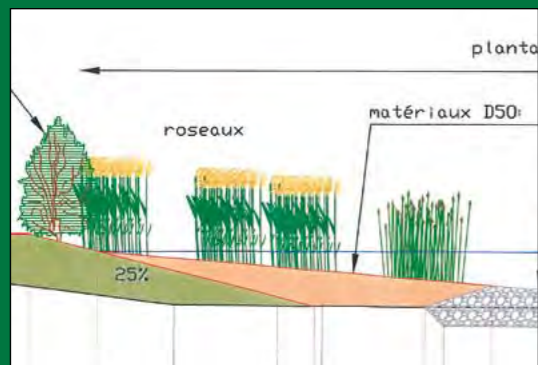


archéologie & érosion - 2

zones humides en péril

Actes de la deuxième Rencontre Internationale
Neuchâtel
23 - 25 septembre 2004



La menace qui pèse sur les vestiges archéologiques et les milieux naturels situés en zone humide est plus que jamais d'actualité. Comment protéger ce patrimoine culturel et écologique ? La Table Ronde de Marigny (1994) avait permis de poser les problèmes en présentant les premiers ouvrages testés dans différents pays européens. La publication des actes de la 2^e Table Ronde consacrée à l'érosion des milieux lacustres, palustres et fluviaux, tenue en 2004 au Laténium, Parc et musée d'archéologie de Neuchâtel, donne l'occasion de tirer un bilan des travaux réalisés au cours de ces deux dernières décennies et de proposer des solutions pour les années à venir, aussi bien en Suisse, en France, en Allemagne, aux îles britanniques qu'aux Pays-Bas. Le combat est loin d'être gagné, mais des remèdes existent ; ils ont été testés avec succès. Toutefois, c'est bien des solutions à long terme qu'il faut dorénavant développer. S'il n'existe pas pour l'instant de solution miracle à proposer, les résultats présentés dans cet ouvrage sont prometteurs et encourageants.

Dans la même collection :

RAMSEYER Denis et ROULIERE-LAMBERT Marie-Jeanne (dir.), *Archéologie & érosion, mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres*, Actes de la Rencontre Internationale de Marigny, lac de Chalain (29-30 septembre 1994), Centre Jurassien du patrimoine, Lons-le-Saunier, 1996.

Archéologie & érosion. Zones humides en péril

archéologie & érosion - 2

zones humides en péril

Actes de la deuxième Rencontre Internationale
Neuchâtel
23 - 25 septembre 2004



ARCHÉOLOGIE ET ÉROSION - 2

ZONES HUMIDES EN PÉRIL

Actes
de la deuxième
Rencontre Internationale
Neuchâtel, 23 - 25 septembre 2004

Sous la direction de
DENIS RAMSEYER
et de
MARIE-JEANNE ROULIÈRE-LAMBERT



2006
LONS-LE-SAUNIER

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS <i>Philippe Terrier</i>	5
« ARCHÉOLOGIE ET ÉROSION » : UNE TABLE RONDE POUR LA SAUVEGARDE DES SITES LACUSTRES <i>Monica Constandache</i>	7
« <i>Archaeology and Erosion</i> » : <i>waterlogged regions in peril</i>	8
« <i>Archäologie und Erosion</i> » : <i>gefährdete Feuchtgebiete</i>	9
MESURES DE PROTECTION À CORCELETTES ET CONCISE (RIVE NORD DU LAC DE NEUCHÂTEL) <i>Denis Weidmann et Pierre Corboud</i>	11
ÉROSION SUBLACUSTRE : 30 ANNÉES D'OBSERVATIONS DANS LE LAC DE NEUCHÂTEL <i>Béat Arnold</i>	17
BILAN DES ESSAIS DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION SUR LA RIVE SUD DE LAC DE NEUCHÂTEL. TRONÇON PILOTE DE CHESEAUX-NORÉAZ (GRANDE CARIÇAIE) <i>Catherine Strehler Perrin et Christian Clerc</i>	25
MESURES DE PROTECTION POUR LA SAUVEGARDE DES SITES ARCHÉOLOGIQUES DU LAC DE BIENNE <i>Albert Hafner</i>	33
PROTECTION D'UN SITE ARCHÉOLOGIQUE SUR LA PRESQU'ÎLE DE GRENG, LAC DE MORAT <i>Denis Ramseyer</i>	39
LES SITES PRÉHISTORIQUES LITTORAUX DES LACS DE NEUCHÂTEL, DE MORAT ET DU LÉMAN : ÉTAT DE CONSERVATION ACTUEL, ÉVOLUTION PROBABLE ET POLITIQUE DE GESTION <i>Pierre Corboud et Christiane Pugin</i>	47
SUIVI DU NIVEAU DE LA NAPPE PHRÉATIQUE DANS LES PALAFITTES DU CANTON DE ZOUG <i>Stefan Hochuli et Gishan F. Schaeren</i>	57
L'ÉCONOMIE DICTE-T-ELLE LA DESTRUCTION OU LA CONSERVATION DES SITES LACUSTRES ? LA CONSERVATION « IN SITU » DANS LE CANTON DE THURGOVIE <i>Hansjörg Brem</i>	63
DESTRUCTION DES PALAFITTES DANS LES LACS ZURICHOIS : CAUSES DIVERSES, RÉPONSES ADÉQUATES <i>Beat Eberschweiler</i>	73
MESURES DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION DES SITES LACUSTRES DE LA PARTIE ALLEMANDE DES RIVES DU LAC DE CONSTANCE. ÉTAT ACTUEL DES EXPÉRIENCES ET NOUVEAUX PROJETS <i>Joachim Köninger et Helmut Schlichtherle</i>	81
LA PROTECTION DU LAC DE CHALAIN (FONTENU, JURA, FRANCE), DIX ANS APRÈS (1995-2004) <i>Pierre Pétrequin</i>	89
INVENTAIRE ET DIAGNOSTIC DES SITES IMMERGÉS DES LACS SUBALPINS <i>Yves Billaud et André Marguet</i>	99
L'ÉROSION DES BERGES AU LAC DU BOURGET (SAVOIE, FRANCE). PROGRAMME DE RESTAURATION POUR LA CONSERVATION DU PATRIMOINE NATUREL <i>André Miquet</i>	111
LA NAPPE PHRÉATIQUE ET LE PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE EN MILIEU HUMIDE AUX PAYS-BAS <i>Robert van Heeringen et Liesbeth Theunissen</i>	117
QUEL AVENIR POUR LES SITES EN MILIEU HUMIDE ? <i>Denis Ramseyer</i>	127
Liste des conférenciers et participants à la Table Ronde	133

Rencontre organisée par :

Université de Neuchâtel

Laténium, Parc et musée d'archéologie de Neuchâtel

Conservation départementale d'histoire naturelle, archéologie et ethnologie du Conseil général du Jura

Direction de la publication :

Denis Ramseyer, Institut de préhistoire et des sciences de l'antiquité de l'Université de Neuchâtel (CH)

Marie-Jeanne Roulière-Lambert, Conservation départementale d'archéologie, Conseil Général du Jura (F)

Traduction des résumés : *Eva Geith (allemand) et Dominique Robert Bliss (anglais)*

Réalisation graphique : *Alain Tournier, L'Architecture Graphique, F 39230 Rye*

Couverture : *Aix-les-Bains, baie de Ménard (Savoie, lac du Bourget), cliché André Marguet/DRASSM*

Dos : *lac de Biemme (CH), lac du Bourget (F), lac de Constance (D), Zeeland (NL)*

Impression : *Imprimerie Billot, F 39570 Montmorot*

Édité grâce au soutien financier de :

Canton de Berne, Service archéologique (CH)

Université de Neuchâtel, Institut de préhistoire et des sciences de l'antiquité (CH)

Laténium, Parc et Musée d'archéologie de Neuchâtel (CH)

Canton de Thurgovie, Amt für Archäologie (CH)

Canton de Zug, Amt für Denkmalpflege und Archäologie (CH)

Ville de Zurich, Amt für Städtebau (CH)

Conseil général du Jura (F)

Ministère de la Culture (F)

Édition et diffusion :

Centre Jurassien du Patrimoine

7, rue des Cordeliers

F-39000 Lons-le-Saunier

ISBN 2-905854-44-8

Avant-propos

Discours de bienvenue

*J*e vous souhaite une amicale bienvenue à cette 2^e Table ronde internationale sur le thème « Archéologie et érosion » qui marque le 150^e anniversaire de la découverte des sites lacustres ainsi que le 10^e anniversaire de la Première Table ronde tenue à Marigny (Jura français) à l'initiative de Mme Marie-Jeanne Lambert. Voici donc réunis durant trois jours, avec d'autres intervenants, les mêmes participants qu'il y a dix ans, ce qui permettra de constater sur chacun les effets de l'érosion mais surtout de faire un bilan des mesures prises en vue de la protection et de la sauvegarde des trésors archéologiques de nos lacs.

Notre Université est fière de vous recevoir aujourd'hui dans ce prestigieux Laténium et adresse ses plus vifs remerciements à celles et à ceux qui ont mis sur pied cette rencontre : notre collègue Denis Ramseyer, assisté de Mesdames Martine Polier et Valérie Huguenin, secrétaires, sans oublier le professeur Michel Egloff, le maître de ces lieux.

Depuis les temps préhistoriques, nombreux ont été les visiteurs étrangers qui ont été séduits par les charmes de notre région et qui, parfois, s'y sont établis durablement. Les raisons pour lesquelles ils ont choisi de venir à Neuchâtel étaient au reste fort diverses et parfois inattendues. Ainsi ce fut :

- pour y trouver refuge et y mener une vie calme près de la nature, comme Jean-Jacques Rousseau,
- pour y fabriquer son premier chocolat, comme Philippe Suchard,
- pour y goûter nos vins et s'intéresser aux procès de sorcières, comme le général Miranda, du Venezuela,
- pour y rencontrer sa maîtresse et flâner avec elle le long du lac, comme Honoré de Balzac, ou pour y retrouver la famille de sa femme, comme Félix Mendelssohn,
- pour y admirer les Alpes quand il n'y avait pas de brouillard, comme Percy Bysshe Shelley ou James Fenimore Cooper,
- pour se faire soigner dans une clinique psychiatrique, comme Antonin Artaud, Hermann Hesse et Walter Vogt,
- pour respirer l'air pur du Jura et fortifier ses poumons, comme André Gide,
- pour déguster un soufflé à l'absinthe, comme le président François Mitterrand,
- ou encore parce qu'il y a de bons trains pour Berne, comme disait volontiers Friedrich Dürrenmatt qui vécut ici pendant plus de 40 ans.

Comme vous le voyez, depuis l'époque lacustre, Neuchâtel a toujours été bien fréquentée et continue de l'être puisque vous êtes parmi nous, venus des quatre coins de l'Europe.

Il me reste à vous souhaiter un excellent séjour, des contacts enrichissants et des travaux fructueux.

Prof. Philippe Terrier
Ancien doyen de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines
Président du Sénat de l'Université de Neuchâtel

« Archéologie et érosion » une table ronde pour la sauvegarde des sites lacustres

Sur les rives de la plupart des lacs *circum alpines*, en Suisse, en France et en Allemagne principalement, un phénomène nouveau a été observé depuis une vingtaine d'années: l'accélération de l'érosion des rives, qui entraîne dans son sillage la destruction des vestiges archéologiques. Lors de la première Table Ronde de Marigny, tenue en 1994, l'on avait pris conscience de l'ampleur du phénomène et comparé les premières mesures de sauvetage, réalisées dans différentes régions. Aujourd'hui, dix ans plus tard, la deuxième Table Ronde organisée à Neuchâtel offrira l'occasion d'un premier bilan.

Les archéologues n'ont pas été seuls à s'inquiéter de la situation: au début des années 1990, la sonnette d'alarme avait également été tirée par les groupes de protection de l'environnement. L'exemple du lac de Neuchâtel, tout particulier qu'il soit, peut être considéré comme emblématique. Fouetté par les vagues provoquées par le joran – un vent particulièrement puissant qui descend du Jura –, balayé sur toute sa longueur par des airs qui s'engouffrent le long des anticlinaux, le lac de Neuchâtel possède en outre un niveau d'eau qui a été modifié et stabilisé suite aux deux corrections des eaux du Jura durant les XIX^e et XX^e siècles. Actuellement, il voit ainsi sa rive sud reculer de plus d'un mètre par année. Et lorsqu'un gros arbre, déchaussé par le ressac s'effondre, il arrache jusqu'à 4 à 5 m de rive d'un seul coup.

Les phénomènes d'érosion sont également d'origine humaine. Les bateaux à moteur provoquent des remous importants, les chaînes des ancres, trop longues, raclent les fonds, le hersage des zones de baignade en détruit la constitution naturelle. Avec des conséquences tout aussi importantes mais plus inattendues, une construction massive entreprise sur la rive, par exemple, peut provoquer un glissement subaquatique dans le talus du lac.

Comme les écologistes soucieux de la dégradation des sites naturels, les archéologues se sont rapidement rendu compte que ce patrimoine archéologique exceptionnellement riche, mis au jour fortuitement par l'érosion, était condamné à disparaître définitivement en l'espace de quelques années en l'absence d'une intervention efficace.

Suite à l'état des lieux dressé notamment lors de la Table Ronde de Marigny, des programmes d'inventaires ont été lancés, qui, à leur tour, ont révélé d'autres sites en danger. Il a fallu établir des priorités et lancer des fouilles de sauvetage. Ces mesures sont néanmoins restées insuffisantes face à l'abondance des gisements. Ainsi est née l'idée de mettre à l'abri pour les générations à venir ce qui ne pouvait être

fouillé rapidement. Recouvrir pour préserver: une pratique archéologique paradoxale a vu le jour.

La communauté d'intérêts qui réunissait les milieux de protection de la nature et les archéologues est apparue d'emblée. Ce n'est donc pas par hasard qu'un consensus s'est établi dès le début autour de solutions « douces » en matière de protection: l'idée était d'entourer les sites de palissades en bois, éventuellement de renforcer celles-ci par des sacs remplis de sable, ou de couvrir les gisements par des sacs en géotextile – une matière synthétique très solide, utilisée dans la construction – remplis de gravier et posés à la main. On misait gros, à l'époque, sur le « génie biologique » également: la roselière, en repoussant, devait protéger à la fois les sols reconstitués et les vestiges archéologiques qu'ils recouvraient.

Qu'en est-il aujourd'hui? Lors de la Rencontre de Neuchâtel, force a été de constater que la réussite des ouvrages de protection n'avait pas été égale partout. Les exemples de clayonnages ployés sous le battement des vagues ou de géotextile déchiré – car il est sensible à la lumière – n'ont pas manqué. Et la maintenance des ouvrages, tous les trois ou cinq ans, s'avère trop coûteuse. Chose inattendue encore: si, auparavant, l'avance de la roselière était souhaitée en chœur par les archéologues et les écologistes, l'unanimité s'est un peu effritée aujourd'hui: les rhizomes des roseaux pénètrent parfois jusqu'à 30, voire 50 cm de profondeur, détruisant ainsi les vestiges qu'ils étaient censés protéger. Il semblerait même qu'ils préfèrent précisément s'entortiller autour des pieux, qui s'en trouvent en fin de course tout mités. Quoi qu'il en soit, c'est plutôt vers des solutions plus conséquentes que l'on semble se diriger pour l'avenir – du géotextile renforcé par du treillis métallique et recouvert par des galets, par exemple, pour les sites immergés.

Si, par le passé, l'archéologie a pu se développer dans le sillage d'une économie florissante – on pense aux nombreux sites en Suisse découverts le long des tracés d'autoroutes – elle doit trouver aujourd'hui de nouvelles synergies. Pour sauver ce qui peut l'être, il faudra sans doute encore davantage mettre en valeur les intérêts communs existant entre les domaines de la protection de la nature, du tourisme et de l'aménagement du territoire. Par-dessus tout, informer et sensibiliser l'opinion publique et les décideurs politiques doit rester une priorité. La conférence, outre son intérêt scientifique, a également été un pas dans cette direction.

Monica Constandache
Journaliste scientifique

« Archaeology and Erosion » waterlogged regions in peril

The steady increase of erosion that has occurred over the past 20 years on the shores of most circum alpine lakes, chiefly in Switzerland, France and Germany, is a new phenomenon that has significant impact on the archaeological record. From the early 1990's, archaeologists concerned by the situation were joined by nature conservationists.

In 1994, during the first International Round Table held at Marigny, the extension and importance of shoreline erosional processes as a new phenomenon was discussed as well as the first preventive measures that had been taken in different regions. Ten years later, the first results available were communicated during the second International Round Table held at the Laténium, Archaeology Park and Museum (Neuchâtel).

Lake Neuchâtel is an emblematic example of the of erosion problem while having particularities of its own. Its entire length is swept by a particularly strong wind blowing along the anticlines of the Jura down onto the lake, producing powerful waves. The lake level has also been altered by two corrections of the Jura water levels during the 19th and 20th centuries. At the present stage, more than 1 m of land per annum retreats on the southern edge of the lake, sometimes, up to 4 to 5 m of soil is removed when a weather-beaten tree, for example, crashes down into the water. Leisure activities also generate erosion, for example, the use of speedboats produces many disturbances, long anchor chains tend to scrape the lake bed and levelling of swimming areas destroy the natural layout of the terrain. Important and unexpected events such as the collapsing of submerged slopes may be induced by large constructions on the shore.

Just as ecologists worried about the degradation of natural sites, archaeologists were alarmed by the exposure of the cultural heritage through erosion, clearly destined to disappear in the following years should proper measures not be taken.

Following the conclusions of the Marigny conference, inventory programmes were launched and many sites in peril were discovered. A list of emergencies and ensuing rescue operations were not sufficient to cope with the numerous sites to be saved. The impetus to safeguard sites for future generations was then provided as well as an innovative archaeological application: cover up and save.

The common interest of both nature conservationists and archaeologists was immediately apparent and a consensus was established from the start as to the nature of preventive means. The main ideas were either to surround the sites with wooden enclosures and to reinforce them with sandbags if necessary, or to cover the sites with geotextile bags – a strong synthetic material used in construction – filled with gravel and then put in place by hand. A lot of hope also went into “biological engineering” such as the establishing of reed-beds to protect both the reconstructed ground and the underlying archaeological remains.

What about the present situation? The Neuchâtel conference showed that the protective measures did not all meet the challenges. Wicker work enclosures did not resist the waves and geotextiles, discovered to be photosensitive, tore easily. Maintenance of the prospective works, every three to five years, was also found to be too expensive. Another surprise came from the reed-beds: although much was expected from this measure by archaeologists and ecologists alike, unanimity no longer prevails. Reed rhizomes penetrate 30 to 50 cm into the lake bed destroying what is meant to be protected and it appears that they readily choose to swirl around the ancient posts perforating them in the end. At present, it seems that the stronger solutions work better, for example, the use of geotextiles reinforced with wire-mesh and covered by pebbles on submerged sites.

In the past, archaeological research developed alongside a thriving economy – many sites were discovered along the planned motorways in Switzerland – but it now has to develop new synergies. To save what can still be saved, it is necessary to join with and further all common interests between nature conservation, tourism and land management. Above all, urging people and political authorities toward a greater awareness remains a priority. The conference, apart from its scientific value, is a step in that direction.

Monica Constandache,
scientific reporter

Translation : Dominique Robert Bliss

« Archäologie und Erosion » gefährdete Feuchtgebiete

An den Ufern der meisten Seen rund um die Alpen, vor allem in der Schweiz, in Frankreich und in Deutschland kann man seit ca. zwanzig Jahren ein neues Phänomen beobachten: die Beschleunigung der Ufererosion, die in ihrem Sog die Zerstörung archäologischer Fundorte mit sich zieht. Während der ersten internationalen Konferenz von Marigny im Jahre 1994 ist man sich über das Ausmass dieses Phänomens im Klaren geworden und hat die ersten Rettungsmassnahmen verglichen, die in verschiedenen Regionen dagegen unternommen wurden. Heute, zehn Jahre später, gab die zweite Konferenz, die das Prähistorische Institut der Universität Neuchâtel im Laténium veranstaltet hat, den Anlass zu einer ersten Bilanz.

Die Archäologen waren nicht die einzigen, denen die Situation Sorgen bereitete: Anfang der neunziger Jahre hatten auch die Umweltschutzorganisationen die Alarmglocken geläutet. Als kennzeichnendes Beispiel für dieses Phänomen kann der Neuenburger See angesehen werden, auch wenn er einen ganz eigenen Charakter besitzt. Wellen, die der Joran – ein aussergewöhnlich starker Wind aus dem Jura – erzeugt, peitschen über ihn und Luftströme, die entlang der Antiklinale strömen, fegen über seine gesamte Fläche hinweg. Ausserdem ist infolge der beiden Junagewässerkorrekturen im 19. und 20. Jahrhundert der Wasserspiegel des Sees verändert und stabilisiert worden. Heutzutage geht deshalb sein Südufer jedes Jahr um über einen Meter zurück und wenn ein grosser vom Wellengang entwurzelter Baum ins Wasser stürzt, kann er mitunter vier bis fünf Meter des Ufers mit sich reissen. Die Erosionsprozesse haben aber auch einen menschlichen Ursprung. Motorboote erzeugen starke Strudel, zu lange Ankerketten scheuern über den Seeboden und die Einzäunungen der Badegebiete zerstören seine natürliche Zusammensetzung. Ein grosses Bauwerk am Seeufer hat ebenso tiefgreifende, wenn auch weniger voraussehbare Folgen. Es kann zum Beispiel unter Wasser einen Erdrutsch in der Seeböschung bewirken. Genau wie die Umweltschützer, die wegen der Zerstörung der natürlichen Lebensräume besorgt sind, haben die Archäologen schnell erkannt, das archäologische Erbe, das die Erosion zufällig zutage befördert hat, ohne effektives Eingreifen innerhalb von wenigen Jahren endgültig zu verschwinden drohte.

Als Folge der Lagebeschreibung, die u. a. anlässlich der Konferenz von Marigny durchgeführt worden war, startete man Programme zur Inventarisierung, die wiederum weitere gefährdete Fundstätten ans Licht gebracht haben. So mussten Prioritäten gesetzt und Rettungsgrabungen unternommen werden. Angesichts der grossen Anzahl von Fundorten reichten diese Massnahmen jedoch nicht aus. So entstand die Idee, alles was nicht schnell ausgegraben werden konnte, für zukünftige Generationen in Sicherheit zu bringen. Durch Abdeckung die Erhaltung garantieren: ein widersprüchliches archäologisches Verfahren wurde ins Leben gerufen.

Die gemeinsamen Interessen der Umweltschutzorganisationen und der Archäologen waren von Anfang an offensichtlich. So war es auch kein Zufall, dass man sich von Beginn an einvernehmlich dafür entschied, „weiche“ Lösungen zum Schutz zu ergreifen: es wurde geplant, die Fundstätten mit Holzpalisaden einzuzäunen und diese eventuell mit Sandsäcken zu verstärken oder die Fundstellen mit kiesgefüllten und von Hand verlegten Säcken aus Geotextil – einem im Baugewerbe genutzten sehr haltbaren Kunststoff – abzudecken. Damals setzte man auch stark auf die „Ingenieurbiologie“: das nachwachsende Röhricht sollte neben den neu geschaffenen Böden auch die darunter liegenden archäologischen Befunde schützen.

Wie sieht es heute aus? Während des Treffens in Neuchâtel musste festgestellt werden, dass der Erfolg der Schutzmassnahmen nicht überall der gleiche war. Nicht selten wurden die Flechtzäune vom Wellenschlag umgestürzt oder die Geotextilien waren eingerissen, da sie sehr lichtempfindlich sind. Auch die Instandhaltung der Arbeiten alle drei bis fünf Jahre erwies sich als zu kostspielig. Dazu gab es noch eine weitere unerwartete Folge: während zuvor die Ausbreitung des Röhrichts von den Archäologen und den Umweltschützern gleichermaßen angestrebt worden war, so ist dieses Einvernehmen heute etwas ins Wanken geraten: die Wurzelstöcke der Schilfrohre reichen manchmal bis zu 30 cm, ja sogar bis zu 50 cm in die Tiefe und zerstören somit die archäologischen Überreste, die sie eigentlich schützen sollten. Es sieht sogar fast so aus, als würden sie sich besonders gern um die Pfähle herum schlingen, die dadurch letztendlich vollständig zerfressen werden. Wie dem auch sei, in Zukunft scheint man eher auf konsequentere Lösungen zuzusteuern – für die Fundorte unter Wasser zum Beispiel könnten Geotextilien in Einsatz kommen, die mit Maschendraht verstärkt sind und mit Steinen abgedeckt werden.

Konnte die Archäologie sich in der Vergangenheit im Strom der florierenden Wirtschaft entfalten – man denke nur an die zahlreichen Fundorte, die in der Schweiz auf den Strecken der Autobahnen entdeckt wurden – so muss sie heute neue Möglichkeiten des Zusammenwirkens finden. Um zu retten, was zu retten ist, wird man sicher noch intensiver daran arbeiten müssen, die gemeinsamen Interessen mit den Umweltschutzorganisationen, der Tourismusbranche und der Landschaftsgestaltung zur Geltung zu bringen. Eine Priorität muss jedoch weiter vor allem in der Aufklärung und der Sensibilisierung der Öffentlichkeit und der politischen Entscheidungsträger liegen. Neben ihrer wissenschaftlichen Bedeutung war die Konferenz auch ein Schritt in diese Richtung.

