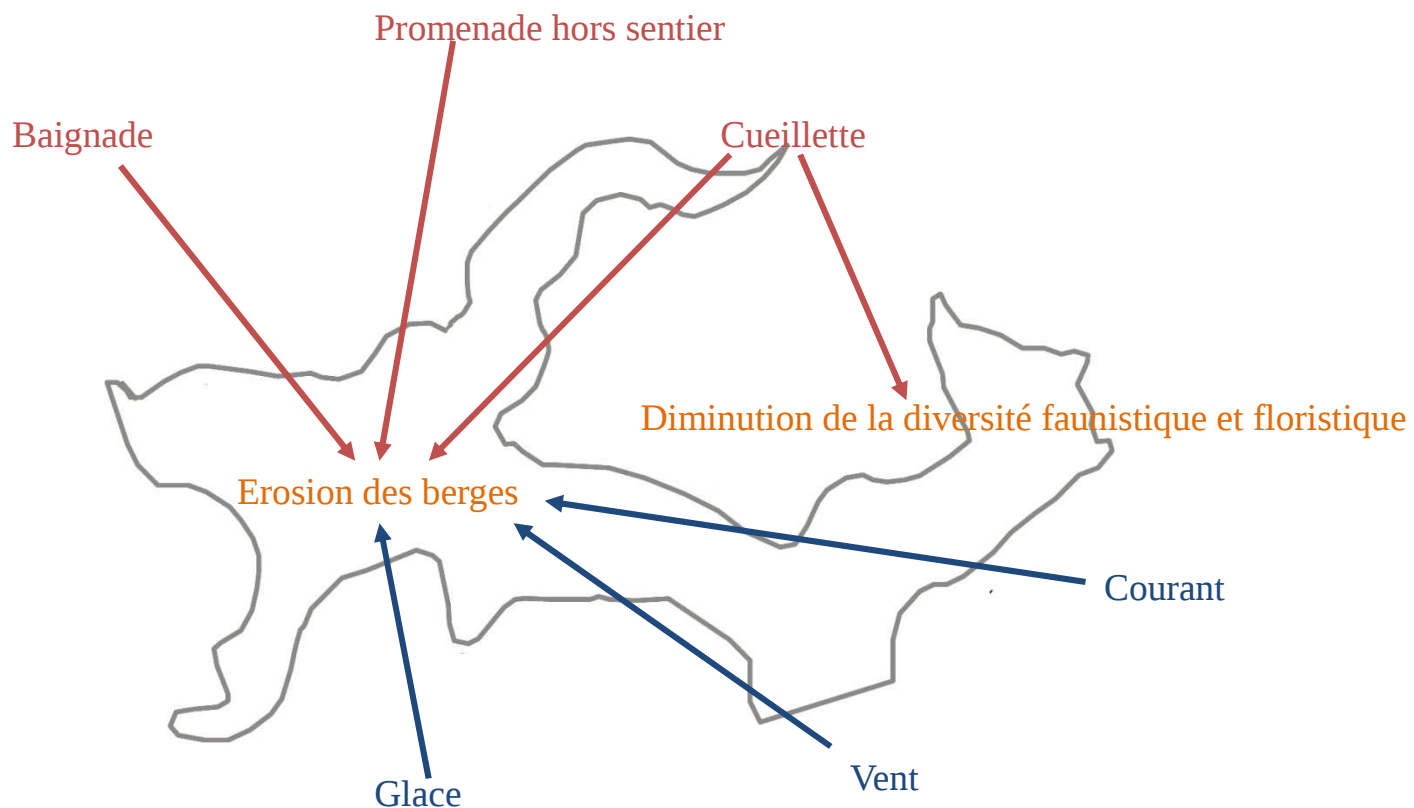
APRES-MIDI



Source : Auteur

Annexe XII : Carte schématique des différentes pressions et impacts au niveau des berges de l'étang.

