Grande Cariçaie

Gestion des zones naturelles
de la rive sud du Lac de Neuchâtel

Rapport de gestion No 16
Suivi scientifique

Les roselières lacustres de la Grande Cariçaie

Cartographie

Evolution entre 1979 et 1987

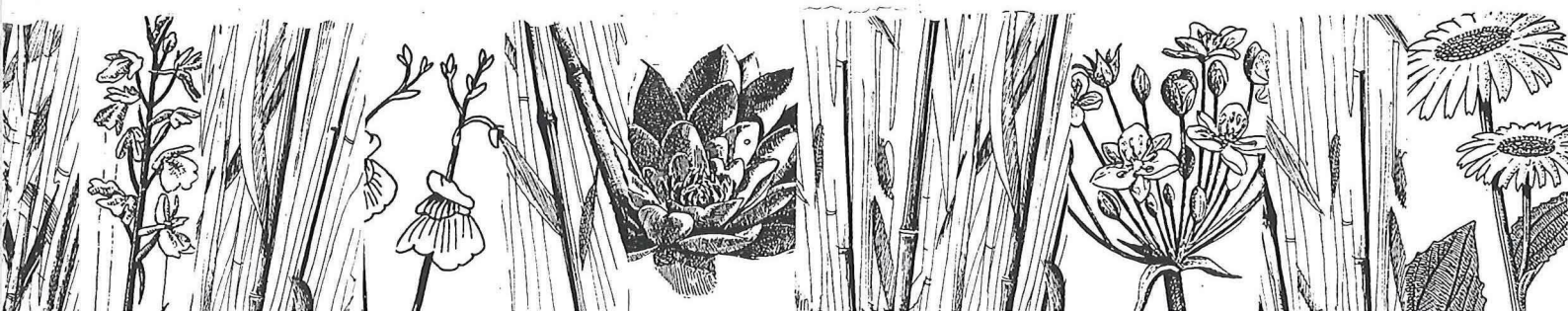
Mandant :

Groupe d'étude et de
gestion
Champ-Pittet
1400 Cheseaux-Noréaz

Auteur :

C. Clerc

décembre1996



1. INTRODUCTION

Depuis 1982, date de la signature de la première convention relative à la gestion des zones naturelles de la rive sud du lac de Neuchâtel, les activités liées à l'entretien du plus grand écosystème riverain naturel de Suisse se sont sans cesse renouvelées. Ces activités se déroulent généralement selon trois étapes principales:

- acquisition de données et d'expériences de base (inventaires, cartographies, essais d'interventions particulières et suivi);
- élaboration de plans de gestion par type de milieu;
- gestion et suivi scientifique de ses effets; adaptation éventuelle des mesures de gestion.

Cette démarche devrait s'appliquer à l'ensemble des milieux composant la Grande Cariçaie (Fig. 1). Les roselières lacustres représentent pourtant un cas particulier:

- bien que comprises dans le périmètre de la convention, leur situation géographique particulière et les priorités de gestion n'ont permis d'accumuler que peu de données les concernant;
- la méconnaissance des phénomènes dynamiques qui les régissent, la faible expérience et la complexité de mesures de gestion applicables (fauchage, plantation...) ne plaident pas actuellement en faveur de l'établissement d'un plan de gestion particulier.

Le déclin rapide des roselières lacustres d'Europe centrale observé depuis plus de 40 ans, l'originalité et le rôle écologique de ce type de milieu obligaient cependant les gestionnaires de la Grande Cariçaie à ne pas ignorer plus longtemps ce milieu. Ce rapport rend compte du premier effort fourni par le GEG dans le sens de l'acquisition d'une connaissance de base des roselières lacustres de la Grande Cariçaie. Il présente et discute les résultats cartographiques de 2 états chronologiques.

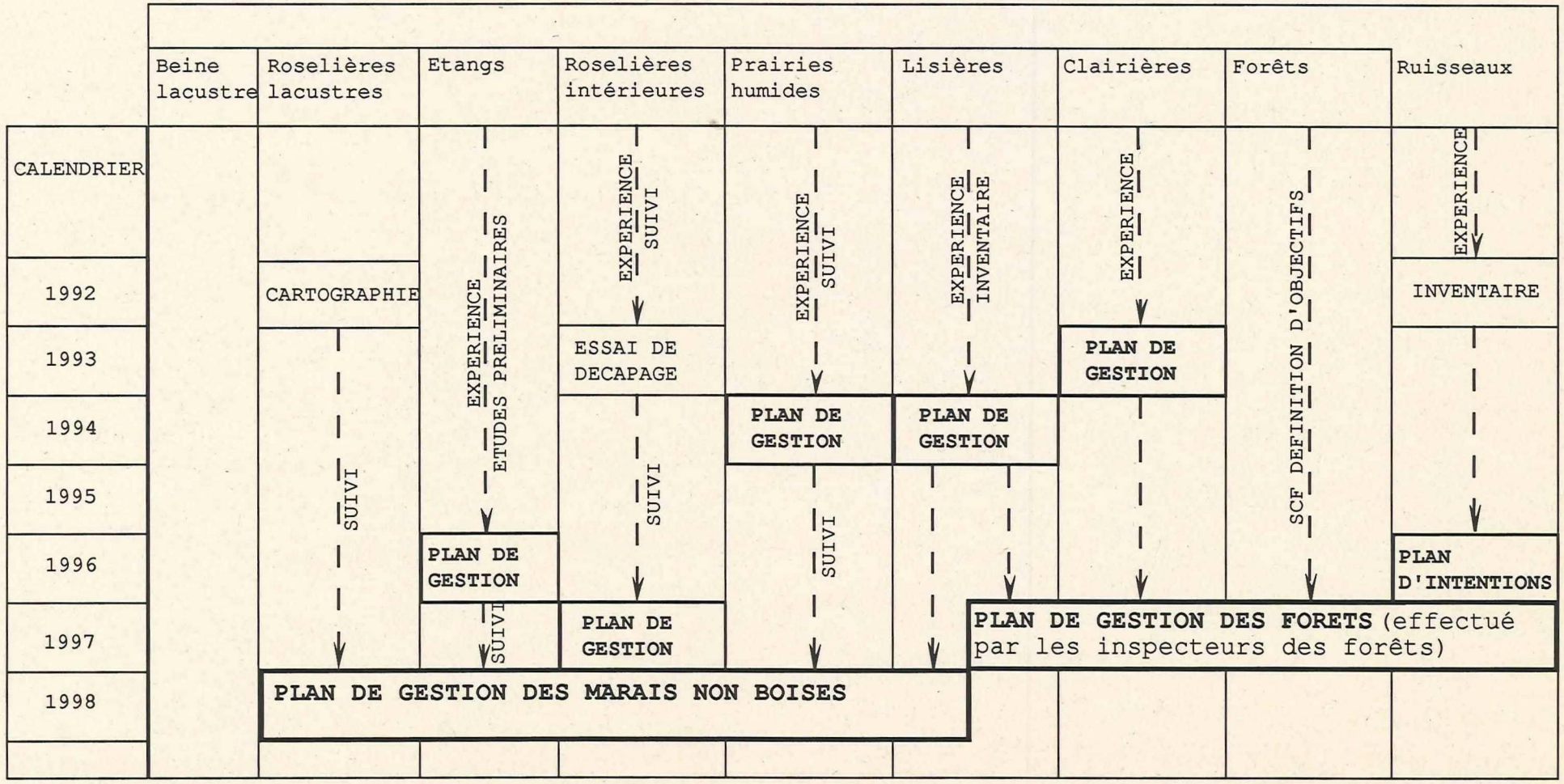


Fig. 1: Planification de la gestion des zones naturelles de la Grande Cariçaie

TABLE DES MATIERES

		PAGE
1.	**INTRODUCTION**	1
2.	**LES TYPES DE ROSELIERE ET LEUR DISTRIBUTION EN SUISSE**	3
2.1.	Les types de roselière	3
2.2.	Distribution des roselières en Suisse	4
3.	**LA ROSELIERE LACUSTRE**	5
3.1.	Rôles écologiques de la roselière lacustre	5
3.2.	Distribution des roselières lacustres en Suisse	5
3.3.	Régression des roselières lacustres	6
3.4.	Les roselières lacustres de la Grande Cariçaie	7
3.5.	Objectifs d'une cartographie chronologique des roselières lacustres de la Grande Cariçaie	7
4.	**METHODE DE CARTOGRAPHIE**	8
4.1.	Principe	8
4.2.	Matériel	8
4.3.	Zones cartographiées	8
4.4.	Eléments reproduits graphiquement	9
4.5.	Diagnostic du dynamisme chronologique	9
5.	**RESULTATS**	10
5.1.	Plans obtenus	10
5.2.	Mesures effectuées	11
5.2.1.	Distribution des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, état 1987	11
5.2.2.	Dénombrement des massifs de roselière lacustre de la Grande Cariçaie, état 1987	12

PAGE

5.2.3. Dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, état 1987 comparativement à état 1979 14

6. CONCLUSIONS 15

6.1. Analyse secteur par secteur 15

6.1.1. Secteur 1: Yverdon - Yvonand 15

6.1.2. Secteur 2: Yvonand 15

6.1.3. Secteur 3: Yvonand - Cheyres 16

6.1.4. Secteur 4: Cheyres - Estavayer-le-Lac 17

6.1.5. Secteur 5: Estavayer-le-Lac - Chevroux 18

6.1.6. Secteur 6: Chevroux - Portalban 19

6.1.7. Secteur 7: Portalban - Cudrefin 20

6.2. Bilan global 21

6.2.1. Distribution et dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, période 1979-1987 21

6.2.2. Quelques hypothèses et faits concernant le dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, en relation avec la première et la deuxième correction des eaux du Jura 21

6.2.3. Autres facteurs du dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie 25

7. REVITALISATION ET SUIVI SCIENTIFIQUE DES ROSELIERES LACUSTRES DE LA GRANDE CARICAIE 26

7.1. Revitalisation des roselières lacustres de la Grande Cariçaie 26

7.2. Mise en place d'un suivi scientifique des roselières lacustres de la Grande Cariçaie 27

8. BIBLIOGRAPHIE 28

Annexes

2. LES TYPES DE ROSELIERE ET LEUR DISTRIBUTION EN SUISSE

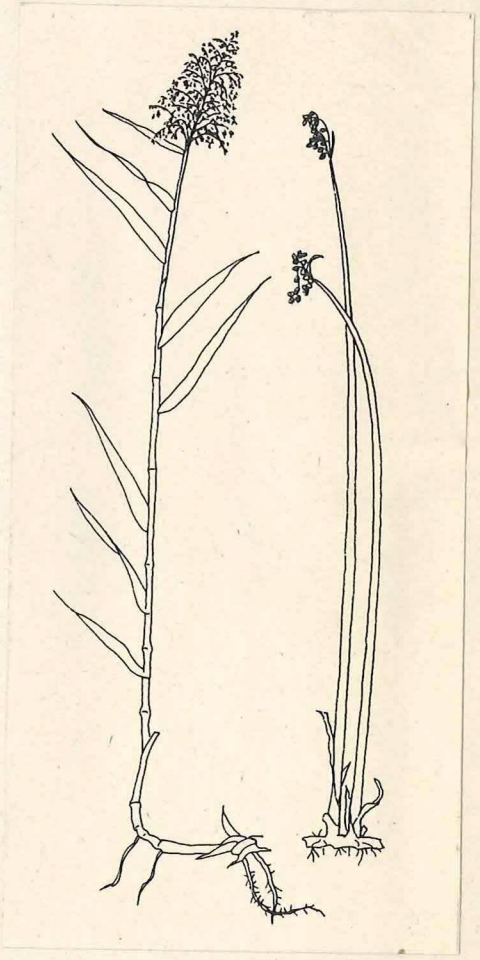
2.1. Les types de roselière

On désigne par roselière les surfaces de végétation des zones humides dominées par le roseau (*Phragmites communis*), le jonc des tonneliers (*Schoenoplectus lacustris*), la massette à feuilles étroites (*Typha angustifolia*) ou encore la massette à feuilles larges (*Typha latifolia*); la composition floristique de la roselière varie suivant les stations où elle se développe et l'on peut schématiquement en distinguer trois types principaux:

- la pseudoroselière:
  atterrie, elle présente un degré d'eutrophisation élevé qui se traduit par la présence d'espèces caractéristiques telles l'ortie (*Urtica dioica*), la morelle douce-amère (*Solanum dulcamara*) et l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*);

- la roselière intérieure et de bord d'étang:
  elle est à l'abri des actions mécaniques des vagues, ce qui permet, outre les hélophytes, à certains végétaux aquatiques tels les nénuphars (*Nymphea alba* et *Nuphar lutea*), les utriculaires (*Utricularia vulgaris* et *Utricularia minor*) et les lentilles d'eau (*Lemna minor* et *Lemna trisulca*) de s'installer;

- la roselière lacustre:
  soumise à l'action des vagues, sa diversité floristique se résume généralement à un peuplement mono-spécifique de roseau ou de jonc des tonneliers (Fig. 2).



(a) (b)

Fig. 2: Le roseau (a) et le jonc des tonneliers (b).