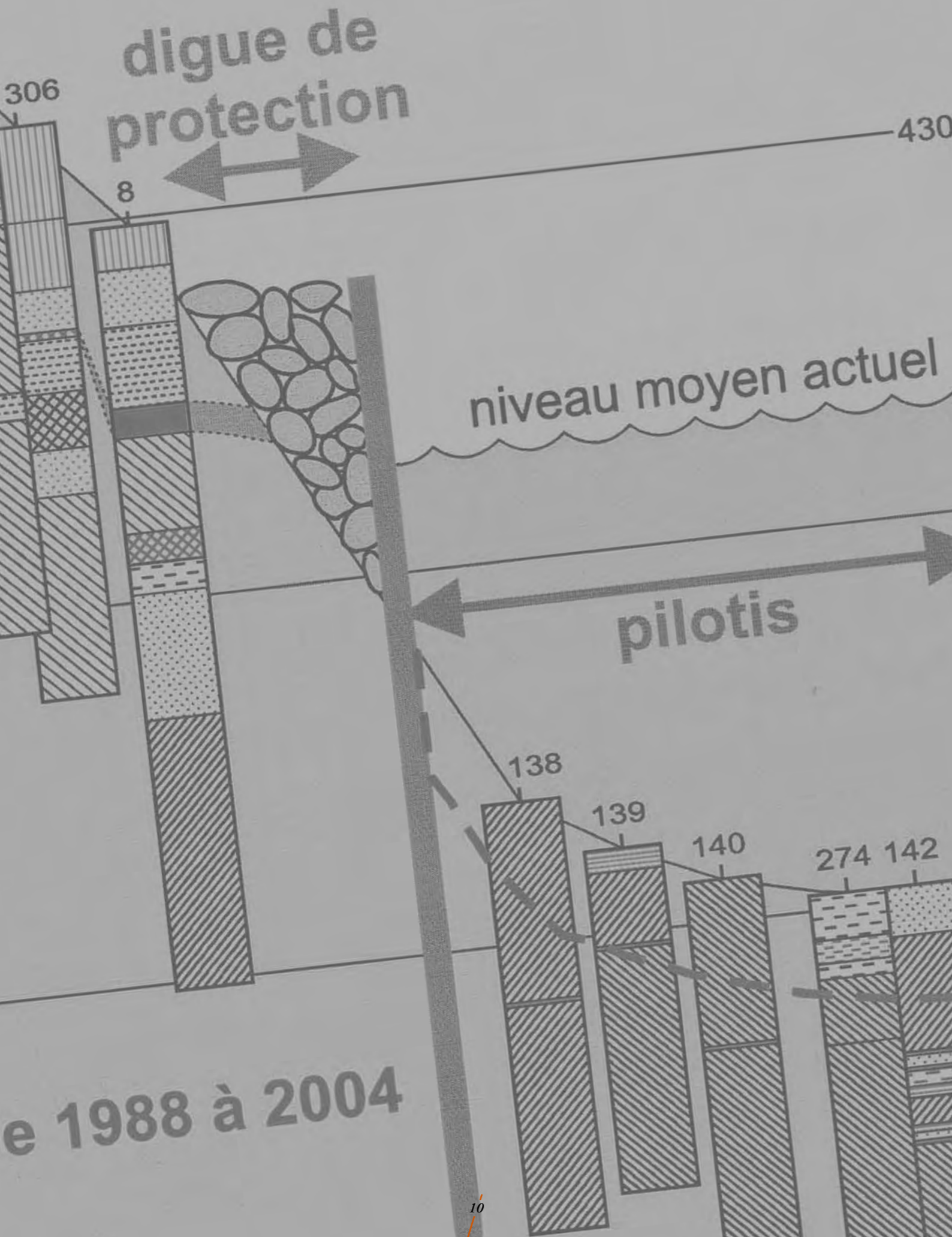
Monica Constandache
Wissenschaftsjournalistin

Übersetzung : Eva Geith

Mesures de protection à Corcelettes et Concise

(rive nord du lac de Neuchâtel)

Denis Weidmann et Pierre Corboud



• Résumé

Corcelettes est le premier site archéologique lacustre à avoir fait l'objet de mesures de protection (1986). Vingt ans plus tard, le bilan est jugé positif: la palissade n'a pas subi de dommage et l'empierrement recouvrant le gisement sur la zone riveraine exondée est intact. Le secteur immergé a subi une érosion importante au cours des années qui ont suivi la construction de l'ouvrage, mais le fond du lac a trouvé finalement son équilibre et s'est stabilisé depuis une dizaine d'années.

Une grande partie du site du Concise a fait l'objet d'un sauvetage intensif (1996-2000). Un contrôle piézométrique régulier a été mis en place pour préserver les couches non explorées en les maintenant humides.

Abstract

Corcelettes is the first of the archaeological lake sites to have benefited from preservation measures (1986). Some twenty years later, the results are positive: the wooden enclosure is undamaged and the covering layer of stone protecting the emergent surfaces of the site is still intact. Shortly after carrying out the protecting measures, the level of erosion increased affecting the underwater surface but over the past ten years the bottom of the lake has stabilized and is once again in a balanced state.

The site of Concise was the object of an intensive rescue operation lasting from 1996 to 2000. The unexplored surfaces are now regularly monitored by piezometric controls that help in the regulation of the humidity of the soil.

Zusammenfassung

Corcelettes war die erste Seeufersiedlung zu deren Schutz man Massnahmen ergriffen hat (1986). Zwanzig Jahre später kann die Bilanz als positiv eingeschätzt werden: die Palisade ist nicht beschädigt worden und die Steinlage, die in der freiliegenden Uferzone den Fundort bedeckt, ist unversehrt. Die unter Wasser liegende Fläche wurde in den Jahren nach der Errichtung der Schutzbauten zwar von der Erosion stark in Mitleidenschaft gezogen, aber letztendlich hat der Seeboden sein Gleichgewicht wieder gefunden und sich seit ca. zehn Jahren stabilisiert.

Ein grosser Teil des Fundortes von Concise war Ziel von intensiven Schutzmassnahmen (1996-2000). Eine regelmässige Überwachung des Wasserstandes wurde eingerichtet, um die noch nicht erschlossenen Schichten durch ständige Feuchthaltung zu konservieren.

Denis Weidmann
Archéologue cantonal, Monuments historiques et archéologie,
Place de la Riponne 10
CH - 1014 Lausanne.

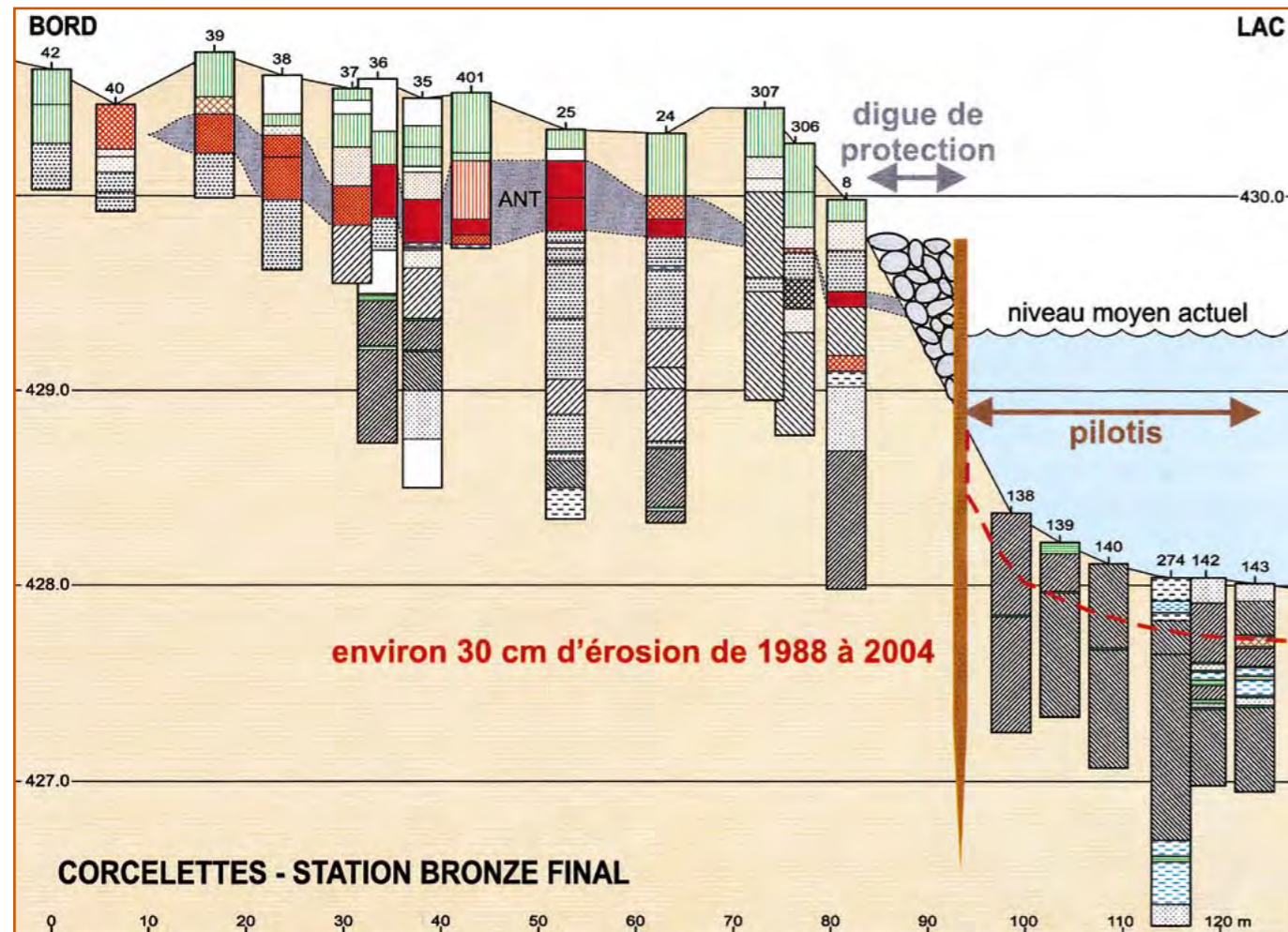


Fig. 1 - Corcelettes. Profil rive-lac du site, avec indication de l'érosion 1988-2004. (Dessin P. Corboud-GRAP).

L'ouvrage de consolidation de la ligne de rivage mis en place à Corcelettes sur une longueur de 300 m en 1986-1987 (Weidmann 1996) n'a été l'objet d'aucun entretien depuis sa construction, et il a subi le régime naturel de l'agitation des eaux. Les observations de l'état de l'ouvrage effectuées en 1993 ont été répétées en 2004, par les soins de P. Corboud. Elles peuvent être résumées de la manière suivante :

PÉRIMÈTRE DE L'OUVRAGE ET DE SA PARTIE ARRIÈRE

On n'observe aucun affaiblissement des qualités mécaniques de la palissade, qui contient parfaitement l'accumulation des galets de la plage artificielle. La roselière riveraine a poursuivi une dense colonisation du massif de galets, jusqu'au front de pilotis de mélèze. Il n'y a pas eu de contrôle de l'état de colmatage des espaces interstitiels entre les galets. Il est probable que les rhizomes de roseaux s'y développent principalement. On ne connaît pas non plus leur développement sous le géotextile sur lequel repose la plage de galets.

L'action des vagues en période de hautes eaux et de fortes turbulences hivernales cause périodiquement la destruction des tiges séchées des roseaux, jusque dans la

partie haute de la plage, mais la croissance printanière reconstruit complètement la couverture.

PÉRIMÈTRE IMMERGÉ EN AVANT DE L'OUVRAGE

La réflexion des vagues sur le front de la protection, constitué de pieux de mélèze légèrement espacés, a pour conséquence une érosion du fond lacustre dans la zone ouest du site, où dominent des sédiments limoneux et crayeux, là où il n'est pas protégé par une roselière en eau libre. La profondeur de l'érosion constatée en 1993 est en moyenne d'une vingtaine de centimètres, devant la palissade. Elle a peu évolué en profondeur depuis lors, ce qui peut indiquer que l'ensemble trouve son équilibre. La largeur de la zone d'érosion constatée s'étend sur une vingtaine de mètres environ en direction du large.

Dans ce secteur, on rappelle que les niveaux archéologiques ont disparu de longue date. La dégradation constatée affecte les pilotis laissés en place. L'altération de leur partie exposée se poursuit. Dans la partie orientale du site, où s'est maintenue une roselière en eau libre, il n'a pas été constaté d'évolution particulière, mais plutôt un régime stable, résultant de l'effet protecteur de la végétation.



Fig. 2 - Corcelettes. Vue du site protégé et de la roselière, en direction du nord-est. Indication de la zone d'érosion du fond lacustre, 1988-2004. (Photo P. Corboud-GRAP).

Des niveaux archéologiques étant conservés dans ce secteur, il est certain qu'ils subissent les effets du développement des rhizomes.

Le bilan général peut donc être considéré comme satisfaisant. Pour assurer une meilleure protection et durabilité, des renforcements de la palissade de pieux seront éventuellement nécessaires d'ici quelques années. Un prélèvement systématique des pilotis en eau libre pourrait également être décidé, si les pertes s'intensifient.

CONTRÔLE DES NIVEAUX PHRÉATIQUES DANS LA PARTIE TERRESTRE DU GISEMENT DE CONCISE-VD

(Denis Weidmann)

Le site archéologique de Concise occupe une ancienne baie lacustre, dont le fond géologique est constitué d'une moraine argileuse particulièrement compacte et étanche. La sédimentation lacustre, entrecoupée d'épisodes anthropiques dus à l'occupation des lieux, a comblé la plus grande partie de la baie au cours des six derniers millénaires. Des séquences d'occupations préhistoriques

littorales sont constatées entre 4400 et 1500 av. J.-C. ; elles constituent au centre du site une séquence archéologique de plus de deux mètres d'épaisseur. Les investigations récentes y ont identifié la succession d'une vingtaine de villages (Maute-Wolf et al. 2002). L'ensemble, particulièrement riche en vestiges organiques (horizons et pilotis), est resté continuellement immergé sous les eaux du lac de Neuchâtel, depuis la préhistoire jusqu'à la première correction des eaux du Jura, lorsque le niveau a fortement baissé. À partir de 1878, les conditions de conservation du site en milieu humide sont restées quasi stables, jusqu'aux travaux de construction d'une nouvelle voie ferrée au travers du gisement dès 1996 (projet Rail 2000). La partie aval du site qui subsiste sous les eaux du lac de Neuchâtel reste dans un régime saturé. La partie amont du site, qui s'étendait sous les surfaces exondées à partir de 1878, est restée dans un régime d'humidité saturante, alimentée par une nappe terrestre contenue par le fond morainique argileux.

Les travaux de construction de la cuve ferroviaire ont été précédés par la fouille méthodique, en caisson, dans la partie amont du site (1996-2000) (fig. 3). Il subsiste une large tranche du site, entre la nouvelle voie ferrée et le

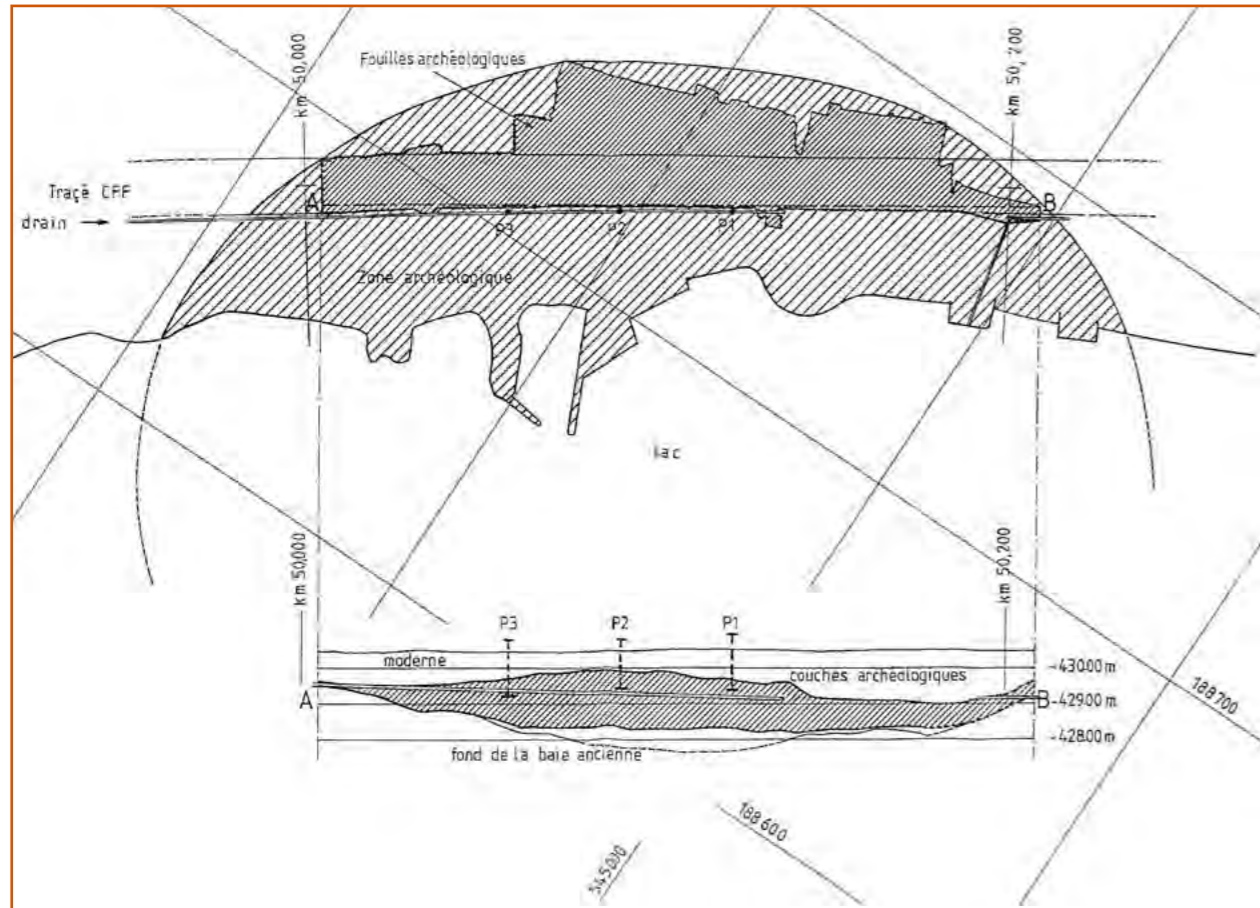


Fig. 3 - Concise. Plan d'ensemble du site, de la zone fouillée et l'emplacement des piézomètres. La coupe A-B est projetée dans l'axe de la cuve ferroviaire. (Dessin M. Klausener AC-VD).

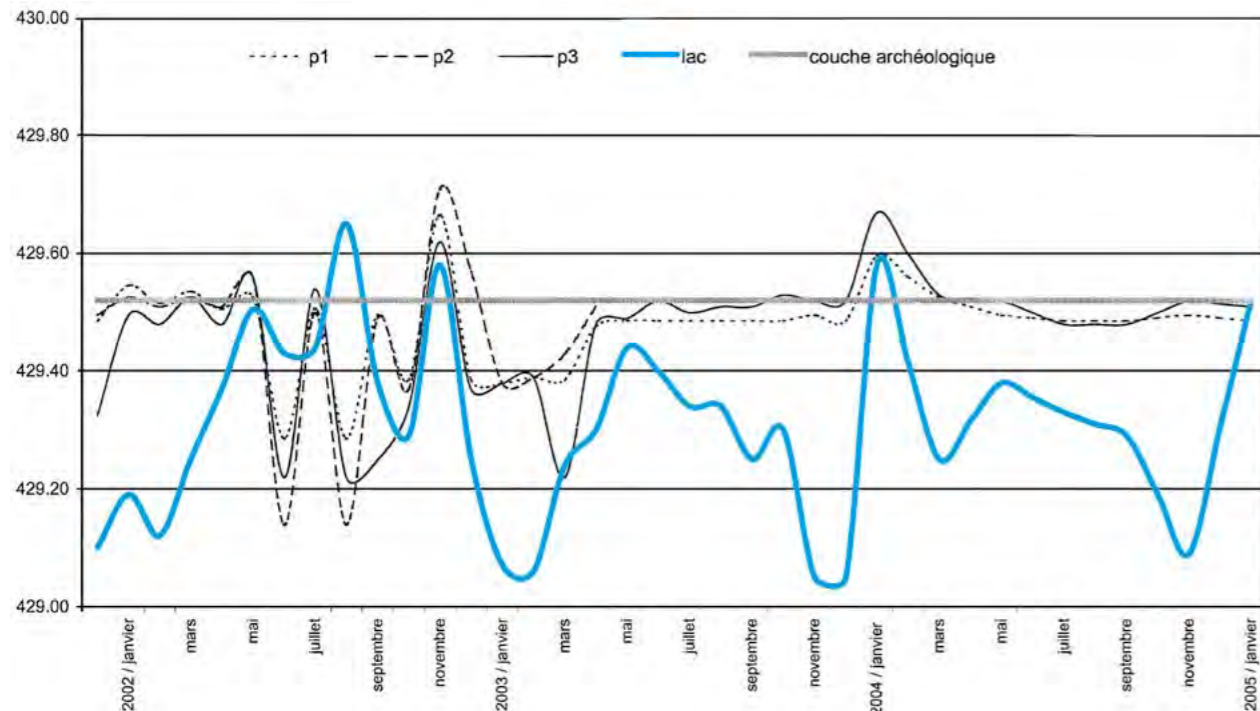


Fig. 4 - Concise. Relevés des niveaux piézométriques et lacustres, 2002-2004. (Relevés et dessin M. Klausener AC-VD).

lac, où le complexe archéologique est particulièrement bien conservé et doit être maintenu intact comme élément témoin et gisement de réserve.

L'intervention de construction a modifié le régime hydraulique, en coupant l'alimentation de la nappe terrestre. Un drainage superficiel a été posé le long de l'ouvrage en aval, dont l'exutoire, trop bas, menaçait d'assécher la partie supérieure des niveaux archéologiques (fig. 3, coupe A-B). Nous avons requis la fermeture de cet exutoire, de manière à transformer la partie inférieure du drain en un dispositif d'alimentation de ce secteur du site, répartissant les eaux de drainage captées plus à l'ouest dans la partie haute de l'ancienne baie. Pour contrôler le fonctionnement, trois tubes piézométriques (P1-P3) ont été installés à demeure, le long de la zone à risque, où les niveaux archéologiques surpassent le niveau moyen des eaux lacustres.

Les relevés des niveaux piézométriques et celui du lac voisin ont été effectués régulièrement entre la fin de l'année 2002 (fin des travaux et d'aménagement) et septembre 2004 (fig. 4). Ils montrent que le niveau de la nappe locale en aval de la cuve ferroviaire CFF est dépendant des

variations du niveau du lac de Neuchâtel, dont la rive est éloignée d'une vingtaine de mètres. Le niveau se maintient approximativement à la hauteur du sommet des couches archéologiques conservées (429.50 env.) et il peut le dépasser pendant les périodes d'intempéries. Une tranche d'humidité capillaire, non mesurée, se superpose à ces niveaux.

Des variations importantes des niveaux ont été temporairement observées entre mai 2002 et mars 2003. Elles sont imputables à des pompages d'eau sporadiques effectués à l'occasion de travaux d'entretien de l'ouvrage ferroviaire, dans un puits de drainage voisin.

En conclusion, les piézomètres sont un dispositif indispensable pour exercer un contrôle sur le régime hydraulique d'un site qui reste menacé par des interventions humaines. Les contrôles doivent être poursuivis, pour détecter les évolutions compromettant la conservation à long terme, et ne présentant aucune visibilité en surface. Un contrôle effectif de l'état de conservation du site et des matières organiques nécessitera l'ouverture d'un sondage archéologique dans la partie intacte.

BIBLIOGRAPHIE

Weidmann 1996 : WEIDMANN (D.). - La conservation de la station littorale de Grandson-Corcelettes - rive nord du lac de Neuchâtel. Archéologie et érosion. Mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres. In. *Actes de la Rencontre internationale de Marigny-lac de Chalain. (29 au 30 septembre 1994)*. Lons-le-Saunier : Centre Jurassien du Patrimoine, p. 47-59.

Maute-Wolf et al. 2002 : MAUTE-WOLF (M.), QUINN (D.S.), WINIGER (A.), WOLF (C.), BURRI (E.). - La station littorale de Concise (VD). Premiers résultats deux ans après la fin des fouilles. *Archéologie Suisse* 25.2002.4, p. 2-15.

Érosion sublacustre : 30 années d'observations dans le lac de Neuchâtel

Béat Arnold

• Résumé

Erosion, ensablement et effondrement ont de tout temps affecté les sites archéologiques immergés. La première correction des eaux du Jura, suivie des nombreux travaux de génie civil entrepris sur les rives au cours des 50 dernières années, n'ont fait qu'accentuer le phénomène. Dans le but de sauvegarder un maximum de données avant que l'érosion ne détruise à jamais les restes des gisements encore en place, plusieurs fouilles de sauvetage exhaustives ont été menées (ou sont en cours de réalisation) sur la rive nord du lac. Dans le cas des embarcations, un prélèvement des vestiges suivi, après étude, d'un réenfouissement contrôlé de ceux-ci dans un dépôt subaquatique aménagé à cet effet esquisse une voie à suivre dans le cadre de la protection des biens culturels.

Abstract

Submerged archaeological sites have always been disrupted by various processes of erosion, silting up or subsidence. The first correction of the Jura water levels, followed during the past 50 years by public works along the lakeshores, has accelerated these processes. In order to recover as much information as possible from the endangered sites before their destruction by erosion, a number of total rescue excavations were made, some still underway, on the northern side of Lake Neuchâtel. With regards to the discovery of boats, the remains are at first recorded and studied, then buried in a controlled submerged location. This is a means to help save our cultural heritage.

