ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE
PROJET H.T.E. PHYSIQUE 1987

CENTRE DE CHAMP-PITTET

SENSIBILISATION DU PUBLIC A QUELQUES PROBLEMES ECOLOGIQUES DE LA RIVE SUD DU LAC DE NEUCHATEL

NICLASS ALAIN
PONTINELLI CARLO
STRASSER PATRICK
WIKBERG STIG

8E PHYSIQUE

Centre de Champ-Pittet

Sensibilisation du public à quelques problèmes écologiques de la rive sud du lac de Neuchâtel

Travail dirigé par M. Erbetta, directeur du Centre d'Information Nature de Champ-Pittet.

Nous tenons également à remercier M. Michel Antoniazza, pour ses précieuses indications.

Effet de coupure de l'écosystème entre les marais de la rive et l'arrière-pays

1/1. Résumé

Tout ouvrage construit par l'homme, constitue un obstacle artificiel pour la faune. Un tel obstacle est souvent difficilement franchissable, soit simplement du fait de sa présence, soit par les destructions qu'il occasionne parmis les animaux qui essaient de le franchir. Ce phénomène est connu sous le nom d'*Effet de Coupure* . Cette coupure est plus ou moins marquée selon la taille et la nature de l'obstacle, mais aussi selon sa situation dans l'écosystème.

Le phénomène de coupure de l'écosystème par un obstacle artificiel se fait particulièrement sentir à la réserve naturelle de Champ-Pittet. Dans le cas présent, il s'agit d'une coupure des voies de migration de plusieurs espèces, entre les marais de la rive sud du lac de Neuchâtel et les forêts de l'arrière-pays. Cette coupure est causée principalement par une route cantonale et une voie de chemin de fer.

b) La zone résidentielle

La zone résidentielle à l'est d'Yverdon constitue aussi une sérieuse entrave aux migrations. D'une part du fait de la surface importante qu'elle occupe - une bande de 2 km de long et de plusieurs centaines de mètres de large - , mais aussi de par sa structure. En effet, une zone de ce genre est constituée de petite parcelles de terrains bien cloisonnées par des haies denses, des barrières ou des grillages, bref un véritable labyrinthe. Sans compter l'activité humaine.

c) L'agriculture intensive

Avec la mécanisation des travaux et la recherche d'un rendement maximum, l'agriculture en est arrivée à détruire les haies et les ruisseaux. Or du fait de leur végétation, ces milieux offrent un couvert aux espèces pour leurs déplacements.

d) Le tourisme

Les touristes fréquentent aussi les rives du lac et empiètent sur l'espace vital des espèces riveraines. Les activités du touriste sont souvent bruyantes et parfois peu scrupuleuses de l'environnement.

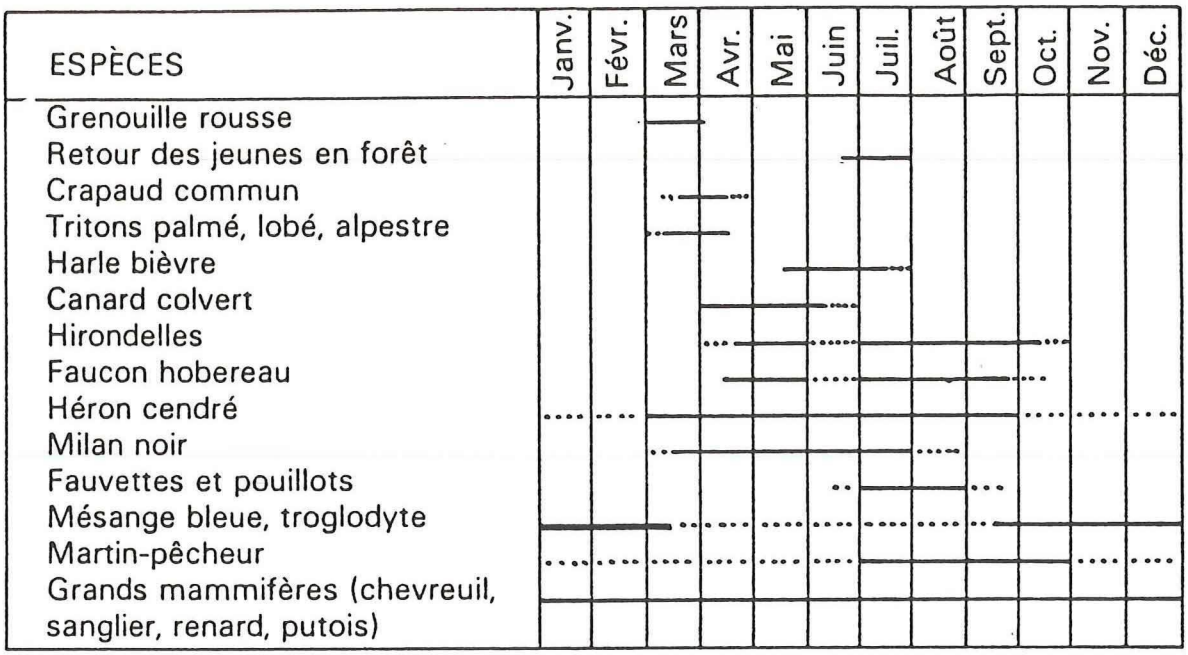
e) La sylviculture

Perturbe les animaux par le bruit, mais aussi en agissant sur le biotope. Destruction de certains milieux non-rentables.

Mais aussi tout autre boulversement du paysage et du biotope. Ceci affecte particulièrement les batraciens migrateurs qui, une fois adulte, c'est à dire après 2 à 3 ans, reviennent sur leur lieu de naissance pour y pondre à leur tour et ceci par le même chemin qu'il avaient pris pour le quitter. On suppose qu'ils s'orientent selon une mémorisation des structures du paysage. Or en une année des travaux de terrassement rendent le paysage méconnaissable à leurs yeux. Ceci d'autant plus que, statistiquement, seul 20 à 30 % des individus sont capables de se déplacer latéralement de plus de 50 mètres face à un obstacle, sans en être désorientés.

Figure 2

Calendrier des échanges entre les marais et l'arrière-pays



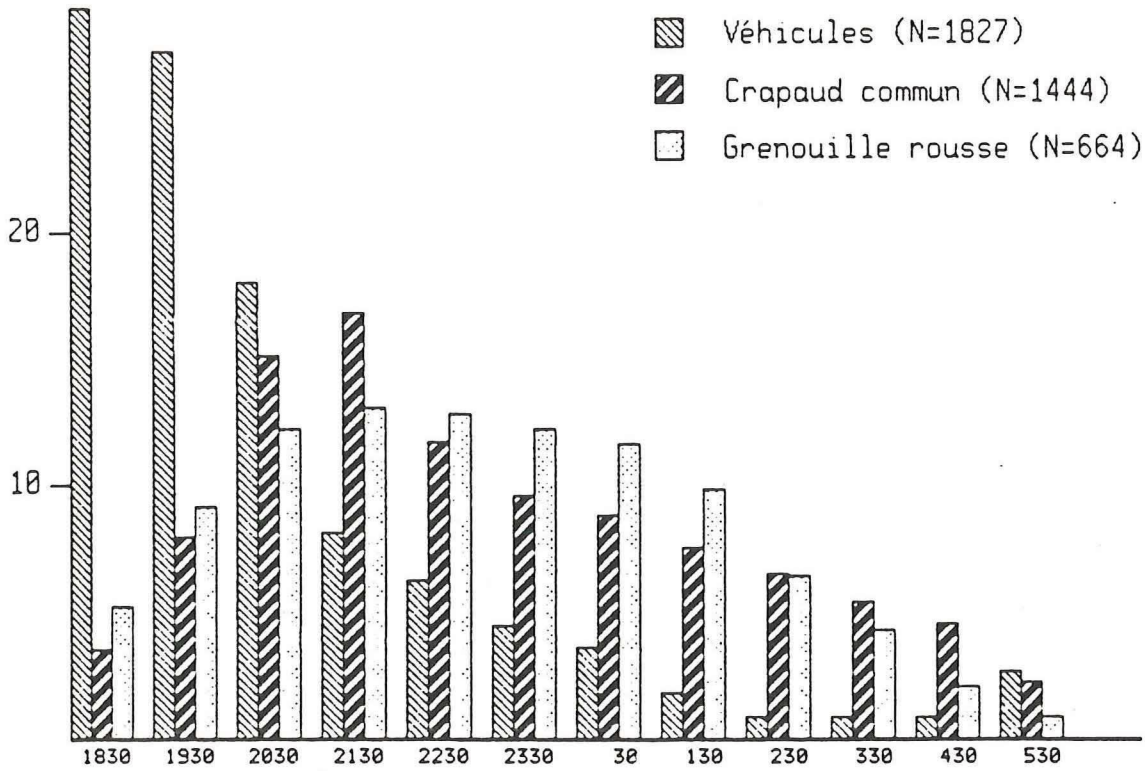


Figure 3. Interférence entre le trafic routier et les migrations printanières des batraciens. Cas observé sur la route cantonal Yverdon-Yvonand à mi-mars 1972 (BERTHOUD 1973).

1/3.3 Espèces affectées par la coupure

Plusieurs espèces effectuent des déplacements, tant journaliers qu'annuels, entre les marais et l'arrière-pays.

a) Les batraciens migrateurs

Il s'agit ici surtout du crapaud commun, de la grenouille rousse et de plusieurs espèces de tritons. Ces batraciens, contrairement aux batraciens sédentaires, ne vivent pas dans les marais. Ils vivent en général dans les bois de l'arrière-pays, mais au printemps ils doivent regagner des étangs pour y pondre.

b) Les reptiles

L'orvet et la couleuvre à collier rejoignent les marais pour se reproduire.

c) Les grands mammifères

Il s'agit surtout du sanglier qui apprécie le calme des marais pour la mise bas de ses petits. Le chevreuil (et le chamois) fréquente aussi les marais.

d) Certains oiseaux

Par exemple les hirondelles, les étournaux et le bruant proyer regagnent les marais, le soir pour y dormir.

e) Certains oiseaux aquatiques

Comme le canard qui rejoint le lac avec sa couvée qui ne peut pas encore voler.

f) Les prédateurs

Le renard et le putois chassent les jeunes des autres espèces. Le héron cendré et le milan noir se nourrissent de batraciens et de poissons. Le faucon hobereau chasse les hirondelles et les suit donc dans leur déplacement journalier.

1/3.4 Les victimes de la route

Voici les résultats d'un comptage journalier des animaux écrasés sur la route des grèves Yverdon-Yvonand (6 km), effectué en vélo par G. Berthoud, pour l'année 1974.

Mammifères

Hérisson	6	Ecureuil	5
Taupe	4	Renard	4
Musaraigne sp.	7	Fouine	2
Noctule	2	Putois	1
Grand murin	1	Hermine	1
Loir	3	Belette	4
Campagnol	152	Martre	1
Mulot sp.	7	Blaireau	2
Surmulot	11	Sanglier	2
Lièvre	3	Chevreuil	6

Reptiles

Couleuvre à collier	7	Orvet	4

Batraciens

Grenouille rousse	682	Crapaud commun	427
Tritons	65	Autres	16

Oiseaux

Rapaces diurnes & et noct.	7	Autres non-passeraux	5
Sylvidés	33	Autres passeraux	64

total : 1534 animaux trouvés écrasés sur la route

Remarque

Il s'agit là des animaux écrasés trouvés sur la route par M. Berthoud. Le nombre d'animaux réellement écrasés est estimé à 2500. La "voirie naturelle" et les amateurs de gibiers font qu'un certains nombres de cadavres disparaissent. En particulier pour les petits animaux comme les rongeurs, les oiseaux et les batraciens, on peut multiplier ce nombre par deux.

1/3.5 Les remèdes

Pour autant qu'on en prenne la peine, on peut éviter une partie des massacres. Mais il est utopique de vouloir tous les éviter du moment que la route est là. Evidemment, sans route, pas de massacres. Mais ceux-ci sont tellement nombreux, qu'en prenant certaines mesures, on pourrait en réduire le nombre. C'est particulièrement le cas pour les batraciens, principales victimes de la route.

Vu la taille des batraciens, il est tout à fait possible de leurs créer des passages protégés, et cela se fait. On dispose une tranchée de chaque côté de la route, reliées tout les 50 à 100 mètres par un passage sous-terrain. Des problèmes de coût conduisent malheureusement à éloigner les passages de plus de 60 mètres (distance efficace [4]). Des aménagements de ce genre ont fait leur preuve à l'étang du Sépey près de Cossonay.