2.2. Distribution des roselières en Suisse

Selon l'Inventaire des bas-marais d'importance nationale (Broggi, 1990):

- les roselières couvrent une surface de 1050 ha, parmi les 24'306 ha de bas-marais cartographiés selon huit unités (Fig. 3); cette valeur ne représente pas l'ensemble des roselières de Suisse puisque la méthode d'inventaire imposait de ne pas considérer les bas-marais d'une surface inférieure à 1 ha.

- les roselières se situent presque exclusivement dans le Plateau et se répartissent principalement sur la rive sud du lac de Neuchâtel, au bord du lac Majeur et du lac de Constance ainsi que dans la partie supérieure du lac de Zurich (Fig. 4).

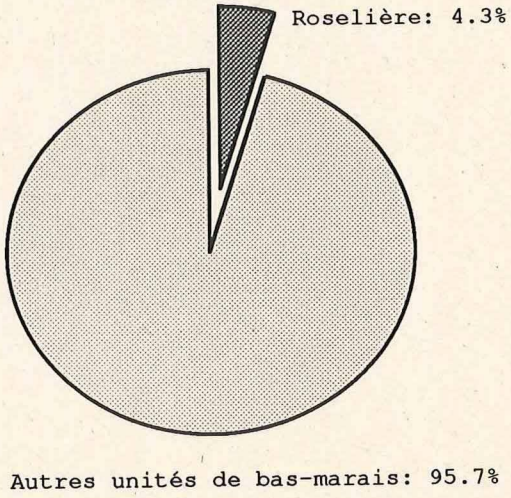


Fig. 3: Part des roselières dans l'Inventaire des bas-marais d'importance nationale (Broggi, 1990).

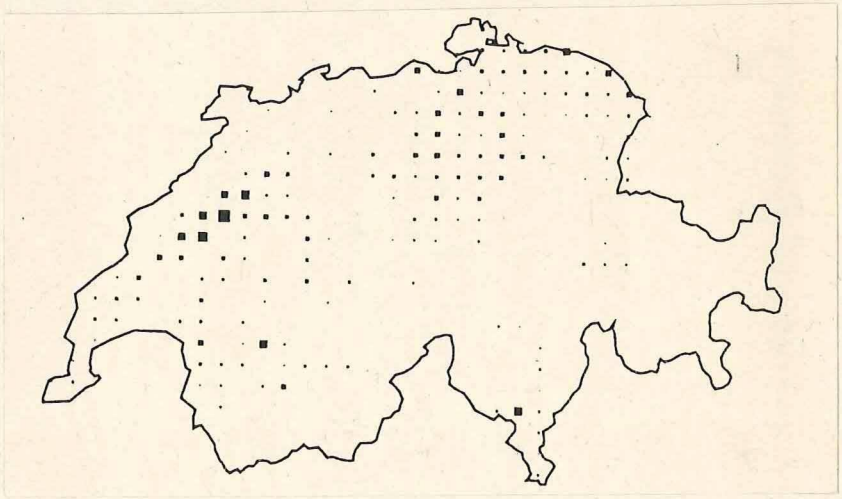


Fig. 4: Distribution des roselières en Suisse, d'après l'Inventaire des bas-marais d'importance nationale (Broggi, 1990); la Suisse est quadrillée selon une maille de 100 km2, à l'intérieur de chacune desquelles la surface de roselière présente est symbolisée par un carré noir; l'on obtient, en hectares, la surface (S) réelle de roselière d'une maille du quadrillage en appliquant la formule: $S = 22.3\ s^2$, où s est la valeur en mm du côté du carré noir présent dans la maille.

3. LA ROSELIERE LACUSTRE

3.1. Rôles écologiques de la roselière lacustre

La roselière lacustre constitue le trait d'union entre la beine lacustre et le marais atterri; cette situation lui confère spontanément un rôle de protection de la rive contre le phénomène de l'érosion: les vagues déjà ralenties par le franchissement de la beine perdent encore de leur énergie au contact des massifs de roseaux.

La structure morphologique de la roselière lacustre favorise l'installation de nids flottants pour de nombreux oiseaux tel le grèbe huppé (Fig. 5); certains poissons y trouvent les conditions nécessaires au frai; le roseau étant parasité par une faune d'invertébrés originale, il constitue un réservoir nutritionnel important.

Le pouvoir du roseau de fixer l'azote et le phosphore permet d'assurer l'auto-épuration des eaux et d'amoindrir ainsi leur eutrophisation.

Fig. 5: Nid flottant de grèbe huppé.

3.2. Distribution des roselières lacustres en Suisse

Bien qu'aucun inventaire des roselières lacustres n'ait été réalisé en Suisse, on dispose de données ponctuelles concernant certains sites (Burnand, 1979, Iseli & Imhof, 1987, Moret, 1982, Renevey, 1987) (Tableau 1); ces données ne sont pas homogènes quant à la méthode d'évaluation utilisée et l'état qu'elles représentent, elles mettent cependant en évidence:

- la faible représentation de ce type de roselière en regard de la surface totale des roselières donnée par l'Inventaire des bas-marais d'importance nationale (1050 ha);

- l'importance des roselières lacustres de la Grande Cariçaie.

Les Grangettes 1982	Lac de Zurich 1979	Lac de Bienne 1987	Bolle di Magadino 1976	Grande Cariçaie 1985
2 ha	2.6 ha	12 ha	17 ha (1)	57.1 ha

Tableau 1: Distribution des roselières lacustres pour les principaux sites suisses.

(1) Selon carte de la végétation M. Meyer (1976)

3.3. Régression des roselières lacustres

La dynamique des roselières lacustres reste un phénomène complexe et méconnu (Klötzli & Grünig, 1976, Moret, 1980); elle est tributaire de nombreux facteurs, certainement interdépendants, comme l'action des vents, des vagues, des courants, de la faune, de l'homme (Fig. 6) et des déchets, l'influence du niveau du lac et de l'érosion (Fig. 7) et l'eutrophisation des eaux.

Plusieurs études concernant les roselières lacustres des lacs médio-européens montrent à l'évidence leur tendance à la régression durant les dernières décennies. Des estimations quantitatives de ce phénomène ont été réalisées pour certains sites (Burnand, 1979, Iseli & Imhof, 1987, Moret, 1981, Ostendorp, 1990) (Fig.8).

Fig. 6: Rôle de la navigation dans la fragmentation d'une surface de roselière lacustre.

Fig. 7: Roselière lacustre soumise au phénomène de l'érosion.

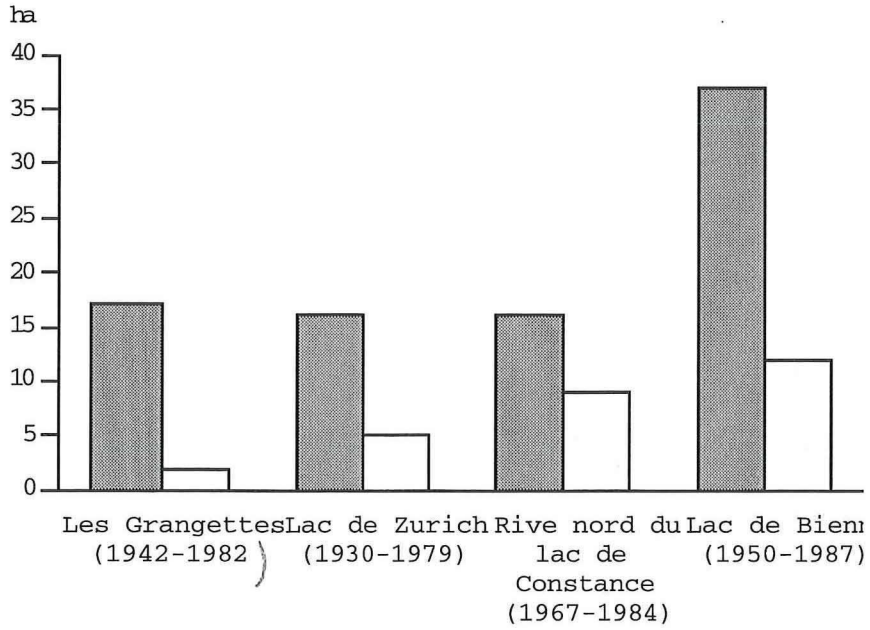


Fig. 8: Régression des roselières lacustres (communication orale de C. Iseli pour l'état 1950 du lac de Bienne).

3.4. Les roselières lacustres de la Grande Cariçaie

La Grande Cariçaie abrite la plus grande surface de roselière lacustre de Suisse si l'on se réfère aux données actuellement publiées (Tableau 1). Elles n'ont jamais été soumises à des mesures d'entretien ou de protection particulières.
Cependant, les signes distinctifs de la régression de ce type de végétation eu Europe et en Suisse, ainsi que le phénomène inquiétant de l'érosion qui menace l'intégrité des zones naturelles de la Grande Cariçaie (Dufour & Robin, 1982, Roulier 1980), ont amené le Groupe d'Etude et de Gestion (GEG) de la Grande Cariçaie à vouloir mieux connaître le domaine de la beine lacustre.
Le GEG a mandaté le laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologique de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (VAW) afin de réaliser une cartographie chronologique de la ligne de rive et définir l'évolution future de la Grande Cariçaie et les mesures adéquates à prendre pour lutter contre le phénomène de l'érosion. Complémentairement, une carte bathymétrique de la beine a été établie par le bureau Pierre Martin SA à Thierrens en 1993. Parallèlement, le GEG a réalisé une cartographie chronologique des roselières lacustres de la rive: le présent rapport constitue le compte rendu de ce travail.

3.5. Objectifs d'une cartographie chronologique des roselières lacustres de la Grande Cariçaie

En regard de la valeur des roselières lacustres, des signes évidents de régression de ce type de végétation et de leur sensibilité supposée au phénomène d'érosion, il était urgent d'établir une cartographie chronologique de ces surfaces afin de:

- obtenir des plans de répartition ainsi qu'une définition de leur composition floristique, et ce pour un état récent;
- apprécier leur dynamisme localement et globalement;
- apporter une contribution éventuelle à la compréhension du phénomène d'érosion de la rive;
- orienter la mise en place de structures de lutte contre ce phénomène qui soient aussi favorables à la protection, voire la revitalisation, des surfaces de roselière lacustre;
- définir les modalités de mise en place d'une surveillance scientifique de ce type de végétation.

4. METHODE DE CARTOGRAPHIE

4.1. Principe

- interprétation stéréoscopique, reproduction graphique et diagnostic du dynamisme chronologique des roselières lacustres à partir de photographies aériennes.

Remarque:
- Les conditions de vol lors de la réalisation des photographies aériennes (inclinaison de l'avion, période du vol), la topographie du site photographié, l'inclinaison des hélophytes et les étapes de réalisation des plans (interprétation de chaque couple de photos aériennes, homogénéisation des échelles des reproductions graphiques et agencement de ces dernières) sont autant de facteurs influant sur la précision des résultats.

4.2. Matériel

- photographies aériennes (tous les clichés utilisés résultent de vols photographiques réalisés par l'Office fédéral de topographie):
  - support papier, noir-blanc, datées de 1937, échelle 1:15'000;
  - support papier, noir-blanc, datées de 1946, échelle 1:14'000;
  - support papier, noir-blanc, datées du 13 mai 1954, échelle 1/19'250;
  - support film, couleurs, datées du 16 juillet 1979, échelle 1/4'800;
  - support film, infrarouges, datées du 11 août 1987, échelle 1/5'600.

- stéréoscope Leitz gracieusement mis à disposition par le laboratoire de photogrammétrie de l'EPFL;

- curvimètre.

4.3. Zones cartographiées

- la Grande Cariçaie, entre Yverdon et Cudrefin, découpée en 7 secteurs (ce découpage peut être consulté dans l'Annexe 1):
  - secteur 1: Yverdon-Yvonand;
  - secteur 2: Yvonand;
  - secteur 3: Yvonand-Cheyres;
  - secteur 4: Cheyres-Estavayer-le-Lac;
  - secteur 5: Estavayer-le-Lac-Chevroux;
  - secteur 6: Chevroux-Portalban;
  - secteur 7: Portalban-Cudrefin;

- le port de Delley (détail du secteur 7, cf Annexe 2);

- le port de Cudrefin (détail du secteur 7, cf Annexe 2).

4.4. Eléments reproduits graphiquement

- roselières lacustres:
  - à roseau, denses (plus de 80 % de recouvrement optique) ou clairsemées (moins de 80 % de recouvrement optique);
  - à jonc des tonneliers;
  - à recouvrement indéterminé;
- ligne de rive;
- pontons et autres constructions fragmentant les roselières lacustres.

Remarque:
- Une visite en bateau a été faite afin d'apporter d'éventuelles corrections à la cartographie: elle a permis de confirmer la situation géographique des surfaces de roselière lacustre cartographiées, leur importance et leur qualité de recouvrement; les surfaces cartographiées sous la mention "à recouvrement indéterminé" se sont toujours révélées être composées de débris de végétaux ou d'arbres couchés dans l'eau: cette unité a donc pu être complètement supprimée des cartes de 1979 et 1987; la position de la ligne de rive a aussi été l'objet de rectifications ponctuelles.