Zusammenfassung

Archäologische Fundstätten unter Wasser waren schon immer von Erosion, Versandung und Einsturz bedroht. Die erste Juragewässerkorrektur gefolgt von zahlreichen Bautätigkeiten an den Ufern des Neuenburger Sees in den letzten 50 Jahren haben dieses Phänomen nur verstärkt. Mit dem Ziel, so viele Daten wie möglich zu bewahren, bevor die Erosion die erhaltenen Überreste endgültig zerstört hat, wurden mehrere umfangreiche Rettungsgrabungen am Nordufer des Sees unternommen (oder werden gerade durchgeführt). Im Fall von versunkenen Schiffen wurden diese geborgen und untersucht und danach behutsam wieder in einem eigens vorgesehenen Unterwasser-Depot versenkt, ein Vorgehen zur Erhaltung des Kulturguts, das als richtungweisend gelten kann.

Béat Arnold
archéologue cantonal, Laténium,
Espace Paul Vouga
CH - 2068 Hauterive



Fig. 1 - La palissade-digue de Cortailod/Est a été dégagée du sédiment encaissant sur une épaisseur de 1,2 m (1981), à cause d'une intense érosion consécutive à l'abaissement de 2,7 m du niveau du lac de Neuchâtel, il y a plus d'un siècle.

Résultant généralement de variations importantes du niveau du lac, érosion, ensablement et effondrement ont de tout temps affecté les berges et les fonds sublacustres. Ces régressions et transgressions ont également marqué les couches archéologiques lors de leur formation ou peu après; il en va de même pour les nombreuses strates sédimentaires qui se sont déposées pendant le Tardiglaciaire et le Postglaciaire (voir, par exemple, Moulin 1991). En ce qui concerne le lac de Neuchâtel, c'est indubitablement l'abaissement artificiel de son niveau moyen - de l'ordre de 2,7 m -, entre 1876 et 1879, résultant de la première correction des eaux du Jura, qui constitue la cause essentielle de la déstabilisation des fonds sublacustres en raison de la disparition du profil d'équilibre de ces derniers. Ce phénomène a souvent été renforcé par des remblayages massifs destinés à créer des ports ou des terrasses, mais également par d'importants dragages.

Les plongées réalisées sur la rive neuchâteloise du lac depuis une trentaine d'années ont permis d'effectuer de nombreuses observations relatives à la dynamique lacustre. La confrontation des photographies aériennes prises au travers des eaux du lac de Neuchâtel dans les années 1920 à la demande de Paul Vouga, vers 1970 par Michel Egloff et dès 1975 par nous-même, a permis de mesurer l'ampleur de ces destructions: elles ne touchent pas seulement le rivage proprement dit, mais toute la beine (ou blanc-fond) s'abaisse par étapes, inexorablement, parfois jusqu'à la moraine ou les niveaux fluvio-glaciaires, comme, par exemple, dans la baie de Bevaix.

LA BAIE DE CORTAILLOD

La première zone que nous aborderons est celle qui se trouve devant le Petit Cortailod, où sont localisés les sites Bronze final de Cortailod/Est et Cortailod/Les Esserts. L'érosion a dégagé les pieux de ces gisements de plus d'un mètre (fig. 1), augmentant d'autant la lisibilité des prises de vue aériennes, dont les plus anciennes remontent à 1927 (Arnold 1986, fig. 9-10; Egloff 1981). Ainsi, plus un site se déchiffre aisément d'avion, plus il a été sujet à une érosion intense. Dans le cas de Cortailod/Est, où une tranche de sédiment de plus d'un mètre d'épaisseur a déjà disparu, on pourrait être tenté de ne pas mettre en œuvre une fouille de sauvetage systématique. Cependant la présence de quelques fonds de fosses, de manchons crayeux en relief contre les pieux (fig. 2) ou d'importantes auréoles entourant ces derniers (fig. 3) a permis de reconstituer le niveau du sol au Bronze final. Ce dernier ne devait se situer que quelques centimètres au-dessus du sol actuel dans la partie inférieure du site et quelque 30 cm dans la partie supérieure (Arnold 1986, fig. 81). À cette occasion, on a également pu noter que les galets, posés sur une couche de craie lacustre, restaient collés à cette dernière (fig. 4). L'érosion laisse donc momentanément ces éléments en place, les isolant progressivement sur un petit monticule avant de les jeter bas; puis, le processus reprend. Le matériel, dans ce cas, n'est pas soumis à un va-et-vient incessant, mais à une suite de petites chutes, ce qui confère une pertinence incontestable aux cartes de répartition.



Fig. 2 - Cortailod/Est: manchon issu d'un compactage local du sédiment induit par l'implantation d'un pieu (1983).



Fig. 3 - Cortailod/Est: la présence de cônes très développés autour de pieux permet de savoir que les couches de cet habitat ne devaient se situer que quelques centimètres au-dessus du sol actuel (1981).



Fig. 4 - Cortailod/Les Esserts: galets situés sur de petits monticules momentanément épargnés par l'érosion (1981). En bas à gauche, le galet a disparu et le monticule est en cours d'abrasion.

Il faut encore souligner qu'une épaisse tranche de sédiment a dû recouvrir Cortailod/Est peu après son abandon à la fin du Bronze final, empêchant un sectionnement des pieux à la hauteur du sol d'occupation. Une observation similaire peut être formulée pour le site de Mörigen/Steinberg (Arnold 1990, p. 145), voire pour celui du Landeron/Les Marais (ibid., p. 106-107); même si la dynamique sédimentaire diffère pour ce dernier qui se situe dans un contexte fluvial. En ce qui concerne Mörigen/Steinberg, les photographies réalisées en 1874 montrent qu'une masse imposante de sédiment avait déjà été emportée au moment de l'abaissement proprement dit du niveau du lac de Bièvre, ce qui témoigne d'une intense érosion antérieure à cet abaissement. Enfin, on peut souligner qu'un tel dépôt sédimentaire, massif, ne peut guère résulter que d'une remontée très importante du niveau de ces lacs, et cela pendant une longue durée. À Cortailod/Les Esserts, la situation est dramatique: l'érosion a emporté une couche épaisse de 1,8 m! et tout semble indiquer que le sol, au Bronze final, avoisinait le sommet des pieux. Une comparaison entre les photographies aériennes de 1927 et celles de 1982 montre que 30 % des pieux ont déjà disparu (Arnold 1986, fig. 64; 1990, p. 95-99). Dans un tel contexte, la mise en œuvre d'une fouille de sauvetage destinée à recueillir la pointe des pieux restants, usuellement dépourvus d'aubier, ne peut être considérée comme prioritaire par rapport à des interventions sur d'autres gisements menacés, tel Bevaix/Sud.

AUVERNIER ET HAUTERIVE

Le passage de l'autoroute A5 sur la rive nord du lac de Neuchâtel, devant Auvernier et Hauterive, a nécessité la création d'un certain nombre de polders qui, une fois asséchés, ont permis la mise en œuvre de nombreuses fouilles de sauvetage. Là, également, les traces de l'érosion des couches ont pu être observées, de manière différenciée à l'échelle d'un gisement, et d'un site à l'autre. Le constat est identique partout: les couches archéologiques sont emportées de manière plus ou moins rapide. La construction de l'autoroute - et les fouilles de sauvetage qu'elle a engendrées - a, dans ce cas précis, réglé le problème positivement en dégageant de vastes moyens financiers (fig. 5).



Fig. 5 - Le site Bronze final d'Hauterive/Champvévres a été ceinturé par une digue, puis asséché (1983). Auparavant, un réseau de tubes métalliques avait été installé par des plongeurs afin de servir de support à un plancher qui permettait d'accéder au gisement sans perturber les couches superficielles, encore épargnées par l'érosion.

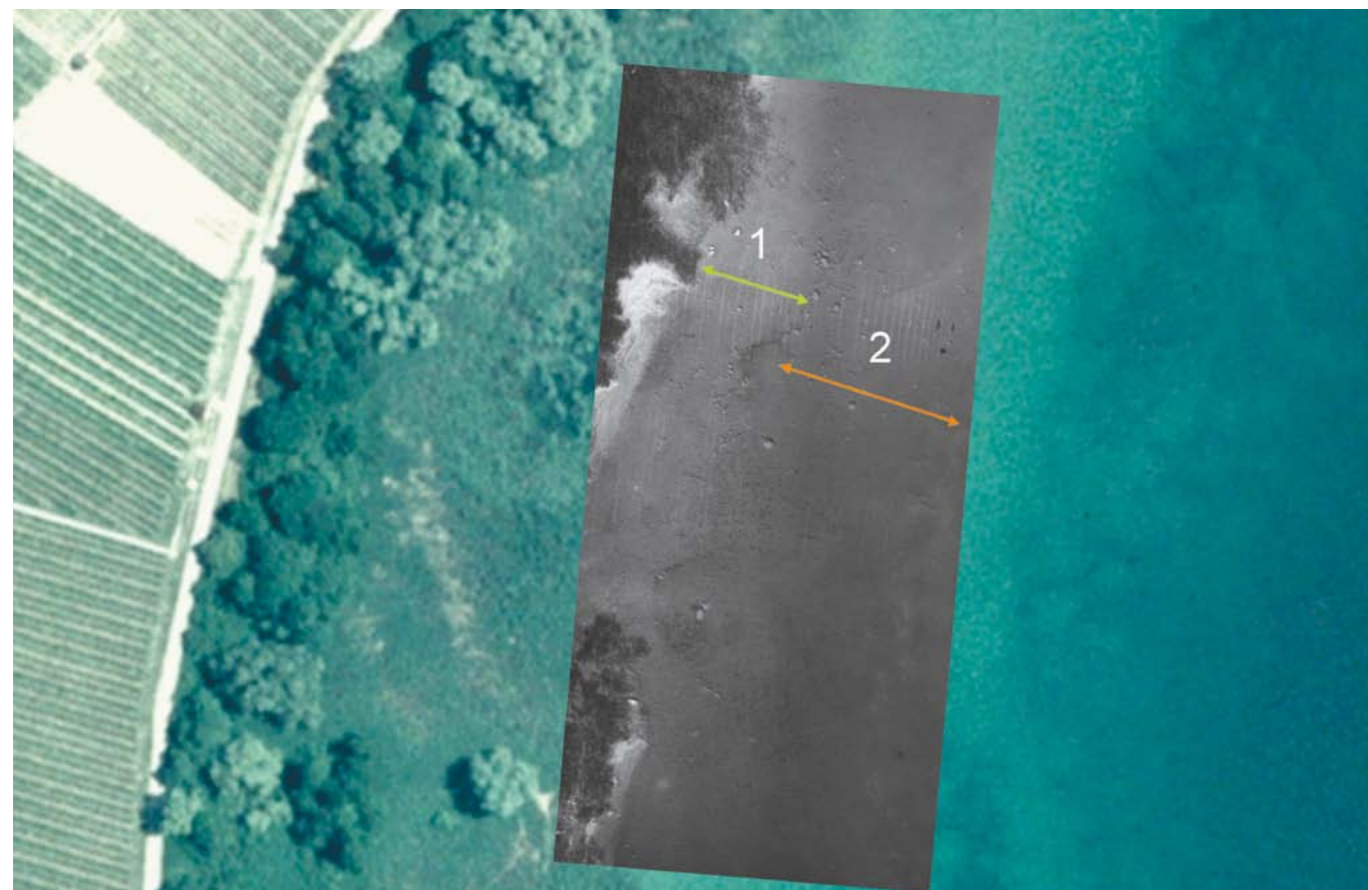


Fig. 6 - Baie de Bevaix : grâce aux blocs erratiques, on a pu superposer les photographies aériennes des années 1920 et les orthophotographies actuelles (1998), et suivre, ainsi, l'évolution du rivage sur plus d'un demi-siècle. On observe, d'une part, que les roselières ont gagné du terrain (1) et, d'autre part, que le pavage continu de blocs et de galets a pris une importance considérable (2) suite à la disparition des sédiments tardi- et postglaciaires emportés par l'érosion. En gris : surface de 77 x 165 m.

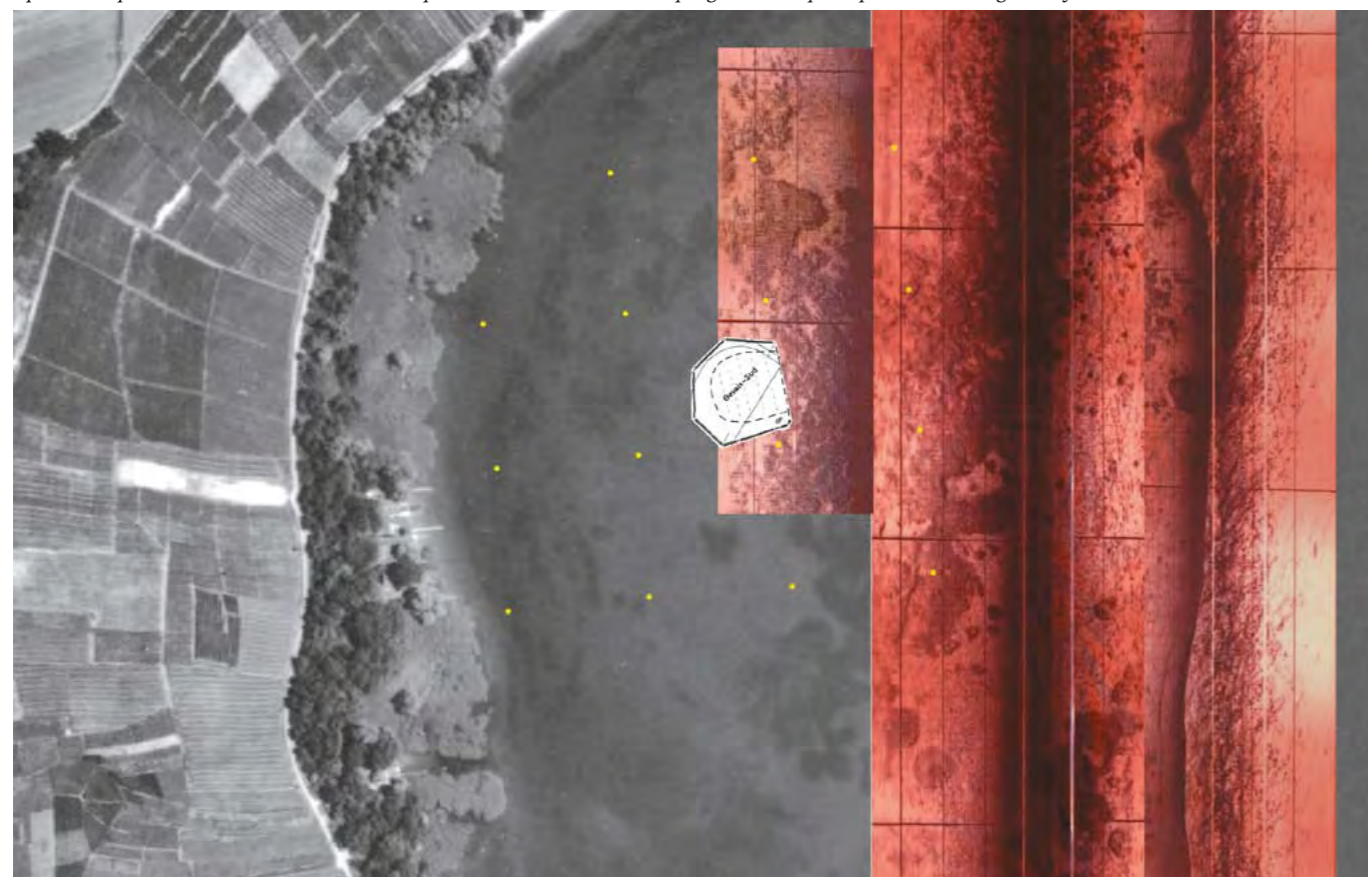


Fig. 7 - Baie de Bevaix : analyse comparative entre les relevés réalisés au moyen d'un écho-sondeur à balayage latéral (1993) et les photographies aériennes (1990). Les buttes sédimentaires, en relief sur le fond lacustre (autour du site Bronze final de Bevaix/Sud et à sa droite), correspondent à des zones privilégiées où certains vestiges préhistoriques sont encore momentanément préservés. Distance entre les bouées jaunes : 100 m.

LA BAIE DE BEVAIX

La baie de Bevaix constitue l'une des zones archéologiques les plus intéressantes du canton de Neuchâtel. Paul Vouga et Maurice Borel y ont effectué un grand nombre de relevés, sans parler des interventions, ou plutôt des excavations, réalisées par des « antiquaires » à la fin du XIX^e siècle sur les rives nouvellement exondées. Par rapport aux photographies aériennes faites dans les années 1920, on assiste plutôt à un développement des roselières, qu'à leur recul. Les plages de galets se sont étendues d'une manière remarquable, un développement résultant de la disparition des strates sédimentaires fines recouvrant ces niveaux caillouteux, morainiques ou fluvio-glaciaires (fig. 6). Mais cette érosion ne se limite pas au rivage : elle concerne l'ensemble de la plate-forme littorale, comme on peut l'observer sur le site Bronze final de Bevaix/Sud ou, à une plus vaste échelle, en analysant par exemple les embarcations.

Il est évident que, si le chaland gallo-romain découvert par Michel Egloff en 1970 était déjà visible dans le premier quart du XX^e siècle, une mention aurait sans doute figuré dans les archives, et ce d'autant plus qu'une rame-gouvernail longue de 10 m avait été rejetée sur le rivage en 1911 (Arnold 1992a, p. 21 et 95). Plus aucune des pirogues reportées sur les plans de P. Vouga et M. Borel n'existe actuellement, sauf celles recueillies en 1878 et 1879 et déposées au Laténium. Une autre pirogue fut localisée à l'occasion des travaux entrepris en 1972-1973 sur le chaland gallo-romain ; elle fit l'objet d'une fouille en 1977 puis fut déplacée, quelques années plus tard, dans un dépôt sublacustre. Deux nouvelles pirogues furent reconnues en 1980 et quatre lors des prospections de 1990. Toutes furent conditionnées, si nécessaire avec leur support, dans des caisses en sapin montées sur un soubassement de poutrelles métalliques consolidant et lestant le tout. Une fois la documentation archéologique constituée, les caisses furent remplies avec du sédiment lacustre et entreposées dans le dépôt sublacustre du service d'archéologie (Arnold 1995, p. 22-23 ; 1996, p. 52-55).

À n'en pas douter, la découverte de toutes ces pirogues dans la baie de Bevaix, datant du début du xx^e siècle pour le premier ensemble, de la fin pour le second, est une conséquence directe de l'érosion irrémédiable de l'ensemble de la plate-forme littorale. Du premier ensemble il ne reste, en fait, que des croquis levés au moment de leur identification. Sans ces derniers, l'existence puis la disparition de ces vestiges seraient passées sous silence. Quant aux découvertes récentes, elles montrent que le solde de ce patrimoine exceptionnel va disparaître si un suivi de ces vastes surfaces n'est pas entrepris. Dans un tel contexte, la mesure de protection la plus simple consiste à déplacer ces embarcations dans des zones plus profondes avec, pour corollaire, la mise en œuvre régulière de campagnes de prospection, où l'observation aérienne joue un rôle particulièrement performant.

L'analyse des photographies aériennes évoquées précédemment permet, en effet, de constater que l'érosion ne se fait pas de manière régulière, mais découpe le terrain en réservant de petites buttes qui, tout à coup, disparaîtront à leur tour (fig. 7).

Deux tiers des fonds sublacustres de la baie sont actuellement formés par un empierrement continu de galets, constituant le sommet de la moraine ou des couches fluvio-glaciaires. Les sédiments lacustres tardifs - et postglaciaires, meubles, ont disparu et continuent à être emportés dans la partie orientale de la baie : là, quelques blocs erratiques de grandes dimensions commencent à être dégagés des sédiments, et l'on peut estimer que l'épaisseur de ces derniers ne dépasse plus guère le mètre.

DES ENSABLEMENTS PROTECTEURS, PARFOIS TROMPEURS

À deux endroits, de forts ensablements ont pu être observés. Le premier est situé à l'emplacement des sites néolithiques de Saint-Blaise/Bains des Dames, où le remblayage de la station a pu être stoppé, créant ainsi une anse artificielle jusqu'à ce qu'une fouille de sauvetage, engendrée par la construction de l'autoroute A5, puisse être mise en œuvre une dizaine d'années plus tard. Les travaux ont donc débuté par le retrait, au moyen de pelles mécaniques, d'une couche de sable épaisse d'un mètre, piégée dans cette anse.

Le second se trouve à l'emplacement d'une épave dépassant du fond du lac de plus d'un mètre. Un carroyage métallique avait déjà été posé en prévision d'une fouille de sauvetage (fig. 8). Nous nous attendions, lors de l'approfondissement du fond du lac dans la prolongation du canal de la Broye, à ce que la réalisation de cette excavation entraîne un appel de sable dans cette dépression ; or, c'est le contraire qui s'est produit. Tout d'abord les vagues ont arraché une masse considérable de sédiment sur le haut de l'excavation, et l'ont déposé en amont. L'épave et son carroyage ont ainsi été totalement ensablés et ne semblent donc plus menacés. Toutefois, il est probable qu'un mouvement inverse se développera, lorsque le sommet du talus excavé aura été suffisamment abrasé, entraînant à nouveau tout le sable déplacé (et probablement beaucoup plus) dans le fond de l'excavation. Il ne faudra pas manquer ce moment précis, pour mettre en chantier une fouille de sauvetage.

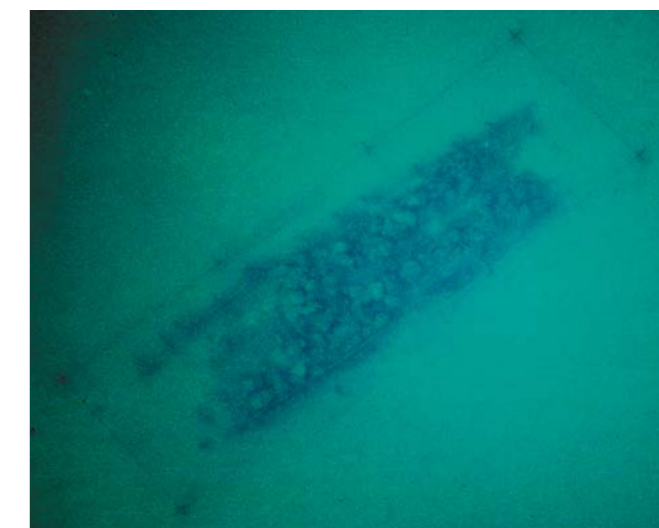


Fig. 8 - Vue aérienne d'une épave (MAR-CAP), insérée dans un réseau constitué par une suite de trois carrés métalliques de 5 m de côté (1981). Une modification du sous-sol lacustre par dragage a indirectement provoqué son ensablement total.

EN GUISE DE CONCLUSION

Tout changement du niveau du lac et de ses rives peut induire des modifications imprévisibles du fond du lac, où les processus d'érosion semblent dominants. Pour certains sites archéologiques, en particulier ceux qui sont totalement érodés, une fouille exhaustive peut constituer une réponse intéressante, comme nous l'avons constaté sur les sites de Cortailod/Est et de Bevaix/Sud (fig. 9). Le transfert de certains artefacts à des emplacements bien définis, situés à de plus grandes profondeurs, peut également s'avérer positif, en particulier pour les embarcations, petites ou grandes (fig. 10). Pour d'autres gisements, caractérisés par la présence d'une couche archéologique bien préservée, une protection physique du sol pourrait bien être la seule réponse adéquate, à l'image des techniques développées, par exemple, dans le lac de Biemme (Hafner, ce volume). Toutefois, là encore,

des menaces indirectes peuvent se révéler sournoises, tel le développement des roselières et des forêts riveraines. Ainsi en va-t-il, par exemple, pour la pirogue Bronze final de Chabrey-Montbec, retirée du lac en 1994 (Arnold 1995, p. 76-77; 1996, p. 60-61). Une moitié de l'embarcation se trouvait en pleine eau, dégagée de tout sédiment, avec un bois de belle qualité. En revanche la partie côté rive était incorporée dans un sédiment consolidé par les rhizomes des roseaux qui traversaient la coque en de multiples endroits. On peut déduire de cet état de fait que, depuis le Bronze final, c'était la première fois qu'une roselière s'implantait à cet endroit. Ainsi, quelle que soit la solution retenue, un site submergé n'est jamais protégé de manière définitive : il faudra toujours suivre son évolution au cours du temps afin d'ajuster les mesures de protection, y compris pour les vestiges entreposés dans les dépôts subaquatiques.



Fig. 9 - Bevaix/Sud : la fouille exhaustive d'une station lacustre en proie à une érosion lacustre très active, ayant déjà emporté toutes les couches archéologiques, peut être une solution intéressante (2004), pour autant, bien entendu, que ces travaux aboutissent à des monographies.



Fig. 10 - Neuchâtel/Nid-du-Crô (Arnold 2004, fig. 9) : l'épave démantelée d'une grande barque du lac de Neuchâtel, fixée sur un cadre de métal et de bois, est remorquée à vitesse réduite dans le dépôt sublacustre du service d'archéologie (1999).

BIBLIOGRAPHIE

Arnold 1980 : ARNOLD (B). - Bevaix NE 1917 : un monoxyle celtique et ses courbes hydrostatiques. *Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie*, 63, p. 185-199.