Les périodes de migration printannière des batraciens adultes et les conditions météorologiques nécessaires étant bien déterminées [4], il serait envisageable de fermer certaines routes à faible ou moyen trafic à la circulation. Cela ne représenterait qu'une dizaine de nuits entre le début mars et la mi-avril. Pour le retour, cela n'est pas possible car il s'échelonne sur une plus grande période.

Pour les grands mammifères, il est difficilement envisageable de construire des passages protégés; il est plus compliqué de les contraindre à emprunter un tel passage que dans le cas des batraciens. En tout cas l'expérience manque à ce sujet.

Une solution simple a déjà été essayée, pour éviter au moins qu'ils ne traversent au moment où surgit un véhicule. Elle consiste à suspendre des bandes d'aluminium aux arbres bordant la route. Ces bandes sont agitées par la moindre petite brise et réfléchissent la lumière des phares, ce qui dissuade les animaux de traverser, le temps que le véhicule passe. Mais cela ne marche que la nuit.

Une solution qui promet de bons résultats est de limiter la vitesse à 60 km/h sur les tronçons dangereux. Cela laisserait plus de temps aux conducteurs pour réagir, on pourrait ainsi éviter jusqu'à 80 % des collisions [1]. Mais les automobilistes (et les autorités) sont-ils prêts à faire cet effort ?

Comme dans tout ce qui concerne les problèmes d'environnement, il est plus facile de prévenir que de guérir. Il aurait suffit parfois de déplacer une route de 50 mètres pour amoindrir son impact, comme le passage entre un bois et un étang. Il faudrait prendre l'habitude que consulter un naturaliste, avant d'entreprendre la construction d'une route.

1/4. Présentation du phénomène de coupure au public

En partant sur le principe exposé ci-dessus d'une présentation composée d'un panneau mural et d'une maquette de dimension modeste; le panneau mural comportera une carte de la rive du lac et de l'arrière-pays, ainsi que quelques commentaires expliquant la coupure; la maquette sera une représentation schématique du phénomène avec les différentes zones types concernées.

1/4.1 Le panneau mural

Ce panneau sert de support aux cartes et aux textes. Ceux-ci sont un condensé des chapitres précédents, une colonne de 30 X 120 cm^2 leurs est réservée sur la gauche (voir textes et plans en annexe). Outre les documents mentionnés dans la bibliographie, je me suis procuré diverses cartes :

- des cartes du cadastre des communes d'Yverdon et de Cheseaux-Noréaz, mentionnant l'étendue des zones à bâtir au sud du domaine de Champ-Pittet.
- une carte du cadastre cantonal au 5000ème, couvrant une zone de de 6 X 5 km à l'est d'Yverdon.
- les cartes topographiques au 1:25'000 d'Yverdon et de Grandson.
- une carte du canton de Vaud au 1:150'000.

Afin de présenter la coupure entre l'arrière-pays immédiat et la rive, la carte au 1:5'000 occupe une position centrale sur le panneau. Elle couvre une zone réelle de 6 X 4 km^2 qui montre bien la route, la voie de chemin de fer et les zones résidentielles; ainsi que les marais et les forêts. Cependant cette carte ne suffit pas à montrer la région concernée par les migrations saisonnières. Pour ce faire, une carte au 1:25'000 est nécessaire. La région couverte est de 16 X 13 km^2 au sud d'Yverdon, c'est juste suffisant pour montrer une partie des étangs de la région de Chavornay, ainsi que les deux autres axes principaux sur les 2/3 de leur longueur. Une place laissée libre par ces deux cartes permet d'insérer une carte d'échelle 1:100'000 à 1:200'000 qui situe la région sud d'Yverdon par rapport au reste du pays.

Les trois voies de migration sur la carte au 1:25'000, ainsi que trois cheminements possibles d'animaux sur la carte au 1:5'000, seront mis en évidence par des chapelets de petites ampoules, que le visiteur pourra commander à sa guise.

Les 30 cm du bas du panneau sont occupés par les textes commentant la maquette.

1/4.2 La maquette

La maquette donnera une information qualitative plus que quantitative. Elle illustre la coupure de façon schématique, avec toutes les zones concernées. Ceci est surtout important pour les personnes qui ne savent pas déchiffrer une carte, en particulier les enfants. L'échelle n'est pas fixe, chaque zone sera mise en valeur par sa propre échelle. Leur végétation et leur aménagement devront être réaliste.

Etant donné que la maquette n'est pas une reproduction fidèle du terrain, une profondeur de 50 cm est suffisante. La largeur est celle du panneau (150 cm), la hauteur d'environ 30 cm, selon la taille des décors. Elle devra présenter un certain relief, en gros le relief réel, mais surtout pour faire ressortir la coupure de la route et de la voie de chemin de fer. Voici les différentes zones, leur largeur et leur hauteur par rapport au niveau du lac :

zone	largeur	relief
- le lac	15 cm	0 cm
- les marais	30 cm	1 cm
- la route et la voie CFF	15 cm	2 cm
- la forêt qui longe la voie	30 cm	2 cm
- la zone résidentielle	30 cm	5 cm
- les champs de l'arrière-pays	30 cm	5 cm

La route et la voie elles-mêmes devront être surélevées de 1 cm par rapport au niveau de leur zone.

La maquette sera commentée par des petits textes disposés sur les 30 cm du bas du panneau mural. Ces commentaires comporteront une photographie de chacune des zones, afin que le public puisse se faire une idée du paysage réel.

Ce qui donne comme dimension finale pour le panneau :

- textes	30 X 120 cm^2
- cartes	120 X 120 cm^2
- commentaires maquette	150 X 30 cm^2
	==========
- total	150 X 150 cm^2

pour la maquette : 150 X 30 X 50 cm^3

1/5. Epiloque

IL NE FAUT PAS CONFONDRE TONNEAUX EN VOITURE ET IVRESSE AU VOLANT.

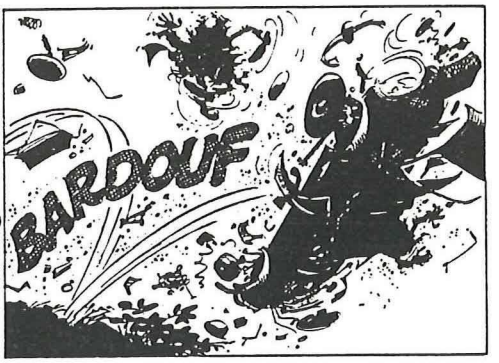
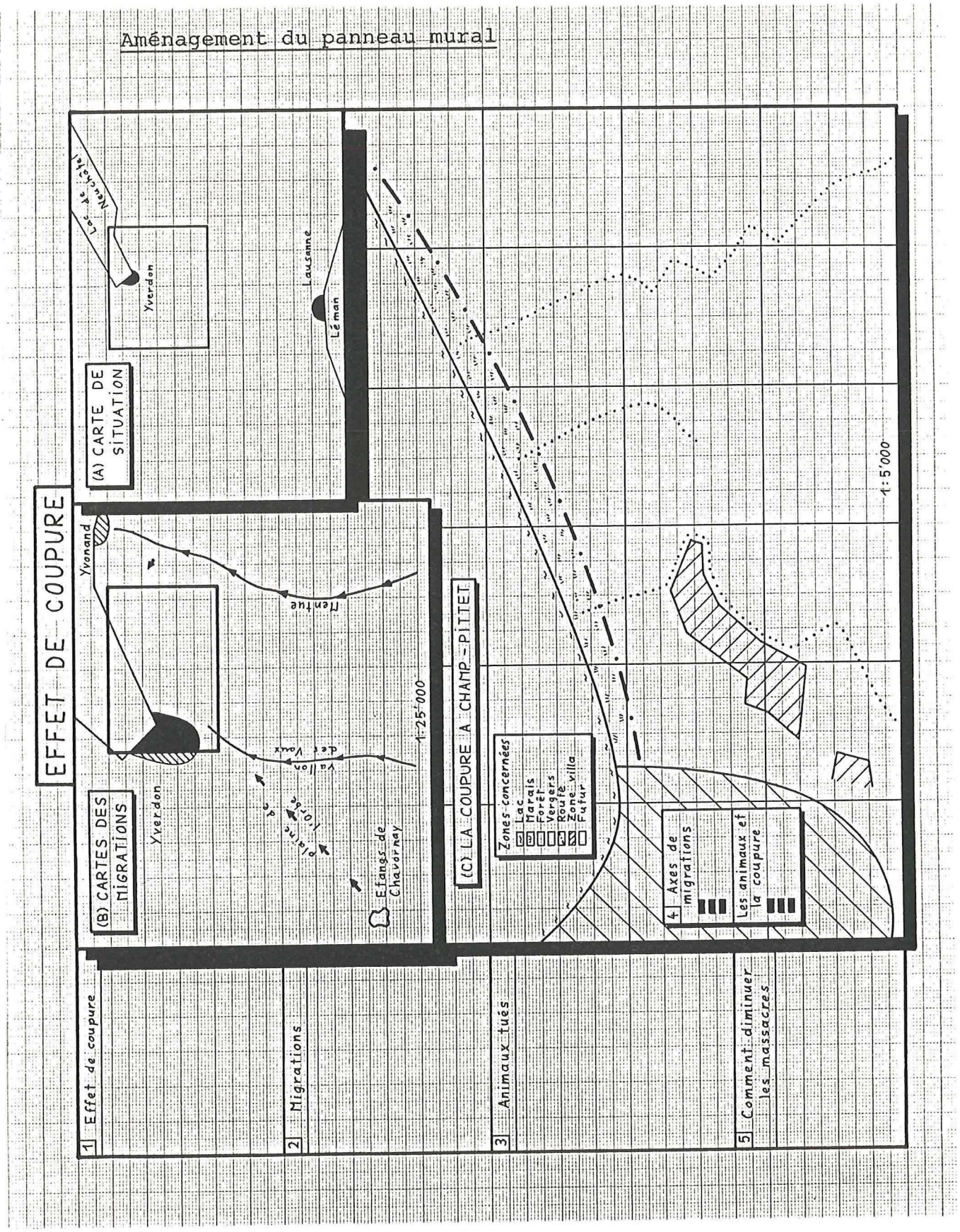


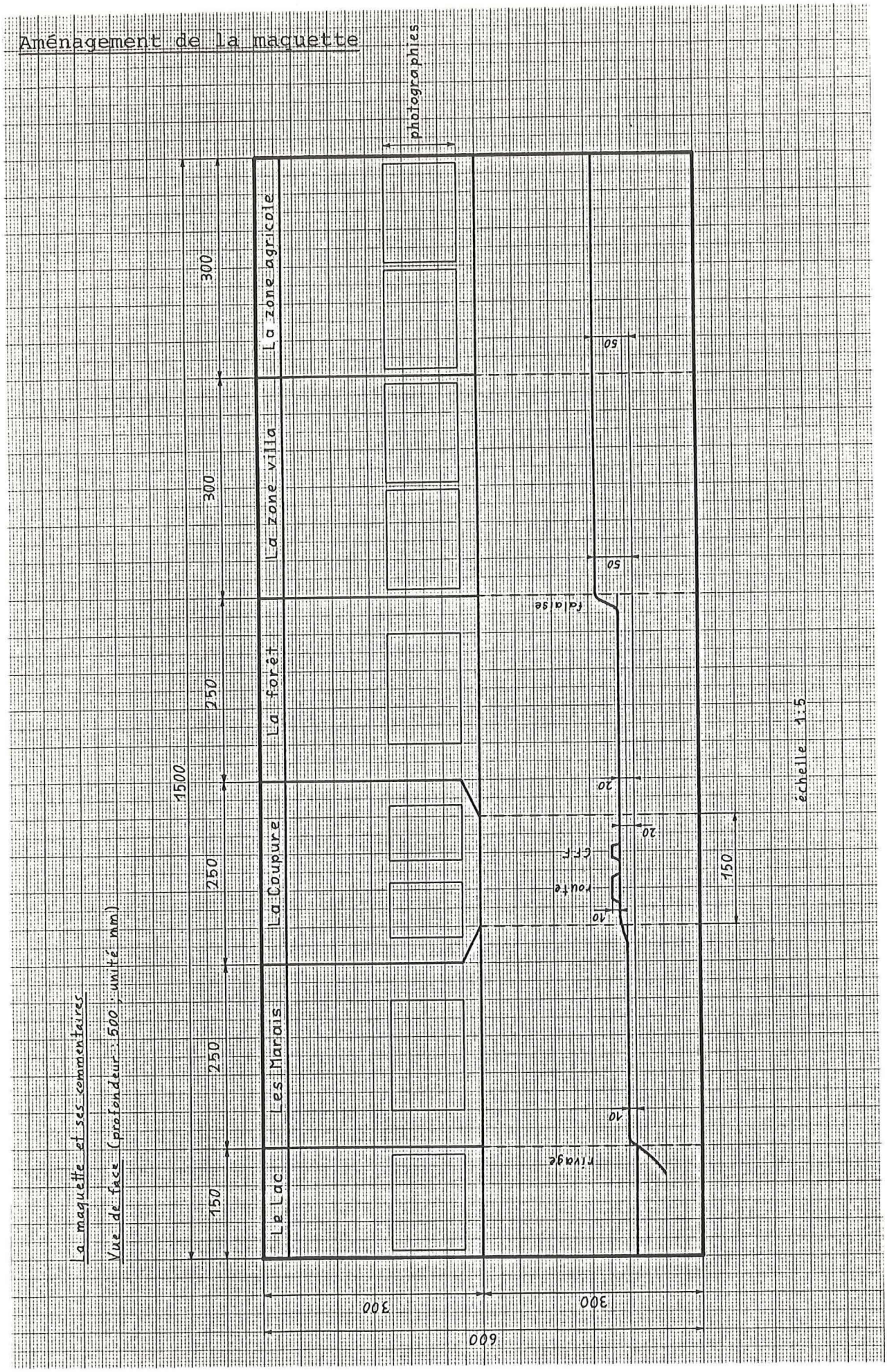
Planche tirée de : "Idées Noires" de Franquin
édition Fluide Glacial.