4.5. Diagnostic du dynamisme chronologique

Le dynamisme chronologique des roselières lacustres a été mis en évidence en superposant les cartes des états 1979 et 1987; les types de dynamisme suivant ont alors été distingués par coloration:

- roselières lacustres en régression;
- roselières lacustres stables;
- roselières lacustres en progression.

Remarque:
- Le problème de l'interprétation de la ligne de rive (fluctuation annuelle de sa position, difficulté de la situer précisément sur les documents photographiques) nous a conduit à renoncer à la prendre en compte; nous n'avons donc pas pu établir de comparaison des surfaces de roselière lacustre entre les différents états; les critères retenus ont été ceux de l'évolution de la position géographique du front des roselières lacustres et de leur densité; ils ont permis de symboliser la dynamique des roselières lacustres selon trois couleurs:
  - rouge pour les roselières lacustres en régression;
  - jaune pour celles stables;
  - vert pour celles en progression.

Pour les zones du port de Delley et de Cudrefin (détails du secteur 7, cf Annexe 2), les types de dynamisme ont été définis de manière plus nette de par les états chronologiques plus espacés fournis par les documents photographiques:

- surface de roselière lacustre disparue;
- surface de roselière lacustre maintenue;
- surface de roselière lacustre apparue;
- zone d'atterrissement.

5.2. Mesures effectuées

5.2.1. Distribution des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, état 1987

Afin de quantifier la distribution géographique des roselières lacustres de la Grande Cariçaie pour l'état 1987, certaines mesures ont été effectuées, à l'aide d'un curvimètre, sur les plans 2.1.11.1 à 2.1.11.7 (Tableau 3 et Fig. 9).

Secteur	Longueur de rive développée [m]	Longueur de rive développée, couverte par des roselières lacustres [m]
Secteur 1: Yverdon-Yvonand	6880	-
Secteur 2: Yvonand	3190	910
Secteur 3: Yvonand-Cheyres	2900	825
Secteur 4: Cheyres-Estavayer	6480	1250
Secteur 5: Estavayer-Chevroux	7440	4675
Secteur 6: Chevroux-Portalban	7380	4800
Secteur 7: Portalban-Cudrefin	7880	3750
Total	**42150**	**16210**

Tableau 3: Distribution des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, état 1987.

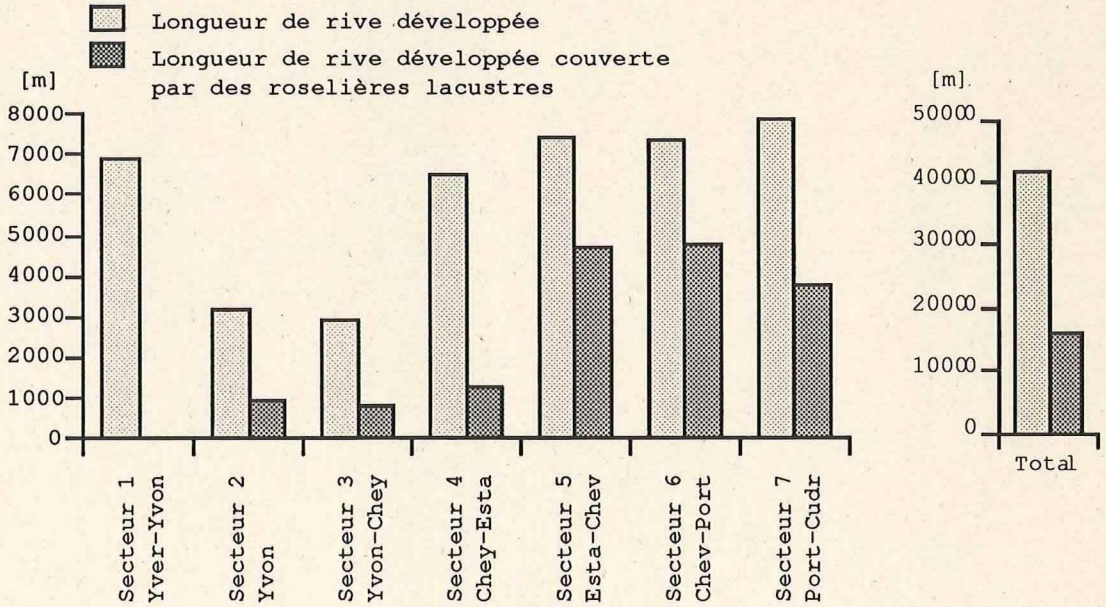


Fig. 9: Distribution des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, état 1987.

Le rapport des mesures figurant dans le Tableau 3 permet d'obtenir, secteur par secteur, le taux de couverture de la rive par de la roselière lacustre (Fig. 10).

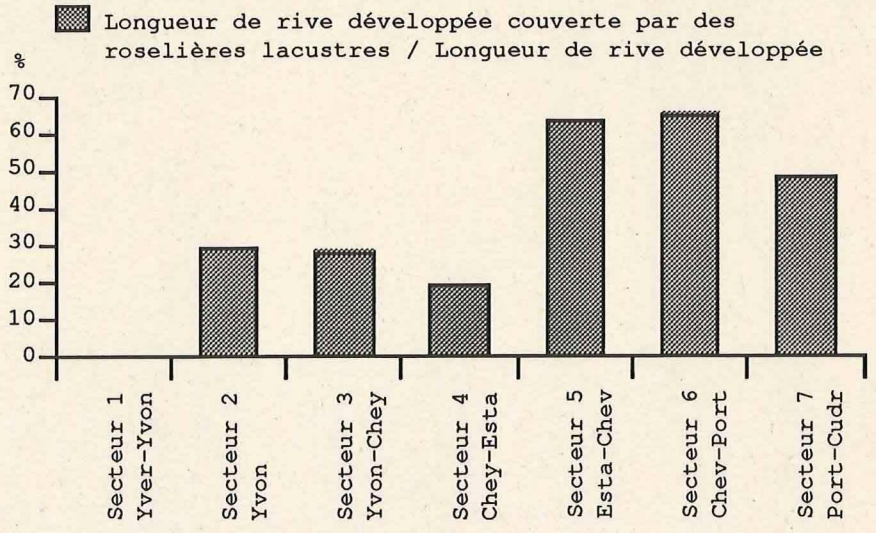


Fig. 10: Taux de couverture de la rive de la Grande Cariçaie par des roselières lacustres, état 1987.

5.2.2. Dénombrement des massifs de roselière lacustre de la Grande Cariçaie, état 1987

En faisant le rapport entre le nombre de massifs et la longueur de rive couverte par des roselières lacustres, secteur par secteur, il est possible de définir un taux de morcellement des roselières lacustres (Fig. 11).

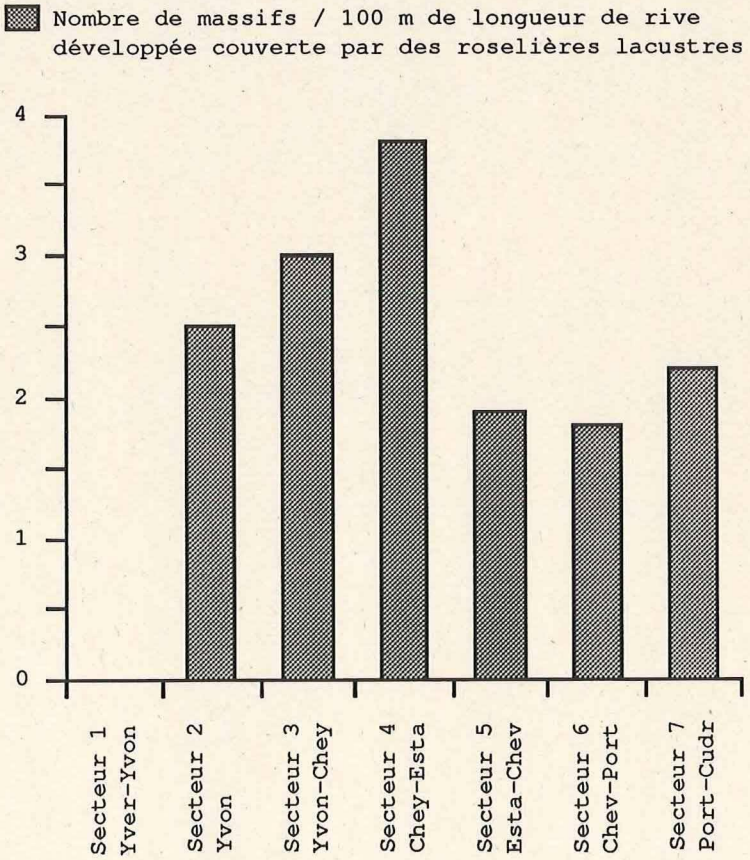


Fig. 11: Taux de morcellement des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, état 1987.

Secteur par secteur, il a été possible de dénombrer les massifs composés soit du roseau (*Phragmites communis*) soit du jonc des tonneliers (*Schoenoplectus lacustris*) (Fig. 12).

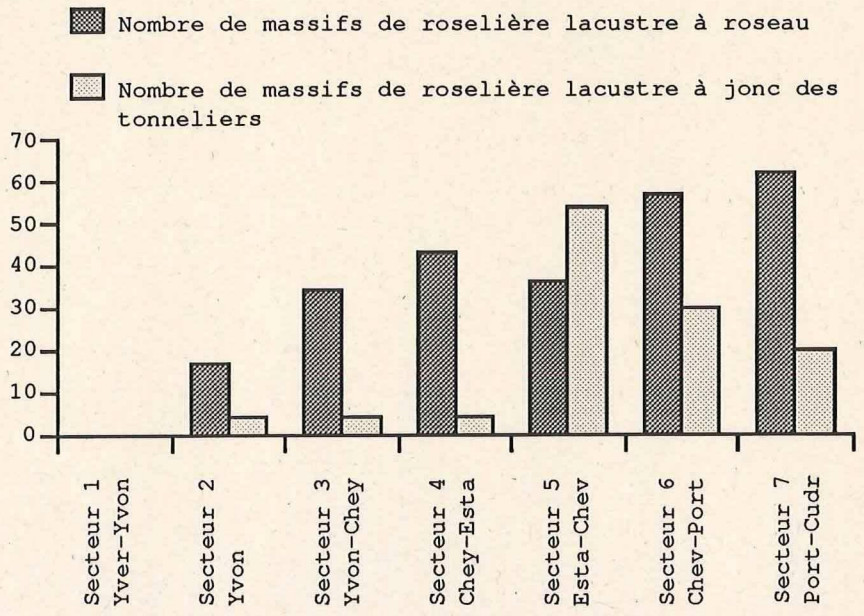


Fig. 12: Distribution des massifs de roselière lacustre à roseau et à jonc des tonneliers, état 1987.

Le repérage de la position de ces massifs par rapport à la ligne de rive a permis d'élaborer la figure 13.

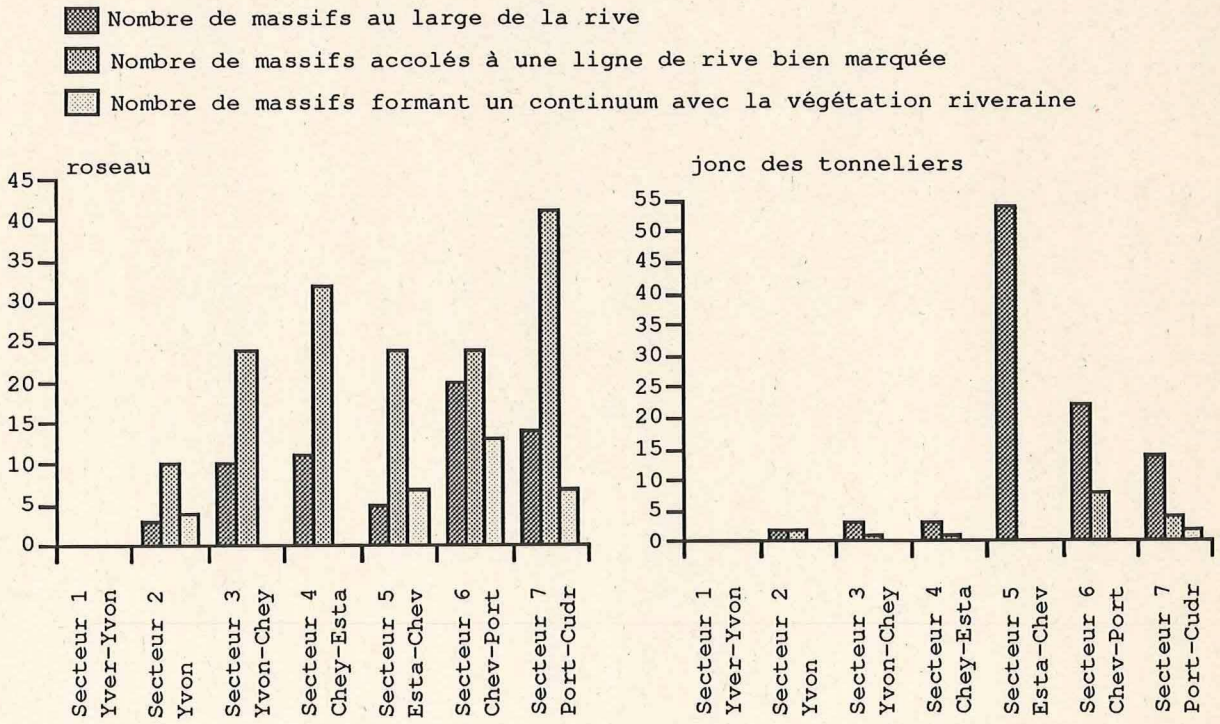


Fig. 13: Distribution des massifs de roselière lacustre suivant leur situation par rapport à la ligne de rive, état 1987.