Arnold 1986 : ARNOLD (B). - *Cortailod-Est, un village du Bronze final, 1. Fouille subaquatique et photographie aérienne*. Saint-Blaise, Éditions du Ruau (Archéologie neuchâteloise, 1).

Arnold 1990 : ARNOLD (B). - *Cortailod-Est et les villages du lac de Neuchâtel au Bronze final. Structure de l'habitat et proto-urbanisme*. Saint-Blaise, Éditions du Ruau (Archéologie neuchâteloise, 6).

Arnold 1992a : ARNOLD (B). - *Batterie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*, tome I. Saint-Blaise, Éditions du Ruau (Archéologie neuchâteloise, 12).

Arnold 1992b : ARNOLD (B). - *Batterie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel*, tome II. Saint-Blaise, Éditions du Ruau (Archéologie neuchâteloise, 13).

Arnold 1995 : ARNOLD (B). - *Pirogues monoxyles d'Europe centrale : construction, typologie, évolution*, tome I. Neuchâtel, Musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 20).

Arnold 1996 : ARNOLD (B). - *Pirogues monoxyles d'Europe centrale : construction, typologie, évolution*, tome II. Neuchâtel, Musée cantonal d'archéologie (Archéologie neuchâteloise, 21).

Arnold 2004 : ARNOLD (B). - Les débuts de la navigation. In: *Le lac de Neuchâtel. Miroir d'une région*. Attinger et Association du livre du millénaire à Cudrefin, Hauterive, p. 178-185.

Egloff 1981 : EGLOFF (M). - Versunkene Dörfer der Urnenfelderzeit im Neuenburger See: Forschungen der Luftbildarchäologie. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 11/1, p. 55-63.

Moulin 1991 : MOULIN (B). - *Hauterive-Champ-prévevres, 3. La dynamique sédimentaire et lacustre durant le Tardiglaciaire et le Postglaciaire*. Saint-Blaise, Éditions du Ruau (Archéologie neuchâteloise, 9).

Bilan des essais de lutte contre l'érosion sur la rive sud du lac de Neuchâtel. Tronçon pilote de Cheseaux-Noréaz (Grande Cariçaie)

Catherine Strehler Perrin
et Christian Clerc

• Résumé

Inexorable, l'érosion continue chaque année de grignoter 1 ha de végétation marécageuse sur la rive sud du lac de Neuchâtel (CH). En raison de la valeur naturelle et paysagère de cette rive et de la protection légale dont elle fait l'objet, des moyens importants de lutte contre l'érosion ont été testés depuis 20 ans pour chercher les solutions les plus adéquates conciliant arrêt, ou du moins diminution du recul de la rive, et conservation des biocénoses. Cet article dresse le bilan d'un essai spécifique de lutte, concentré sur un tronçon pilote de 3 km de rive. Il dresse le constat d'un rapport coût/résultat insatisfaisant pour des méthodes légères de lutte contre l'érosion telles que palissades de fascines, mais celui de résultats prometteurs pour une combinaison d'ouvrages lourds en enrochements au large de la rive.

Abstract

The constant process of erosion on the southern edge of Lake Neuchâtel wears away 1 ha of marshy vegetation each year. Important steps have been taken and tested over 20 years to find the best solution both to stop or diminish the retreat of the shoreline and to preserve the biocoenosis on this natural heritage site. Different measures were experimented on a single test zone covering 3 km of shoreline. The conclusions presented in this article show that the cost/result ratio varies according to the method employed. The use of fascine barriers to ward off erosion is not satisfactory whereas the combination of various heavy rock-filled structures offshore seem to provide encouraging results.

Zusammenfassung

Jedes Jahr setzt die Erosion am Südufer des Neuenburger Sees (CH) ihr unaufhaltsames Zerstörungswerk fort und verschlingt einen Hektar der Sumpfvegetation. Wegen des natürlichen und landschaftlichen Wertes und des gesetzlich festgelegten Schutzes dieser Uferregion werden seit zwanzig Jahren umfangreiche Massnahmen zum Kampf gegen die Erosion erprobt. Ziel dieser Untersuchungen war es, angemessene Lösungen zu finden, um, in Einklang mit der Erhaltung der Biozönosen, die Erosion aufzuhalten, oder zumindest den Uferrückgang einzudämmen. Dieser Aufsatz legt das Ergebnis eines spezifischen Rettungsversuches vor, der sich auf einen Testabschnitt des Ufers von ca. 3 km konzentrierte. Er zieht eine als unbefriedigend einzustufende Bilanz des Kosten-Nutzen-Verhältnisses von leichten Methoden zur Bekämpfung der Erosion, wie Flechtwerkpalisaden. Vielversprechende Ergebnisse wurden jedoch in einer Kombination schwerer Befestigungsbauten vor dem Ufer erzielt.

Catherine Strehler Perrin et Christian Clerc
Grande Cariçaie
Groupe d'étude et de gestion, Champ-Pittet
CH - 1400 Cheseaux-Noréaz

LE CONSTAT D'UNE ÉROSION CONTINUE

L'érosion des rives du lac de Neuchâtel, et en particulier de la sa rive sud, est un phénomène constaté de longue date (Ritter 1882).

Suite à la première correction des eaux du Jura, à la fin du XIX^e siècle, la quasi-totalité de la rive sud a enregistré en l'espace de 15 ans un recul très important, dépassant localement 10 m par année, notamment dans le secteur des Grèves de Cheseaux - Noréaz (Chervet et al. 1993). Dès 1894, l'ampleur de cette érosion a diminué.

Depuis le début du XX^e siècle, des secteurs d'érosion chroniques continuent à se marquer sur la rive sud, conduisant, sur plus de 11 km de celle-ci, à un recul annuel moyen supérieur à 0,5 m/an (Matthey et al. 2004).

DES BIOCÉNOSES MENACÉES

Avant la 1^{re} correction des eaux du Jura, l'érosion s'exerçait sur les falaises de molasse de la rive sud. Suite à l'abaissement des eaux, elle s'est faite aux dépens des roselières lacustres fraîchement installées sur les hauts fonds émergés, entraînant dans certains secteurs leur quasi totale disparition (Clerc 1996). L'érosion s'exerce aussi sur la beine elle-même.

Cette perte est lourde de conséquence pour l'écosystème naturel. En effet, les roselières lacustres, outre leur rôle de transition entre les marais et le lac, servent également de zones de reproduction pour des espèces d'oiseaux d'eau ou palustres menacées (grèbes, blongios, rousserolle turdoïde) et de zones de frai pour de nombreux poissons (brochet, cyprinidés).

Quant à la beine, elle joue un rôle très important pour l'alimentation des oiseaux d'eau notamment (herbiers de characées, invertébrés, poissons).

Il est donc primordial pour le gestionnaire d'espace naturel de ne pas limiter la lutte contre l'érosion à la protection de la berge, mais de l'étendre à celle de la beine.

La restauration des roselières lacustres soulève cependant des inquiétudes chez les archéologues. Les ceintures de végétation palustres qui étaient rares sur les rives du lac du Néolithique jusqu'au Moyen Âge (Hadorn 1994) contribueraient aujourd'hui à une dégradation des vestiges archéologiques.

DES ESSAIS PRÉALABLES DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION INFRUCTUEUX

Les essais de lutte contre l'érosion, testés dans les années 1980/90 sur la rive sud, ont été décrits à l'occasion de la 1^{re} Table ronde de Marigny en 1994 (Rollier 1996). Si les premiers essais, basés sur des palissades de

fascines, avaient été infructueux, l'espoir d'avoir trouvé une solution satisfaisante avec des épis constitués d'une enceinte de pieux remplie de gros galets subsistait alors. Ces ouvrages semblaient en effet plus solides et l'érosion, cinq années après leur mise en place, paraissait arrêtée. Force est de constater aujourd'hui que ces ouvrages n'ont pas permis l'accumulation de sable escomptée et l'avance du front de la roselière qui devait en résulter. À mi-chemin entre le génie civil et le génie biologique, ils restent de plus très onéreux à l'entretien.

Les limites de ce type d'ouvrage étant pressenties, de nouvelles études ont conduit les collectivités publiques à mettre en place des essais de plus grande envergure sur un tronçon pilote situé à Cheseaux-Noréaz et soumis à un recul chronique de sa ligne de rive dépassant en moyenne 0,9 m/an entre 1979 et 1994 (Chervet et al. 1994).



Fig. 1 - Palissades dégradées de pieux et fascines.



Fig. 2 - Erosion sur la rive sud du lac de Neuchâtel.



Fig. 3 - Répartition des stations archéologiques (en brun) sur le littoral de la commune de Chevroux.

LE ROSEAU

Appartenant à la grande famille des poacées, le roseau est distribué sur l'ensemble de la planète, à l'exception des zones polaires; aux États-Unis, il est considéré comme une espèce invasive susceptible de menacer les espèces indigènes. Très ubiquiste, il peut coloniser des sols inondés ou secs, riches ou pauvres en matière organique. Avec le jonc des tonneliers (famille des cypéracées) et les massettes (famille des typhacées), il est le principal héliophyte colonisant les hauts-fonds lacustres d'Europe Centrale (Hess et al. 1967).

Le roseau peut atteindre une taille de 5 mètres. Ses rhizomes sont capables de se développer jusqu'à une profondeur de 1 mètre sous la surface du sol, à partir de graines (reproduction sexuée) ou de fragments de rhizomes (reproduction végétative). Le tapis que forment les rhizomes est dense et son épaisseur peut atteindre 0,8 mètre, le diamètre des plus gros rhizomes pouvant dépasser 3 centimètres. Ce tapis est généralement constitué d'une couche de rhizomes entrelacés horizontaux, à partir de laquelle se développent des rhizomes plus ou moins verticaux desquels partent les tiges (Ostendorp 1993).

Sous nos latitudes, la croissance d'une partie des tiges débute à la fin de l'année. Elle reprend après les périodes de gel de l'hiver et la croissance de l'ensemble des tiges s'accélère à la mi-juin, atteint des pics de croissance journalière en juillet (jusqu'à 4,5 cm) pour ralentir à la fin de ce même mois. La floraison intervient dans la première moitié d'août et la chute des feuilles à partir de la mi-octobre (Hürlimann 1951).

Le roseau, comme beaucoup d'autres plantes hygrophiles, est pourvu de tissus assurant, par le biais de canaux, l'absorption et le transport de CO². L'absorption se fait principalement dans les parties émergées de la plante. Le CO² est en partie transformé en O² par photosynthèse au niveau des feuilles; le solde est transporté et rejeté sous forme d'O² au niveau des organes immergés (radicelles adventives, rhizomes). Ces émissions permettent une

intensification des mécanismes de minéralisation et de dénitrification au niveau des parties de la plante en contact avec l'eau, ainsi qu'une protection vis-à-vis des substances réduites au niveau des parties de la plante en contact avec le sol (Ostendorp 1993).

Le roseau est actuellement l'une des espèces végétales les plus fréquentes de la rive sud du lac de Neuchâtel. Présent dans tous les types de végétation des marais non boisés, il est dominant sur environ 175 des 590 hectares de marais compris entre Yverdon-les-Bains et Cudrefin.

Parmi les 76 sites archéologiques recensés sur la rive sud du lac de Neuchâtel, 8 ont leur centre de gravité dans des roselières terrestres ou lacustres; les autres se répartissent dans les forêts (25), les zones bâties ou agricoles (20), les marais (10) et le lac (13). 60 de ces sites chevauchent ou sont compris dans les périmètres des réserves naturelles.

Des analyses localisées ont montré une diminution, depuis une vingtaine d'années, de la densité des tiges de roseau dans la série des types de végétation dite "supra-aquatique" (qui échappe à une submersion régulière par le lac ou les nappes), soit les prairies à molinie, choin, petite laïche ou marisque. À l'inverse, l'extension des roselières est régulièrement constatée sur les bords des étangs, où environ 10 hectares d'eau libre restent à conquérir, et sur les côtés et à l'arrière de certains massifs de roselière lacustre de la beine, compensant ici partiellement les pertes de marais dues à l'érosion.

L'impact du roseau sur les vestiges archéologiques de la rive sud n'est pas connu. Il est probable que dans la série supra-aquatique, qui n'est plus soumise aux battements de la nappe depuis la 2^e correction des eaux du Jura, le roseau ait profité des conditions aérobies pour s'enraciner plus profondément et contribuer à la dégradation des vestiges archéologiques. Son impact est toutefois probablement minime en regard de la minéralisation effective de l'horizon de surface constatée dans cette série depuis la 2^e correction.



Fig. 4 - Ile aux oiseaux et enrochements.



Fig. 5 - Immersion d'un élément de récif artificiel.



Fig. 6 - Pose de fascines de saule dans une palissade à claire-voie.

LE TRONÇON PILOTE DE CHESEAU-NORÉAZ

Le projet a été réalisé pour comparer l'efficacité et la durabilité de différents ouvrages de lutte contre l'érosion sur 3 km de rive. Le choix des ouvrages a privilégié des constructions faciles à ériger et à entretenir pour optimiser les coûts. Aucune étude comparative de telle envergure n'avait été conduite précédemment sur la rive sud.

Les travaux ont été réalisés, de 1997 à 2003, sous la direction d'une entreprise de correction fluviale. Pour des questions budgétaires, seuls 17 des 22 ouvrages initialement prévus ont été construits pour un coût total de 5 millions d'euros, dont 17 % alloués à des études préalables et à des suivis.

SON PRINCIPE, SES OUVRAGES

De manière très schématique, le tronçon pilote combine des ouvrages placés parallèlement à la rive et d'autres placés perpendiculairement à cette dernière. Une série d'ouvrages est implantée au large pour briser les vagues qui déferlent vers le rivage, une autre est proche de la berge pour les freiner. Les ouvrages perpendiculaires à la rive dont la crête émerge par eaux moyennes et dont la longueur est d'environ 200 m, permettent de soustraire d'importantes portions de rive aux effets de la bise et de stopper la migration des sédiments le long du littoral.

Les ouvrages au large sont massifs, de forme linéaire (digues brise-lames) ou arquée (îles aux oiseaux), en enrochements ou en béton (récifs artificiels). Leur emplacement coïncide soit avec la ligne de brisant extérieure, soit avec une ligne parallèle plus rapprochée de la rive.

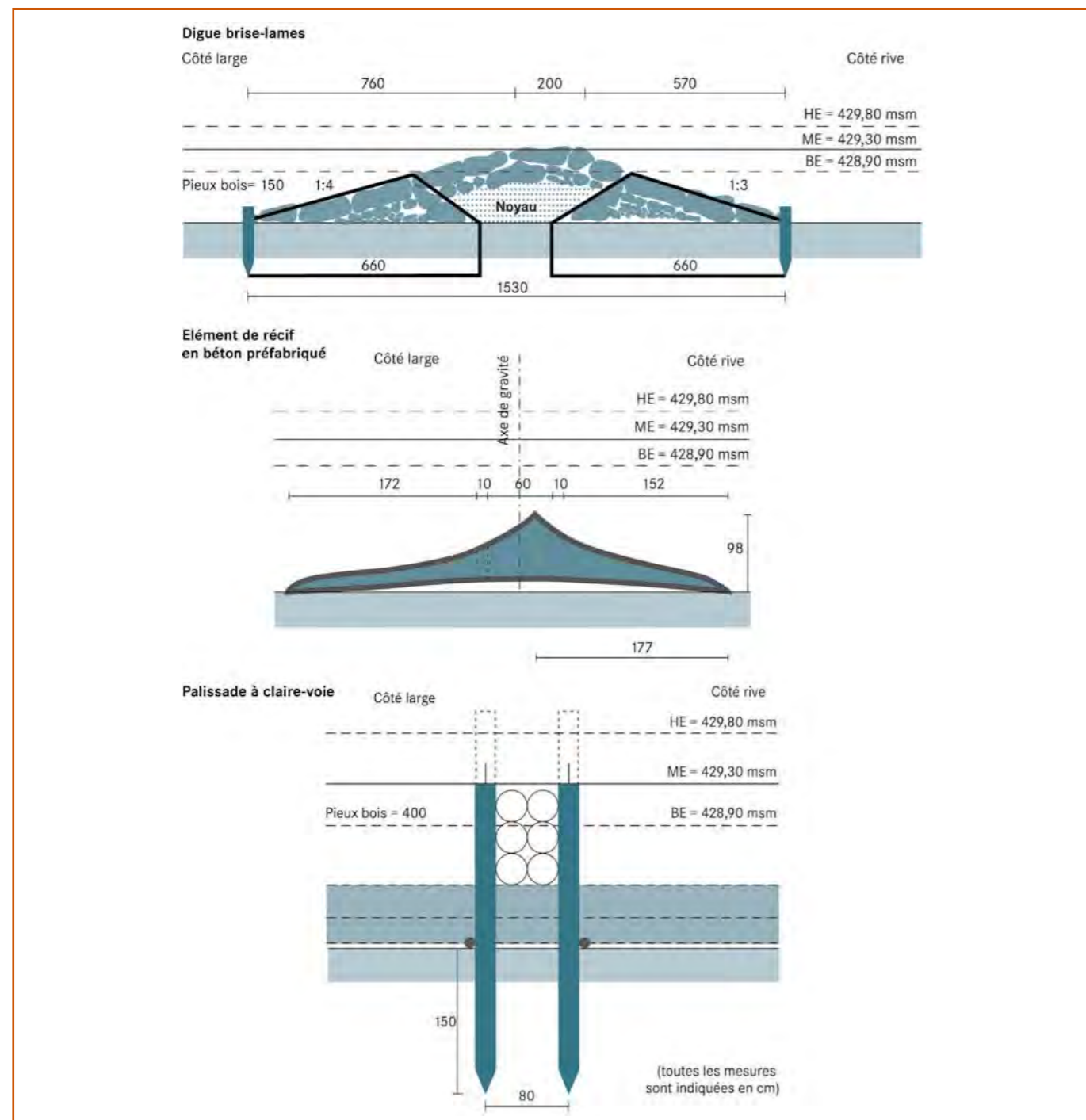
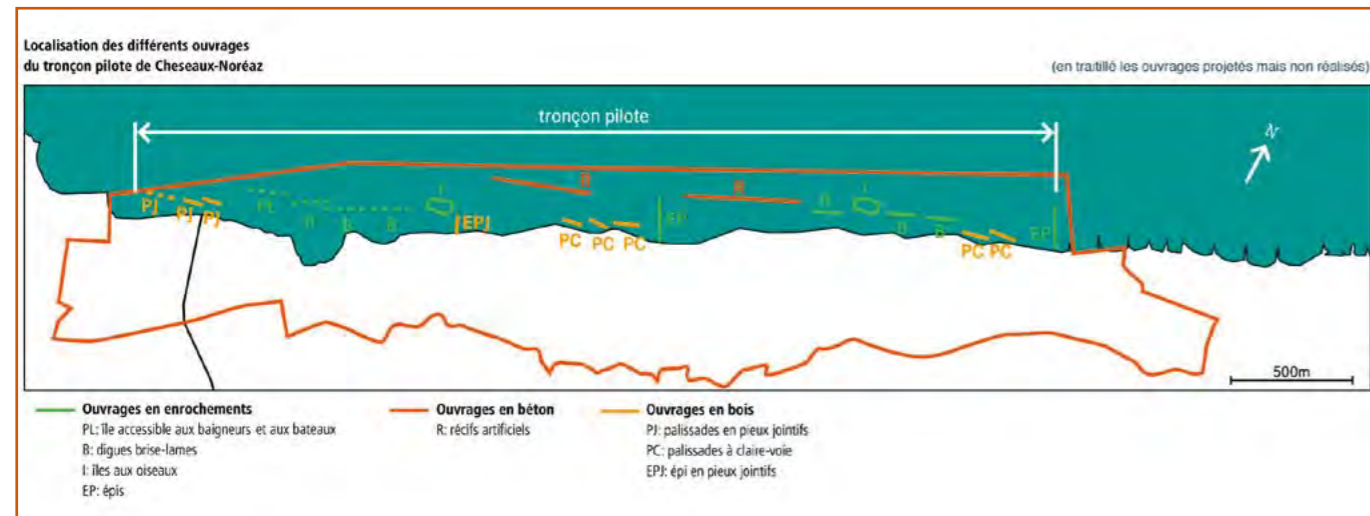
Les ouvrages de bordure de rive sont de construction légère, en bois (palissades à claire-voie et palissades en pieux jointifs).

DIGUES BRISE-LAMES ET ÎLES AUX OISEAUX

Chaque digue brise-lames est constituée d'un géotextile de fond, amarré par des pieux, sur lequel reposent deux digues d'appui, rectilignes et parallèles, formées de blocs de 200 à 400 litres. L'espace entre les digues est rempli d'un noyau de matériaux relativement fins recouvert d'un couronnement de blocs de 250 à 1 000 litres.

Les îles aux oiseaux permettent, comme les digues, de briser les vagues, mais offrent aussi aux canards, laridés (mouettes et sternes) et limicoles, des surfaces d'escale, d'alimentation et de nidification. La cote particulièrement élevée des crêtes côté large (431,35 m) empêche tout déferlement de vagues susceptible de perturber la nidification. Côté rive, l'aménagement d'un vaste plateau de matériaux fins, que la douceur de la pente rend particulièrement sensible aux battements des eaux du lac, favorise l'escale des oiseaux liés aux grèves du lac.

La cadence d'exécution de ces ouvrages a été estimée à 3,7 m²/jour pour les digues brise-lames et 1,4 m²/jour pour les îles aux oiseaux, pour un coût moyen de 2 300 euros/m².



LES RÉCIFS ARTIFICIELS

Les éléments constitutifs des récifs sont en béton préfabriqué et d'un poids de 3 tonnes chacun. L'assemblage se fait par un système en queue-d'aronde lâche qui permet au récif d'épouser la topographie de la baigne. Testés en laboratoire, les récifs artificiels Henkelriff® obligent les courants lacustres, après franchissement de leur crête, à déposer les sédiments en suspension; 921 éléments ont été posés avec une pelle dragline, à raison de 25 pièces par jour, pour un coût moyen de 730 euros/m².

LES RÉSULTATS

Les suivis de ces ouvrages, effectués de 1998 à 2004, ont permis de constater (Matthey et al. 2004):

- une accumulation marquée de sédiments à l'abri des ouvrages en enrochements, plus faible derrière les récifs artificiels;
- des changements d'orientation des dépôts, signe vraisemblable d'une transition du processus d'érosion vers un processus de sédimentation;
- une diminution de la vitesse de recul de la rive, voire dans certains secteurs une progression de massifs de roseaux;

BIBLIOGRAPHIE

Chervet et Huber 1993 : CHERVET (A.), HUBER (A.). – *Érosion de la rive sud du lac de Neuchâtel*. Rapport final. Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques, EPFZ, 1990.

Chervet et Huber 1994 : CHERVET (A.), HUBER (A.). – *Érosion de la rive sud du lac de Neuchâtel. Protection contre l'érosion, projet-pilote sur le tronçon Yverdon-Yvonand et aménagement général sur toute la rive sud*. Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques, EPFZ, 1994.

Clerc 1996 : CLERC (C.). – *Les roselières lacustres de la Grande Cariçaie. Cartographie. Évolution entre 1979 et 1987*. Rapport de gestion N° 16. GEG. Grande Cariçaie. Yverdon, 1996.

Hadorn 1994 : HADORN (Ph.). – *Saint-Blaise/ Bains des Dames, 1. Palynologie d'un site néolithique et histoire de la végétation des derniers 1600 ans*. Musée cantonal d'archéologie. Archéologie neuchâtoise. 18, Neuchâtel, 1994.

Hess, Landolt et Hirzel 1967 : HESS (H.E.), LANDOLT (E.), HIRZEL (R.). – *Flora der Schweiz. Band I: Pteridophyta bis Caryophyllaceae*. Birkhäuser AG, Basel, 1967.

Hürlimann 1951 : HÜRLIMANN (H.). – *Zur Lebensgeschichte des Schilfs an den Ufern der Schweizer Seen. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz Heft 30*. Verlag Hans Huber Bern. 1951.

Matthey 2004 : MATTHEY (F.). – *Lutte contre l'érosion sur la Rive sud du Lac de Neuchâtel. Bilan de mesures. Tronçon pilote de Cheseaux-Noréaz*. Cahier de l'environnement No 372. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne. 2004

Ostendorp 1993 : OSTENDORP (W.). – *Schilf als Lebensraum*. Sonderdruck aus Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg, Band 68. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe. 1993.

- un développement important des herbiers de macrophytes, dont la surface a triplé en 6 ans, passant de 25 à 70 ha;
- l'implantation sur l'ensemble des ouvrages émergés de nouvelles populations de laridés nicheurs (30 % des effectifs suisses pour la mouette en 2003 et 15 % des effectifs suisses pour la sterne pierregarin et le goéland leucophaé).

CONCLUSIONS

La **combinaison** d'ouvrages testée sur le tronçon pilote se révèle une solution satisfaisante permettant à la fois de freiner, voire de stopper l'érosion et d'accroître la valeur biologique d'un secteur de rive.

Aucun type d'ouvrage, pris individuellement, ne permet en revanche une protection générale de l'écosystème riverain, à l'exception peut-être des ouvrages en enrochements, les plus coûteux du tronçon pilote.

Les ouvrages émergés en enrochements (brise-lames, îles) conjuguent le plus efficacement la lutte contre l'érosion et la conservation des biocénoses.