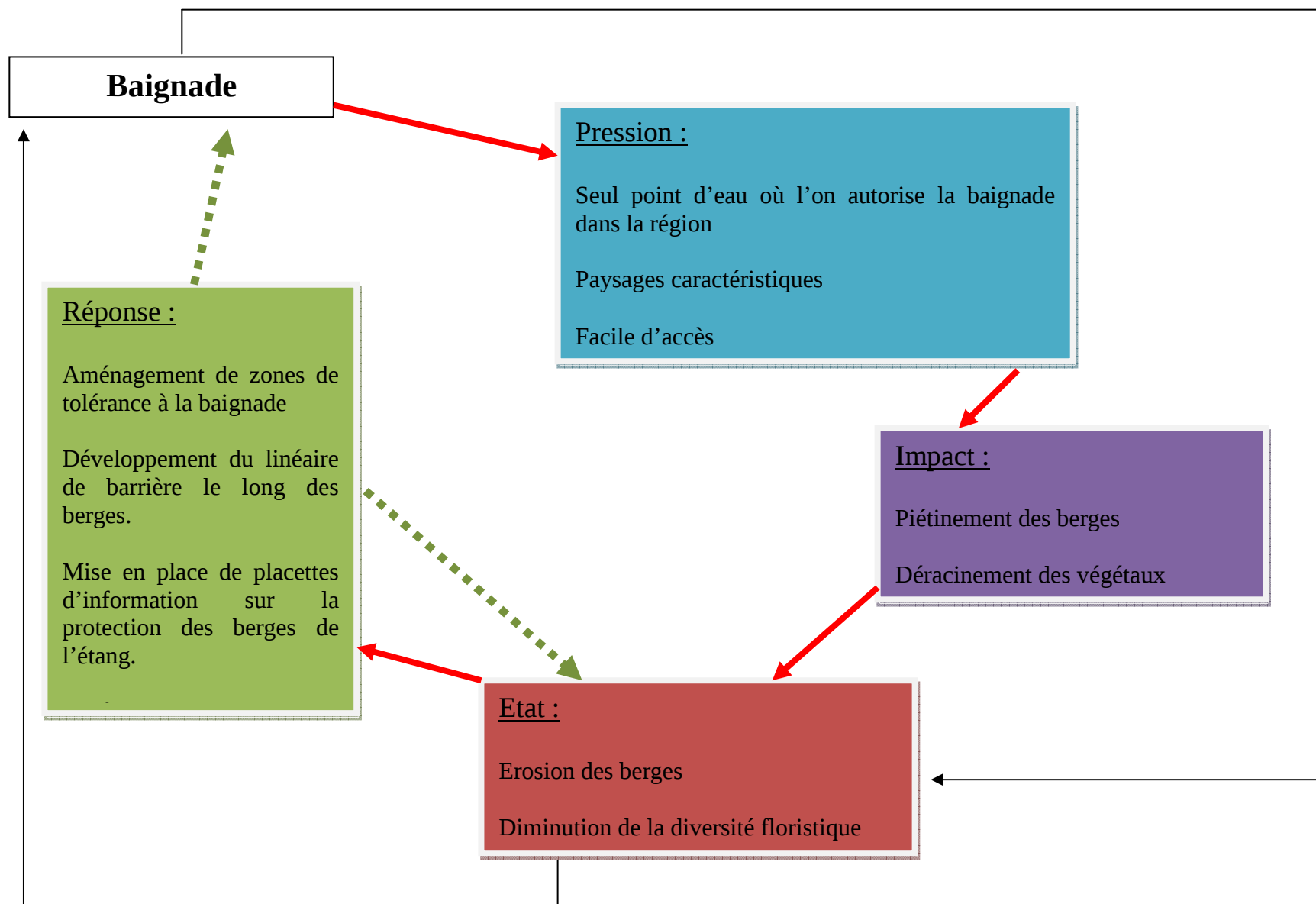
PRESSIIONS HUMAINES

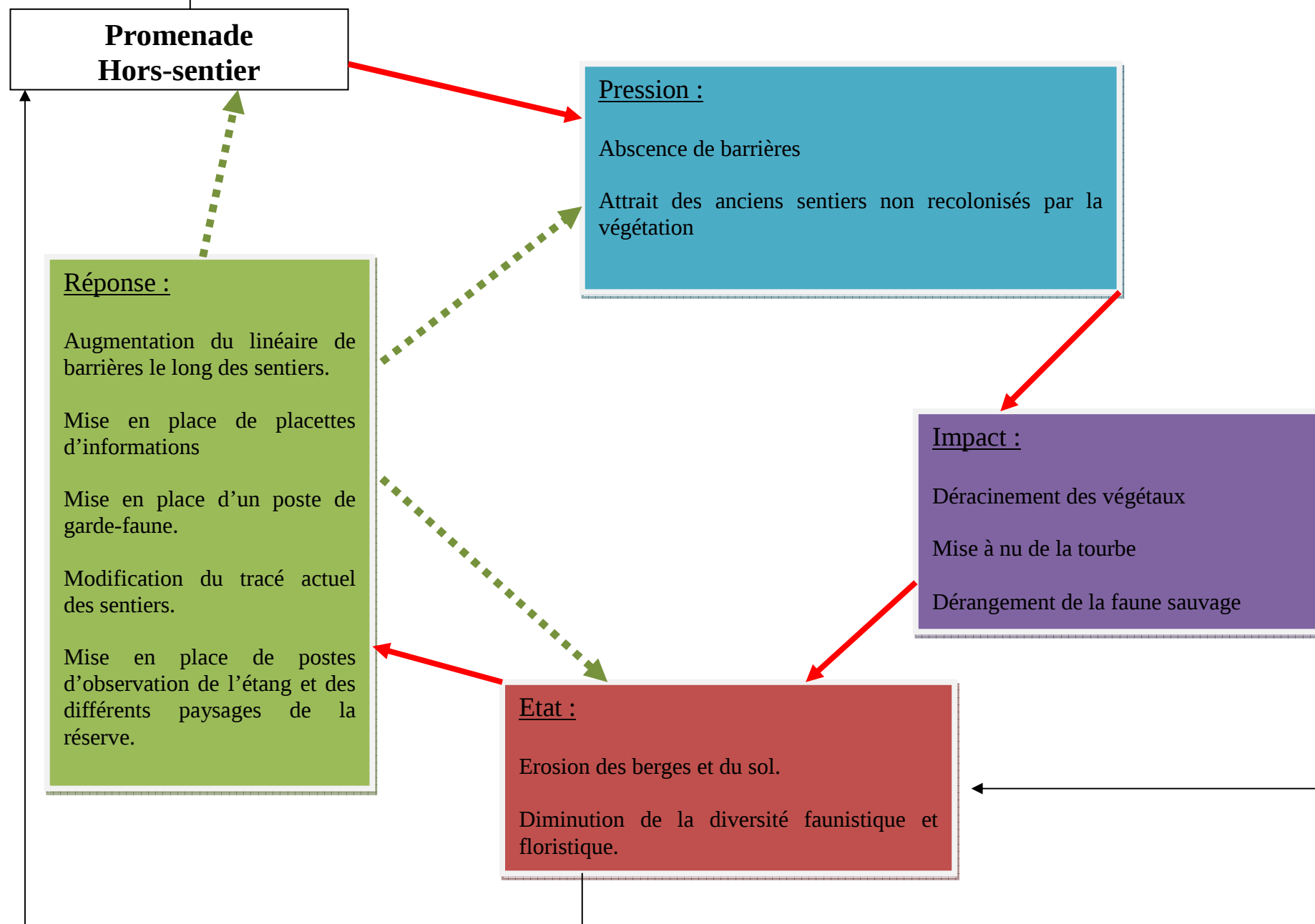


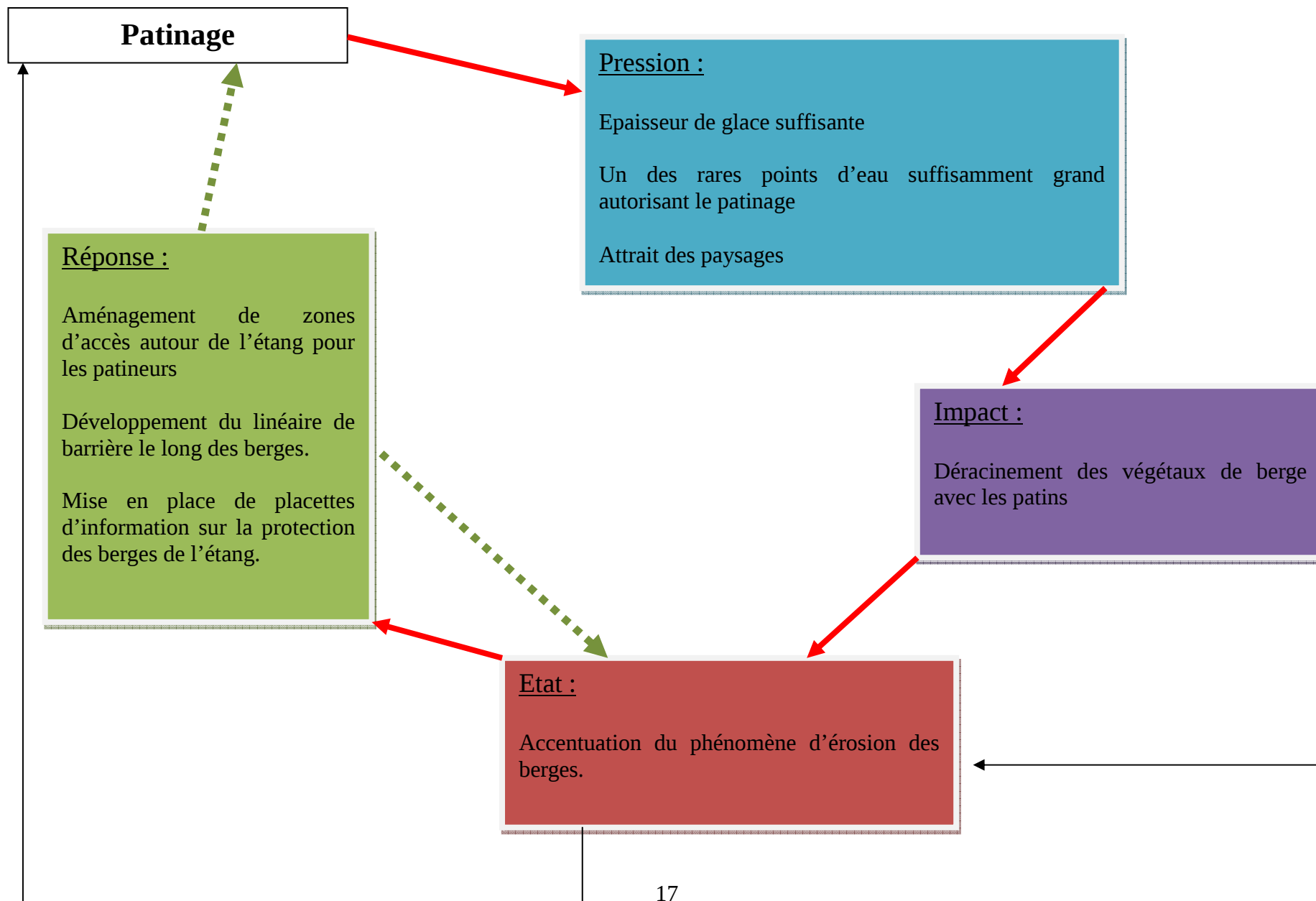
IMPACT

PRESSIIONS NATURELLES

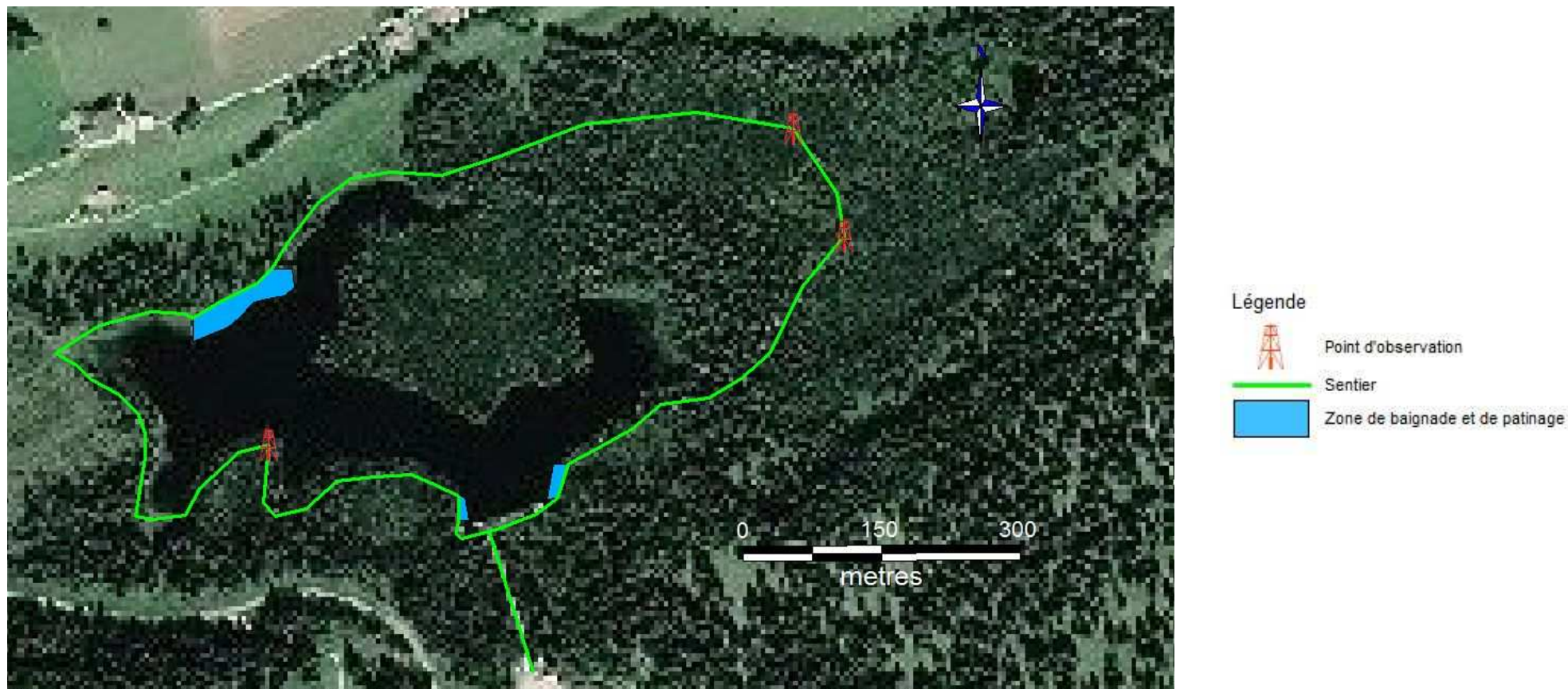
Annexe XIII : Modèles DPSIR de trois usages







Annexe XIV : Carte des préconisations d'aménagements



Source : auteur

Table des matières

Sommaire	1
Résumé	2
Abstract	3
I. Site d'étude.....	5
II. Organisation institutionnelle Suisse	5
III. Géologie.....	6
IV. Historique	6
V. Projet d'aménagement.	7
VI. Matériel et méthode	7
VI.1. Etude bibliographique	7
VI.2. Analyses physiques et biologiques	7
VI.3. Inventaire des usages et des aménagements.	9
VII. Résultats.....	10
VII.1. Regroupement des données	10
VII.2. Profils des berges	11
VII.3. Analyse historique des orthophotos.....	13
VII.4. Recensement des zones dégradés et des aménagements	15
VII.5. Mesure de courant	16
VII.6. Inventaires floristiques	18
VII.7. Mesure de température	18
VIII. Discussion	20
Liste des figures	28
Liste des tableaux	29
Annexes	30