5.2.3. Dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, état 1987 comparativement à état 1979

Afin de quantifier le dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie pour une période récente (état 1987 comparé à état 1979) certaines mesures ont été effectuées, à l'aide d'un curvimètre, sur les plans 2.1.11.1 à 2.1.11.7 (Tableau 4 et Fig. 14).

Secteur	% de lrd* couverte par des rl** en **progression**	% de lrd* couverte par des rl** **stables**	% de lrd* couverte par des rl** en **régression**	% de lrd* couverte par des rl** à statut **indéterminé***
Secteur 1: Yverdon-Yvonand	-	-	-	-
Secteur 2: Yvonand	21	53	26	-
Secteur 3: Yvonand-Cheyres	25	38	37	-
Secteur 4: Cheyres-Estavayer	12	35	53	-
Secteur 5: Estavayer-Chevroux	16	59	23	2
Secteur 6: Chevroux-Portalban	19	38	15	28
Secteur 7: Portalban-Cudrefin	20	32	48	-
Total	**19**	**42**	**34**	**5**

* lrd = ligne de rive développée ** rl = roselières lacustres
*** certains documents photographiques de 1979 ne couvrent pas la rive

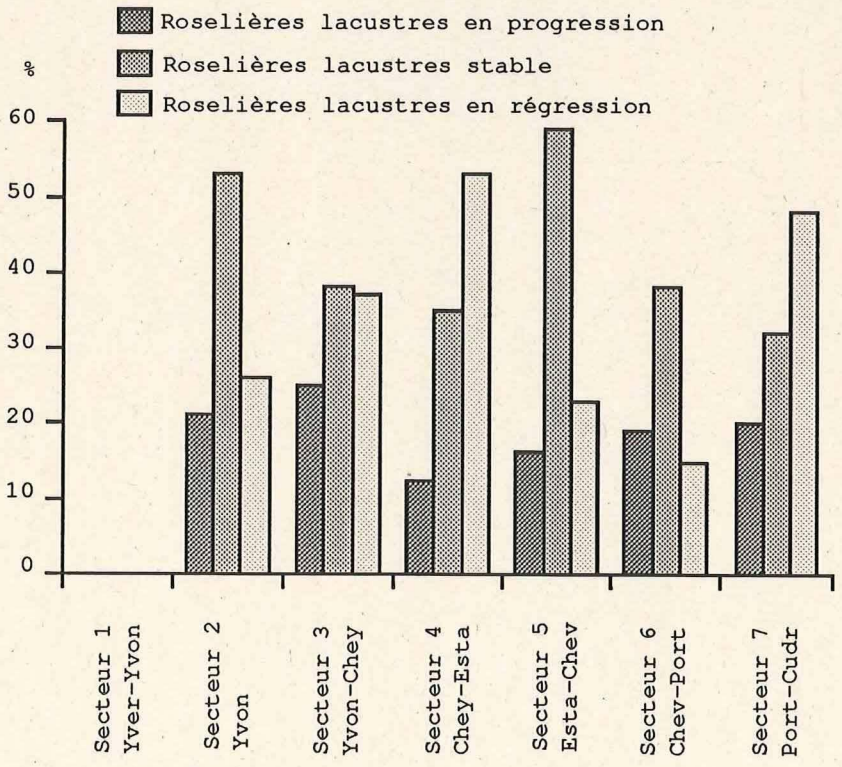


Tableau 4 et Fig. 14: Dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, état 1987 comparativement à état 1979.

6. CONCLUSIONS

6.1. Analyse secteur par secteur

6.1.1. Secteur 1: Yverdon - Yvonand

Ce secteur ne présente aucune surface de roselière lacustre pour les états 1979 et 1987; par contre, lors de visites effectuées sur place, il a été possible de constater d'importants tapis de rhizomes submergés sans aucun signe manifeste de croissance; deux hypothèses peuvent être émises concernant l'origine de ces rhizomes: soit il s'agit de vestiges d'anciennes roselières lacustres, soit il s'agit de vestiges de roselières atterries minées par l'érosion. En consultant toutes les photographies aériennes à disposition, sur lesquelles ne figure aucune surface de roselière lacustre pour ce secteur, et en considérant que ce dernier est celui où l'érosion est la plus active (VAW, 1993), force est d'admettre la seconde hypothèse.

6.1.2. Secteur 2: Yvonand

La baie d'Yvonand est bordée d'une ceinture de roselière lacustre presque ininterrompue (Annexe 1); l'absence d'une ligne de rive marquée permet une continuité entre les massifs de roselière lacustre et les bas-marais non boisés riverains (Fig. 13 et 15); ce secteur présente un bilan dynamique légèrement défavorable; le pourcentage des roselières lacustres stables y est cependant particulièrement remarquable (Tableau 4 et Fig. 14).

Fig. 15: La baie d'Yvonand: un découpage particulier de la rive du lac qui assure la stabilité des roselières lacustres qu'elle abrite.

5.1.3. Secteur 3: Yvonand - Cheyres

Les roselières lacustres se présentent comme un chapelet de massifs généralement accolés à une ligne de rive rectiligne et bien marquée (Annexe 1 et Fig. 16); le taux de morcellement est l'un des plus élevés de la rive (Fig. 11); la dynamique est nettement défavorable, avec un pourcentage des roselières en régression pratiquement égal à celui des roselières stables (Tableau 4 et Fig. 14); l'érosion semble être le facteur déterminant de cette dynamique défavorable si l'on se réfère aux données du VAW.

Fig. 16: Au lieu-dit "La Petite Amérique": des massifs de roselière lacustre épars et de taille réduite, confinés entre le front d'érosion et la dune boisée.

6.1.4. Secteur 4: Cheyres - Estavayer-le-Lac

C'est le secteur qui, mis à part celui d'Yverdon - Yvonand, présente le bilan le plus inquiétant: le taux de couverture de la rive par des roselières lacustres est le plus faible (Annexe 1 et Fig. 10); le taux de morcellement et le pourcentage de roselière en régression sont les plus élevés (Fig. 11, Tableau 4 et Fig. 14); l'érosion, très spectaculaire dans ce secteur (Fig. 17), est le facteur déterminant de ce bilan négatif.

Fig. 17: La rive délimitant la réserve de Cheyres: l'érosion entame massivement la dune boisée au devant de laquelle ne subsiste presqu'aucun massif de roselière lacustre.

6.1.5. Secteur 5: Estavayer-le-Lac - Chevroux

Ce secteur présente le bilan global le plus satisfaisant: le taux de couverture de la rive par des roselières lacustres est élevé (Fig. 10); de nombreux massifs forment un continuum avec la végétation riveraine (Fig. 13); le bilan dynamique est légèrement défavorable, par contre la pourcentage des surfaces stables est le plus élevé de la rive (Tableau 4 et Fig. 14). Cette stabilité est certainement à mettre en relation avec la présence d'un substrat molassique affleurant ou recouvert d'un tapis de galets à granulométrie élevée (souvent supérieure à 20 cm de diamètre); la morphologie souvent chétive des roseaux ainsi que la situation des nombreux massifs de jonc des tonneliers, très au large de la rive pour la plupart, sont liées à la présence de ce substrat particulier (Fig. 18).

Fig. 18: La rive proche du village de Forel: des massifs de jonc des tonneliers au large dont la position géographique et la surface semblent n'avoir que peu évolué depuis une cinquantaine d'années, après consultation des photos aériennes à disposition.

6.1.6. Secteur 6: Chevroux - Portalban

C'est, avec le secteur 5, celui qui présente le bilan global le plus satisfaisant. Le taux de couverture de la rive par des roselières lacustres est le plus élevé (Annexe 1 et Fig. 10), celui du morcellement le plus faible (Fig. 11). C'est aussi le secteur qui présente la ligne de rive la moins marquée, ce qui induit la présence de nombreux massifs formant un continuum avec les bas-marais non boisés riverains (Fig. 13). Le bilan dynamique est le seul qui soit favorable (Tableau 4 et Fig. 14). La zone située au nord-ouest de Portalban, bien que fortement soumise aux activités de plaisance (navigation, baignade), ne présente pas un bilan dynamique particulièrement négatif (Fig. 19); les observations faites lors de visites de terrain tempèrent cependant cette constatation: les massifs semblent avoir été, avant 1979, artificiellement réduits afin de faciliter l'accès à la rive.

Fig. 19: Au nord-ouest de Portalban: une cohabitation des roselières lacustres et des activités de plaisance (navigation) difficile; les empreintes submergées d'anciens massifs plus vastes ainsi que les couloirs d'accès aux pontons en témoignent.

6.1.7. Secteur 7: Portalban - Cudrefin

Malgré un taux élevé de couverture de la rive par des roselières lacustres (Fig. 10), ce secteur présente un bilan dynamique largement défavorable (Tableau 4 et Fig. 14); ceci peut s'expliquer par le fait qu'il contient 3 portions importantes de rive où s'exerce une forte pression des activités de navigation, au nord-est de Portalban, au centre du secteur et au sud-ouest de Cudrefin (Annexe 1 et Fig. 20); en outre, la configuration largement convexe de la ligne de rive au centre du secteur semble particulièrement la soumettre au phénomène d'érosion.

Fig. 20: Aux abords du port de Cudrefin, au lieu-dit Les Chavannes, des pontons illégaux implantés dans la roselière lacustre; certaines surfaces de roselière lacustre furent longtemps fauchées de manière illicite.

6.2. Bilan global

6.2.1. Distribution et dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, période 1979-1987

Les résultats de cette cartographie chronologique, mettent en évidence un clivage de la rive Sud du lac de Neuchâtel en deux zones que les bilans de répartition et du dynamisme des roselières lacustres opposent:

- la rive joignant Yverdon à Estavayer n'abrite des surfaces de roselière lacustre que sur moins d'un sixième de sa longueur; elles se présentent sous la forme de petits massifs au large ou accolés à une ligne de rive bien marquée et souvent boisée, mais rarement en contact avec la végétation palustre riveraine; le bilan dynamique y est largement défavorable;

- la rive joignant Estavayer à Cudrefin abrite des surfaces de roselière lacustre sur plus de la moitié de sa longueur; les massifs y sont plus grands et nombre d'entre eux sont en contact avec la végétation palustre riveraine; le bilan dynamique y est globalement défavorable avec cependant un bilan positif pour le secteur 6.

6.2.2. Quelques hypothèses et faits concernant le dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, en relation avec la première (1868-1891) et la deuxième (1962-1973) correction des eaux du Jura (CEJ)

Lorsqu'on observe, au fil d'un cycle annuel actuel, les roselières lacustres de la Grande Cariçaie, on constate qu'elles sont inondées, surtout en période de végétation (avril-septembre), par des hauteurs d'eau considérables (plusieurs dizaines de centimètres). Intuitivement, on peut alors s'imaginer que leur expansion originelle s'est réalisée dans de telles conditions. Cette intuition ne semble pas être démentie par les courbes moyennes annuelles du niveau du lac présentées dans l'Annexe 3: l'allure générale (amplitude de fluctuation et alternance de hautes et basses eaux) de la courbe moyenne de la période d'entre deux CEJ et de celle d'après deuxième CEJ est la même; leur différence se situe dans le décalage vers le bas (environ 20 cm) de la deuxième par rapport à la première.

Cependant cette relative similarité des courbes moyennes masque de fortes différences dans le rythme et l'amplitude des fluctuations annuelles du lac entre ces deux périodes; les Annexes 4 et 5 montrent clairement que l'amplitude entre les minimas et les maximas et les écarts-types des variations diffèrent considérablement d'une période à l'autre.

Les développements qui suivent tentent, par le biais d'assertions étayées, d'apporter un éclairage nouveau sur l'origine et le dynamisme des roselières lacustres

en relation avec cet important changement du régime des eaux du lac de Neuchâtel qu'a été la deuxième CEJ. Un schéma final récapitule ces développements (Fig. 21).

D'importantes surfaces de la beine lacustre ont été exondées, en période de végétation, entre la première et la deuxième CEJ.

L'Annexe 6 révèle que, jusqu'au début des années 1940, le niveau du lac s'est régulièrement situé, pendant plusieurs mois au cours d'une même période de végétation, à un niveau inférieur à 429 m, exondant ainsi en partie les sables molassiques de la beine lacustre.

Ces données sont confirmées par l'observation des photographies aériennes datant d'avant la deuxième CEJ qui présentent, sur d'importantes longueurs de rive, entre l'eau libre du lac et la végétation riveraine, des zones blanchâtres assimilables à des dunes et des bancs de sable exondés plus ou moins colonisées par la végétation.