Mesures de protection pour la sauvegarde des sites archéologiques du lac de Biemme

Albert Hafner

Traduction : Cynthia Dunning, Berne

Résumé:

Les vestiges d'habitats néolithiques et de l'âge du Bronze découverts dans les lacs, marais et rivières sont des sources archéologiques particulièrement importantes. Ils permettent en effet une conservation optimale du matériel organique. Des 700 « palafittes » connus dans la zone circum-alpine, plus de 40 se trouvent dans le canton de Berne. Le lac de Biemme et le cours inférieur de la Thielle comptent à eux seuls 35 sites. Aujourd'hui ces sites sont menacés par une érosion massive. C'est pourquoi le Service archéologique du canton de Berne a développé une double stratégie dans sa gestion du patrimoine subaquatique. Les champs de pilotis érodés et sans couche archéologique sont documentés sur l'ensemble de leur surface d'une part et les parties de sites bien conservées sont d'autre part soumises à des mesures de protection actives. Nous considérons aujourd'hui que le recouvrement d'un site au moyen de géotextiles et de gravier comme meilleure solution pour protéger le sous-sol lacustre contre l'érosion.

Abstract

The remains of Neolithic and Bronze age settlements in lakes and bogs are archaeological sources of outstanding value. The conditions of conservation allow a perfect preservation of organic material. From the existing 700 sites around the Alps more than 40 are in the canton of Bern. We find 35 of them on the shores of Lake Biemme and the river Thielle. Most of them are threatened by rapidly progressing erosion in the still-water zone. This is the reason why the Archaeological service of the Canton of Bern developed a sort of double strategy: already eroded sites are documented on large surfaces whereas intact sites are protected. Actually we think that covering sites with geotextile and a thin layer of gravel is the most appropriate method.

und Flüssen sind wegen den ausserordentlich guten Erhaltungsbedingungen für organisches Material besonders interessante archäologische Quellen. Von den etwa 700 „Pfahlbauten“ im Umkreis der Alpen befinden sich gut 40 im Kanton Bern. Allein 35 Fundstellen sind am Bielersee und der unteren Zihl bekannt, die übrigen verteilen sich auf die verlandeten Abschnitte von Kleinseen. Die meisten davon sind bereits seit 1854 bekannt. Bis 1970 entstanden die meisten Schäden durch undokumentierte Ausgrabungen und Plünderungen, Hafengebäuden sowie Uferbefestigungen. Heute sind die Fundstellen am Bielersee durch Erosion massiv gefährdet. Das 2001 in Kraft gesetzte (neue) Denkmalpflegegesetz des Kantons Bern legt fest, dass archäologische Fundstellen grundsätzlich vor Zerstörung geschützt werden müssen. Ist dies aus bestimmten Gründen nicht möglich, ist ihre wissenschaftliche Dokumentation vorgesehen. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre zeigen, dass die heute noch intakten Siedlungsareale am Bielersee ohne künstliche Schutzmassnahmen die nächsten Jahrzehnte nicht überleben werden. Der Archäologische Dienst des Kantons Bern verfolgt deshalb eine denkmalpflegerische Doppelstrategie: weitgehend erodierte Pfahlfelder werden grossflächig dokumentiert, bevor sie endgültig verschwinden und ausgewählte, noch gut erhaltene Siedlungsteile werden aktiv geschützt. Aus heutiger Sicht sind dafür Überdeckungen mit Geotextil und Kies die beste Lösung. Die Erosionsschutzmassnahmen in der Bucht von Lattrigen sind Teil einer umfassenden Strategie Kulturgüter unter Wasser dauerhaft zu erhalten.

Zusammenfassung:

Die neolithischen und bronzzeitlichen Siedlungsreste in Seen, Mooren

Albert Hafner
Archäologischer Dienst des Kantons Bern - Unterwasserarchäologie
Seestrasse 6
CH-2572 Sutz-Lattrigen
albert.hafner@erz.be.ch

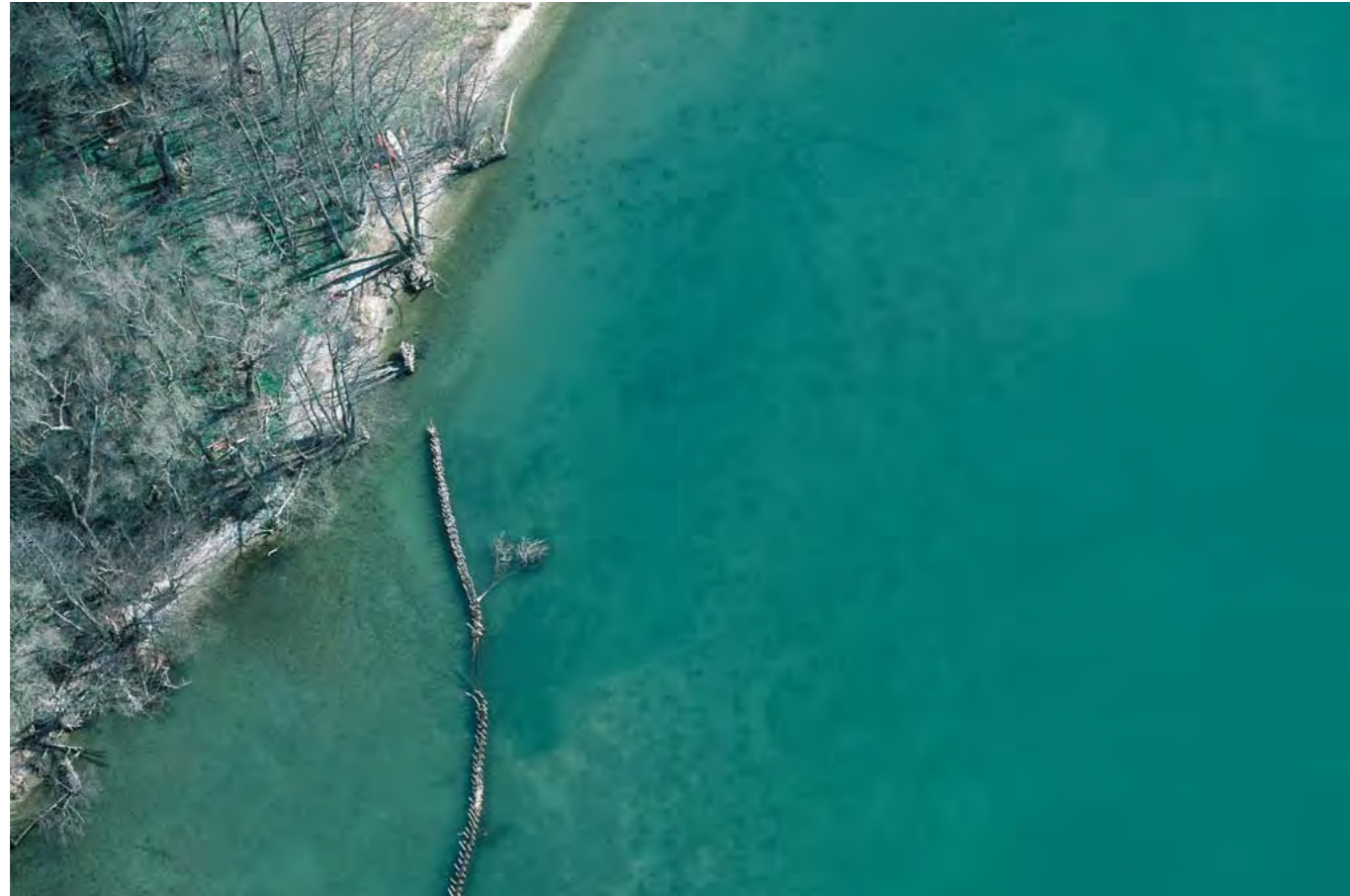


Fig. 1 - Sutz-Lattrigen – Rütte. Mesures de protection contre l'érosion 1997-1998. La construction du brise-lames était la première mesure de protection d'un site archéologique dans le lac de Biemme.

Les vestiges d'habitats néolithiques et de l'Âge du Bronze découverts dans les lacs, marais et rivières sont des sources archéologiques particulièrement importantes. Ils permettent en effet une conservation optimale du matériel organique. Des 700 « palafittes » connus dans la zone circum-alpine, plus de 40 se trouvent dans le canton de Berne. Le lac de Biemme et le cours inférieur de la Thielle comptent à eux seuls 35 sites, le reste se trouvant aux alentours d'anciens petits lacs souvent comblés. La plupart de ces vestiges sont connus depuis le milieu du XIX^e siècle. Jusqu'en 1970, les causes de destruction les plus importantes étaient les fouilles datant du début de l'archéologie, les pillages de collectionneurs passionnés, la construction de ports de plaisance et les travaux de consolidation des berges. Aujourd'hui les sites du lac de Biemme sont menacés par une érosion massive, tandis que les habitats des marais sont insidieusement détruits par l'assèchement du terrain. La nouvelle loi sur le patrimoine du canton de Berne, entrée en vigueur en janvier 2001, exige que les sites archéologiques soient fondamentalement protégés de la destruction. Si cela s'avère impossible pour quelque raison que ce soit, une documentation scientifique du site est inéluctable. Les expériences de ces dernières années montrent clairement que les habitats encore intacts du lac de Biemme disparaîtraient dans les décennies à venir

si aucune mesure de conservation n'est entreprise dans l'immédiat. C'est pourquoi le Service archéologique du canton de Berne a développé une double stratégie dans sa gestion du patrimoine subaquatique. Les champs de pilotis érodés et sans couche archéologique sont documentés sur l'ensemble de leur surface d'une part et les parties de sites bien conservées sont d'autre part soumises à des mesures de protection actives.

MESURES DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION À SUTZ-LATTRIGEN – RÜTTE 1997-1998

L'équipe d'archéologie subaquatique du Service archéologique, installée à Sutz-Lattrigen au bord du lac de Biemme, s'est intéressée au thème de la protection contre l'érosion lacustre depuis 1994 déjà. Les premières expériences ont été faites en 1997-1998 avec la construction d'un brise-lames afin de protéger le site de Sutz-Lattrigen – Rütte. Sous la pression d'une érosion avançant à grand pas, ces mesures de protection avaient plutôt un caractère de sauvetage plutôt que de prévention et n'étaient prévues qu'en tant que solution provisoire. La construction à double rangée de poteaux était érigée sur une longueur de 150 m (fig. 1). Entre ces poteaux, on a déposé plusieurs couches de fascines. Cet ouvrage doit servir à briser les vagues venant du large et calmer les eaux situées à l'intérieur.

MESURES DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION À SUTZ-LATTRIGEN – HAUPTSTATION AUSSEN 2000-2001

En 2000, nous avons entrepris les premières recherches afin de définir des mesures de conservation à long terme. Nous nous sommes imposés les conditions suivantes : l'ouvrage doit tenir plus de cinquante ans, ne pas être visible de la surface de l'eau, être facile et avantageux à entretenir. Des travaux entrepris auparavant sur les rives allemandes et suisses du lac de Constance ont démontré que ces conditions pouvaient être réunies si l'on recouvrait la surface à conserver d'un géotextile et de gravier. Nous avons donc emprunté aux collègues allemands leur radeau dirigeable pour réaliser les deux premières étapes des mesures de conservation sur le site de Sutz-Lattrigen – Hauptstation Aussen. Il a fallu d'abord attacher le géotextile sur des grilles en acier mesurant chacune 5 x 2 m. Sans ces grilles, il était impossible de déplacer le géotextile dans l'eau. Fixée de telle manière, une plaque de 10 m² pèse sous l'eau 11 kg et n'a quasiment pas de poids si l'on considère l'effet de l'air renfermé dans le textile. Le positionnement exact s'est fait avec des câbles depuis le bateau. Plus de 300 grilles ont été ainsi placées au fond du lac (fig. 2). L'étape suivante consistait à recouvrir les plaques d'une couche de gravier épaisse de 20 cm. Le gravier a été amené depuis le lac de Neuchâtel en barque et déchargé sur le radeau au moyen d'une petite excavatrice et d'une bande transporteuse.



Fig. 2 - Sutz-Lattrigen – Hauptstation. Mesures de protection contre l'érosion 2000-2001. Pose des grilles recouvertes de géotextile à partir du radeau. En une opération de deux heures, il a été possible de poser environ 25 plaques.

MESURES DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION À SUTZ-LATTRIGEN – HAUPTSTATION INNEN 2003-2004

Les mesures de protection contre l'érosion à effectuer à Sutz-Lattrigen – Hauptstation Innen présentait un défi supplémentaire de par la proximité immédiate de la rive. Si le site de Sutz-Lattrigen – Hauptstation Aussen se trouve sous 1.20 à 2 m d'eau, la profondeur de l'eau à Hauptstation Innen ne dépasse pas 1,20 m. De même, la force des vagues est à cet emplacement plus importante qu'à d'autres endroits de la baie. Dès le départ, il était évident que la déposition des grilles en acier ne serait pas acceptée par la population locale. L'idée qu'un jour des arêtes métalliques puissent surgir du fond du lac n'est pas particulièrement enthousiasmant. C'est pourquoi il était nécessaire de chercher d'autres solutions. En 2003, nous avons opté pour l'utilisation de tapis en géotextile remplis de sable. Les frais de transport élevés et les efforts trop importants inhérents au montage et au démontage du radeau emprunté aux collègues allemands ont amené l'équipe à développer et à construire un bateau avec lequel il était possible de déposer ces lourds tapis sur le sous-sol lacustre (fig. 3 et 4). Le catamaran « ROBOR » est encore muni d'un fond en planches qui s'ouvre tel les stores vénitiens afin de recouvrir des surfaces importantes d'une couche régulière de gravier (fig. 5 et 6). L'utilisation de ce nouvel outil de travail a permis une réduction considérable du temps pour la déposition des tapis et de la couche de gravier au fond du lac.



Fig. 3 - Sutz-Lattrigen – Hauptstation. Mesures de protection contre l'érosion 2003-2004. Les tapis en géotextile, lourds d'environ 1 tonne, ont été posés grâce à un bateau spécial. La déposition d'une fine couche de gravier était également effectuée à partir de ce bateau. Tous les travaux étaient exécutés par l'équipe de plongée. Dans la baie de Lattrigen, 6 000 m² de surface archéologique ont été recouvertes et 30 000 m² ont été fouillés.



Fig. 4 - Sutz-Lattrigen – Hauptstation. Mesures de protection contre l'érosion 2003-2004. Une bande du tapis en géotextile de 30 x 5 m vient d'être déposée au fond du lac. Pour cette opération, il fallait l'intervention d'au moins deux plongeurs.

Au premier abord, les tapis semblaient plus chers que les grilles en acier recouvertes de géotextile. L'analyse des coûts a démontré toutefois que ce procédé est plus avantageux pour traiter des grandes surfaces (à partir de 1 000 m²) que le système à grilles qui demande une grande consommation de temps. Les tapis offrent en outre des avantages certains puisqu'ils sont plus solides et possèdent des propriétés de filtrage remarquables.

BILAN INTERMÉDIAIRE DES MESURES DE PROTECTION CONTRE L'ÉROSION 1997-2004

Actuellement, nous sommes d'avis que la construction du brise-lames de Sutz-Lattrigen – Rütte était une construction avantageuse, mais qui exige un entretien constant. De même, il doit être entièrement reconstruit après dix ans. Le brise-lames est un élément perturbateur pour les bateaux, mais il est bien perçu du point de vue écologique. Il offre un lieu de repos pour les oiseaux et un endroit de reproduction pour les poissons.

Nous considérons toutefois aujourd'hui que le recouvrement d'un site au moyen de géotextiles et de gravier est finalement la meilleure solution pour protéger le sous-sol lacustre contre l'érosion. Les mesures préventives entreprises entre 2000 et 2004, ont permis de protéger dans la baie de Lattrigen tous les vestiges d'habitat dont il restait encore des couches archéologiques. Une surface de plus de 6 000 m² a été ainsi recouverte de géotextiles et de gravier. Cependant, seule une observation à long terme et d'éventuels sondages permettront de vérifier l'efficacité de la méthode appliquée. En effet, le seul



Fig. 5 - Sutz-Lattrigen – Hauptstation. Mesures de protection contre l'érosion 2003-2004. Décharge du gravier dans le catamaran « ROBOR » au moyen d'une petite excavatrice et d'une bande transporteuse.



Fig. 6 - Sutz-Lattrigen – Hauptstation. Mesures de protection contre l'érosion 2003-2004. Déversement d'une couche de gravier sur le tapis en sable.

moyen d'obtenir des résultats à long terme passe par l'expérimentation pratique. Et puisque l'érosion avance inexorablement, il ne reste qu'un temps très limité pour développer et tester de nouvelles techniques de conservation. La fouille des surfaces protégées et le suivi archéologique coûtent actuellement 10 à 15 fois plus cher que le recouvrement du même site, sans compter la perte scientifique qui y est liée. En outre, une telle fouille engage des moyens considérables qui ne peuvent pas être utilisés ailleurs. Les mesures de protection contre l'érosion dans la baie de Lattrigen sont donc raisonnables de plus d'un point de vue et font partie d'une stratégie globale destinée à conserver durablement un plus grand nombre de sites archéologiques, témoins de notre passé.

Mesures de protection 1997/1998:

- Projet: Bureau Iseli und Bösiger, Bienne
- Exécution: Programme de travail de la Société pour la protection des rives du lac de Bienne (SPR)

Mesures de protection 2000/2001:

- Surfaces recouvertes: 1 200 m² (2000), 1 800 m² (2001).
- Grilles en acier: 5 x 2 m; épaisseur des fils d'acier 3 mm, poids total 3.3.t.

BIBLIOGRAPHIE:

Brem et al. 2001: BREM (H) et al. - *Archäologische Schutzmassnahmen in den Seeufersiedlungen von Ermatingen TG - Westerfeld*. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 84, p. 7-28.

Königer, Schlichtherle 2000: KÖNINGER (J), SCHLICHTHERLE (H). - *Reservatbildende Massnahmen in Bodensee-Pfahlbausiedlungen bei Wallhausen und am Schachenhorn von Bodman*. Nachrichtenblatt Arbeitskreis Unterwasserarchäologie 7, p. 69-74.

- Géotextile: natte non tissée en polypropylène (PP), 140 respectivement 280 g/m², rouleaux de 5.25 x 100 m, poids 80 respectivement 150 kg.
- Matériau de couverture: 250 m² (2000) et 360 m² (2001) de gravier 0-250 mm, pourcentage en sable de 50%, livraison par barques « Zihl » et « Rhône » de l'entreprise Eugène Buhler & Fils SA, Marin.
- Durée des travaux: au total environ six (2000) et sept semaines (2001), dont le déversement du gravier 23 et 26 jours, exclusivement effectué par les collaborateurs du Service archéologique du canton de Berne.
- Radeau pour déverser le gravier: Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein, Rottweil/Baden-Württemberg (D).

Mesures de protection 2003/2004:

- Surfaces recouvertes: 1 400 m² (2003), 1 600 m² (2004)
- Géotextile: tapis de sable de l'entreprise Naue Fasertechnik, type Terrafix B113, un composé de polypropylène/polyester (PP/PES) et sable, 6100 g/m², rouleaux de 4.80 x 30 m, poids approximatif 880 kg. Les tapis de sable s'enfoncent dans l'eau immédiatement sous leur propre poids.
- Catamaran à gravier "ROBOR": construction et exécution entreprises JPK Kessler, Düringen FR et ROBOR-Weiss AG, Wünnewil FR.
- Matériau de couverture: 280 m² (2003) et 300 m² (2004) de gravier 0-250 mm, pourcentage approximatif de sable 20%, livraison par barques « Zihl » et « Rhône » de l'entreprise Eugène Buhler & Fils SA, Marin.
- Durée des travaux: A plein temps, il était possible de poser jusqu'à six tapis par jour. Pour douze tapis il fallait compter en moyenne trois jours ainsi qu'un jour supplémentaire pour la préparation et le mesurage (deux plongeurs, cinq personnes sur le catamaran). Au total chaque fois quatre semaines, dont le déversement du gravier douze jours chaque fois, exclusivement effectué par les collaborateurs du Service archéologique du canton de Berne.

Protection d'un site archéologique sur la presqu'île de Greng, lac de Morat

Denis Ramseyer

• Résumé

Afin d'enrayer la destruction progressive des gisements archéologiques situés sur la presqu'île de Greng (lac de Morat), menacés par les vents et les vagues qui déferlent sur la zone archéologique depuis de nombreuses années, 130 m³ de galets roulés ont été déposés à la main sur le site, par des ouvriers au chômage. La couverture de pierre, mise en place en eau peu profonde entre les pieux qui délimitent le gisement de l'Âge du Bronze, s'étend sur 850 m². Le littoral a ensuite été reboisé de pousses de saules, puis la zone a été volontairement encerclée d'une palissade et laissée à l'abandon pour que la végétation naturelle reprenne ses droits. Le but recherché était d'empêcher les promeneurs et les baigneurs de s'établir dans la zone protégée durant la période estivale. Six ans après l'opération, la rive a été envahie de broussailles et de rejets de saules et les roselières ont repoussé dans la partie inondée. La rive est stabilisée aujourd'hui, exactement comme cela avait été souhaité.

Abstract

As a means to prevent erosion on the archaeological zone of the Greng peninsula (Lake Morat) caused mainly by wind and waves breaking on it for many years, the site was covered by 130m³ of rolled pebbles placed entirely by hand by unemployed persons. An 850m² stone layer was first laid down in shallow water over an area circumscribed by the posts of the Bronze Age site. Then, willow shoots were planted on the shore and lastly, the area was closed off by a palisade to allow vegetation to grow naturally. The aim was to keep walkers and swimmers away from the protected spot in the summertime. Six years later, the shore is invaded by brush and willow reeds have grown in the shallow waters. As primarily intended, the shore is at present stabilized.

Zusammenfassung

Um die fortschreitende Zerstörung der archäologischen Fundstätten auf der Halbinsel von Greng (Murtensee) aufzuhalten, haben arbeitslose Bauarbeiter 130 m³ Rollkiesel von Hand verlegt. Wind und Wellen, die über diese archäologische Fläche hereinbrechen, bedrohen sie seit vielen Jahren. Die Abdeckung aus Steinen erstreckt sich über 850 m² im flachen Wasser zwischen den Pfählen, die den bronzezeitlichen Fundort begrenzen. Danach wurde die Uferzone mit Weidensetzlingen bepflanzt und das Gebiet mit einer Palisade eingezäunt und bewusst der Natur überlassen, damit die natürliche Vegetation sich wieder frei entwickeln kann. Ziel des Unternehmens war es, Spaziergänger und Badende in den Sommermonaten davon abzuhalten, sich im geschützten Gebiet niederzulassen. Sechs Jahre nach der Aktion war das Ufer von Gestrüpp und Weidentrieben bewachsen und das Röhricht im überfluteten Teil nachgewachsen. Das Ufer ist heute stabilisiert, genauso wie es gewünscht worden war.

Denis Ramseyer
Institut de préhistoire et des sciences de l'antiquité, Université de Neuchâtel
Espace Paul Vouga
CH – 2068 Hauterive

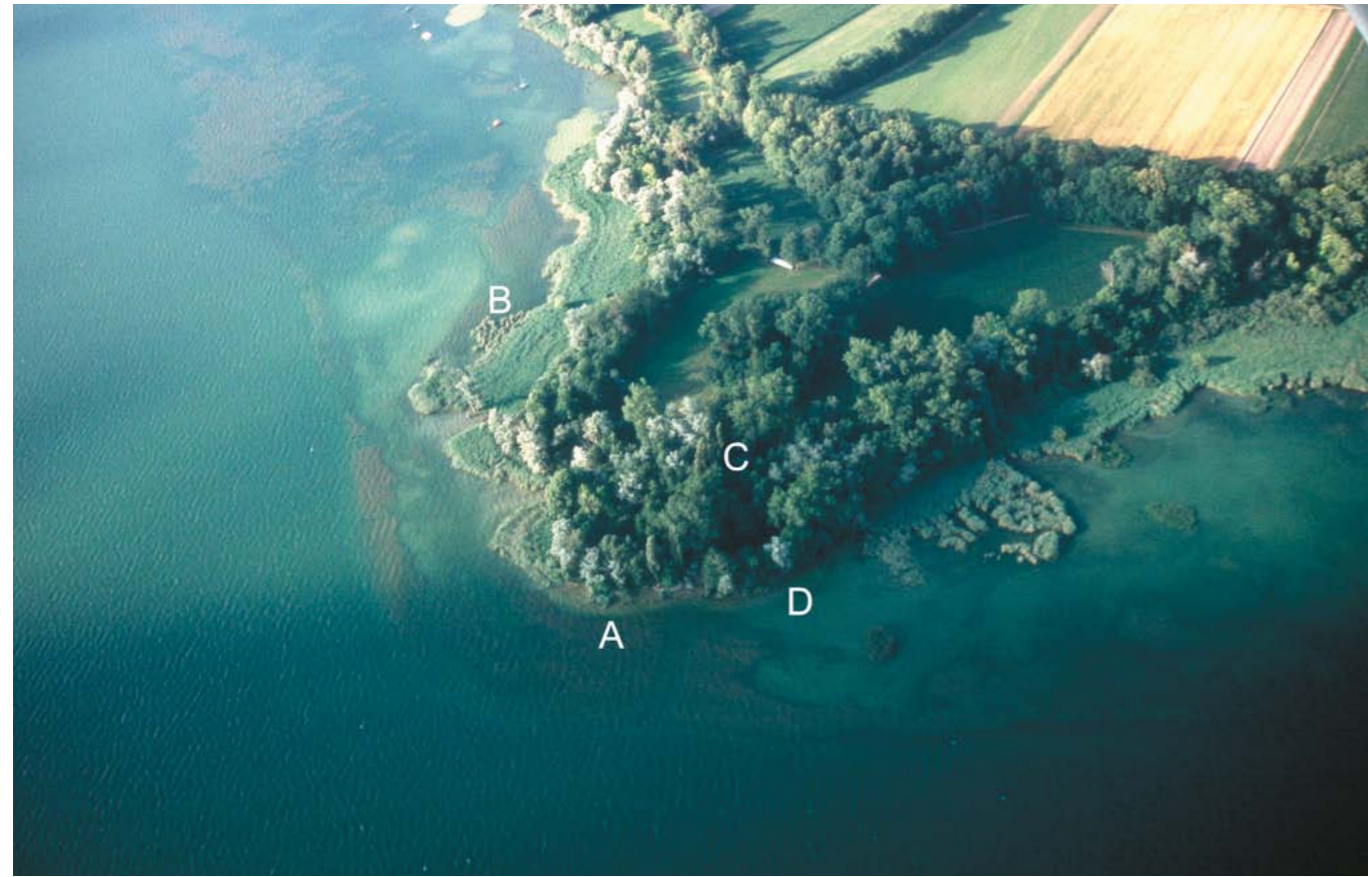


Fig. 1 - Vue aérienne de la presqu'île de Greng. A: site Bronze final (protégé en 1998); B, C et D: gisements néolithiques. Photo SAEF

SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE

La Pointe de Greng, connue sous le nom de « Grengspitz » ou encore « Grenginsel », est une presqu'île située sur la rive sud du lac de Morat. L'endroit est très exposé aux vents soufflant du S-O; le Mont-Vully tout proche protège en partie la presqu'île du vent venant du N-E. L'extrémité de la presqu'île est formée essentiellement de cordons sableux, anciens hauts-fonds qui entouraient encore au XIX^e siècle, avant la correction des eaux du Jura, un petit promontoire connu sous le nom d'« île de Pourtalès ». Cette ancienne île domine, en effet, de 2 à 3 m la zone qui fait l'objet de la protection. Dans la partie aujourd'hui exondée, recouverte de prairie, les formations tourbeuses repérées indiquent la présence d'anciens marécages, favorables à la conservation des vestiges archéologiques situés plus en profondeur (fig. 1). Plus au nord, le rivage est protégé par une forêt clairsemée de haute futaie.