A1/ Annexes effet de coupure

A1/1 Plans d'aménagement du panneau et de la maquette



Aménagement de la maquette



La maquette et ses commentaires

Vue de face (profondeur 1:500 ; unité mm)

A1/2 Textes du panneau

Effet de Coupure

La région de Champ-Pittet est affectée par la coupure de son écosystème. Celui-ci est composé de 2 milieux de nature différente :

- les marais de la rive du lac
- les forêts et les champs de l'arrière-pays

Tout au long de l'année, on observe des migrations de plusieurs espèces entre ces deux milieux; mais plusieurs constructions les en empêchent ou les dérangent, c'est la COUPURE.

Comment se fait la coupure ?

QUOI	COMMENT
Route cantonale Yverdon-Yvonand	Trafic => massacres. Route => dérangements.
Voie de chemin de fer	Dérangement (massacre).
Zone résidentielle	Perturbe les migrations par cloisonnement de nombreuses petites parcelles de terrains par des haies et des grillages.
Agriculture intensive	Supprime les haies, vergers et ruisseaux qui servent de couloirs pour les migrations.
Tourisme	Dérangement (fréquente aussi les rives du lac).
Sylviculture intensive	Dérangement, modification du biotope.

Migrations

Beaucoup d'espèces ne peuvent se contenter d'un milieu unique et de faible surface. C'est pourquoi elles effectuent des migrations.
Les marais sont appréciés pour leur nourriture et leur tranquillité.
Plusieurs espèces y effectuent des migrations :

ESPECE	POURQUOI
Batraciens migrateurs : grenouille rousse, crapaud commun, triton	Vivent dans l'arrière-pays, mais doivent pondre dans les marais.
Couleuvres et orvets	Reproduction.
Renards et putois, héron cendré et milan noir	Prédateurs, chassent dans les marais.
Sangliers	Mise bas des petits dans les marais (calme).
Certains oiseaux aquatiques	Par ex. le canard; après l'éclosion des oeufs, il rejoint le lac avec sa nichée (en marchant).
Hirondelles, étournaux, bruant proyer	Vivent le jour dans l'arrière-pays et dorment dans les marais.
Faucon hobereau	Chasse les hirondelles.

Animaux tués

Le tronçon de 5 km de la route des grèves entre Yverdon et Yvonand est un des plus meurtriers de Suisse. Voici la liste des animaux morts qui y ont été trouvés en 1974.

Mammifères :

Hérisson	6	Ecureuil	5
Taupe	4	Renard	4
Musaraigne	7	Fouine	2
Noctule (chauve-souris)	2	Putois	1
Grand Murin	1	Hermine	1
Loir	3	Belette	4
Campagnol	202	Martre	1
Mulot	7	Blaireau	2
Surmulot (rat)	11	Sanglier	2
Lièvre	3	Chevreuil	6

Reptiles :

Orvet	4	Couleuvre à collier	7

Batraciens :

Grenouille rousse	682	Crapaud commun	427
Tritons	65	Autres	16

Oiseaux :

Rapaces diurnes & noct.	7	Autres non-passeraux	5
Sylvidés (fauvettes, etc.)	33	Autres passeraux	64

Total : 1534 animaux écrasés trouvés en une année.

Remarque : Ne sont mentionnés que les animaux trouvés morts sur la route. Le nombre d'animaux écrasés cette année-là est estimé à plus de 2500.

Comment diminuer les massacres

On peut empêcher une partie des massacres.

Pour les batraciens :

La construction de tranchées le long de la route et de galeries souterraines traversant la route, permet à une partie des batraciens de traverser en toute sécurité. Cependant ceux-ci coûtent chers et sont donc peu nombreux.

Pour les mammifères :

Il est très difficile de construire des passages protégés pour des animaux de cette taille. Des bandes d'aluminium pendues aux arbres devraient les empêcher de traverser de nuit lorsque survient un un véhicule (réflexion des phares). Un comportement responsable des automobilistes permettrait de réduire les massacres. En particulier, une vitesse maximale de 60 km/h sur ce tronçon, laisserait plus de temps aux conducteurs pour réagir, et éviterait ainsi jusqu'à 80 % des collisions.

A intercaler dans la colonne de texte, s'il reste de la place.

Les animaux et la route

Parmis les facteurs participant à la coupure, la route est la plus importante cause de massacre. On estime que :

Pour le crapaud commun :	10 vhc/heure	=>	30 %	de tués
	90 vhc/heure	=>	90 %	de tués
	60 vhc/heure	=>	100 %	de jeunes tués
Pour la grenouille rousse :	90 vhc/heure	=>	50 %	de tués

Evolution du trafic :	1970	2'800	vhc/jour
	1980	5'000	vhc/Jour
	Aujourd'hui	+ 6'000	vhc/jour

Entre 1970 et 1980, le trafic a doublé. Or durant la même période, des comptages ont permis d'estimer que la population de batraciens avait diminué de moitié. La route semble en être une des principales causes.

A1/3 Panneau de commande

Panneau de commande des chemins lumineux. Les chiffres entre crochets correspondent à un interrupteur.

Axes de migration

On peut voir sur la carte (B) les trois principaux axes de migration qui relient les marais de Champ-Pittet à l'arrière-pays :

[1] La plaine de l'Orbe, couloir entre les étangs de Chavornay et la rive S-E du lac.

[2] Le vallon des Vaux (rivière Le Buron), couloir entre l'arrière-pays et la Côte de Sermuz au sud d'Yverdon.

[3] Le vallon de la Mentue, couloir entre l'arrière-pays et Yvonand.

Les animaux face à la coupure

Les animaux qui gagnent, ou qui quittent les marais sont confrontés à la coupure. Par exemple :

[1] Un animal arrivant du SUD-OUEST doit contourner la zone villas.

[2] Un renard, ou un blaireau, qui a son terrier dans les bois de l'arrière-pays, chasse tous les jours dans les marais et doit donc traverser la route.

[3] Un sanglier veut regagner l'arrière-pays avec ses petits, pour cela il doit leurs faire traverser la route.

A1/4 Commentaires de la maquette

Le Lac

Milieu spécifique, moins concerné par les migrations.

Les marais

Les marais offrent abris et nourriture à de nombreuses espèces qui n'y vivent pas.

Reproduction :	Crapauds communs Grenouilles rousses Tritons Sangliers
Dortoir :	Hirondelles Etourneaux Bruant Proyer
Nourriture :	Héron cendré, milan noir Putois, renard Faucon Hobereau

La route

et la voie de chemin de fer

La route et la voie de chemin de fer créent une coupure sur les voies de migration. Elles entraînent dérangements et massacres aux animaux migrateurs et sédentaires. Ce tronçon de route, long de 5 km, a tué 2500 animaux en 1974.

On peut sauver une partie des batraciens en creusant des caniveaux le long de la route, reliés par des tuyaux sous celle-ci.

La forêt

La forêt qui longe la route abrite de nombreux animaux comme des rongeurs ou des prédateurs qui chassent dans les marais. Leurs activités les amènent à traverser tous les jours la route et son trafic meurtrier.

La zone résidentielle

Avec ses allées bordées de maisons, ses haies denses et ses grillages, la zone résidentielle forme aussi un obstacle aux migrations.
Son expansion est rapide, le paysage change d'une année à l'autre. Ceci perturbe certaines espèces, comme le crapaud commun, qui suivent chaque année le même chemin, mais ne le retrouvent plus.

La zone agricole

Pour un rendement maximum, l'agriculture intensive supprime haies, vergers et ruisseaux; milieux naturels servant de couloirs aux migrations.

Erosion des rives du lac

2/1. Résumé

L'érosion, par des phénomènes mécaniques et chimiques, ronge les rives du lac. Les phénomènes sont connus, des solutions pour y faire face sont à l'étude. Pour sauver les marais, une sensibilisation du grand public et d'un public spécialisé est nécessaire. L'étude suivante s'adresse au grand public.

2/2. Phénomène général de l'érosion

Facteurs mécaniques

Les mouvements du lac, vagues et courants, frappent la rive et y détachent du matériel qu'ils emportent au large où il se dépose (constitution d'un haut-fond). De plus, du matériel mort (troncs d'arbre, etc.) se dépose sur la rive en affaiblissant les roselières.

Facteurs chimiques

La pollution croissante du lac provoque un phénomène d'eutrophisation des eaux en produisant toujours plus d'algues et en attaquant les roseaux. L'affaiblissement de ses derniers rend le problème encore plus grave, car ils ne peuvent plus solidifier la rive avec leurs racines.

2/3. Cas particulier de la rive sud du lac de Neuchâtel

Avant la première correction des eaux du Jura, le lac arrivait au pied d'une falaise molassique, de laquelle il emportait du sable et du limon qui se déposaient sur le haut-fond. Après la correction des eaux du Jura, le niveau du lac s'est abaissé de presque trois mètres, en exondant le haut-fond originel qui constitue la rive actuelle. Comme on a vu, ce terrain est constitué de sable et de limon, donc il est très instable.

Regardons maintenant l'orientation du lac, toute sa longueur est offerte à la bise. Lors de jours de tempête, la bise forme de petites vagues au nord et les grossit de plus en plus en allant vers le sud, jusqu'à former même des rouleaux (situation caractéristique d'une mer et non d'un lac !). Ces vagues, avec toute leur puissance, s'abattent sur la rive sud. C'est ces jours là que le phénomène d'érosion est le plus grave, jusqu'à emporter un mètre de rive en quatre à cinq jours !

Les solutions : Les grosses digues en pierre que l'on voit dans les ports serait une solution, mais leur mise en oeuvre est très onéreuse et, de plus, elles s'adaptent très mal au milieu qu'est le marécage. C'est pour cela qu'une région test a été constituée.

Au printemps 1985, un ensemble de cinq épis de 13 mètres de long par 4 de large, perpendiculaires au rivage, a été construit au lieu-dit "La Maladaire", qui se situe sur la commune d'Yvonand, à la limite cantonale Vaud-Fribourg. Distants de 70 à 80 mètres, ces ouvrages sont destinés à briser les vagues, tout en favorisant le dépôt de sédiments. Chaque épis à la forme d'un U renversé, adossé au rivage. Il est fait d'une double rangée de pieux de bois, à l'intérieur de laquelle on dispose un arrangement soigneux de fagots de frêne, aulne et saule fraîchement coupés. Ce procédé doit permettre la repousse de buissons par rejets de souches, la digue en sera consolidée et surtout s'intégrera au paysage riverain de la dune boisée.

2/4. Remarques sur la maquette

Le phénomène et la solution testée sont donnés par une coupe schématique de la rive, la réalité étant donnée par les photos et l'analyse par le texte.