Berset a donné, en 1950, une description de ce type de surface exondée:

"Le vent du nord-est, parfois très violent, a formé de vraies dunes dont les plus importantes se trouvent entre Yverdon et Yvonand, dans la réserve de Cheyres et sous les roches de Cudrefin. Ces dunes constituées par du sable mélangé à des débris de plantes ont jusqu'à 1 m. de hauteur sur 4 à 5 m. de large et peuvent atteindre jusqu'à 50 m. de longueur.".

Un niveau du lac de 429 m, rapporté aux données bathymétriques, permettrait actuellement l'exondation d'une marge de la beine large d'environ 50 m entre Estavayer et Cudrefin; cette marge contient la quasi totalité des roselières lacustres de ce secteur. Cette marge devait être, aux époques de ces étiages particuliers, encore plus large puisqu'il est admis que l'érosion a, depuis, engendré une exportation régulière des matériaux vers le large.

Les surfaces de la beine lacustre exceptionnellement exondées en période de végétation étaient colonisées par une végétation pionnière.

Les périodes d'exondation exceptionnelles permettaient 2 phénomènes remarquables, soit la formation de bancs de sable et de dunes, dont la durée d'émersion dépendait de leur niveau par rapport à celui du lac, et leur colonisation par une végétation pionnière.

Berset a décrit, en 1950, cette phase de colonisation des dunes dans la réserve de Cheyres:

"Elles sont parfois submergées à l'époque des hautes eaux. Une couverture très clairièrée de *Phragmites communis* fixe le sable qui est progressivement envahi par d'autres espèces.

1. Dune récente de 20 m. de long sur 2-3 m. de large et 1 m. de hauteur (rec. 40 %, sol constitué par du sable et des débris végétaux).	2. Une dune un peu plus ancienne, de 20 m2 et 1 m. de hauteur (rec. 60 %).
3.1 *Phragmites communis* 1.1 *Reseda lutea* 1.1 *Erucastrum Pollichii* 1.1 *Erucastrum obtusangulum* +.2 *Equisetum variegatum* + *Calamagrostis Epigeios* + *Salix purpurea* + *Populus nigra* + *Mariscus serratus* + *Lysimachia vulgaris*	3.1 *Phragmites communis* 2.1 *Oenothera biennis* 2.2 *Equisetum variegatum* 1.2 *Equisetum ramosissimum* 1.1 *Calamagrostis Epigeios* + *Erucastrum obtusangulum* + *Salix purpurea* + *Populus nigra* + *Sanguisorba minor* + *Convolvulus sepium* + *Fraxinus excelsior* + *Thalictrum flavum* + *Equisetum arvense*

Cette végétation évolue vers une aunaie plus ou moins fragmentaire. Ce sont des anciennes dunes fixées qui sont à l'origine des îlots boisés, particulièrement nombreux dans la réserve."

Les surfaces de la beine lacustre colonisées par une végétation pionnière subissaient des inondations exceptionnelles susceptibles de sélectionner les espèces végétales colonisatrices.

Certaines espèces végétales présentes dans les deux relevés de Berset n'ont en commun que leur caractère pionnier; l'alternance d'exondations (Annexe 6) et d'inondations (Annexe 7) exceptionnelles, en période de végétation, devait exercer une sélection: le *Reseda*, les *Erucastrum*, le *Calamagrostis*, la *Sanguisorba* et l'*Oenothera* ne se développant pas en pleine eau, seul le *Phragmites* semblait pouvoir s'adapter à cette alternance.

Les fluctuations du niveau du lac, depuis la deuxième CEJ, ne permettent plus l'établissement de nouveaux massifs de roselière lacustre; les massifs apparus entre les deux CEJ subissent une érosion généralisée compensée par quelques expansions limitées.

Les résultats de la cartographie chronologique des roselières lacustres de la Grande Cariçaie montrent clairement qu'aucun nouveau massif de roselière lacustre ne s'est établi sur la beine depuis 1979 et qu'il existe une tendance généralisée des massifs présents à la régression. Les fluctuations du niveau du lac depuis la deuxième CEJ assurent leur inondation durant la période de végétation mais ne permettent pas leur stabilisation ou même leur expansion; la hauteur d'eau en période de végétation, associée à l'intensité des courants sur la beine semblent jouer un rôle déterminant dans ce dynamisme régressif.

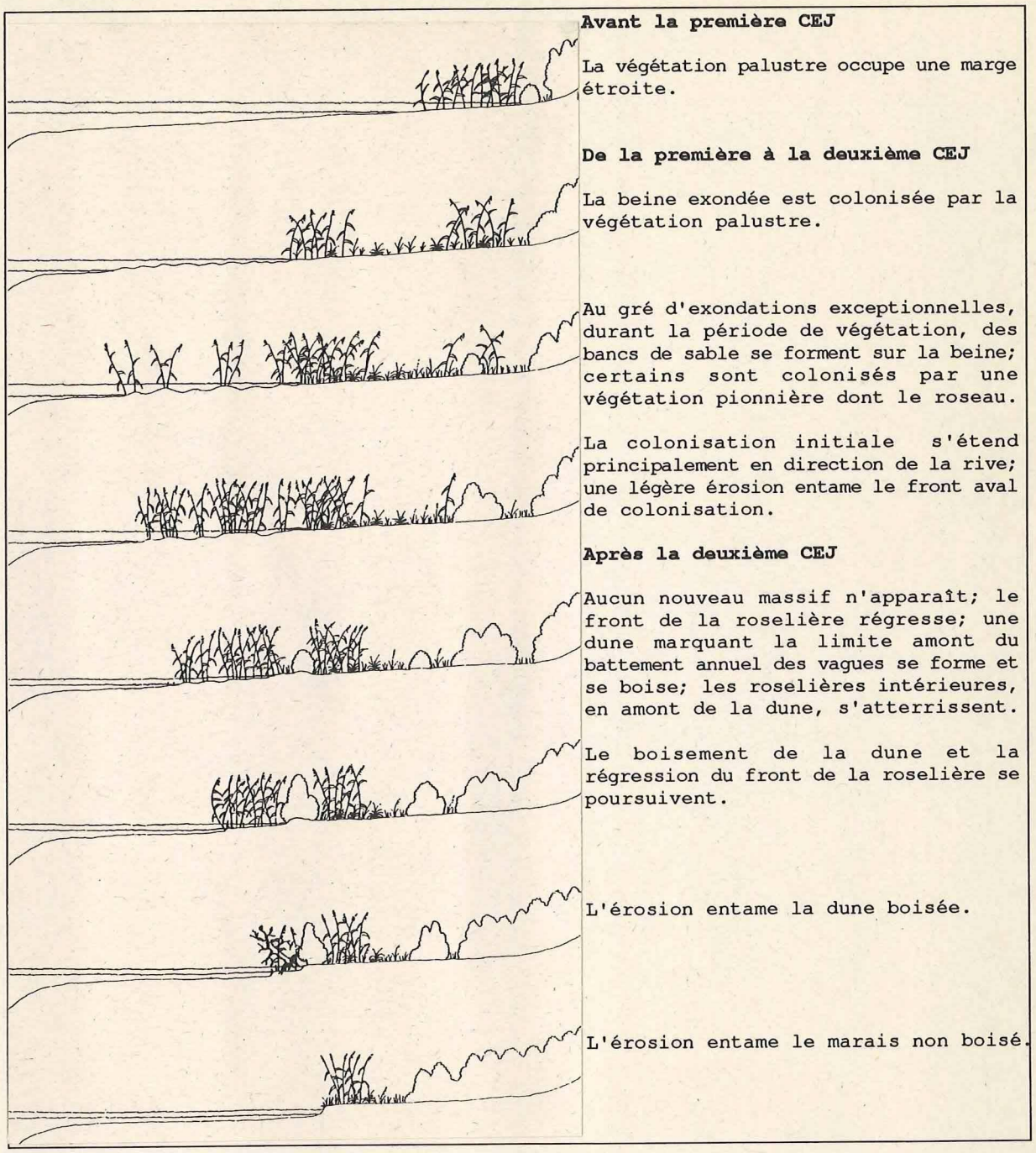


Fig. 21: Schéma récapitulatif du dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie, de la première CEJ à nos jours.

Pour le secteur 1, Yverdon - Yvonand, et ce en raison de la force des courants et du niveau bas de la beine, il semble que l'on soit passé directement de la deuxième à la dernière étape du cycle proposé, sans qu'aucun massif de roselière lacustre ne se soit installé sur la beine; pour 2 sites particuliers du secteur 7, Portalban-Cudrefin, l'Annexe 2 confirme la succession des premières étapes proposées:

- extension maximale des massifs, située entre la moitié des années 1950 et celle des années 1970;
- régression régulière depuis.

6.2.3 Autres facteurs du dynamisme des roselières lacustres de la Grande Cariçaie

La pression anthropogène:
3 secteurs y sont intensément soumis:

- le secteur 4 à hauteur de Cheyres ainsi que de Font à Estavayer;
- le secteur 6 au Sud-Ouest de Portalban;
- le secteur 7 au Nord-Est de Portalban, à Trouville et au Sud-Ouest de Cudrefin.

De nombreux pontons y ont été érigés à partir de la rive, elle-même souvent stabilisée par des ouvrages en dur; la construction de ces pontons, leur entretien et leur fréquentation a amputé et fragmenté la roselière lacustre ou bloqué les possibilités d'extension latérale.

La qualité du substrat:
La région d'Autavaux et de Forel abrite une concentration importante de massifs de roselière lacustre au large de la rive; ils sont essentiellement constitués de jonc des tonneliers; l'apparence chétive des roseaux laisse supposer une dynamique défavorable; il n'en est rien: en consultant les photos aériennes remontant jusqu'en 1946, force est de constater la stabilité des massifs de jonc des tonneliers; le socle molassique recouvert d'un tapis de cailloux et de blocs erratiques, caractéristique de cette zone, freine l'érosion et stabilise ainsi les massifs.

La configuration de la ligne de rive:
La baie d'Yvonand, de par son échancrure profonde, échappe à l'érosion et abrite des roselières lacustres dont la dynamique est satisfaisante.
A l'inverse, les massifs de roselière lacustre de Trouville, situées le long d'une ligne de rive fortement convexe présentent une dynamique défavorable.

La qualité des eaux:
2 ruisseaux présents dans le secteur 5 amènent directement leurs eaux dans le lac; leurs embouchures sont colonisées par des roselières lacustres; pour ces deux sites la régression est très forte; des visites effectuées en été 1992 et 1993 ont permis de constater leur envahissement par d'importants herbiers d'algues vertes filamenteuses dont le poids infléchit, jusqu'à les rompre avec l'aide des vagues, les tiges de roseau; cette présence d'herbiers exceptionnels quant à leur taille est à mettre en relation avec la qualité des eaux de ces ruisseaux, certainement plus eutrophes que celles du lac.

7. REVITALISATION ET SUIVI SCIENTIFIQUE DES ROSELIERES LACUSTRES DE LA GRANDE CARICAIE

7.1. Revitalisation des roselières lacustres de la Grande Cariçaie

L'application de principes liés à l'aménagement du territoire: un moyen de ralentir la régression des roselières lacustres

Cette application pourrait localement permettre une revitalisation des roselières lacustres:

- éviter l'apport direct d'eaux trop eutrophes venant de la zone riveraine dans des massifs de roselière lacustre;
- éviter toute intervention d'entretien des riverains dans ces milieux sensibles;
- rationaliser les infrastructures liées à la navigation de plaisance;
- minimiser la pénétration du public.

Les différentes législations en vigueur actuellement devraient faciliter la concrétisation de ces principes.

La lutte contre l'érosion: la possibilité de stabiliser les roselières lacustres et de créer localement une nouvelle dynamique de colonisation

La lutte contre l'érosion est un objectif prioritaire dans l'optique d'une stabilisation des roselières lacustres et de l'ensemble des marais non boisés de la Grande Cariçaie.

S'il s'agissait de définir les modalités de mise en place des structures de lutte anti-érosion uniquement en fonction de cette stabilisation un dilemme de priorité se poserait: les roselières les plus atteintes valent-elles la peine d'être sauvées ou faut-il d'abord assurer la stabilité des plus importantes?

La faible présence de roselière lacustre entre Yverdon et Estavayer et leur dynamisme largement négatif ne devraient cependant pas conduire à une priorité de mise en place pour cette zone; seules les roselières lacustres de la baie d'Yvonand pourraient faire l'objet d'une attention particulière.

La régulation des fluctuations du niveau du lac: la possibilité de favoriser la progression des roselières lacustres

L'implication supposée des fluctuations du niveau du lac comme facteur essentiel du dynamisme des roselières lacustres a été développée dans le chapitre 6.2..

Il semble que seule la restauration d'un contexte de phénomènes exceptionnels d'exondation et d'inondation, tels que ceux que la Grande Cariçaie connaissait avant la deuxième CEJ, soit susceptible de favoriser l'apparition de nouveaux massifs, tout en diminuant l'impact de l'érosion sur les massifs actuellement en place.