SITUATION ARCHÉOLOGIQUE

Avant de protéger le secteur le plus menacé par l'érosion, il convenait de localiser avec précision les différentes zones archéologiques et juger de leur état de conservation. Le Service archéologique de l'État de Fribourg¹ donna mandat à deux chercheurs de l'Université de Genève pour effectuer des carottages systématiques sur l'ensemble de la zone concernée et procéder à une analyse détaillée du site². Une prospection et une campagne de carottages, réalisées en 1996, ont été précédées d'une étude des archives (relevés topographiques de 1921 notamment, photographies des années 1900 – 1930, notes de fouilles anciennes), d'une évaluation des collections archéologiques déposées au Musée de Morat et au Service archéologique de Fribourg, ainsi qu'à une analyse dendrochronologique partielle de 25 pieux³. Ces travaux préliminaires ont montré que :

- la partie N-O de la Pointe de Greng renferme un gisement de l'Âge du Bronze final (zone A de la fig. 1);
- la partie ouest de ce cap contient un gisement du Néolithique moyen (zone D);
- l'ancienne île de Pourtalès, à l'endroit fouillé par Carl Müller en 1925, comprend des couches archéologiques

¹ Ancienne appellation « Service archéologique cantonal » au moment de l'intervention; ce service a changé de nom depuis.

² Le mandat a été confié à Pierre Corboud et Christiane Pugin, Groupe de Recherche en Archéologie Préhistorique, Département d'anthropologie et d'écologie de l'Université de Genève.



Fig. 2 - Archéologue sur le site de Greng, hiver 1901/1902. Archives SAEF

en place attribuées au Néolithique final, dont la séquence stratigraphique atteint par endroits 80 cm d'épaisseur et dont l'état de conservation est remarquable (zone C). Les carottages systématiques réalisés sur un axe de 200 m de longueur dans cette zone, recouverte aujourd'hui d'une prairie et protégée par des remblais du XIX^e siècle, indiquent que ce grand gisement néolithique n'est pas menacé par l'érosion, contrairement aux deux autres.

- Un autre grand gisement néolithique, fouillé à plusieurs reprises dans la première partie du XX^e siècle, est indiqué à l'est de la Pointe de Greng (zone B). Les restes de cet habitat sont ensevelis sous des limons et des sables, protégés aujourd'hui par une roselière qui le dissimule le long du rivage. Concernant l'érosion proprement dite, on a pu calculer que la rive a reculé d'environ 30 m entre 1921 et 1996, sur une longueur de rivage de 150 m. On peut estimer à près de 2 200 m² la surface archéologique détruite. Toutefois, les sédiments arrachés par l'érosion se sont déposés quelques dizaines de mètres plus au large, protégeant ainsi une autre zone archéologique située près de la rive actuelle. Suite au phénomène bien connu d'arrachement et de redépôt de sédiments dus aux vents et aux vagues, l'ablation d'une partie de la rive et l'avancée du lac dans les terres ont détruit les couches archéologiques en relation avec les pilotis apparus récemment. Il ne reste par endroits que des charbons de bois déplacés et redépôtés, témoignant de l'existence d'une ancienne couche archéologique.

Entre 1980 et 1997, le front d'érosion sur la rive a reculé d'environ 0,5 m par an. Plus au large, dans le lac, sous un à deux mètres d'eau, on distingue, lorsque l'eau est claire, plusieurs dizaines de pieux dressés (fig. 2 à 5); il est difficile de savoir si ces bois ont souffert au cours de ces deux dernières décennies, car aucune observation suivie n'a été effectuée dans ce secteur.



Fig. 3 - Vue du site de Greng; à l'arrière-plan, l'oppidum du Mont-Vully. Hiver 1901-1902. Archives SAEF



Fig. 4 - État de conservation du gisement. a) secteur à protéger, photographié en décembre 1995, par période de basse eau. Photo D. Ramseyer



b) le même secteur, photographié durant l'hiver 1901/1902. Archives SAEF

MESURES DE PROTECTION

À la suite de l'expérience acquise sur d'autres sites quelques années auparavant (Font, Forel, Schiffenen : cf. Ramseyer et Roulière-Lambert 1996), nous avons analysé la situation de Greng et opter pour la solution qui nous semblait la mieux adaptée. Dans ce dernier cas, c'était moins la surface du sol qui était attaquée que la ligne de rivage qui ne cessait de reculer. Par forts vents, les vagues viennent heurter le fragile talus formé sur la rive, entre

la plage et la forêt riveraine. Si la couche supérieure est meuble et instable (humus et dépôt sableux sous-jacent), la plage mise à nu 30 cm plus bas est recouverte d'une couche de pierres résultant d'une ancienne « ténevière » et par conséquent plus résistante, où émergent de nombreux pieux préhistoriques. La solution retenue a été celle de sceller tout le secteur avec des galets, en le recouvrant totalement.

La question qui se posait était le choix des matériaux à apporter : nature, dimension, poids, ainsi que leur quantité au m². Nous avons alors consulté des géologues, hydrogéologues, ingénieurs, écologistes, pêcheurs, archéologues, pour finalement conclure ce qui suit.

1.- La pose de graviers était à proscrire, car trop légers (ils auraient eu pour effet d'être rapidement dispersés par les vagues).

2.- L'utilisation de pierres trop lourdes devait être évitée, car ces dernières auraient pu défoncer le sol et pénétrer dans la couche archéologique à protéger.

3.- La pose d'un géotextile aurait permis de bien délimiter la zone d'intervention et la signaler ainsi avec précision pour les générations futures, dans le cas d'une éventuelle fouille ultérieure du gisement. Mais cette opération aurait nécessité la coupe de toutes les têtes de pilotis visibles. Comme ces vestiges sont à la fois très difficiles à couper, suite à la « fossilisation » du bois de chêne qui les a rendus

particulièrement durs, et qu'il ne reste, pour la majorité d'entre eux, plus que la pointe ou du moins la partie inférieure des pieux, nous avons préféré ne pas toucher à ces éléments.

4.- Profiter de l'occasion d'une mesure de protection pour effectuer un prélèvement systématique des pilotis en vue d'une étude dendrochronologique a bien sûr été envisagé. Nous y avons renoncé pour les raisons suivantes :

- présence d'un très grand pourcentage de pointes des pieux qui ne présente que peu d'intérêt pour une étude de ce type ;
- présence de bois jeunes dont le nombre de cernes de croissance conservés est très faible (moins de 25 cernes pour la plupart) ou encore bois sans aubier pour la majorité des échantillons, limitant ainsi les résultats de l'étude.

5.- La mise en place de pierres concassées de nature très différente du substrat d'origine (calcaire jaune d'Hauterive par exemple) aurait rendu la zone trop visible et attiré l'attention des pilleurs clandestins. De plus, un tel choix aurait été contraire aux mesures prises par la protection de l'environnement : l'apport d'éléments étrangers au milieu doit être évité dans une zone humide naturelle protégée.

6) La pose d'un brise-lames placé au large aurait pu, certes, freiner la force des vagues déferlant sur le site en cas de forts vents, mais le substrat du sol au large (ou

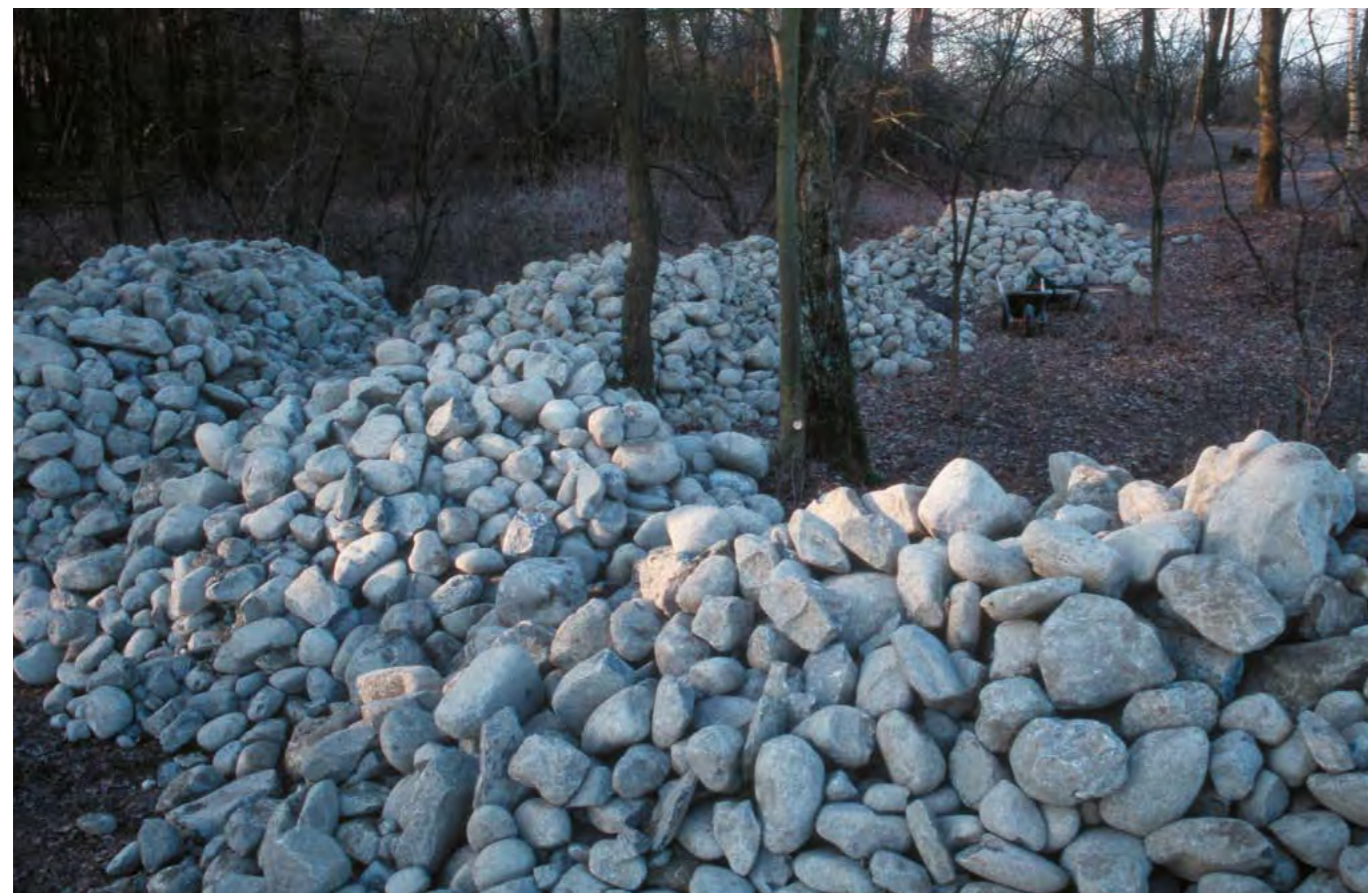


Fig. 5 - Dépôt de galets destinés à recouvrir le site, février 1998. Photo D. Ramseyer

trop mou ou trop dur) et la topographie du lieu (pente plongeant brutalement devant la presqu'île) ne pouvait convenir dans le cas de Greng.

L'INTERVENTION DE 1998

Grâce à l'appui d'ouvriers au chômage, le Service archéologique de l'État de Fribourg put mettre sur pied en 1998 une opération de protection du site. Les travaux débutèrent en février, au moment où le niveau du lac était bas. Deux à six personnes ont œuvré à temps partiel, en fonction de leur disponibilité et en fonction des conditions météorologiques (fig. 5 à 7). Les derniers aménagements ont été mis en place à la fin du mois de mars, alors que le niveau du lac était déjà remonté.

Ce sont au total 130 m³ de galets roulés bruts, non concassés, qui ont été déposés par camion, à quelques mètres de l'endroit à protéger. Le terrain était gelé au moment de l'opération : les véhicules ont ainsi pu transporter sur place les matériaux sans laisser d'ornières sur le chemin conduisant de la route cantonale au rivage, en passant à travers la forêt riveraine.

Si un tiers environ des cailloux avait la dimension souhaitée, - de 5 à 7 kg en moyenne, 20 à 25 cm de diamètre en moyenne -, la majorité des éléments apportés était soit plus petite que requise, soit nettement plus grosse. Certains blocs de pierre atteignaient 50 kg. Au moment

de la livraison, nous étions contrariés par le fait que notre demande n'avait pas été scrupuleusement respectée. Mais au moment de la mise en place, nous pouvions constater qu'un mélange de différentes grandeurs présentait des avantages : le calage se faisait plus facilement, la cohésion de la couche déposée était meilleure et l'aspect général du « pavement » mis en place paraissait plus naturel que si nous avions déposé un tapis de blocs calibrés de même dimension.

Comme le sol du site archéologique à couvrir était essentiellement composé d'une ancienne « ténevière », nous pouvions, par conséquent, recouvrir le tout sans risquer de défoncer les vestiges placés au-dessous.

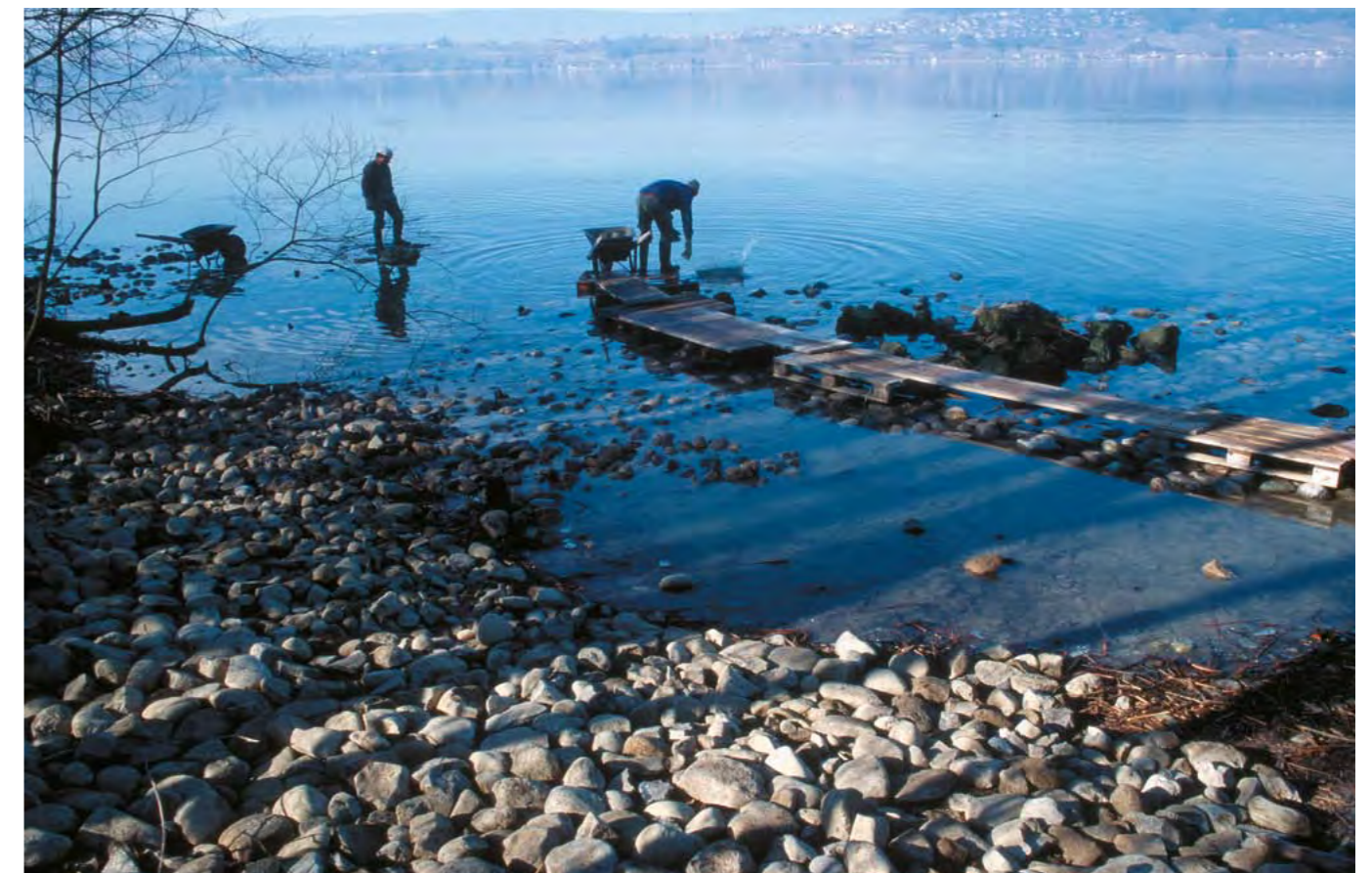


Fig. 7, a et b : des ouvriers protègent la couche archéologique à l'aide de galets, mars 1998. Photos D. Ramseyer



Fig. 7 - Détail du gisement recouvert de galets, mars 1998.
Photo D. Ramseyer

La zone protégée couvrait une surface de 72 m de longueur, sur une largeur variant entre 3 et 15 m. Les nombreux pieux, passablement érodés mais très résistants, remontant à l'Âge du Bronze final et émergeant du sol de 20 à 40 cm, balaisaient parfaitement la zone à recouvrir.

Les 130 m³ de pierres apportés ont été transportés par brouettes par les ouvriers et déposés à la main, sur le secteur à protéger.

Les galets de 5 à 7 kg ont été réservés aux endroits les plus sensibles, où la densité des pieux était la plus forte. Les plus grosses pierres ont été placées en partie sur la ligne du rivage où le front d'érosion était le plus violent, sur la zone de battement des vagues par forts vents lorsque le niveau du lac est haut; une autre partie a été disposée plus au large, à une quinzaine de mètres du rivage, aussi loin que le permettait l'accès des ouvriers travaillant avec des bottes sur des chemins de planches aménagés à l'aide de palettes de chemins de fer. Une fois l'opération terminée, le site semblait avoir été aménagé pour les baigneurs qui envahissent les plages durant l'été! nous avons alors trouvé un terrain d'entente avec la ligue fribourgeoise pour la protection de la nature (Pro Natura) pour replanter des boutures de saules, afin d'une part de dissuader les promeneurs de s'aventurer dans le secteur, d'autre part pour favoriser un couvert de végétation qui dissuaderait les baigneurs de s'aventurer à cet endroit.

PREMIERS BILANS DE L'INTERVENTION

Les vestiges du Néolithique et de l'Âge du Bronze couvrent une surface totale estimée à plus de 2 ha. La partie du site située sur terre ferme n'est pas menacée par l'érosion, car recouvert de plus d'un mètre de sédiments, le tout protégé par une zone herbeuse ou par la forêt riveraine. Le secteur directement menacé est celui situé au N-O, dans la partie la plus basse, immergée la majeure partie de l'année sous 0,1 à 1,5 m d'eau.

À cet endroit, 850 m² ont pu être protégés en 1998. La zone n'est cependant pas entièrement sauvée; les pieux situés le plus au large ne sont pas protégés, car difficile d'accès et dispersés sur une grande surface. Des moyens beaucoup plus importants auraient dû être mis en œuvre, ce qui n'était pas possible dans le cadre de cette première intervention.

En 2004, la végétation avait complètement envahi la zone protégée six ans plus tôt: expansion de la roselière dans la partie en eau, expansion des ronces et buissons sur le rivage, pousse des rejets de saules plantés en mars 1998 sur la rive, à l'arrière du secteur inondé. Nous avons obtenu exactement l'effet recherché, à savoir une stabilisation totale du front d'érosion sur la ligne de rivage et une repousse importante de la végétation (fig. 8). Cette opération a définitivement éloigné les baigneurs qui avaient pris l'habitude de s'installer régulièrement sur le site durant les périodes estivales, de ramasser et de jeter au loin les galets, abîmant les vestiges archéologiques.



Fig. 8 - Le site de Greng, septembre 2004. La végétation a envahi le secteur protégé. Photo D. Ramseyer

CONCLUSIONS

Une grande partie du site de la Pointe de Greng est provisoirement sauvegardée, à l'exception de la zone immergée la plus avancée dans le lac. Un état de la situation doit être rapidement établi dans cette zone immergée: si les pieux restants sont en phase de déstabilisation, - ce que nous soupçonnons aujourd'hui -, il est alors urgent d'intervenir avant qu'il ne soit trop tard. Nous préconisons une nouvelle intervention d'urgence pour étudier les pieux situés en pleine eau, devant la zone protégée en 1998 et qui est maintenant stabilisée. Un relevé complet des pieux suivi de leur prélèvement systématique en vue d'une étude dendrologique et, pour les éléments comprenant suffisamment de cerne, une éventuelle étude dendrochronologique, devrait absolument être entreprise. Espérons que le Service archéologique de l'État de Fribourg s'en donne rapidement les moyens.

Enfin, il est une priorité plus grande encore, celle de la mise sous protection définitive de l'ensemble du site, afin qu'aucune construction ou aménagement ne puisse se faire dans le périmètre! Il s'agit sans aucun doute d'un site archéologique d'importance européenne, qui compte parmi les plus riches et les mieux conservés que l'on connaisse à l'heure actuelle. Des démarches sont en cours pour une mise sous protection du Patrimoine mondiale de l'humanité (UNESCO) l'ensemble des sites lacustres circum-alpins: espérons qu'il ne soit pas trop tard pour Greng, l'un des sites majeurs de cet ensemble.

BIBLIOGRAPHIE

Chavaz 1953: CHAVAZ (F). - La nouvelle correction des eaux du pied du Jura et l'aménagement des forces hydrauliques du bassin de la Sarine. In: *Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles*, 43, Fribourg, p. 3 - 72.

Corboud et Pugin 1999: CORBOUD (P), PUGIN (C). - Prospection des sites littoraux fribourgeois (lacs de Neuchâtel et de Morat). In: *Cahier d'archéologie fribourgeoise*, 1, p. 54 - 55.

Müller 1913: MÜLLER (C). - Les stations lacustres du lac de Morat. In: *Annales fribourgeoises*, 4, Fribourg, p. 145 - 160.

Pugin, Corboud, Castella et Nogara 1997: PUGIN (CH), CORBOUD (P), CASTELLA (A), NOGARA (G). - *Greng, étude préliminaire de la station de « Greng-Spitz »*. Rapport du Groupe de recherches en Archéologie préhistorique, Département d'anthropologie et d'écologie de l'Université de Genève (manuscrit non publié).

Ramseyer et Roulière-Lambert 1996: RAMSEYER (D), ROULIÈRE-LAMBERT (M.-J.). - *Archéologie et érosion*, Lons-le-Saunier.

Ramseyer 1992: RAMSEYER (D). - Les sites littoraux préhistoriques: réflexion sur un siècle et demi de recherches dans le canton de Fribourg. In: *Archéologie Suisse*, 15-2, p. 52-59.

Schwab 1971: SCHWAB. - *Jungsteinzeitliche Fundstellen im Kanton Freiburg* (Schriften zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz), 16, Basel.

Remerciements:

Nous remercions tout particulièrement pour leur aide les personnes suivantes: Paul Portmann et Christophe Binder (VAM, association pour des mesures actives sur le marché du travail, districts du Lac et de la Singine); Philippe Vuilleumier (Pro Natura).

Données techniques:

Année de la mise en place de la protection: 1998
Longueur et largeur de la rive mise sous protection: 72 m x 3 à 15 m.
Nombre de journées de travail effectives: 123
Durée des travaux: 2 février au 31 mars 1998
Matériaux utilisés: 130 m³ de galets roulés (quartzite, gneiss, schiste), éléments entre 5 et 60 cm de diamètre, entre 0,5 et 50 kg.
Surface recouverte: 850 m², sur 15 à 20 cm d'épaisseur

Coût total de l'opération: CHF 8000.-, dont 85% pour les matériaux et le transport et 15% pour les indemnités des chômeurs (env. 5100 euros).