Les textes étant rarement lus, un commentaire guidé de la maquette est prévu et sera réalisé sur cassette magnétique. Son texte est complémentaire mais indépendant des textes écrits. Ce sera un résumé conçis des phénomènes. La durée totale de la cassette est de 4 à 5 minutes.

Pour actualiser la maquette, le panneau A6 (annexe 6) peut être changé d'années en années.

A2/ Annexes érosion de la rive

Textes écrits sur la maquette (voir plan).

A2/1

Niveaux du lac avant la correction des eaux du Jura.

A2/2

Niveaux du lac après la correction des eaux du Jura.

A2/3

Le lac cherche son équilibre.

A2/4

L'érosion de la rive, trois causes principales :

- l'orientation particulière du lac dans la direction de la bise permet à cette dernière de donner toute sa force aux vagues qui s'abattent sur la rive.
- l'affaiblissement des roselières, qui fixent la rive avec leurs racines, dû à la pollution.
- la rive actuelle est constituée de sable et limon (terrain exondé après la correction des eaux) donc instable.

A2/5

Evolution de l'érosion depuis la correction des eaux du Jura.

A2/6

Evolution récente de l'érosion.

A2/7

Digue formée d'une double rangée de pieux mis en U et rempli de fagots de frêne, aulne et sauge fraîchement coupés pour permettre la repousse de buissons par rejets de souches. Oeuvre destinée à briser les vagues avant leur arrivée sur la rive. Ces barrages "vivants" s'intégrent bien au milieu naturel des marais.

A2/8

Une solution en cours de tests.

A2/9

Texte de la cassette, ->X<- signifie *BIP* de synchronisation avec l'animation de la maquette :

START
Le lac cherche son équilibre.

Avant la première correction des eaux du Jura, la partie sud-est du lac arrivait au pied d'une falaise ->1<- mollassique qui constituait son rivage originel. Ensuite venait un haut-fond de sable et de limons qui se prolongeait vers l'intérieur sur plusieurs centaines de mètres. Après la correction des eaux ->2<-, le niveau du lac s'est abaissé de presque de trois mètres. Le haut-fond s'est trouvé exondé et, abandonné, est devenu le marais actuel.

L'érosion des rives est un phénomène commun ->3<- à tous les lacs, mais pour la rive sud du lac de Neuchâtel le problème est plus grave. En effet, le lac offre toute ->4<- sa longueur à la bise, qui forme de petites vagues au nord pour les grossir en allant vers le sud, jusqu'à former des rouleaux les jours de tempête. C'est lors de ces jours de tempête que le lac emporte environ 1 mètre de rive par an.

Nous pouvons observer sur la partie mobile de la maquette, le déroulement ->5<- de l'érosion. Les vagues frappent et érodent la rive. Dans le reflux, elles emportent le matériel qui se dépose au large en reconstituant le haut-fond. La rive du lac avance ainsi vers sa position originelle, au pied de la falaise.

La pollution croissante du lac aggrave la situation car elle affaiblit les roseaux et autres buissons, qui stabilisent le terrain avec leurs racines.

Dans le but de sauver les marais - milieu de grande valeur naturelle, de par la diversité de sa flore et de sa faune, ainsi que son étendue - P.N.H. a décidé d'intervenir. Les barrages en pierre que l'on voit dans les ports s'adaptent mal à ce milieu naturel, c'est pour cela ->6<- qu'au printemps 1985, un ensemble de cinq épis perpendiculaires au rivage a été construit au lieu-dit "La Maladaire", situé sur la commune d'Yvonand, à la limite cantonale Vaud-Fribourg. Distants de 70 à 80 mètres et long de 13 mètres par 4 de large, ces ouvrages sont destinés à briser les vagues, tout en favorisant le dépôt de sédiments. Chaque épis à la forme d'un U renversé, adossé au rivage. Il est fait d'une double rangée de pieux de bois, à l'intérieur de laquelle on dispose un arrangement soigneux de fagots de frêne, aulne et saule fraîchement coupés. Ce procédé doit permettre la repousse de buissons par rejets de souches, la digue en sera consolidée et surtout s'intégrera au paysage riverain de la dune boisée ->7<-.

A2/10

BIP de synchronisation du texte parlé et de la maquette :

->1<- allumer flêche 1

->2<- " " 2 (éteindre 1)

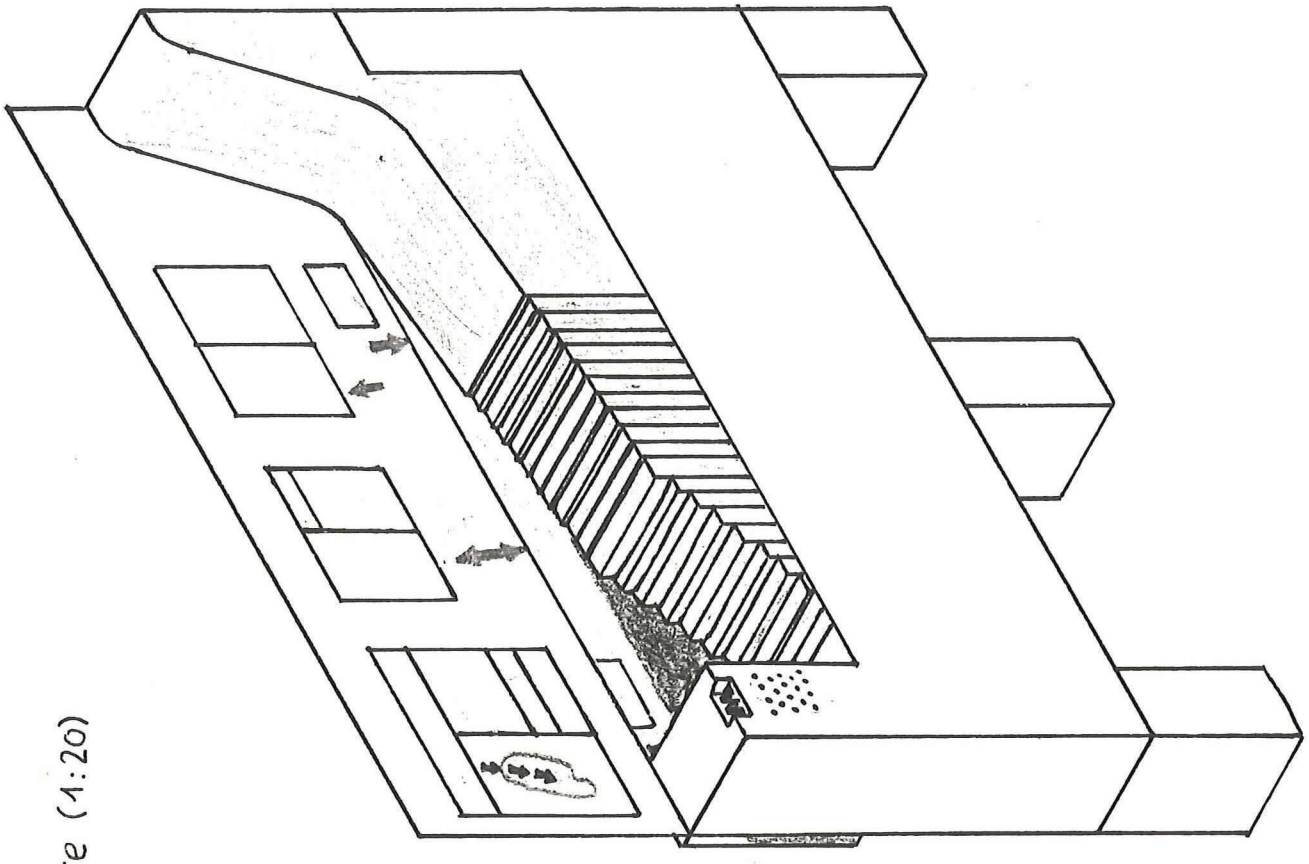
->3<- " " photos érosion (éteindre 2)

->4<- " " direction bise sur la carte

->5<- mise en marche des moteurs
a) pour les vagues
b) pour la rive

->6<- éteindre 4 et 3, allumer flêche photo barrage & moteur barrage

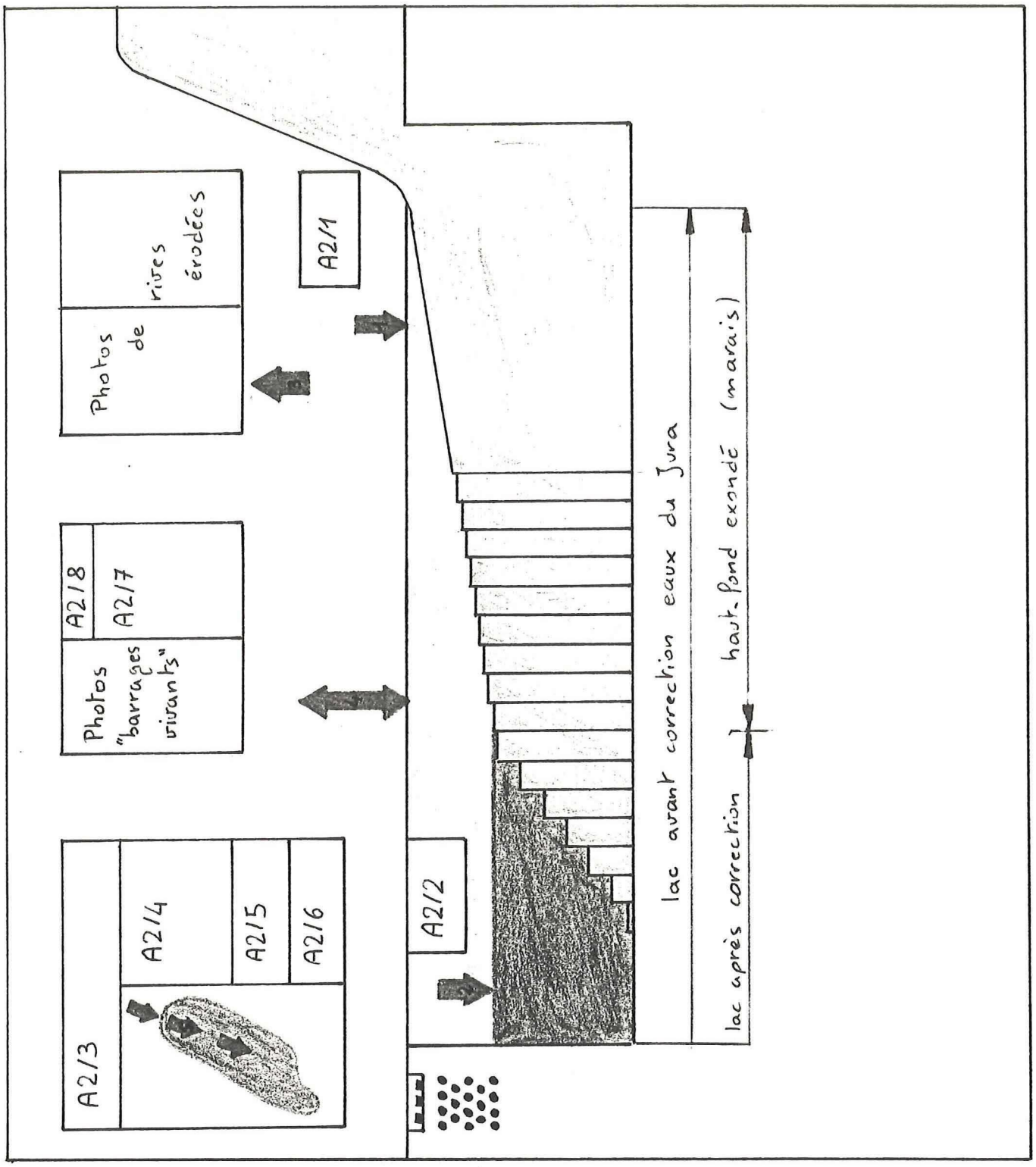
->7<- revenir au point de départ



Vue générale de la maquette (1:20)

la maquette se compose des éléments suivants:

- une section de la rive dont une partie est mobile
- un panneau descriptif
- un bac à eau



Vue de face (1:10)