7.2. Mise en place d'un suivi scientifique des roselières lacustres de la Grande Cariçaie

La méthode de cartographie chronologique dont ce rapport rend compte permet de dégager un niveau de connaissance macroscopique de la distribution géographique actuelle des roselières lacustres et de leur dynamisme.

Une surveillance scientifique annuelle du dynamisme de ce type de milieu a été mise en place depuis 1993: la valeur écologique des roselières lacustres de la Grande Cariçaie justifie cet effort régulier; les résultats permettront de mieux connaître la biodiversité de ce type de milieu, d'obtenir une évaluation localement précise de leur dynamisme, de mieux choisir les sites d'installation d'infrastructures anti-érosion et d'évaluer l'impact de ces dernières sur le dynamisme des roselières.
La mise en place des infrastructures anti-érosion s'accompagnera d'un suivi particulier.
En complément, la nouvelle cartographie de la végétation de la Grande Cariçaie, entamée en 1991 et devant se terminer en 1996, permettra d'obtenir une caractérisation phytosociologique de ces milieux et une évaluation de leur surface.

La synthèse de cette triple source de données permettra de décider de l'éventuelle nécessité d'un plan de gestion particulier à ce milieu et d'en formuler les principes.

8. BIBLIOGRAPHIE

Binz, H.-R., 1980. "Der Schilfrückgang - ein Ingenieurproblem?". Verband zum Schutze des Landschaftsbildes am Zürichsee 53: 35-52.

Broggi, M. F., 1990. "Inventaire des bas-marais d'importance nationale". Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 75p.

Burnand, J., 1980. "Die Entwicklung des Röhrichts am Zürcher Ufer des Zürichsees". Verband zum Schutze des Landschaftsbildes am Zürichsee 53: 43-69.

Iseli, C., 1989. "Mesures de protection des roseaux et des rives du lac de Bienne. Intervention de la protection civile dans les communes de Erlach, Lüscherz, Täuffelen, Mörigen.". Société pour la protection des rives du lac de Bienne (VBS), Bienne.

Iseli, C. et Imhof, T., 1987. "Lac de Bienne 1987. Protection des roseaux. Préservation et aménagement des rives naturelles.". Société pour la protection des rives du lac de Bienne, fascicule no 2, Bienne. 19p.

Klötzli, F. et Züst, S., 1973. "Conservation of reed-beds in Switzerland". Polskie Archiwum Hydrobiologii 20, 1 : 229-235.

Krumscheid, P., Stark, H., Peintinger, M., 1986. "Decline of reed at Lake Constance (Obersee) since 1967 based on interpretations of aerial photographs". Aquatic botany 35: 57-62.

Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (VAW), 1993. "Erosion de la rive sud du lac de Neuchâtel. Rapport final". VAW, Rapport 956/2F, Zurich. 46p.

Moret, J.-L., 1980. "Les Grangettes. A propos de la régression des roselières lacustres". Institut de botanique systématique et de géobotanique, Université de Lausanne, Lausanne. 91p.

Moret, J.-L., 1981. "Les Grangettes. Cartes des roselières lacustres 1976/1977-1981. Secteur Villeneuve-les Grangettes". Institut de botanique systématique et de géobotanique, Université de Lausanne, Lausanne. 11p.

Moret, J.-L., 1982. "Evolution des roselières lacustres de la région des Grangettes entre 1976 et 1982". Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 76, 362: 185-195.

Ostendorp, W., 1988. ""Die-back" of reeds in Europe - A

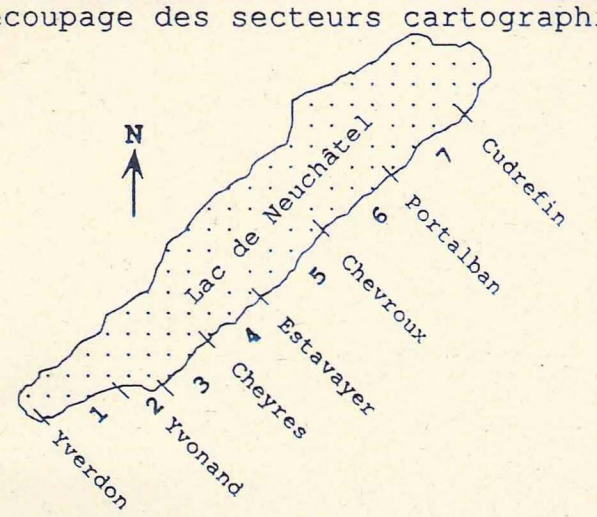
critical review of literature". Aquatic Botany 35: 5-26.

Ostendorp, W., 1993. "Schilf als Lebensraum". Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 68: 173-280.

Renevey, B., 1987. "Effectifs et évolution de la population nicheuse de Grèbes huppés, *Podiceps cristatus* , sur la rive Sud-Est du lac de Neuchâtel". Nos Oiseaux 39: 113-128.

Annexe 1 Carte des roselières lacustres état 1987
Comparaison avec l'état 1979

Découpage des secteurs cartographiés *



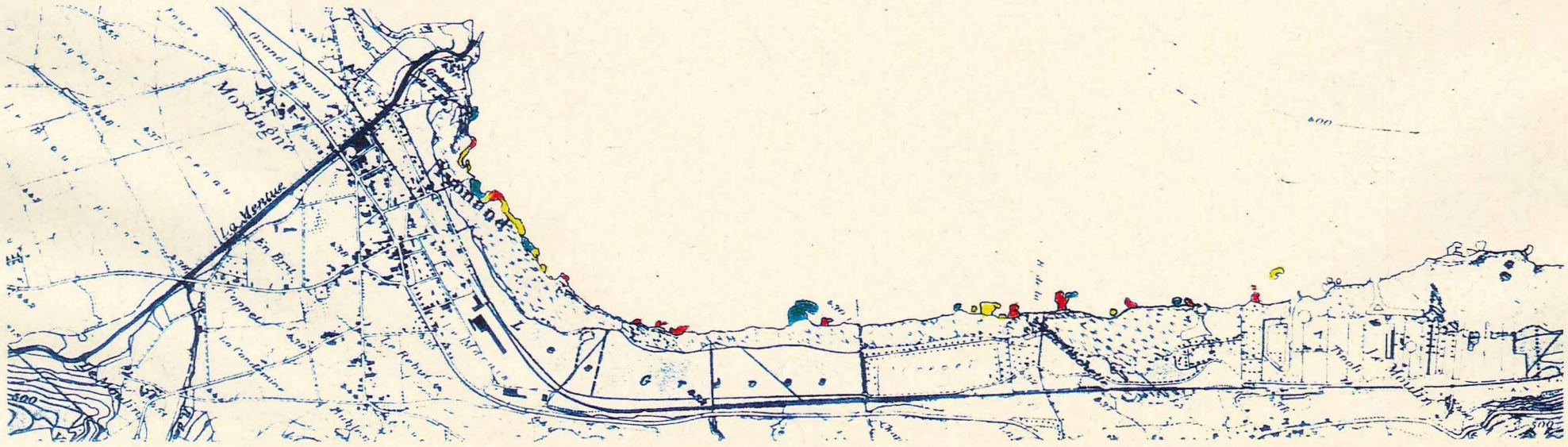
* Le secteur 1 ne contenant pas de roselière lacustre ni en 1979, ni en 1987, n'a pas été représenté dans les plans ci-dessous.

Légende

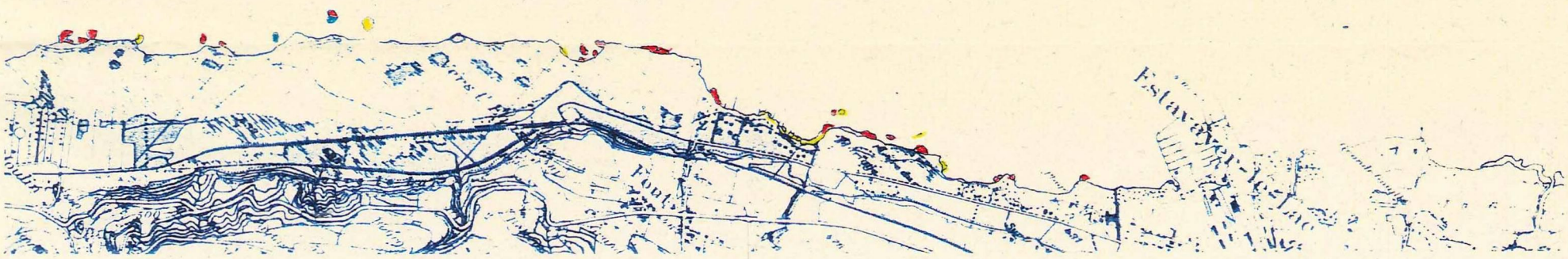
- roselière lacustre de l'état 1987 en **progression** comparativement à l'état 1979
- roselière lacustre de l'état 1987 **stable** comparativement à l'état 1979
- roselière lacustre de l'état 1987 en **régression** comparativement à l'état 1979
- roselière lacustre de l'état 1987 à statut indéterminé (photos aériennes 1979 non couvrantes)

Echelle: 1:25'000

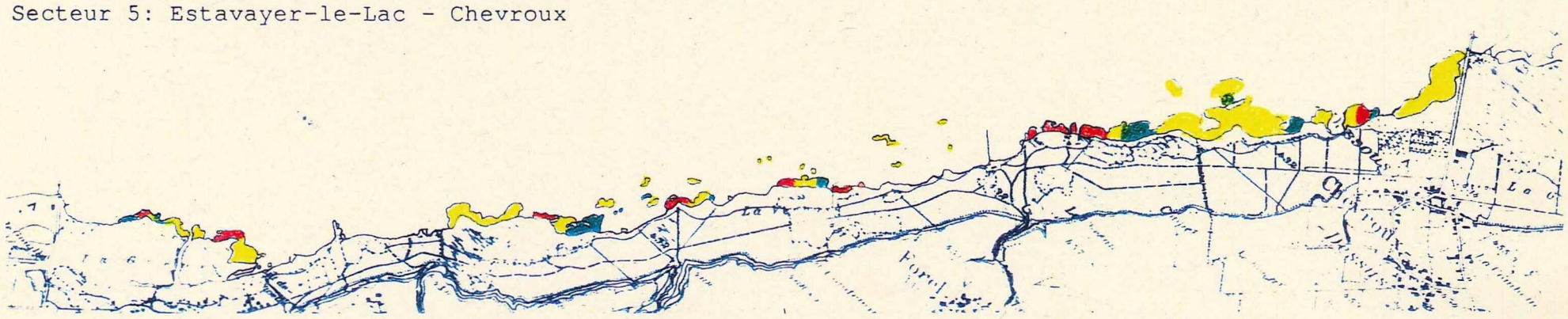
Secteurs 2 et 3: Yvonand et Yvonand - Cheyres



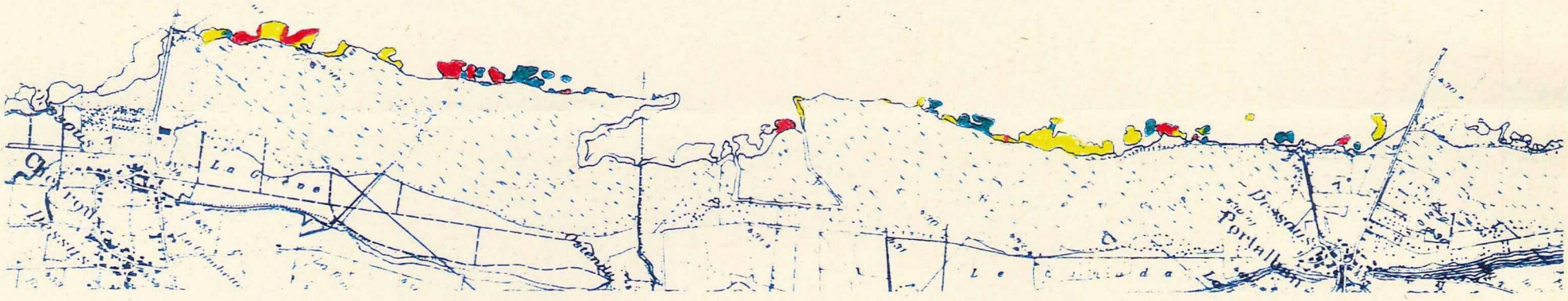
Secteur 4: Cheyres - Estavayer-le-Lac



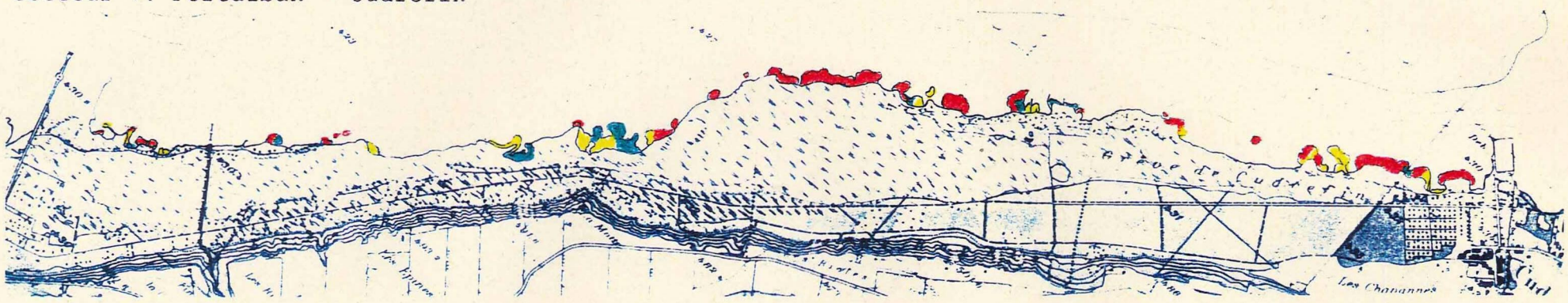
Secteur 5: Estavayer-le-Lac - Chevroux



Secteur 6: Chevroux - Portalban

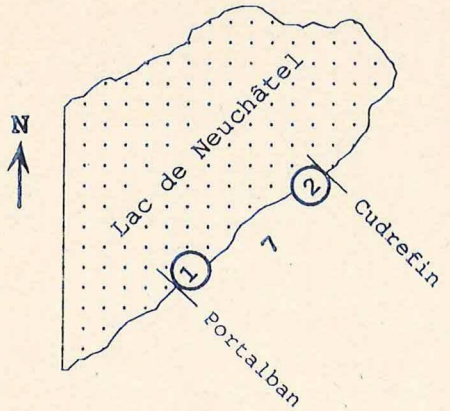


Secteur 7: Portalban - Cudrefin



Annexe 2 **Dynamisme des roselières lacustres de 2 sites particuliers du secteur 7**