Soit par m² courant = CHF 9,4.- (6 euros).

Prestations gratuites: salaires des archéologues et des conseillers scientifiques et techniques.

Suivi des opérations: Denis Ramseyer, Service archéologique de l'État de Fribourg.

Nombre de personnes ayant pris part aux travaux: 4 ouvriers (en moyenne) + 1 archéologue.

Opération financée par l'État de Fribourg.

Les sites préhistoriques littoraux des lacs de Neuchâtel, de Morat et du Léman :

état de conservation actuel, évolution probable et politique de gestion

Pierre Corboud et Christiane Pugin

• **Résumé**

La prospection systématique des sites littoraux préhistoriques de la rive sud du lac de Neuchâtel, des rives du lac de Morat et du Léman permettent aujourd'hui d'avoir une vision d'ensemble des problèmes de protection et de gestion des vestiges archéologiques conservés. À l'aide d'une typologie des différents types de conservation reconnus et des évolutions futures des restes observés, il est possible de proposer un éventail de démarches et travaux de protection ou de sauvetage.

La présence et la conservation des différents vestiges (couches archéologiques, pilotis, objets, etc.), leur situation par rapport à la rive actuelle, leur insertion géomorphologique et la composition du substrat permettent de prévoir leur destin et de prendre des mesures de sauvegarde. De par sa vision d'ensemble, cette typologie aide à la décision et aux choix des moyens à mettre en œuvre pour protéger ce patrimoine culturel. Précieuses données menacées autant par l'érosion naturelle que par les aménagements de tout ordre touchant de plus en plus les rives lacustres.

Abstract

The survey of the prehistoric sites on the banks on the lakes of Neuchâtel, Morat and Geneva highlights global protection's problems and management of this yet preserved archaeological vestiges. A typology of the different kinds of preservation offers a range of methods and precautions for protection or rescue.

The state of preservation of the archeological remains as layers, piles and material, their situation on the banks and in the substratum allows to look forward to their fate and to decide the best way for their protection. Through this whole-word method, this typology helps to choose the means used to protect this cultural heritage. The precious data are threatened as well by natural erosion as by any constructions on the banks of the lakes.

Zusammenfassung

Die systematische Oberflächenuntersuchung der prähistorischen Ufersiedlungen am Südufer des Neuenburger Sees, an den Ufern des Murten- und des Genfer Sees liefert heute ein umfassendes Bild über die Probleme, die der Schutz und die Bewahrung erhaltener archäologischer Denkmäler mit sich bringen. Mit Hilfe einer Typologie der verschiedenen anerkannten Konservierungsmethoden, sowie der zukünftigen Entwicklungen der festgestellten Überreste kann man eine Vielfalt an Vorgehensweisen und Erhaltungs- oder Rettungsvorrichtungen vorschlagen. Das Vorkommen und die Konservierung der verschiedenen Befundkategorien (archäologische Schichten, Pfähle, Funde, usw.), ihre Lage im Verhältnis zum heutigen Ufer, ihr geomorphologischer Kontext und die Zusammensetzung ihres Untergrundes bieten die Möglichkeit, ihr Schicksal vorausszusehen und Rettungsmassnahmen zu ergreifen. Der umfassende Einblick, den diese Typologie bietet, kann bei der Entscheidung und der Wahl der zu ergreifenden Mittel zum Schutz dieses Kulturgutes sehr hilfreich sein. Diese wertvollen Daten werden gleichermassen von der natürlichen Erosion wie von den zahlreichen Bautätigkeiten, von denen die Seeufer immer mehr betroffen sind, bedroht.

Pierre Corboud et Christiane Pugin
Département d'anthropologie, Université de Genève,
rue Gustave Revillod 12
CH - 1224 Genève – Carouge

Le but de cet exposé est de proposer une problématique globale de gestion et de préservation des sites littoraux, concernant en particulier les lacs de Neuchâtel, de Morat et le Léman. Cet exercice est basé sur les résultats des travaux de prospection archéologique menés sur les rives immergées du Léman entre 1982 et 1991 et sur les explorations terrestres et lacustres des rives vaudoises et fribourgeoises des lacs de Neuchâtel et de Morat entreprises en 1994.

Ce travail, fondé sur les observations de terrain, a pour point de départ le constat que les sites préhistoriques sont généralement dans des états très divers, échappant a priori à toute classification. Leur situation actuelle diffère autant par le type de conservation et les menaces d'érosion ou de destruction qui les touchent, que par les moyens envisageables pour les protéger ou, du moins, pour récolter les informations qu'ils renferment encore. Néanmoins, un certain nombre de constantes peuvent être mises en évidence, pour proposer des mesures de sauvegarde cohérentes et systématiques. Dans tous les cas, la compréhension des phénomènes d'érosion/sédimentation est indispensable pour mieux comprendre l'évolution future d'un site littoral, en fonction de sa localisation actuelle et de sa conservation.

À travers la variété des multiples situations que l'on peut trouver sur les rives des trois lacs cités, nous essayerons de montrer quelles sont les implications et contraintes – scientifiques, techniques et administratives – qui président aux choix d'une démarche spécifique de protection et de gestion, applicable à ce patrimoine scientifique et historique exceptionnel.

Pour tenter un classement des différents états de conservation des sites littoraux préhistoriques, nous proposons dix types distincts qui regroupent la totalité des situations rencontrées. Cependant, le choix de ces modèles est assez arbitraire, ainsi que leur nombre. Il aurait été possible d'en définir beaucoup plus et même, à la limite, un nombre approchant celui des sites étudiés, tant les conditions sont changeantes d'un établissement à l'autre, même très proches géographiquement et chronologiquement. En outre, certaines stations présentent plusieurs types de conservation, parfois même pour la même phase d'occupation.

Dans une première approche, quatre critères sont pris en compte dans la définition des types de conservation et d'évolution probable des sites :

- 1.– Nature des vestiges conservés : couche archéologique et pilotis, pilotis uniquement, objets sur le sol.
- 2.– Position des vestiges conservés par rapport à la ligne de rivage actuelle.
- 3.– Composition du substrat sur lequel est établie la station.
- 4.– Importance des phénomènes d'érosion/sédimentation sur la rive.

Un cinquième critère doit être ajouté dans la définition des types de conservation, spécifique aux sites préservés sur la rive actuelle et non en zone immergée, pour lesquels les vestiges et la couche archéologique sont situés plus haut que le niveau moyen actuel du lac :

- 5.– Vestiges érodés sur la rive, pilotis seuls conservés dans le lac, couche archéologique superficielle (moins d'un mètre sous la surface du sol) et couche archéologique profonde (plus d'un mètre sous la surface).

Éléments observés	Critères retenus	Types de conservation									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nature des vestiges immergés	Couche archéologique et pilotis			●	●	●	●				
	Pilotis et objets en surface		●						●		
	Objets érodés en surface	●						●			
Position de la couche archéologique	Couche conservée côté large			●	●						
	Couche conservée côté rive						●				
	Couche conservée à l'horizontale					●					
Constitution du substrat de la station	Présence d'un substrat rocheux			●	●			●			
	Substrat sableux	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Substrat limoneux	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Importance des phénomènes d'érosion	Erosion très active	●	●	●	●			●		●	●
	Erosion moyenne	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Erosion très faible				●	●	●		●	●	●
Couche ou vestiges plus hauts que le niveau du lac	Vestiges érodés sur la rive							●			
	Pilotis seuls conservés dans le lac								●		
	Couche superficielle									●	
	Couche profonde							●	●		●

Fig. 1 - Éléments observés, critères retenus et types de conservation proposés pour les sites littoraux préhistoriques des rives des lacs de Neuchâtel, de Morat et du Léman.

La combinaison de ces différents critères permet de définir un certain nombre de types de conservation, qui concernent autant les sites immergés que ceux conservés sous la rive actuelle. Ces types permettent de caractériser la presque totalité des établissements littoraux connus à ce jour aux bords des lacs de Neuchâtel, de Morat et du Léman.

Ces différents modèles ont été élaborés à partir de l'analyse de l'état de conservation et des processus d'érosion qui peuvent toucher les vestiges encore intacts. Nous en proposons une description, selon un gradient qui va du lac vers la terre et des sites les plus érodés vers les mieux conservés (fig. 2) :

- A.– Vestiges immergés : sans couche ni pilotis, objets érodés en surface.
- B.– Vestiges immergés : pilotis sans couche, matériel érodé en surface.
- C.– Vestiges immergés : pilotis et couche érodée.
- D.– Vestiges immergés : pilotis et couche protégée.
- E.– Vestiges immergés : pilotis et couche horizontale.
- F.– Vestiges immergés : pilotis et couche vers le bord.
- G.– Vestiges terrestres : plus de pilotis dans le lac, rive très érodée, couche et pilotis sur la terre.
- H.– Vestiges terrestres : pilotis dans le lac, couche et pilotis sur la terre.
- I.– Vestiges terrestres : pas de pilotis dans le lac, couche superficielle et pilotis altérés sur la terre.
- J.– Vestiges terrestres : pas de pilotis dans le lac, couche profonde et pilotis exclusivement sur la terre.

TYPE A – VESTIGES IMMERGÉS : SANS COUCHE NI PILOTIS

Des vestiges archéologiques érodés sont conservés dans une ténévière, dans la partie centrale de la beine sous-lacustre, le sol sous-lacustre à l'emplacement de la ténévière est quasiment horizontal. Les pilotis et la céramique ne sont pas conservés, seul des restes d'objets en pierre ou éventuellement en métal peuvent subsister en surface du sol érodé.

Exemples : pour le Léman, Mies/Les Crenées (VD), Collonge-Bellerive (GE), Corsier-Port (GE).

Évolution prévue : l'érosion n'est plus active dans la partie centrale de la station, occupée par la ténévière et les restes archéologiques érodés. Seule la zone située du côté rive par rapport aux vestiges archéologiques est encore soumise à l'érosion.

Données archéologiques conservées : très peu de données, seules des cartes de répartition du mobilier érodé permettraient (dans le cas d'une seule occupation) de tenter une reconstitution de l'habitat.

Protection : les vestiges archéologiques conservés dans la ténévière ne sont plus menacés ; néanmoins, en cas de risque de destruction complète du site, il ne reste qu'à récolter le matériel lithique et métallique par unité de surface.

TYPE B – VESTIGES IMMERGÉS : PILOTIS SANS COUCHE

Un champ de pilotis est conservé dans la partie centrale de la beine sous-lacustre. La pente du sol à l'emplacement de la station n'est pas nulle ; le processus d'érosion et de sédimentation tend à niveler la surface de la station. La couche archéologique a totalement disparu, la céramique (lorsqu'elle est conservée) est très érodée ; le matériel lithique ou métallique est encore présent, piégé dans la ténévière. La ténévière visible du côté rive ne contient plus de pilotis, démantelés et arrachés par l'érosion.

Exemples : pour le Léman, Préverenges I (VD), Pâquis A et B (GE), Plonjon (GE) ; pour le lac de Neuchâtel, Font/Trabiétaz II (FR), Estavayer/Pianta II (FR).

Évolution prévue : l'érosion déchausse progressivement les derniers pilotis en place à partir du bord de la station. La surface du site tend vers l'horizontale, avec parfois une accumulation de sable sur la limite large du site.

Données archéologiques conservées : L'analyse dendrochronologique des pilotis restants permettrait de connaître la plupart des phases de construction, ainsi que l'organisation architecturale du village avec les plans des maisons.

Protection : la seule démarche de protection est l'arrachage progressif des pieux par bandes parallèles à la rive, depuis le bord, et la récolte du matériel encore conservé par unités de surface.

TYPE C – VESTIGES IMMERGÉS : PILOTIS ET COUCHE ÉRODÉE

Un lambeau de couche archéologique est encore conservé dans la partie la plus au large du site, parfois à l'extérieur. Les pilotis sont bien conservés au contact du front d'érosion de la couche, mais de moins en moins bien en direction du rivage. Dans certains cas favorables, les pilotis sont encore présents vers le large, en relation avec la couche archéologique conservée. Suivant la topographie du site et le substrat, les pilotis peuvent être complètement arrachés près de la rive.

Exemples : pour le Léman, Collonge-Bellerive (GE), Morges/Les Roseaux (VD), Chens-sur-Léman/Tougues (HS) ; pour le lac de Neuchâtel, Font/Pianta I (FR).

Évolution prévue : si le front d'érosion de la couche archéologique est visible, c'est que l'érosion est encore active à ce niveau-là. L'érosion sera donc encore plus forte en direction de la rive actuelle. Les pilotis conservés vont se déchausser progressivement et la couche archéologique finira par disparaître complètement.

Données archéologiques conservées : les phases de construction et l'organisation architecturale du site pourraient être connues en partie grâce à la dendrochronologie des pilotis prélevés. La fouille de la couche archéologique conservée fournirait un abondant mobilier (céramique, os, matières organiques, etc.) dont l'étude livrerait des informations de grande valeur scientifique.

Protection : la démarche la plus économique est de protéger de l'érosion le lambeau de couche conservé avec un géotextile et le dépôt d'une ténévière artificielle. Les pilotis encore en place devront être prélevés par bandes parallèles au rivage et le matériel archéologique de surface récolté par unités topographiques.

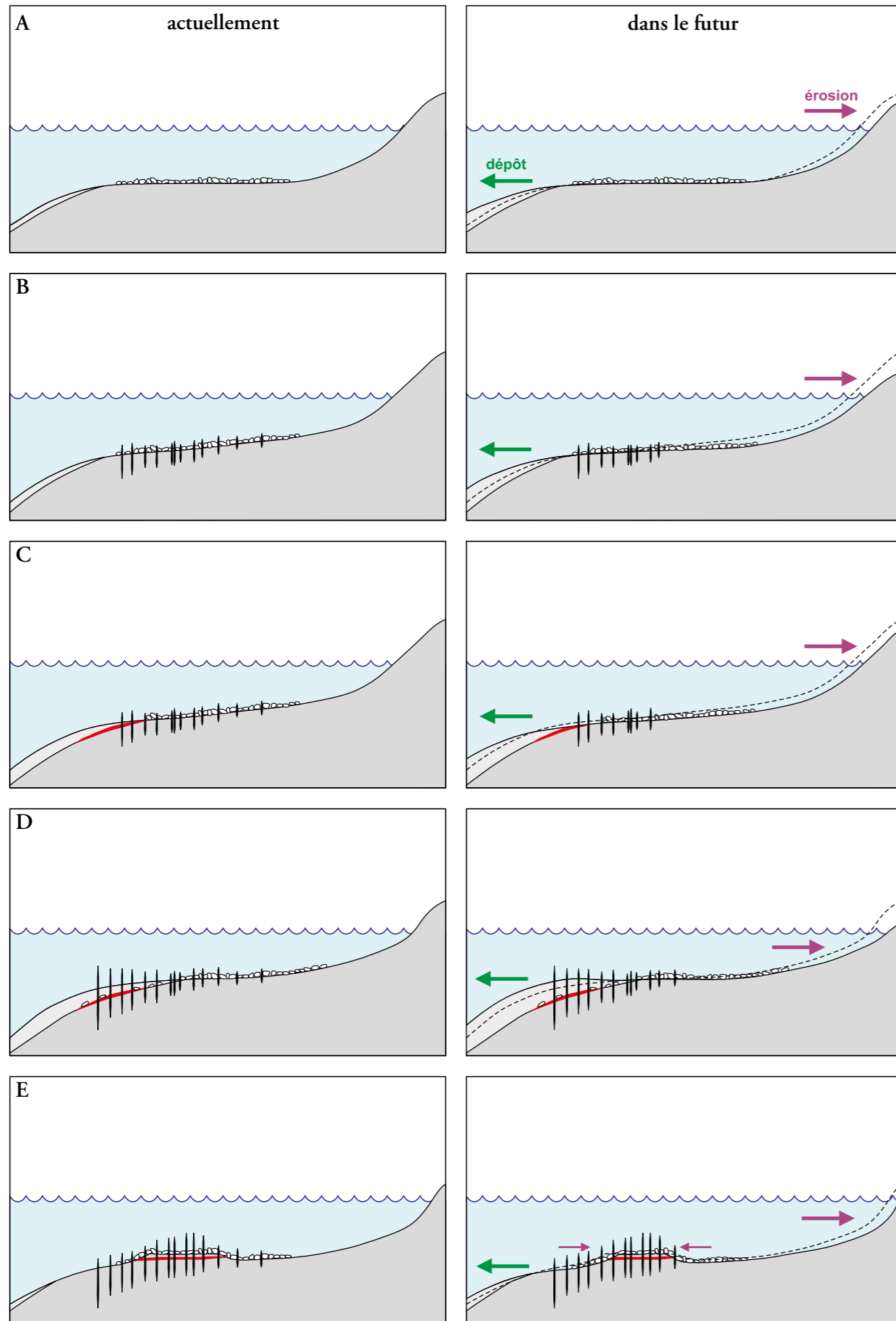
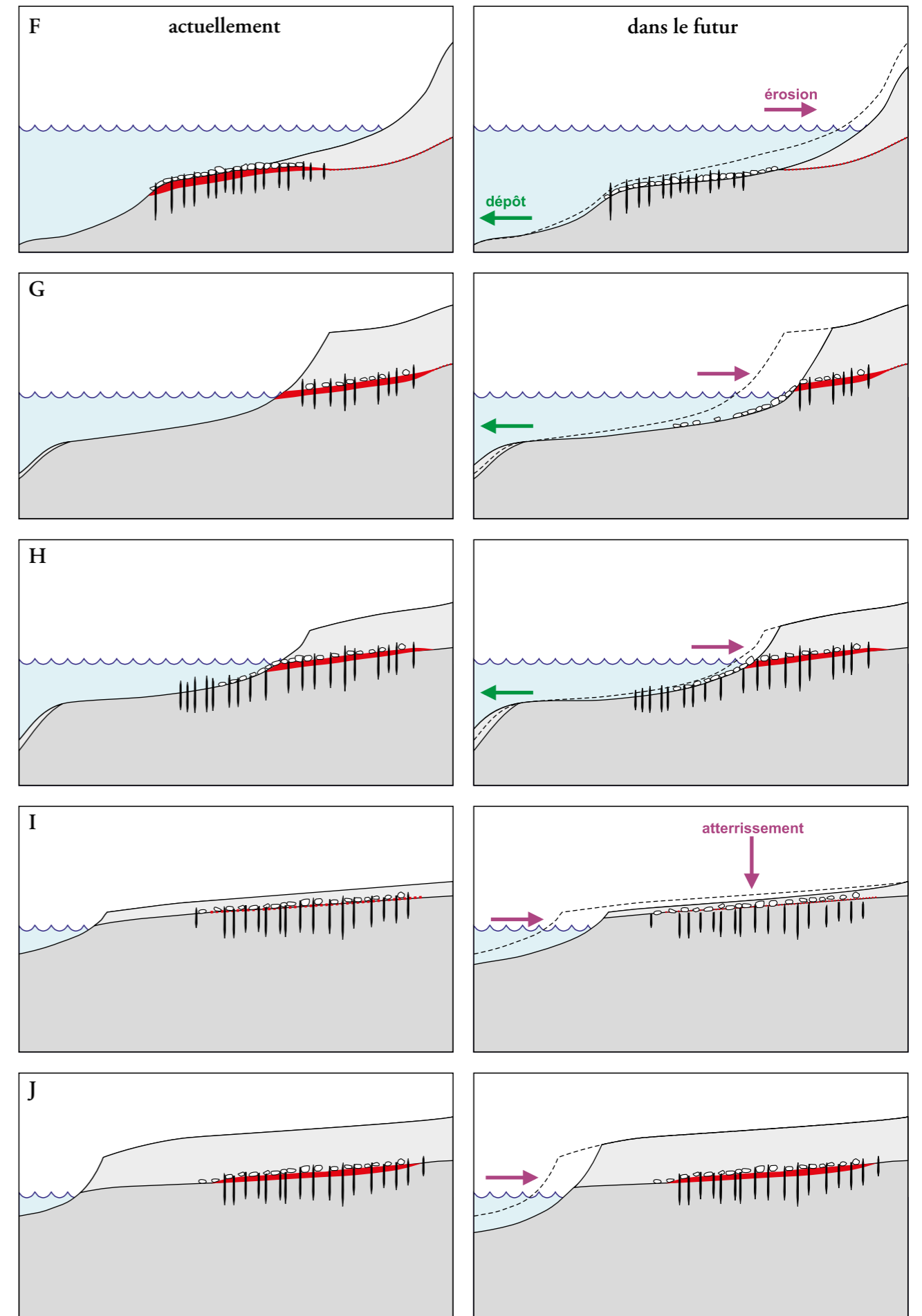


Fig. 2. - Différents types de conservation des sites littoraux préhistoriques connus sur les rives des lacs de Neuchâtel, de Morat et du Léman. État actuel de la station et évolution future probable. Types A à E, sites conservés essentiellement sous le niveau actuel de l'eau.



Différents types de conservation des sites littoraux préhistoriques connus sur les rives des lacs de Neuchâtel, de Morat et du Léman. État actuel de la station et évolution future probable. Types F à J, sites conservés sous le niveau de l'eau actuel et tout ou partie sur terre ferme.

TYPE D – VESTIGES IMMERGÉS : PILOTIS ET COUCHE PROTÉGÉE

Un lambeau de couche archéologique est conservé du côté du large, mais avec encore des pilotis qui la recourent; cette couche n'apparaît pas en surface du sol érodé, car des sédiments déposés récemment (sables) la recouvrent. Les pilotis sont bien conservés dans la partie située au large de la station, mais, du côté du rivage, ils sont progressivement démantelés et arrachés, en fonction de leur profondeur d'enfoncement et de la proximité du substrat.

Exemple : pour le lac de Neuchâtel, Chabrey/Montbec I (VD).

Évolution prévue : dans la zone située au large, où le dépôt sableux est encore actif, le site est relativement bien protégé. En revanche, les pilotis situés près de la rive de la station sont arrachés par les tempêtes car leur profondeur d'enfoncement est très faible.

Données archéologiques conservées : l'organisation du site et les phases d'occupation pourraient être connues par la dendrochronologie des pilotis prélevés. Dans certains cas, la couche archéologique peut contenir un riche mobilier céramique et organique.

Protection : dans la partie de la station située au large, la couche et les pilotis sont relativement bien protégés. En revanche, les pilotis et les vestiges situés au bord de l'établissement doivent être progressivement prélevés par bandes, car l'érosion fait disparaître le terrain qui les retient et les démantèle régulièrement.

TYPE E – VESTIGES IMMERGÉS : PILOTIS ET COUCHE HORIZONTALE

La couche archéologique est conservée sur toute ou partie du site, protégée par un mince dépôt stérile (sable, limon, vase). Les pilotis possèdent une extension plus grande que celle de la couche archéologique et sont environnés par une ténévière peu dense et des restes de matériel archéologique érodé. La station de Concise/La Baie présente un cas particulier de ce type, dans la mesure où l'érosion a entamé les bords de la station, tandis que le centre a mieux résisté, grâce à la présence des pilotis et d'un cordon de ténévière.

Exemples : pour le lac de Neuchâtel, Concise/La Baie.

Évolution prévue : la ténévière, là où elle existe, protège relativement bien la couche archéologique; en revanche l'érosion est encore active du côté du bord, où elle fait disparaître les pilotis plantés le moins profondément. L'érosion attaque la couche archéologique sur tout son pourtour, principalement sur ses franges.

Données archéologiques conservées : le plan de l'établissement pourrait être révélé par la datation dendrochronologique des pilotis prélevés. Le matériel archéologique contenu dans la couche fournirait des indications de valeur sur l'occupation du village.

Protection : ce type de site est très difficile à protéger. Deux démarches complémentaires pourraient être choisies :

1/ scier ou arracher, après relevé et étude, les pieux qui dépassent de la couche archéologique et mettre en place un géotextile lesté par une ténévière artificielle.

2/ prélever les pilotis situés en dehors de la couche archéologique et récolter le matériel archéologique de surface.

TYPE F – VESTIGES IMMERGÉS : PILOTIS ET COUCHE PRÈS DU RIVAGE

La station est conservée au contact de la rive actuelle; une couche archéologique est visible, éventuellement protégée par une ténévière d'où émerge un abondant matériel archéologique (céramique, pierre, os, etc.). La couche archéologique se prolonge sous la rive actuelle et son front d'érosion est situé tout au large du site. Les pilotis sont visibles sur l'ensemble de la partie immergée de la station et dépassent les limites de la couche et de la ténévière.

Exemple : pour le lac de Morat, Montilier/Steinberg (FR).

Évolution prévue : l'érosion, très active sur la ligne de rivage actuelle, va faire disparaître progressivement les sédiments récents déposés sur la ténévière et la couche archéologique. Celle-ci, mal protégée sous une ténévière peu profonde, sera très vite désagrégée et ne restera en surface que les restes archéologiques en pierre et en métal.

Données archéologiques conservées : toutes les données archéologiques évoquées pour les types précédents sont présentes. En outre, la couche archéologique est conservée en relation avec la zone de pilotis, ce qui est une garantie de richesse en informations sur l'habitat.

Protection : la partie terrestre du site est relativement bien protégée, à la condition que la rive ne recule pas et ne soit pas aménagée. En revanche, la partie immergée est promise à une disparition rapide compte tenu de sa faible profondeur. Deux démarches complémentaires sont à envisager :

1/ tout d'abord fouiller en plongée ou en courtes palplanches par basses eaux la partie immergée du site;

2/ ensuite, mettre en place un dispositif de protection de la rive contre l'érosion;

3/ interdire toutes constructions sur la rive.