A2/X : textes écrits, en annexe

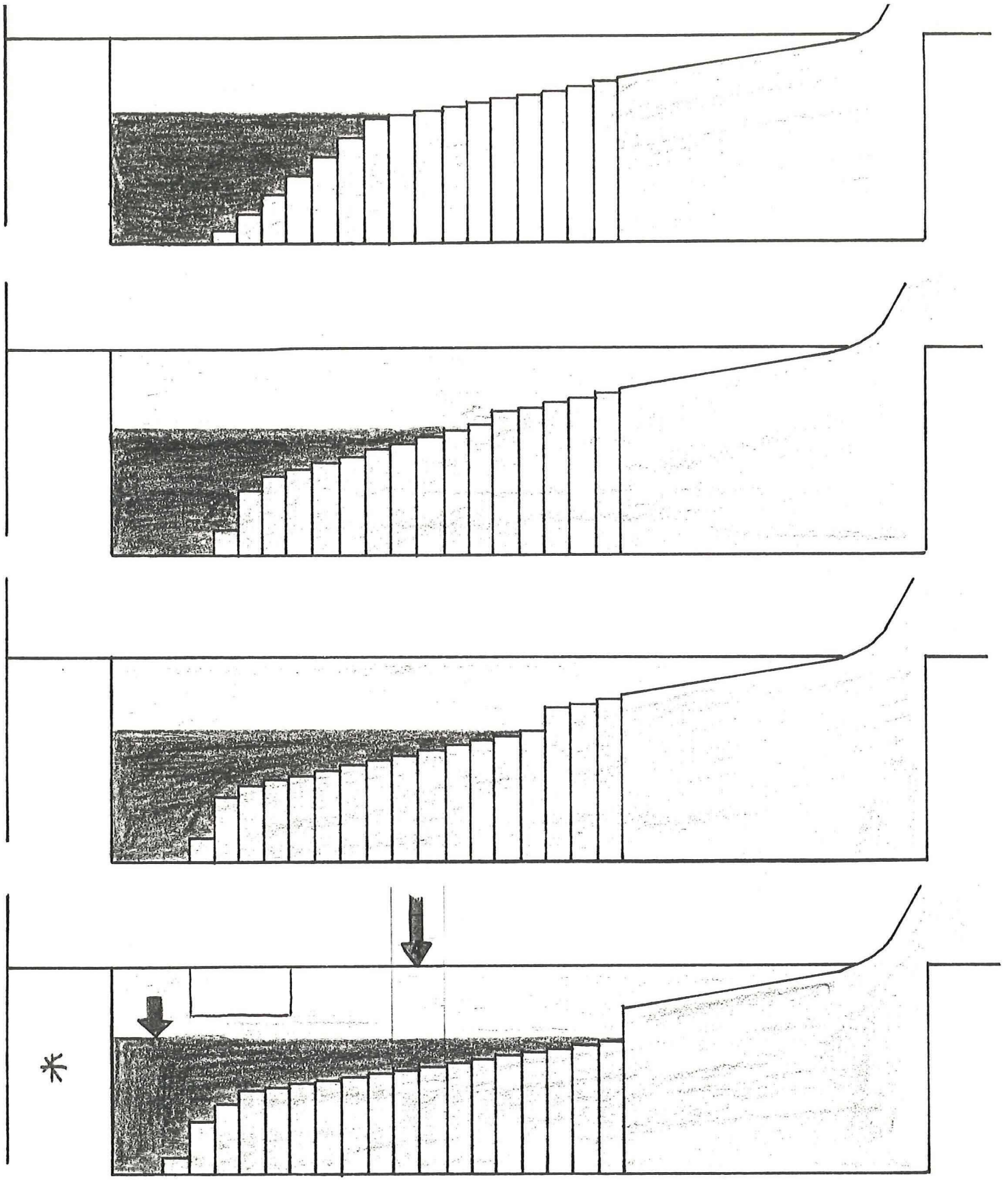
1 : numéro de la flèche

voir A2/9 et A2/10 où

4 = flèche photos érosion

5 = flèche direction bise

(les flèches sont lumineuses)



Mouvement de la vise (1:10)

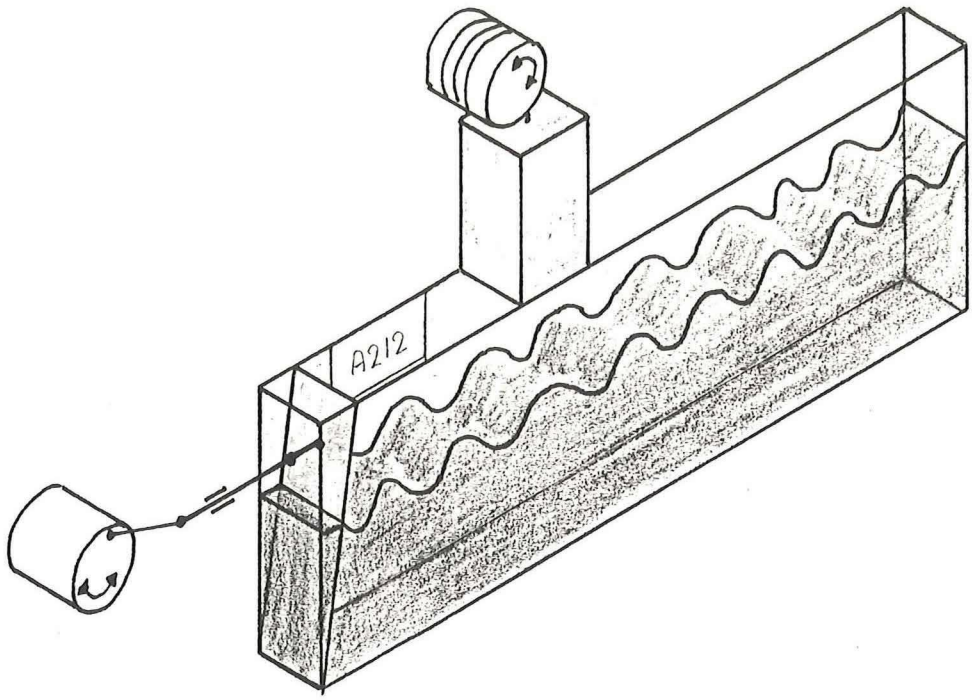
le mouvement est produit par un arbre à cammes (partie inférieur de la maquette)

chaque position correspond à 1/4 de tour du moteur

le premier dessin correspond à la position 0, après 3/4 de tour (position *)

le moteur doit s'arrêter, et c'est dans cette position que le barrage descendra

à l'endroit marqué par la double flèche 4 (voir aussi dessin avant)



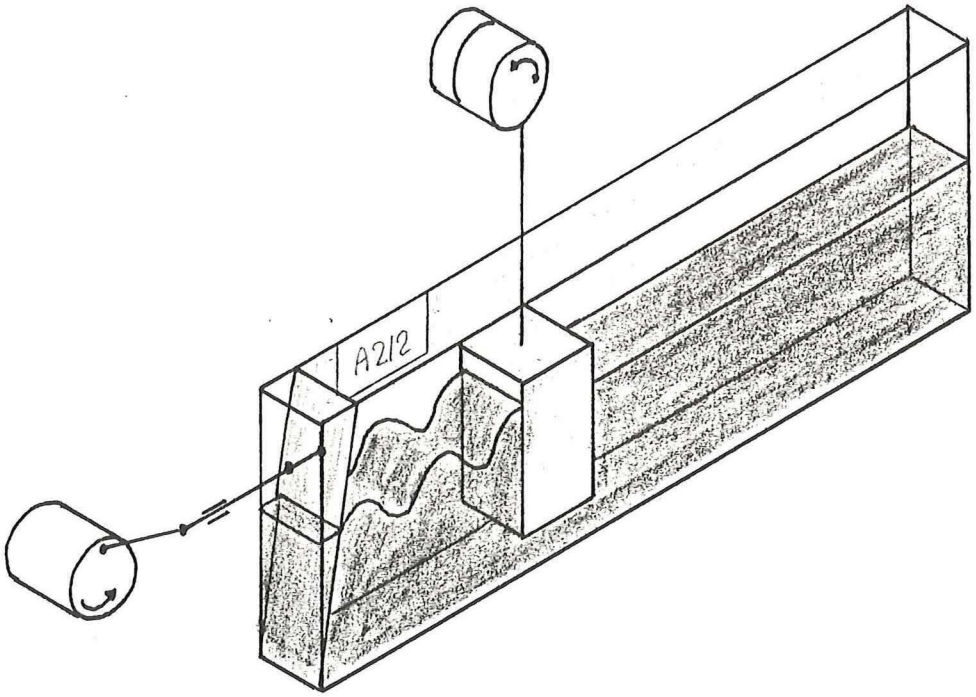


Schéma de principe du bac à eau (échelle non réspectée)
le barrage et le bac se trouvent en arrière
par rapport au plan écrit (panneau descriptif)
le moteur qui produit les vagues, lui se trouve dans la caisse antérieure
au déssous de l'enregistreur et du haut-parleur et au dessus du
moteur entrainant l'arbre à cammes.

VARIATIONS DU NIVEAU DU LAC

Bref rappel historique

Le cadre de notre étude étant le centre de Champ-Pittet, nous nous contenterons de résumer l'évolution du lac de Neuchâtel durant un peu plus d'un siècle; cependant, son histoire peut sans autre se généraliser à un grand nombre d'autres lacs helvétiques.

Le régime des eaux du lac de Neuchâtel est resté naturel jusqu'en 1870; il ne dépendait alors que des conditions météorologiques régionales. A cette époque, le niveau moyen du lac était de 432 [m]. Il n'était pas rare qu'il s'élève de plus d'un mètre, suite à la fonte des neiges, ce qui avait pour conséquence l'inondation des plaines.

La première correction des eaux eut lieu entre 1870 et 1890, favorisant l'agriculture. En effet, le niveau du lac s'abaissa de 3 [m], laissant à découvert 400 [km^2] de terres alluviales fertiles. Cependant, cette première manipulation ne se fit pas sans conséquences négatives: l'amplitude de variation du lac fut méchamment accentuée, entraînant des inondations sévères des terrains cultivés.

La deuxième correction permit de réduire sensiblement les variations maximales (les 3 [m] furent réduits à 1,8 [m]), ainsi que la fluctuation annuelle moyenne par rapport à son niveau inchangé de 429,3 [m] (on passait de 1,5 [m] à moins d'un mètre).

Position du problème

On se rend compte que du point de vue agricole, les choses ont plutôt évolué dans le bon sens. Malheureusement, le bon sens n'est pas le même pour tout le monde.