Situation géographique des sites particuliers 1 et 2



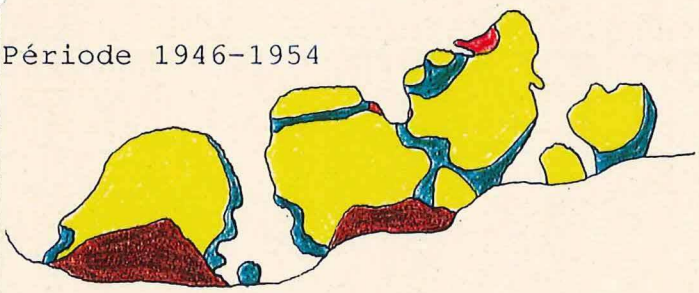
Légende

- roselière lacustre apparue
- roselière lacustre disparue
- roselière lacustre maintenue
- zone d'atterrissement naturel ou artificiel

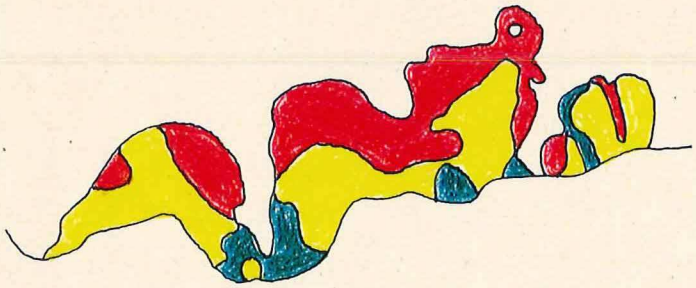
Echelle: 1:5'000

Site 1

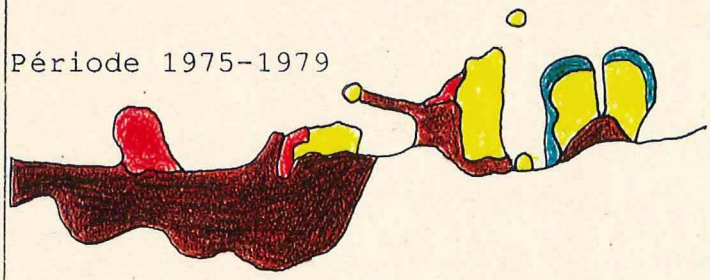
Période 1946-1954



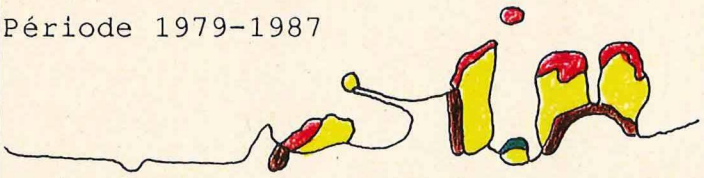
Période 1954-1975



Période 1975-1979

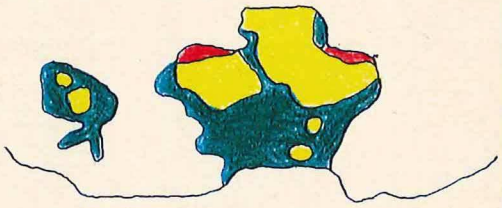


Période 1979-1987

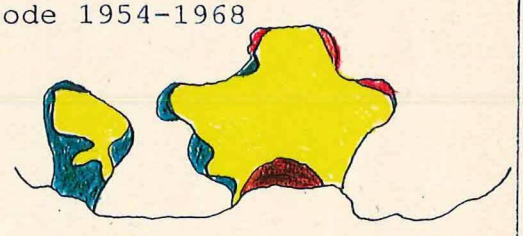


Site 2

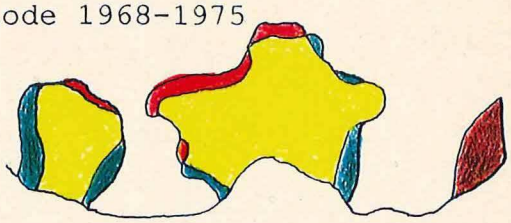
Période 1937-1954



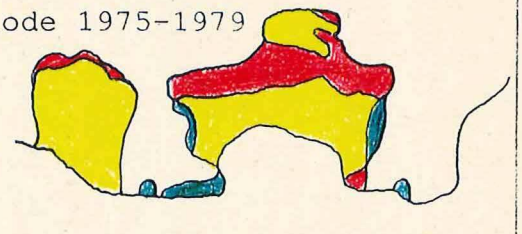
Période 1954-1968



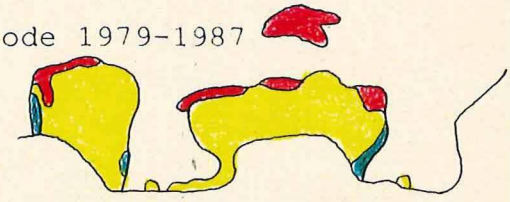
Période 1968-1975



Période 1975-1979

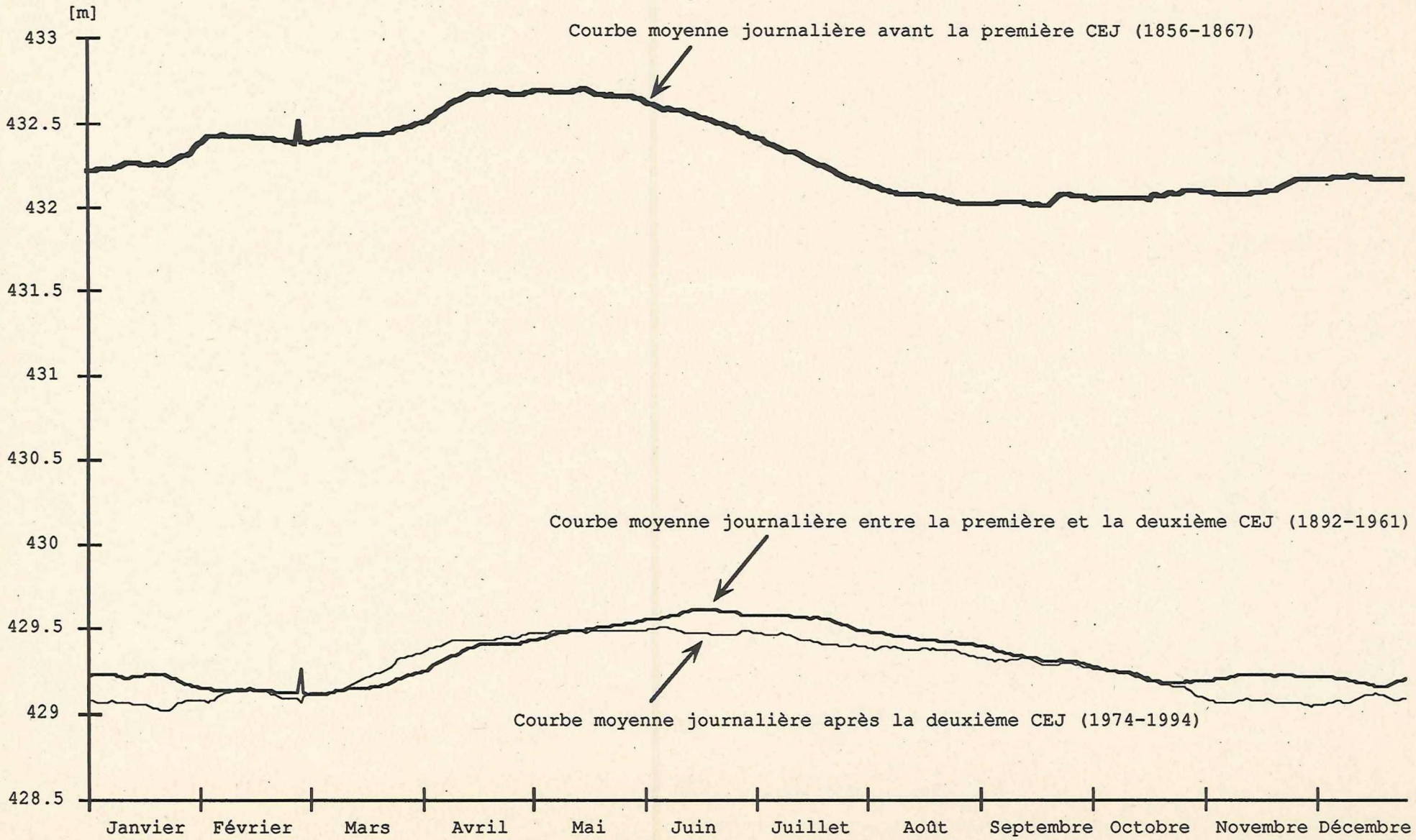


Période 1979-1987



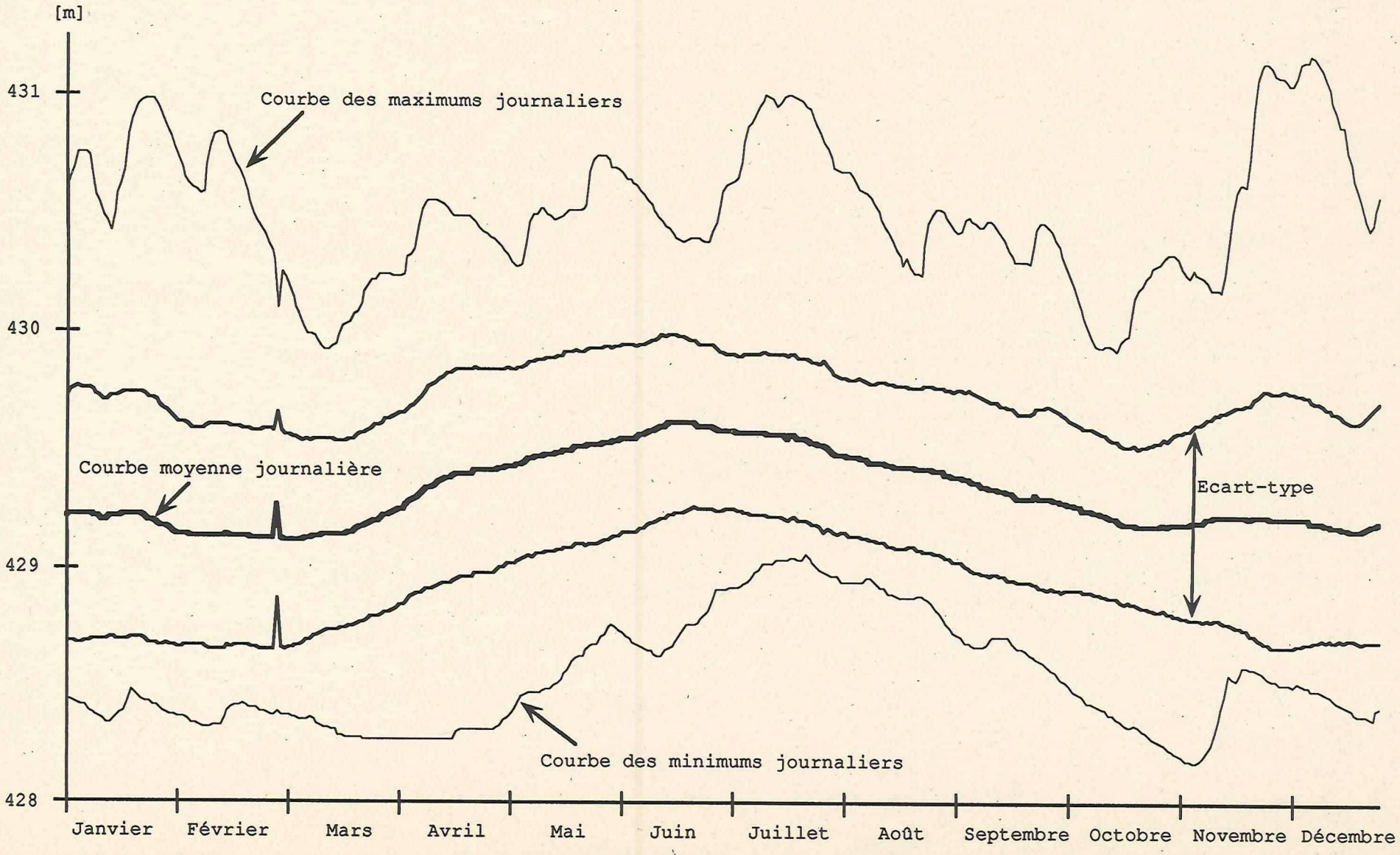
Annexe 3

Niveau du lac de Neuchâtel
Courbes moyennes journalières (d'après les données du service hydrologique suisse)