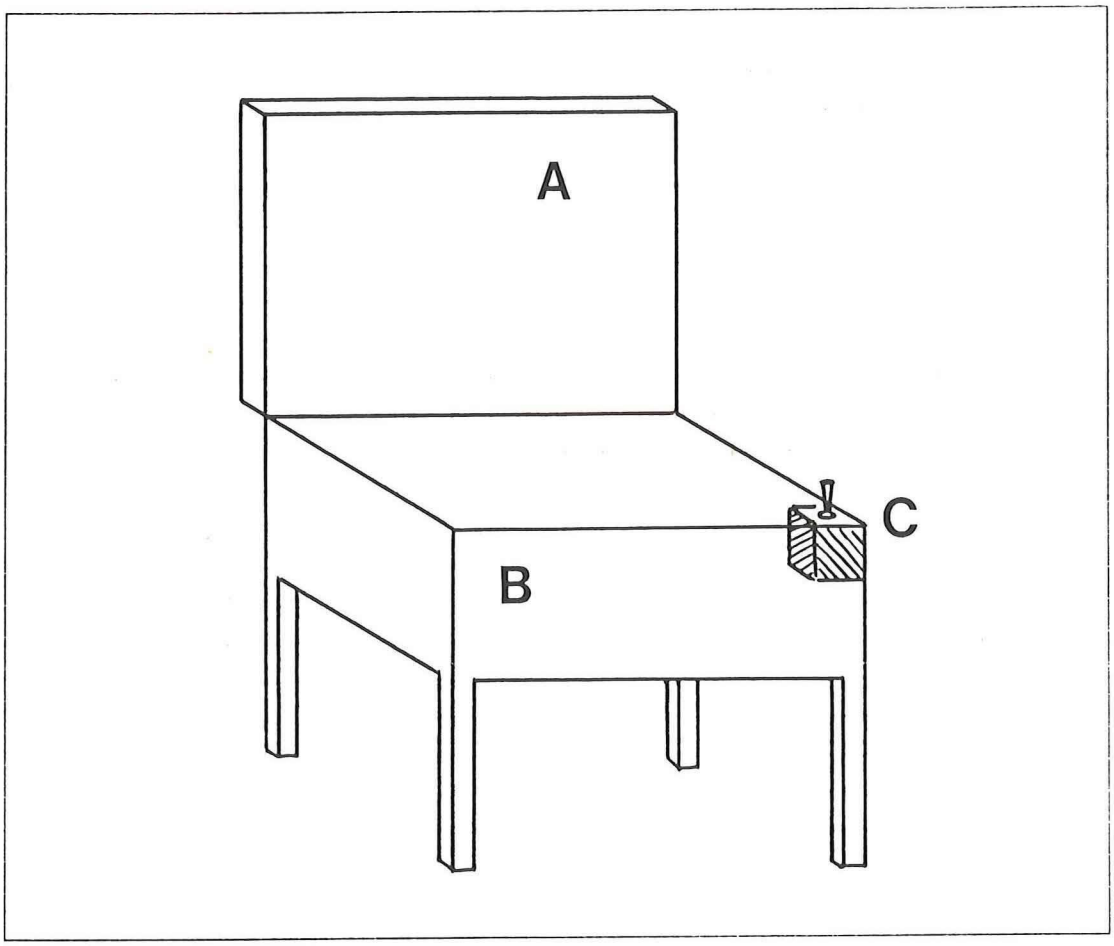
Pour survivre par lui-même, un marais a besoin d'être fréquemment inondé; c'est la présence d'eau qui garantit sa sauvegarde. Depuis la deuxième correction, on observe l'avance de la forêt, la disparition des étangs, l'évolution des associations végétales, le développement de buissons dans les prairies à laiches. En tenant compte de ces considérations, ainsi que certains autres critères aussi importants du point de vue de la protection de la nature), on peut construire une courbe idéale de variation du lac. Un exemple d'une telle courbe est donné en annexe. Elle est établie sur la base d'informations recueillies en 1979 par la conservation de la faune vaudoise (rapport Matthey). On constate que les courbes réelles enregistrées ces dernières années ne concordent pas avec cette courbe idéale. Les fluctuations ont des retombées souvent très fâcheuses sur la faune locale, tant après une inondation que pendant des périodes "sèches" (des précisions à ce sujet sont données en annexe). En ce qui concerne la flore, les problèmes ne sont pas moins nombreux, mais l'intervention humaine est alors plus aisée; à Champ-Pittet, un fauchage régulier des marais est indispensable pour leur survie.

Voilà résumée la problématique que la maquette proposée et décrite dans les pages suivantes se veut d'illustrer.

DESCRIPTION de la MAQUETTE

Plan général

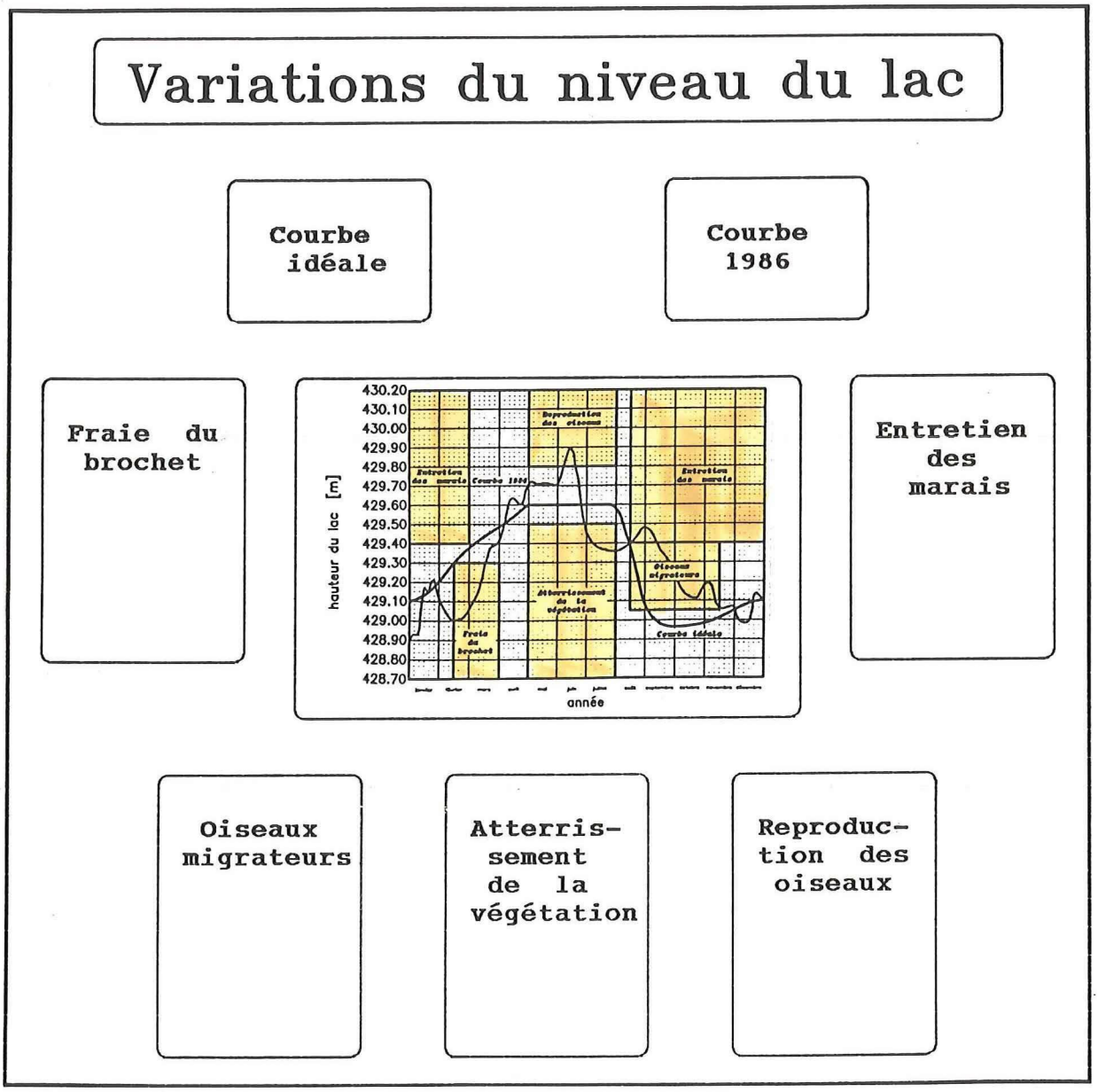
La maquette à proprement parler se trouve dans une cage de verre (aquarium) (B). Derrière l'aquarium est installé un panneau (A), contenant un graphe (courbe idéale et courbe annuelle du niveau d'eau en foncton de la date) ainsi que quelques illustrations et textes.



Le joystick (C) permet au visiteur de choisir un niveau et une date "quelconque"; cette position sera indiquée sur le panneau à l'aide d'une lumière. La manoeuvre aura pour effet de faire varier le niveau d'eau dans l'aquarium, d'éclairer une ou plusieurs illustrations ou/et textes ayant rapport avec la position choisie.

Description du panneau

i) Schéma général du panneau

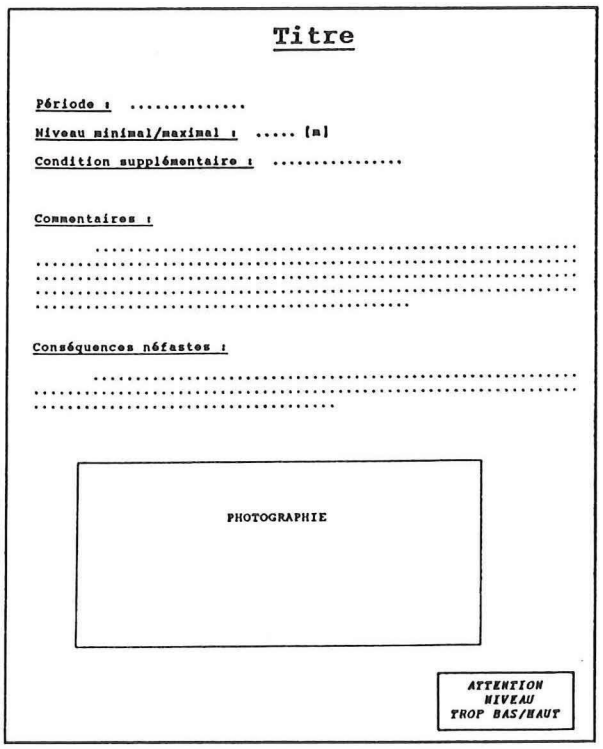


(a) le diagramme des variations du niveau du lac
(b) la courbe idéale
(c) la courbe 1986
(d) la fraie du brochet
(e) la reproduction des oiseaux
(f) l'atterrissement de la végétation
(g) les oiseaux migrateurs
(h) l'entretien des marais

Le panneau (de dimension 1.5[m] X 1.5[m]) est constitué au centre du diagramme des variations du niveau du lac et autour de plusieurs parties commentant les différentes zones de ce dernier.

ii) Schéma type d'une partie

Les parties (d) à (h) ont l'allure type ci-dessous.



Remarque : Pour le détail des différentes partie (b) à (h), ainsi que du diagramme (a), il faut voir en annexe.

iii) Explication du jeu

Avec le joystick, le visiteur pourra déplacer un point lumineux sur le diagramme (a) et ainsi choisir la période de l'année et la hauteur du niveau du lac désirées.

Les parties (d) à (h) s'allumeront alors suivant la période de l'année choisie par le visiteur, ceci afin d'attirer son attention sur le (ou les) phénomène qui s'y produit.

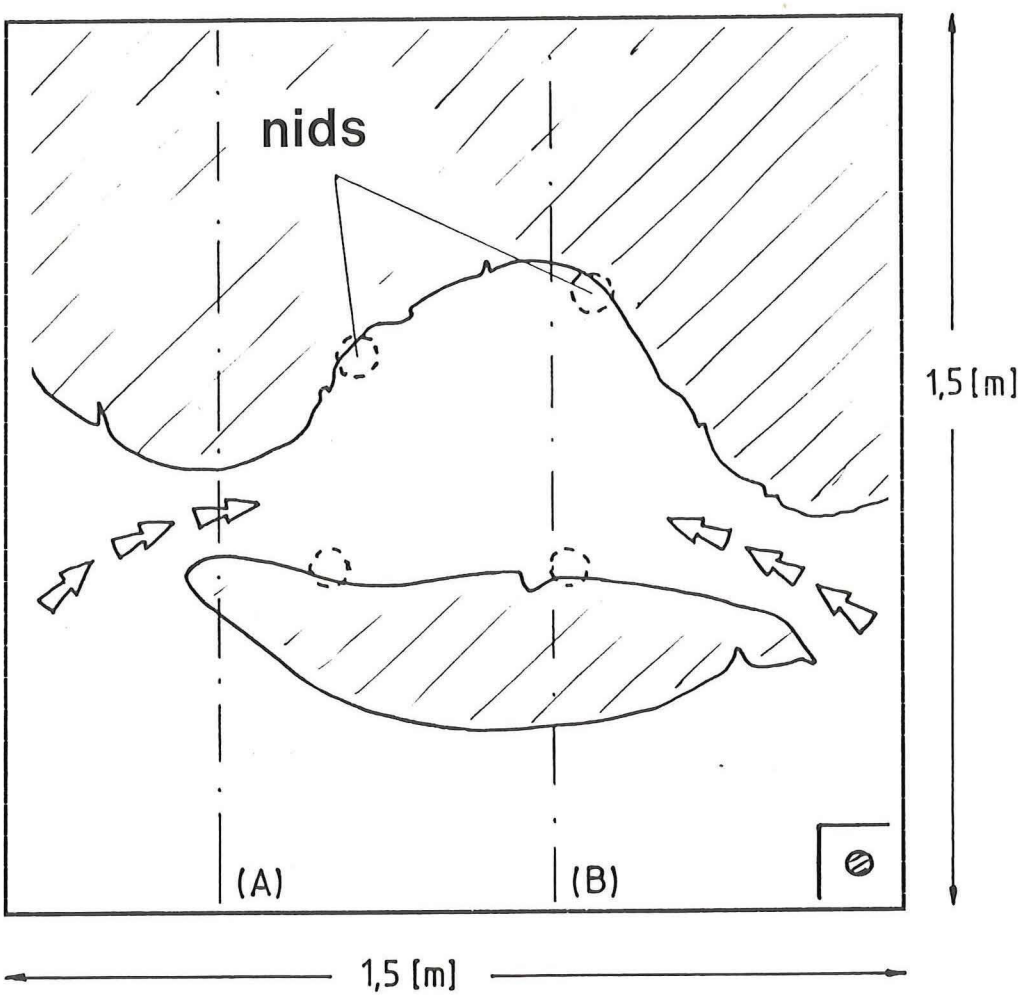
Si à ce moment là le niveau est inférieur (ou supérieur) à

la valeur limite indiquée, c'est-à-dire que le point lumineux se trouvent dans une des zone (d) à (h) du diagramme, une lampe témoin commencera à clignoter en bas à droite de la sous-partie en question (voir le point ii) ci-avant).

De plus tous ces mouvements effectués à l'aide du joystick sur le diagramme seront répercutés sur la maquette elle-même. En effet, le niveau sur le diagramme coïncidera avec celui de la maquette, et lorsque les parties (d) à (h) du tableau seront activées il y aura un effet sur la maquette (voir plus loin).

Description de l'aquarium

i) **Vue de dessus**



Ce plan est très schématique; pour plus de précision (p.ex flore) cf. vues de coupe.

Comme il a déjà été précisé, l'aquarium est muni d'un système permettant la variation du niveau d'eau, ce dernier étant contrôlé par le visiteur à l'aide du joystick. En outre, la maquette illustrera, plus ou moins schématiquement, certains des phénomènes déjà mentionnés. Deux exemples figurent sur le dessin:

-Lorsque le niveau d'eau est suffisamment élevé, les flèches s'illumineront alternativement (dans l'ordre etc...) rappelant ainsi que les brochets peuvent sans autre passer dans l'étang afin d'y pondre leurs oeufs. Quand le niveau d'eau est trop bas pour permettre leur passage,ces lumières s'éteignent.

-La maquette contiendra un certain nombre de nids. Il peut être intéressant d'illuminer ceux-ci (p.ex. à l'aide de mini-spots,comme nous le décrivons un peu plus loin) lorsqu'ils sont totalement hors de l'eau. Si le niveau commence à monter dangereusement, les lumières se mettront à clignoter, pour finalement s'éteindre si les nids sont noyés.

D'autres propositions:

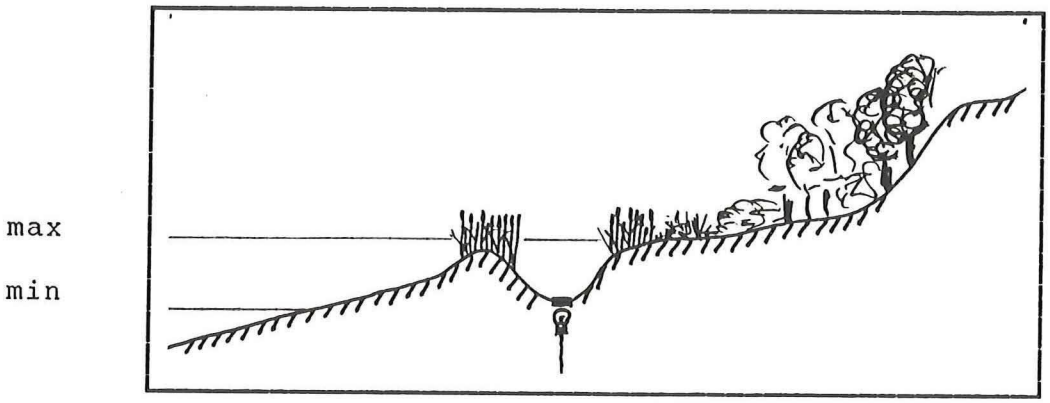
-Eclairer les bancs de sable quand les conditions niveau/ saison sont satisfaites.

-Eclairer des zones de pontes de brochet.

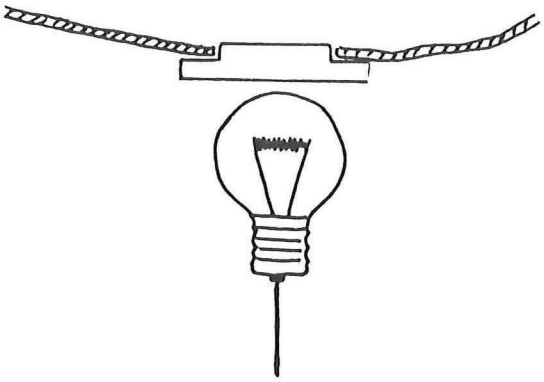
On remarquera que l'éclairage des deux dernières propositions peut être conçu de manière identique à celle utilisée pour les nids.

ii) **Vue de coupe**

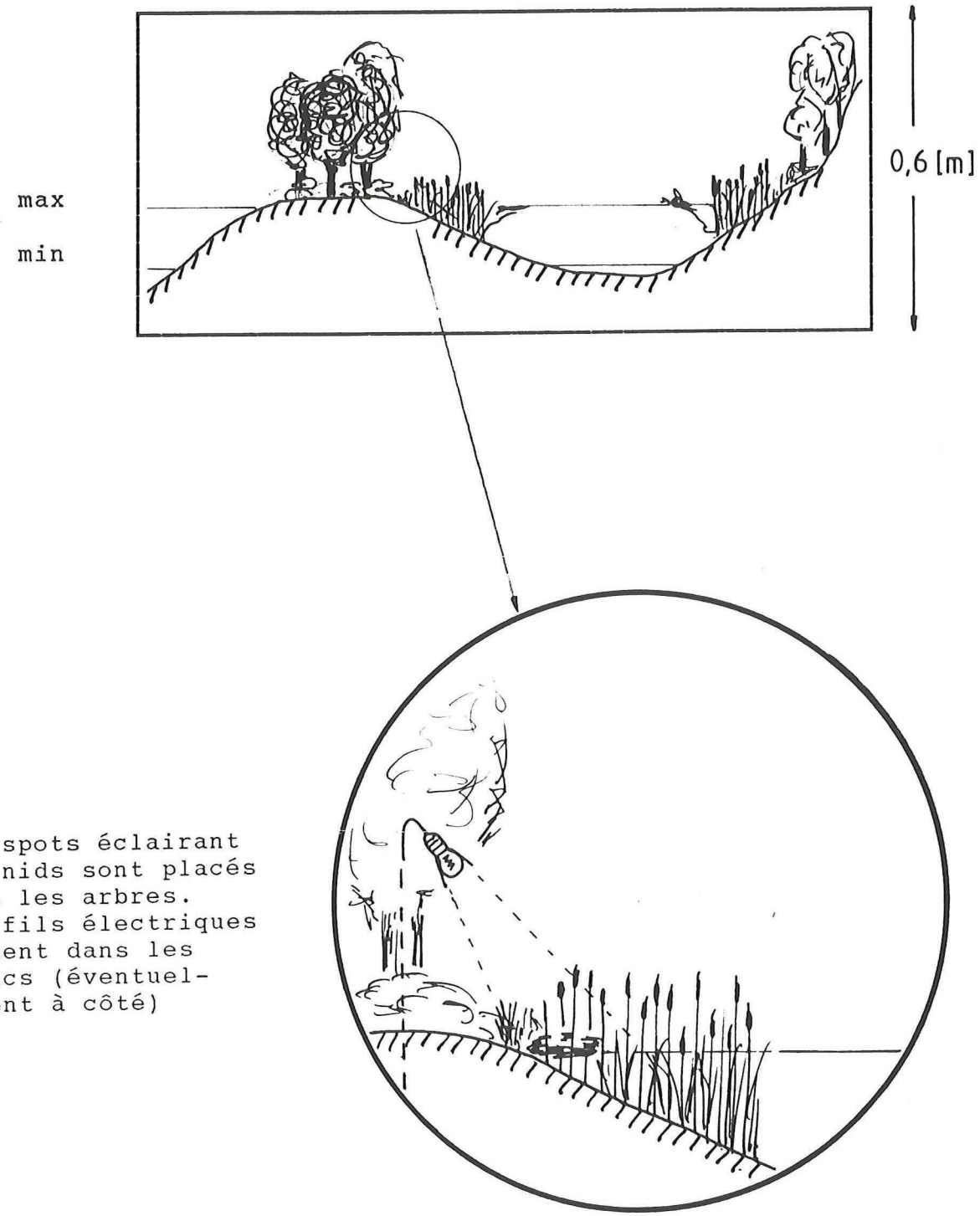
(A)



On a schématisé une des flèches décrites précédemment; elle est en plexiglass transparent (éventuellement rouge). On ne devrait pas rencontrer de problème d'étanchéité si elle est collée de la manière suivante:



(B)

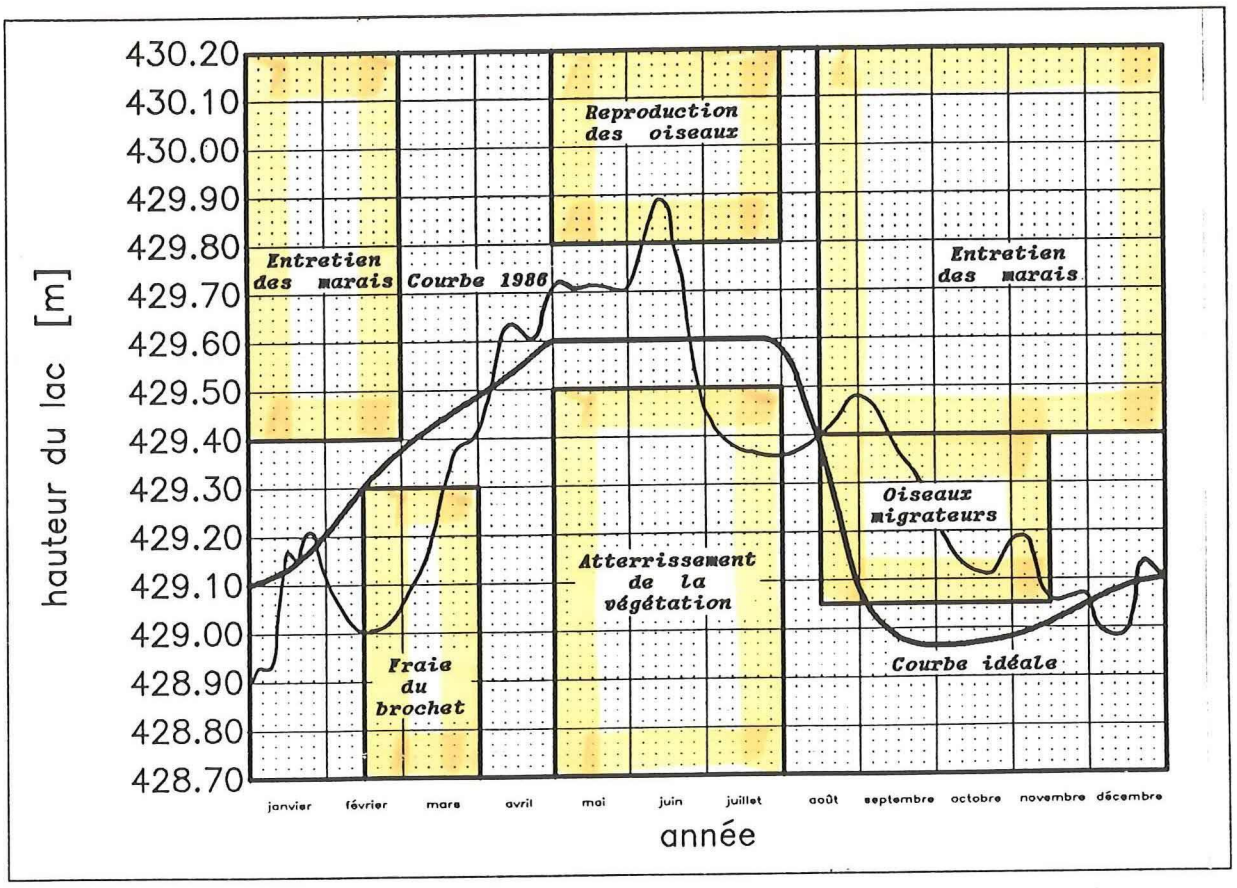


Les spots éclairant les nids sont placés dans les arbres. Les fils électriques passent dans les troncs (éventuellement à côté)

ANNEXES VARIATIONS DU NIVEAU DU LAC

A) Diagramme des variations du niveau du lac :

La dimension effective de ce diagramme est approximativement A2.