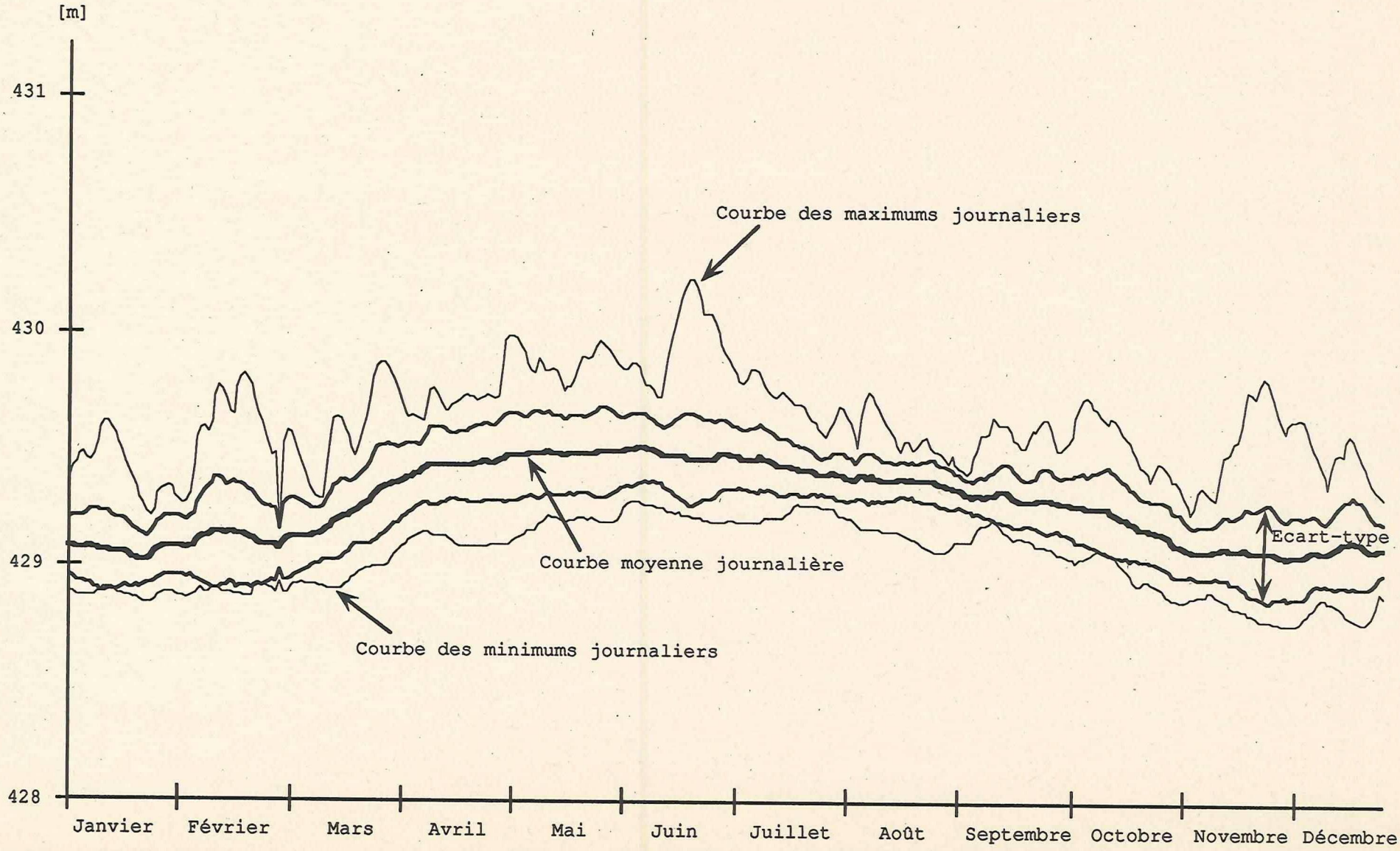
Annexe 4

Niveau du lac de Neuchâtel
Période entre la première et la deuxième CEJ (1892-1961) (d'après les données du service hydrologique suisse)



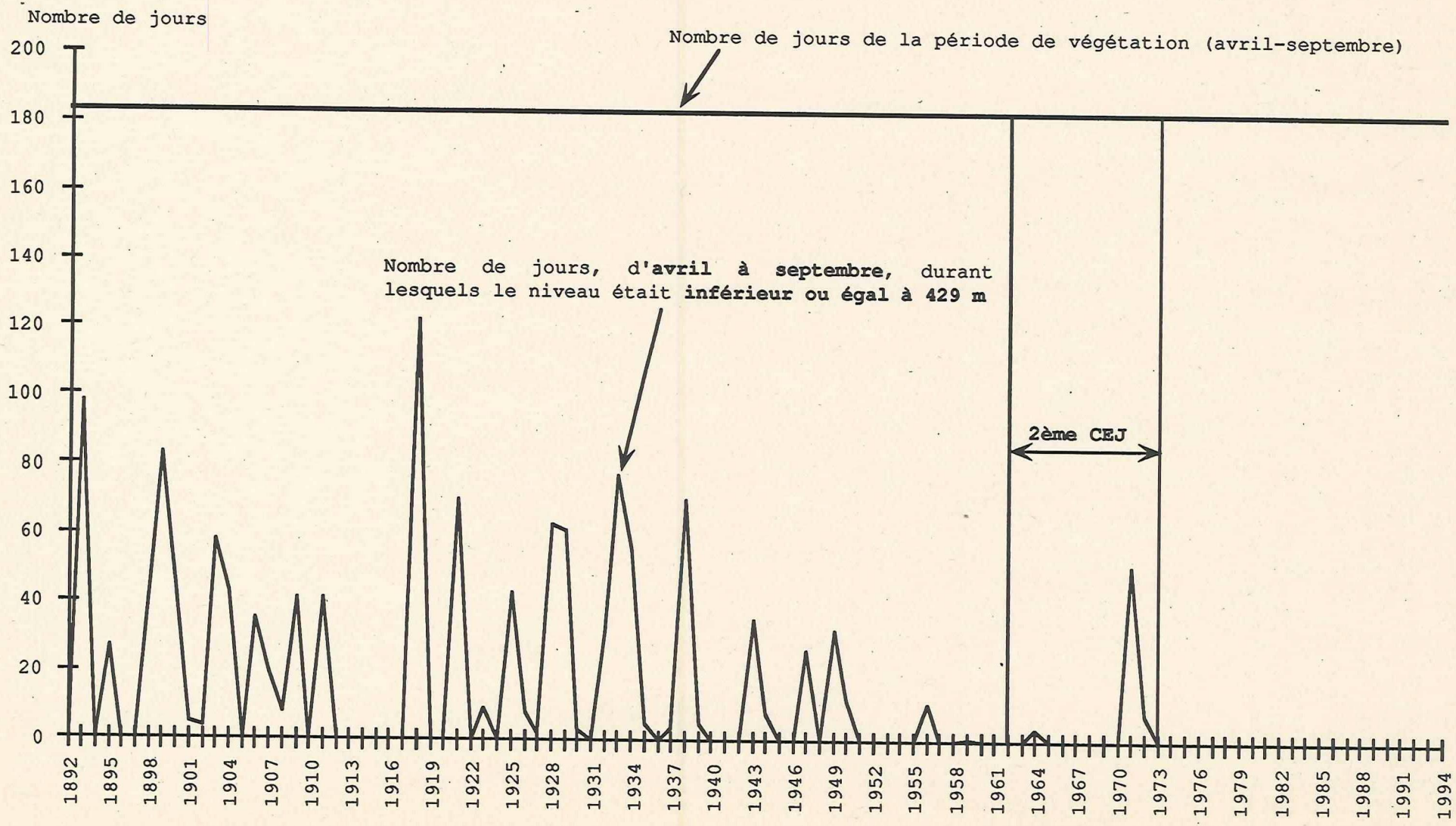
Annexe 5

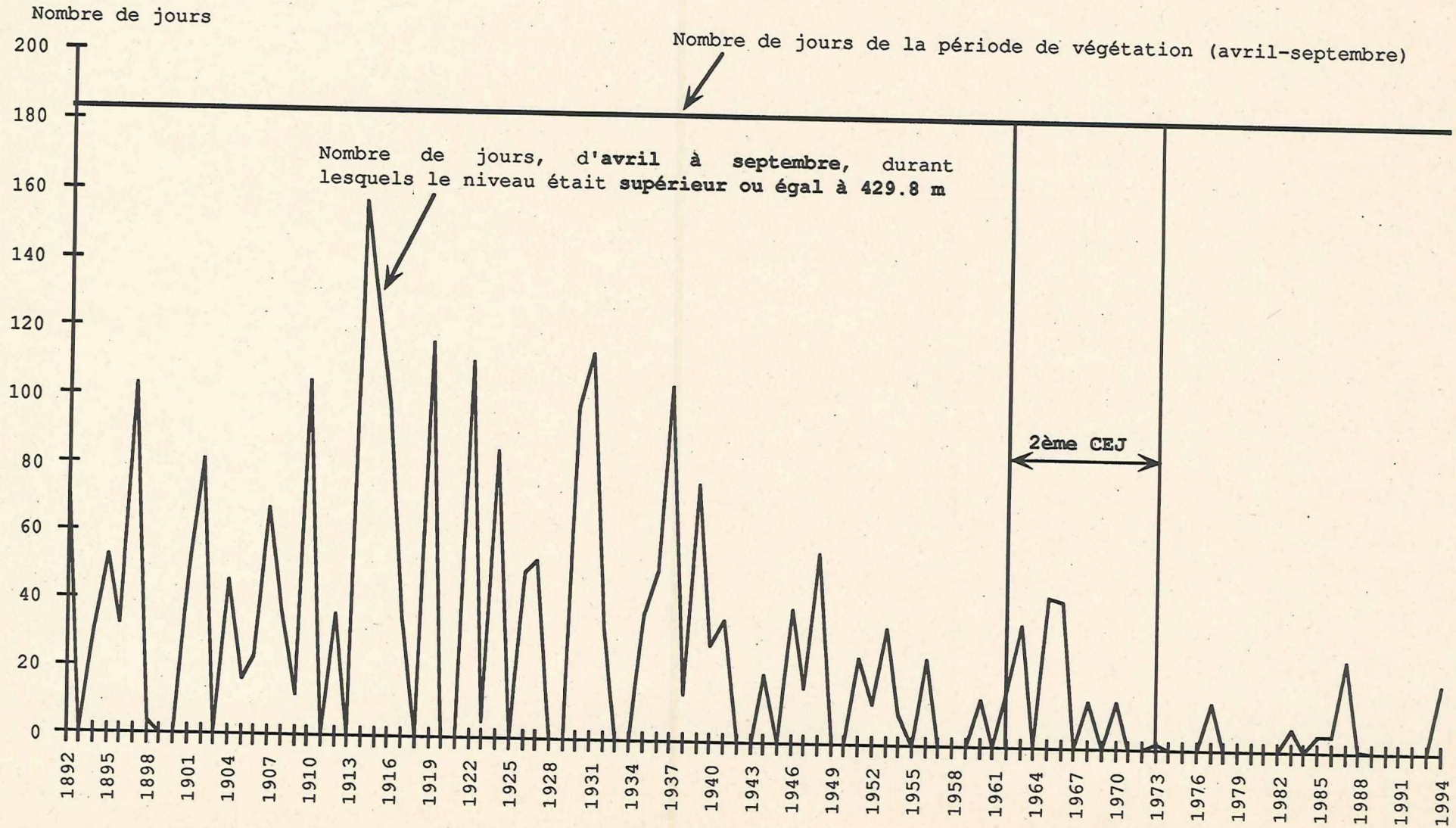
Niveau du lac de Neuchâtel
Période postérieure à la deuxième CEJ (1974-1994) (d'après les données du service hydrologique suisse)



Annexe 6

Niveau du lac de Neuchâtel
Exondations spectaculaires en période de végétation (d'après les données du service hydrologique suisse)



Annexe 7

Niveau du lac de Neuchâtel
Inondations spectaculaires en période de végétation (d'après les données du service hydrologique suisse)