B) Différentes parties du tableau :

Les commentaires et la composition des différentes parties constitutives du tableau sont donnés ci-après. La dimension effective de chacune de ces parties est approximativement A3.

Courbe idéale

Le trait fort exprime la courbe idéale de variation du lac de Neuchâtel au sens de la protection de la nature. Elle a été établie à partir d'informations recueillies en 1979 (rapport Matthey). Les 5 indicateurs présents sur ce diagramme sont parmi les plus importants, mais il y en a beaucoup d'autres !

Remarque : Le rapport Matthey (1979) était la préparation d'un nouveau réglement de régulation des lacs jurassiens sur la base d'informations recueillies par la conservation de la faune vaudoise. Ce nouveau réglement qui est entré en vigueur en 1983 n'a en rien tenu compte de ces cotes !

Courbe 1986

Le trait fin exprime la courbe enregistrée en 1986. Ce fût une année des plus favorables à la faune et à la conservation des marais depuis 1970.

Effets positifs :

- crue rapide et constante favorable à la fraie du brochet.
- lac haut en été, excellent pour la conservation des marais.

Effets négatifs :

- crue de début juin néfaste à la reproduction des oiseaux dans les roselières.
- niveau trop bas en août-septembre; les bancs de sable n'apparaissant qu'à mi-octobre, trop tardivement pour les migrateurs.

Fraie du brochet

Période : mi-février / mi-mars

Niveau minimal : 429.3 [m]

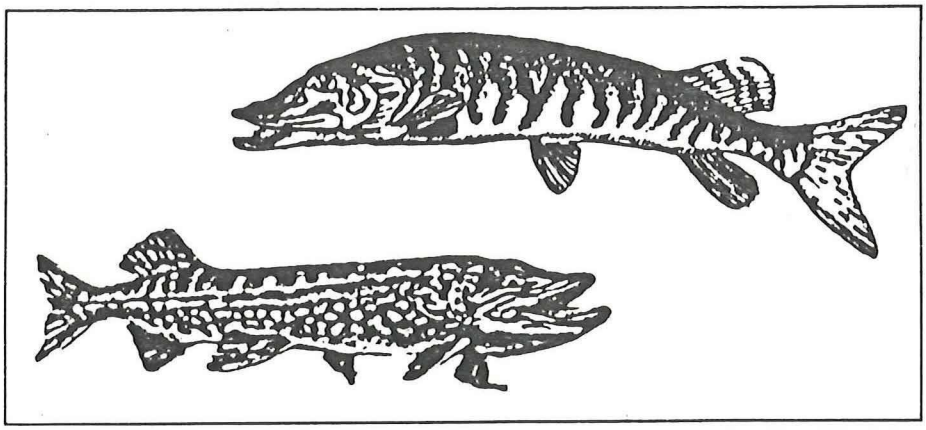
Condition supplémentaire : hausse constante

Commentaires :

Durant cette période le lac amorce sa crue annuelle; ce qui permet aux brochets de pénétrer dans les roselières et d'aller déposer leurs oeufs dans les étangs et les prairies marécageuses peu profondes. Il faut alors que le niveau soit suffisant (429.3 [m]) et sa hausse constante.

Conséquences néfastes :

Si le niveau baisse, la fraie se retrouverait à sec et les alevins mourraient ! Sans compter les adultes qui pourraient périr, prisonniers du marais asséché.



brochets

ATTENTION NIVEAU TROP BAS

Reproduction des oiseaux

Période : début mai / fin juillet

Niveau maximal : 429.8 [m]

Condition supplémentaire : pas de hausse de plus de 20 [cm]

Commentaires :

Durant cette période les canards, la plupart des rallidés et des passereaux se reproduisent dans les roselières et les prairies marécageuses. Ils construisent leurs nids directement au sein de la litière sèche. Il convient donc que le niveau soit suffisamment haut (429.6 [m]) au moment du choix du nid, et qu'ensuite il ne monte pas de plus de 20 [cm].

Conséquences néfastes :

Si le niveau est trop bas en mai, ou s'il s'élève brusquement durant cette période, les nids seront alors inondés et les nichées perdues.

grèbe rousserolle colvert

ATTENTION NIVEAU TROP HAUT

Atterrissement de la végétation

Période : début mai / fin juillet

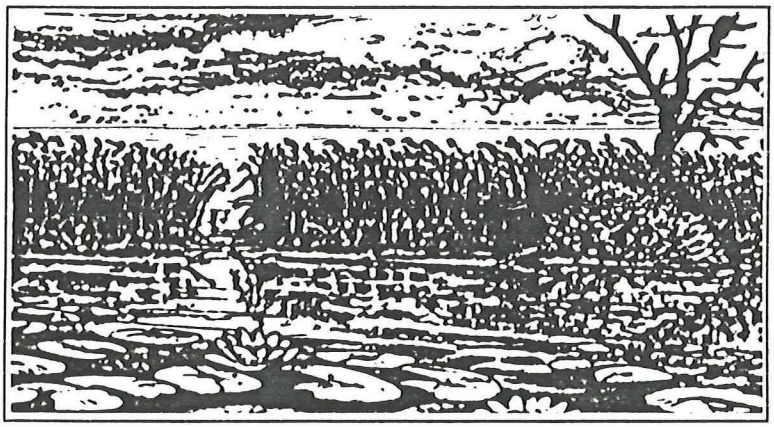
Niveau minimum : 429.5 [m]

Commentaires :

Dans les marais, le niveau d'eau constitue le facteur écologique principal réglant la végétation. L'atterrissement est donc ici limité par les inondations des prairies marécageuses en été qui freine ainsi l'embroussaillement naturel des marais.

Conséquences néfastes :

Si le niveau est trop bas en période de végétation, l'embrousaillement naturel des marais est favorisé et ainsi contribue à leur dispariton.



ATTENTION NIVEAU TROP BAS

Oiseaux migrateurs

Période : mi-août / mi-novembre

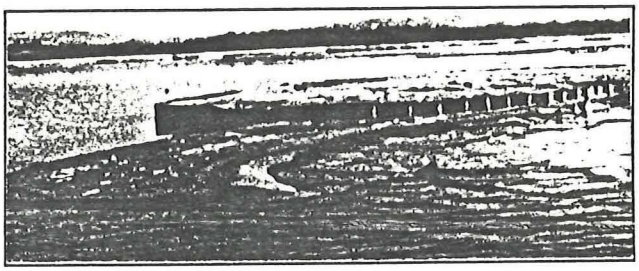
Niveau maximum : 429.05 [m]

Commentaires :

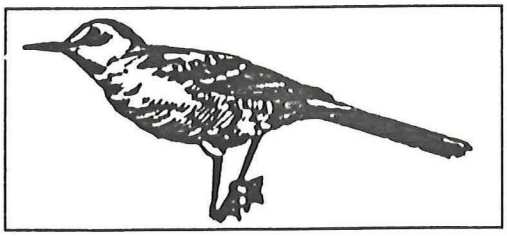
Beaucoup d'oiseaux migrateurs (étourneaux,bergeronnettes) trouvent nourriture et places de repos sur les bancs de sable et les vasières exondées. Ces derniers n'apparaissent actuellement surtout qu'en dessous de 429.05 [m], et il faudrait qu'ils soient exondés dès août.

Etat actuel :

Ce phénomène se produit qu'exceptionnellement depuis la deuxième correction des eaux du Jura. Il faudrait donc prévoir la reconstitution de tels milieux à des cotes supérieures (429.2 et 429.6 [m]).



essais effectués au Fanel



bergeronnette

ATTENTION NIVEAU TROP HAUT

Entretien des marais

Période : mi-août / fin février

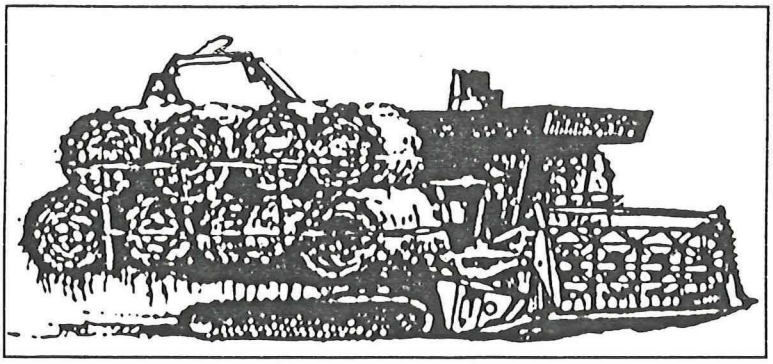
Niveau maximum : 429.4 [m]

Commentaires :

En automne et en hiver, pour faciliter le fauchage des marais, le niveau du lac devrait descendre au-dessous de 429.4 [m] et se maintenir le plus bas possible. Le fauchage est une mesure indispensable à la conservation des marais, et pour permettre aux paysans eux-mêmes de récolter cette litière il faut que les prairies marécageuses soient accèssibles aux machines agricoles dès la mi-août.

Conséquences néfastes :

Si le niveau du lac est trop haut en hiver, le fauchage des marais ne pourra avoir lieu et ainsi on assistera impuissant à leur embroussaillement naturel.



ATTENTION NIVEAU TROP HAUT

4/ Conclusion

Au cours de ce travail, nous nous sommes vite rendu compte de la difficulté et de l'ampleur de la tâche entreprise. La conception d'une maquette - et à fortiori de trois - prend tout de suite beaucoup plus de temps que l'on peut imaginer, car cela demande un investissement considérable en documentation et surtout en réflection. Il faut en effet trouver le meilleur compromis pour la présentation du sujet choisi de façon à faire passer le plus d'informations possible, sans pour autant avoir un effet dissuasif sur le visiteur (textes trop longs par exemple).

L'idée même de la construction des maquettes par nos soins nous a tout d'abord effleuré l'esprit, mais a été très vite éloignée au profis d'une élaboration plus approfondie des trois différents sujets. En effet, nous avons réalisé que pour qu'une maquette attire l'attention du visiteur, il faut qu'elle soit réalisée avec grands soins et certains moyens; au risque, sinon, de voir par exemple les textes et les couleurs pâlir au soleil au bout de quelques mois. C'est pour cela qu'il est préférable de s'adresser directement à un maquettiste professionnel pour sa réalisation définitive. Une solution plus coûteuse, mais qui sera plus rentable à long terme.

Finalement, il faut reconnaître que la réalisation de ce projet HTE nous a permis d'avoir un regard différent sur ce que l'on appelle couramment la "vulgarisation scientifique". Apprendre les secrets des Dieux, c'est bien; mais réussir à les faire passer à l'homme de la rue, c'est encore mieux !

4/1 Bibliographie

[1] Informations Pro Natura Helvetica.
"Guide du sentier-nature marais"
Centre de Champ-Pittet, Ligue Suisse pour la Protection de la Nature.
M. Antoniazza, C. Roulier
LSPN, 1982.

[2] Plan de Protection des Rives du Lac de Neuchâtel, Etude N°7.
"Valeur naturelle des rives et de l'arrière-pays du lac de Neuchâtel"
H.U. Müller, M. Antoniazza
FORNAT, 1979.

[3] Plan de Protection des Rives du Lac de Neuchâtel, Etude N°20.
"Evolution du peuplement des batraciens entre Yverdon et Yvonand"
V. Antoniazza
LSPN-WWF Suisse, 1984.

[4] Protection des Batraciens le long des Routes, Mandat de recherche N°26/74, Rapport final.
"Les batraciens et le trafic routier"
G. Berthoud, S. Müller
Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie; commission des recherches en matière de construction des routes, 1986.

[5] Département Fédéral de l'Intérieur, Commission des Recherches en Matière de Construction de Routes.
Mandat de recherche N° 16/81, Rapport final.
"Comportement du gibier dans une zone de terrain traversée par une route"
J.-D. Burnand, G. Berthoud, J. Sigrist & S. Müller
ECONAT, 1985

[6] Journal des grèves, bulletin d'information de Pro Natura Helvetica.
N°6, août 1985; Erosion des rives.
N°10, avril 1987; Variations du niveau du lac.

4/2 Table des matières

0/ Introduction.

1/ Effet de coupure de l'écosystème.

2/ Erosion des rives du lac.

3/ Variations du niveau du lac.

4/ Conclusion.

Annexes :

A1/ Annexes effet de coupure.

A2/ Annexes érosion des rives.

A3/ Annexes variations du niveau du lac.