TYPE G – VESTIGES TERRESTRES : PLUS DE PILOTIS DANS LE LAC, RIVE TRÈS ÉRODÉE

La partie immergée de la station a totalement disparu, victime de l'érosion régressive de la rive. Une éventuelle ténévière riveraine en témoigne encore. La couche archéologique est conservée sous la rive actuelle, à la hauteur du niveau moyen de l'eau. Les niveaux archéologiques et les structures architecturales sont conservés sous une épaisseur de terrain de 0,5 m au moins.

Exemple : pour le lac de Morat, Greng/Mühle (FR).

Évolution prévue : la partie de la station située sous la rive actuelle est bien protégée, mais si l'érosion riveraine se poursuit les restes conservés finiront par être complètement rongés par le lac.

Données archéologiques conservées : il y a toutes les chances qu'une grande partie du site soit encore intacte sous la rive actuelle.

Protection : dans la partie immergée du site plus rien n'est à sauvegarder. La seule démarche à adopter est de stabiliser la rive actuelle afin de stopper la poursuite de l'érosion. Une interdiction de tout aménagement de la rive est indispensable.

TYPE H – VESTIGES TERRESTRES : PILOTIS DANS LE LAC, COUCHE ARCHÉOLOGIQUE SOUS LES SÉDIMENTS

La situation est identique au cas précédent, mais cette fois des pilotis sont encore présents dans la zone immergée proche de la rive actuelle. Le site est donc conservé sous deux formes différentes: dans la partie immergée, il ne reste plus de couche archéologique, uniquement quelques pilotis en voie de démantèlement, une éventuelle ténévière et quelques objets archéologiques très érodés (pas de céramique). Dans la partie terrestre, la couche ainsi que les pieux ont conservés sous une épaisseur de terrain de 0,5 m au moins.

Exemple : pour le lac de Neuchâtel, Corcelettes/Les Viaules zone ouest (VD).

Évolution prévue : la poursuite de l'érosion aura deux effets. Faire reculer la ligne de rivage et donc ronger progressivement la partie du site la mieux conservée et, dans le lac, ébranler les pilotis conservés dans la zone immergée et les démanteler régulièrement.

Données archéologiques conservées : l'organisation architecturale du village pourrait être livrée par l'analyse dendrochronologique des pilotis (s'ils sont assez bien conservés), autant dans les zones immergées qu'émergées. La richesse des informations contenues dans la zone terrestre dépend de la bonne conservation de la couche archéologique, directement liée à la position de la nappe phréatique.

Protection : trois actions sont nécessaires pour sauvegarder les restes archéologiques et les informations encore contenues sur le site. Prélever les pilotis érodés dans la partie immergée du site, récolter par unité de surface les éventuels vestiges archéologiques conservés et mettre en place un dispositif de protection contre l'érosion au niveau de l'actuelle ligne de rivage.

TYPE I – VESTIGES TERRESTRES : PAS DE PILOTIS DANS LE LAC, COUCHE SUPERFICIELLE

L'extension des vestiges connus se trouve à une certaine distance de l'actuelle ligne de rivage. Une mince couche archéologique et des pilotis très altérés sont conservés dans la partie émergée de la rive, à une altitude légèrement supérieure au niveau lacustre moyen actuel. La couche superficielle qui recouvre les vestiges archéologiques est inférieure à 0,5 m; il s'agit de sédiments récents et d'une couche d'humus traversée par de nombreuses racines de la végétation riveraine et des rhizomes de roseaux.

Exemple : pour le lac de Neuchâtel, sites d'Yverdon/Clendy et de Cheseaux-Noréaz/Champittet (VD).

Évolution prévue : la couche archéologique est déjà très atterrissée et la proximité de la surface du sol accélère la disparition des matériaux organiques. L'érosion riveraine ne menace pas directement les restes archéologiques, à condition que cette érosion soit stabilisée.

Données archéologiques conservées : la couche archéologique ne contient plus que des objets en céramique, en pierre et éventuellement en métal. Les pilotis sont mal conservés en surface, mais ils sont peut-être intacts en profondeur.

Protection : des fouilles de sondage localisées sont nécessaires pour évaluer la conservation de la couche et l'intérêt de la protection de tels sites très atterrissés. À titre préventif, il est nécessaire de contrôler ou de stopper l'érosion riveraine et de gérer la surveillance du périmètre du site, quand il est connu.

TYPE J – VESTIGES TERRESTRES : PAS DE PILOTIS DANS LE LAC, COUCHE PROFONDE

Même situation que le type I, mais les vestiges archéologiques sont conservés sous un mètre au moins de sédiments. La couche archéologique est généralement en bon état, à l'abri de la végétation actuelle et de la dessiccation.

Exemple : pour le Léman, Genève/Parc La Grange 4 (GE); pour le lac de Morat, Mur/Chenevières de Guévaux (VD); pour le lac de Neuchâtel, Corcelettes/Belle-Rive (VD).

Évolution prévue : si l'érosion riveraine peut être contrôlée, ce type d'établissement est bien protégé et très riche en informations. Néanmoins, la plus grande menace consiste dans le fait que les stations ainsi préservées ne sont en général pas connues et peuvent donc être détruites lors de travaux ou de remaniements dans la zone littorale.

Données archéologiques conservées : il s'agit du type de site le plus riche en informations archéologiques. Néanmoins, leur qualité dépend de l'épaisseur et de la conservation de la couche archéologique.

Protection : la démarche générale de protection consiste dans le contrôle de l'érosion des zones littorales naturelles. En outre, ce type de site n'est que très rarement connu, il est donc nécessaire d'adapter la prospection systématique des rives à ce genre de terrain, n'ayant par le passé pas livré de vestiges archéologiques.

PROTECTION DES SITES LITTORAUX : CONTRAINTES SCIENTIFIQUES, TECHNIQUES ET ADMINISTRATIVES

La protection des sites littoraux préhistoriques est une entreprise globale, qui fait appel à différentes sources de données et de connaissances et nécessite des démarches diverses et complémentaires pour assurer une efficacité optimale. Paradoxalement, les ennemis les plus pervers des sites littoraux ne sont pas l'atterrissement et l'érosion, mais plutôt l'ignorance et l'oubli.

La destruction des vestiges d'une station lacustre se fait généralement selon deux échelles de temps extrêmes. Avec une très grande rapidité s'il s'agit de travaux de génie civil qui démolissent les ruines d'un établissement littoral bien conservé, mais encore inconnu des archéologues et donc non protégé. À l'opposé, la lente érosion des restes immergés d'une station palafittique connue depuis 150 ans, mais dont on avait perdu la localisation exacte et le souvenir, aboutit au même résultat.

Ces deux échelles de temps montrent la contradiction entre la protection à long terme des sites littoraux, pour les générations futures, et le rythme toujours plus rapide de l'aménagement des rives lacustres naturelles. Il suffit parfois d'une simple erreur dans le déroulement de la procédure administrative d'autorisation de construire, dans une zone littorale, pour qu'un site archéologique classé et connu des archéologues disparaisse en quelques coups de pelle mécanique. Même si de tels accidents ne sont heureusement pas fréquents, la pression toujours plus intense de la construction en zones riveraines exige une vigilance sans failles des services archéologiques.

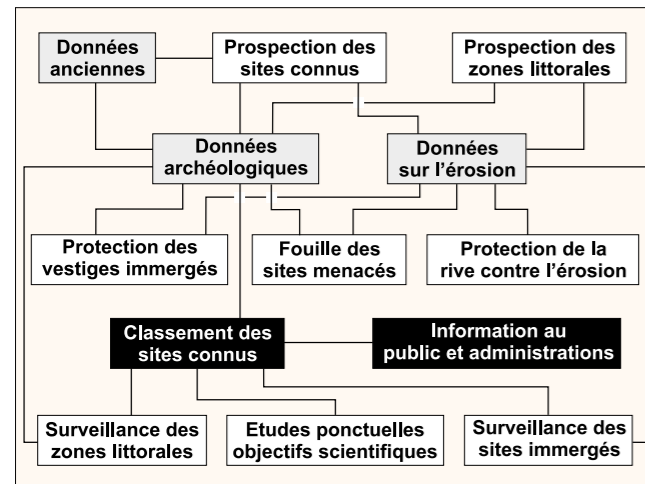


Fig. 3 - Articulation des opérations de gestion et de protection des sites littoraux préhistoriques.

Différents facteurs sont à prendre en compte pour la protection et la sauvegarde des sites littoraux, terrestres et immergés. Plutôt que de discuter au cas par cas des solutions techniques à adopter pour protéger de l'érosion un site archéologique littoral, nous préférons traiter de la démarche globale de conservation et de gestion des données archéologiques encore présentes dans le terrain et de la perspective à long terme d'exploitation des connaissances qu'ils contiennent.

Selon nous, les données et les actions à prendre en compte pour la gestion du patrimoine représenté par les sites littoraux consistent autant dans le traitement des informations disponibles que dans les démarches scientifiques, administratives et techniques nécessaires pour les protéger :

Connaissances des sites

- Connaissance des données anciennes relatives aux sites connus (articles, plans, cartes, objets, etc.).
- Connaissance archéologique des sites littoraux conservés (études récentes).
- Connaissance des conditions géomorphologiques, de conservation et de sédimentation de chaque site (évolution probable des vestiges).

Prospection systématique, études préliminaires et études ponctuelles

- Prospection et étude préliminaire des sites déjà signalés anciennement.
- Programmes d'études ponctuelles sur certains sites, en fonction d'objectifs scientifiques.
- Prospection des zones littorales sans site connu, limitée aux terrains favorables.

Protection contre l'érosion et fouille de sauvetage

- Fouille exhaustive des sites les plus érodés et menacés.
- Protection contre l'érosion des vestiges immergés ou sur la rive.
- Protection de la rive actuelle, contrôle de l'érosion.

Information externe : administration et public

- Procédure de classement des sites littoraux connus, diffusion du classement.
- Diffusion des connaissances sur le patrimoine archéologique littoral, auprès du public et des administrations.

Surveillance des zones critiques (lacustres et terrestres)

- Surveillance régulière des sites immergés connus (mesure de l'érosion).
- Surveillance des travaux dans les zones littorales (nouveaux sites non connus).

Quand un site littoral est menacé de destruction, les institutions responsables de sa protection possèdent généralement les données sur le site nécessaires pour mettre en œuvre rapidement les opérations de protection adéquates. Cependant, l'expérience montre que souvent ces dernières manquent de coordination, par défaut ou retard dans la transmission des informations ou par manque de données complètes. Il suffit, en effet, que la transmission d'une information se fasse avec retard ou pas du tout pour qu'une destruction irréparable soit commise et réduise ainsi à néant les investissements humains et financiers dépensés pendant de longues années pour protéger un site.

DEUX EXEMPLES EXTRÊMES DE SAUVEGARDE DE VILLAGES LITTORAUX IMMERGÉS DU LÉMAN

Sauvetage de la station du Bronze final de Genève/Pâquis B (GE)

La station des Pâquis B, dans la rade de Genève, est connue depuis l'année 1921. Elle a été décrite pour la première fois par Louis Blondel, à la faveur d'une baisse exceptionnelle du niveau des eaux. Un relevé en a été effectué en 1985, pour constater que près du 30 % des pilotis observés en 1921 avaient disparu, victimes du fort courant qui s'exerce en cet endroit. Les seuls éléments conservés sont les pieux de bois, plantés dans le terrain argileux de 10 à 100 cm seulement. Les couches archéologiques ainsi que les éventuels objets conservés ont tous été emportés ou érodés, pour ne laisser que quelques cailloux qui reposent directement sur l'argile glacio-lacustre. En fonction de ces différentes caractéristiques, cette station Bronze final appartient au type de conservation B, décrit ci-dessus. Cette station avait été classée en 1923 au titre des monuments historiques du canton. En 1999, le creusement d'une tranchée pour la pose d'une fibre optique provoque la destruction partielle des restes de cet établissement. Cet événement, survenu malgré la connaissance de ce site classé à l'inventaire, nécessite alors le prélèvement complet des derniers pilotis conservés. Les travaux réalisés en 1999 et 2000 ont permis de préciser les phases d'occupation du Bronze final dans la rade de Genève, à défaut de livrer des informations significatives sur l'organisation architecturale de l'habitat (Corboud 2003).

Prélèvement exhaustif des pilotis de Préverenges/Préverenges I (VD)

Avant l'intervention, la station de Préverenges I était dans une situation de conservation comparable à celle des Pâquis B, sauf qu'ici quelques objets archéologiques (essentiellement en pierre et en bronze) pouvaient encore être récoltés sur le sol érodé. Une première évaluation du site avait été réalisée en 1991, à l'occasion du programme de prospection des sites littoraux du Léman. Une érosion très active avait été constatée, menaçant le

site de disparition progressive. Chaque tempête arrachait des pilotis, pour certains peu enfoncés dans le substrat. En 1999, les fortes tempêtes de vent du sud-ouest (ouragan Lothar) fournissaient enfin le prétexte de sauvegarder cette station. Ce contexte a permis de dégager les moyens financiers pour entreprendre le prélèvement des pilotis de cet établissement, seule démarche susceptible de sauvegarder les dernières informations potentielles de ce site à défaut de le maintenir intact *in situ*.

Après trois campagnes d'étude, un total de 906 pilotis ont été relevés, arrachés et étudiés. Les analyses dendrochronologiques ont permis de proposer une date d'abattage pour 45 % d'entre eux. Un plan de l'organisation architecturale de l'habitat, issu de la datation des pieux montre deux phases principales de construction. Cependant, vu l'érosion avancée des pilotis, ce plan ne concerne que la moitié la mieux conservée du site, soit celle située le plus au large.

La conclusion à tirer, après ces deux études archéologiques de sauvetage, est qu'il est très aléatoire de prétendre sauvegarder *in situ* une station littorale qui se trouve dans un état d'érosion avancé. Les deux cas évoqués sont fréquents dans les lacs de Neuchâtel et du Léman, si ce n'est pour la totalité d'un site ou, du moins, pour une partie seulement plus exposée à l'érosion et dont les couches archéologiques ont déjà disparu. La démarche la plus judicieuse, autant scientifiquement, qu'aux plans de la protection du patrimoine ou financier, aurait été de mettre sur pied rapidement un programme de sauvetage et de prélèvement des restes archéologiques encore en place, avant que n'intervienne un événement extérieur (destruction accidentelle ou tempête) nécessitant une intervention en urgence sur des vestiges déjà fortement abîmés.

CONCLUSIONS

Rédiger des conclusions générales, après ce qui vient d'être évoqué, consiste plus à proposer une politique globale de gestion, de protection et d'étude des sites littoraux préhistoriques de nos lacs, que de discuter les moyens techniques pour identifier et protéger ces mêmes établissements. Toute politique se doit, bien évidemment, de définir des priorités, et de trouver une adéquation entre la volonté de conserver de manière exhaustive

les sites connus (ou potentiellement conservés dans les terrains encore vierges) et les moyens techniques et surtout financiers disponibles.

Au chapitre des priorités, on inscrira tout d'abord les opérations de prospection systématique des rives des lacs, afin de délimiter tous les sites et de se donner les moyens d'évaluer leur état de conservation et leur intérêt scientifique. À l'aide des données ainsi réunies, deux démarches s'imposent : d'une part, fouiller les sites menacés qui ne peuvent pas être sauvegardés de manière efficace et, d'autre part, pour ceux qui peuvent être protégés, appliquer des moyens juridiques (classement) et techniques pour conserver les sites en bon état.

La première démarche ne s'applique qu'aux établissements dont l'intérêt scientifique est remarquable et dont la sauvegarde en place impliquerait des moyens de protection et de surveillance importants. Pour les sites à protéger *in situ*, ce choix devrait être limité aux gisements qui possèdent encore des couches archéologiques bien conservées. Cette dernière démarche n'a de sens que si elle est accompagnée d'une large diffusion des plans des zones à protéger auprès des instances locales, et de la mise en place d'une surveillance efficace de tous les travaux potentiels menaçant les vestiges bien conservés, seules garanties d'une protection à long terme.

Toutes ces opérations exigent régularité et persévérance et, ceci, jusqu'au moment où, dans le meilleur des cas, une étude archéologique sauvegardera les informations qu'il contient. En réalité, les opérations de contrôle de l'érosion montrent le plus souvent que le site se détruit tout seul, par l'érosion naturelle, l'altération du milieu humide ou tout simplement par les lacunes inévitables (administratives ou techniques) du dispositif de protection...

En conclusion, il faut admettre que la volonté de protéger artificiellement et à long terme les sites littoraux préhistoriques est une utopie. Les moyens techniques et financiers de sauvegarde des données menacées seraient, dans la plupart des cas, mieux utilisés pour élargir les connaissances sur le passé. Des études ponctuelles ou globales des sites les mieux conservés coûteraient moins cher que de les laisser disparaître sournoisement à un prix élevé...

BIBLIOGRAPHIE

Corboud et Pugin 2002 : CORBOUD (P.), PUGIN (C.). - Les sites littoraux du lac de Morat et de la rive sud du lac de Neuchâtel. *Cahiers d'archéologie fribourgeoise*, 4, p. 6-19.

Corboud 1996 : CORBOUD (P.). - Érosion naturelle et disparition des sites préhistoriques immergés du Léman. In: Ramseyer (D.), Roulière-Lambert (M.-J.), ed. *Archéologie et érosion : mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres. Rencontre int. (29-30 sept. 1994; Marigny - Lac de Chalain)*. Lons-le-Saunier : Centre jurassien du patrimoine, p. 85-96.

Corboud 1999 : CORBOUD (P.). - Les villages préhistoriques littoraux du Léman : présence, conservation et érosion. In: BERTOLA (C.), GOUMAND (C.), RUBIN (J.-F.), ed. *Découvrir le Léman : 100 ans après François-Alphonse Forel. Colloque pluridisciplinaire (16-18 sept. 1998; Nyon)*. Nyon : Mus. du Léman; Genève: Slatkine, 483-502.

Corboud 2003 : CORBOUD (P.). - Les occupations préhistoriques de la rade de Genève au Bronze final : les stations des Pâquis. In: BESSE (M.), STAHL GRETSCH (L.-I.), CURDY (P.), ed. *ConstellaSion : hommage à Alain Gallay. Lausanne : Cahiers d'archéologie romande 95*, p. 243-254.

Pugin et Corboud 2003 : CORBOUD (P.), PUGIN (C.). - *Les conditions d'établissement et de conservation des sites préhistoriques littoraux de la rive sud du lac de Neuchâtel et du lac de Morat : prospection systématique et reconstitution des rives anciennes*. Lausanne : Eclogae Geologicae Helveticae, 96, Suppl., 1, p. 117-125.

Weidmann 1996 : WEIDMANN (D.). - La conservation de la station littorale de Grandson-Corcellettes : rive nord du lac de Neuchâtel. In: RAMSEYER (D.), ROULIÈRE-LAMBERT (M.-J.), ed. *Archéologie et érosion : mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres. Rencontre int. (29-30 sept. 1994; Marigny - Lac de Chalain)*. Lons-le-Saunier : Centre jurassien du patrimoine, p. 47-59.

Suivi du niveau de la nappe phréatique dans les palafittes du canton de Zoug

Stefan Hochuli et Gishan F. Schaeren

Traduction: Catherine Leuzinger-Piccand

• Résumé

Afin de contrôler l'assèchement des sites lacustres préhistoriques se trouvant dans la zone riveraine actuelle du lac de Zoug, le service archéologique du canton de Zoug a placé sur deux palafittes un réseau d'observation de la nappe phréatique (Zoug-Sumpf et Risch-Oberrisch, Aabach). Grâce à cette technique relativement simple et peu coûteuse, on surveille depuis 1997 le niveau de la nappe phréatique et, indirectement, l'état de conservation du matériel organique que recèlent les deux sites.

Abstract

In order to recognize the potential drying out of the prehistoric wetland settlements around Lake Zug as early as possible, the Archaeology Department of Canton Zug set up a ground water observation grid at two sites on dryland (Zug-Sumpf and Risch-Oberrisch, Aabach). This rather simple and cost-effective instrument, in place since 1997, has made it possible to measure the ground water level and thus indirectly the preservation of the organic substance at both sites.

Translation: Sandy Hämmerle

Zusammenfassung

Damit ein allfälliges Austrocknen der am Zugersee gelegenen prähistorischen Feuchtbodensiedlungen möglichst frühzeitig erkannt werden kann, hat die Kantonsarchäologie Zug bei zwei an Land gelegenen Fundstellen je ein Grundwasserbeobachtungsnetz eingerichtet (Zug-Sumpf und Risch-Oberrisch, Aabach). Mit dieser relativ einfachen und kostengünstigen Massnahme wird seit 1997 die Höhe des Grundwasserspiegels und damit indirekt die Erhaltung der organischen Substanzen der beiden Fundstellen gemessen.

Stefan Hochuli, Gishan F. Schaeren

Kantonsarchäologie Zug

Hofstrasse 15

CH-6300 Zug

stefan.hochuli@di.zg.ch - gishan.schaeren@di.zg.ch



Fig. 1 - Lac de Zoug vu en direction du sud. La plupart des 30 stations lacustres préhistoriques se trouvent à la rive ouest et nord du lac.

L'expérience des dernières années a montré que, partout, des menaces diverses mais lourdes pèsent sur les sites lacustres préhistoriques: sur la terre ferme, elles se concrétisent sous la forme de projets de construction, d'activités agricoles et de travaux de drainage; sous l'eau, par des dragages, par la mise en place de bouées et par l'érosion due aux bateaux à moteurs. Sans mesures de protection spécifiques, de nombreux sites disparaîtront sans laisser de traces au cours des prochaines décennies. Durant ces vingt dernières années, on a entrepris en divers endroits la mise en place de mesures de protection comportant des digues artificielles (terre, pierres, sacs de sable, palissades de bois), ou en recouvrant le fond du lac (géotextiles, gravier, sacs de sable).

Dans le canton de Zoug également, la protection des sites lacustres menacés constitue une priorité, aussi bien sous l'eau que sur la terre ferme. Toutefois, l'abaissement du niveau du lac de près de 1,70 m, remontant aux années 1591/92 déjà, a conduit à la détérioration massive ou à la destruction complète de nombreux gisements voilà plus de 400 ans. Bien souvent, les sites se trouvant dans la zone riveraine actuelle ne subsistent plus que sous la forme d'un mince horizon de réduction; par ailleurs, le nombre de gisements subaquatiques est plutôt modeste en comparaison de ce que l'on connaît pour d'autres lacs du Plateau. Toutefois, une grande baie aujourd'hui asséchée, qui se situe à l'extrémité nord du lac de Zoug, présente des conditions de conservation nettement meilleures.



Fig. 2 - Pendant les dix dernières années, en divers endroits au bord du lac de Zoug, on a entrepris la mise en place de palissades en bois pour la protection des roselières. Ces mesures protègent aussi les stations lacustres contre l'érosion.

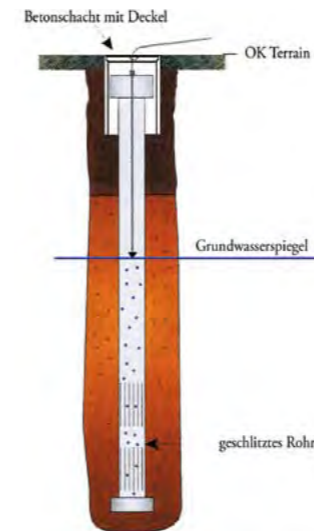


Fig. 3 - Schéma d'un piézomètre. Des tubes de 3 m de longueur environ sont enfoncés dans le sol à intervalles réguliers. De petites ouvertures latérales permettent à l'eau provenant de la nappe phréatique de pénétrer dans le tube, indiquant à l'intérieur du tube le niveau actuel de la nappe.



Fig. 4 - Contrôle à Zoug-Sumpf. Pour effectuer les mesures, on insère une sonde fixée à l'extrémité d'un ruban métrique à l'intérieur du tube. Un signal acoustique retentit et un voyant lumineux s'allume dès que la sonde touche la surface de l'eau, dont on peut ainsi déterminer le niveau.

I. UN RÉSEAU D'OBSERVATION DU NIVEAU DE LA NAPPE PHRÉATIQUE

Si les vestiges préhistoriques sont si bien conservés lorsqu'ils reposent dans un milieu gorgé d'eau, c'est parce que l'air n'y pénètre pas. Afin d'identifier une déshydratation éventuelle du mobilier et des structures d'un palafitte reposant côté terre ferme, dans la zone riveraine, il est indispensable de surveiller en continu les données hydrologiques de la zone concernée. Ces réflexions ont conduit le service archéologique du canton de Zoug à mener des expériences sur deux palafittes en y plaçant un réseau d'observation de la nappe phréatique. Si, au cours de l'étude, on devait constater un assèchement, on pourrait réagir par l'installation d'un caisson et en arrosant la zone, ou en choisissant d'intervenir par une fouille de sauvetage.

Sur le plan technique, la mise en place du réseau est simple: il suffit d'avoir recours à des piézomètres. Il s'agit de tubes de 3 m de longueur environ que l'on enfonce dans le sol à espaces réguliers. De petites ouvertures latérales permettent à l'eau provenant de la nappe phréatique de pénétrer dans le tube, indiquant à l'intérieur du tube le niveau actuel de la nappe. Pour effectuer les mesures, on insère une sonde fixée à l'extrémité d'un ruban métrique à l'intérieur du tube. Un signal acoustique retentit et un voyant lumineux s'allume dès

que la sonde touche la surface de l'eau, dont on peut ainsi déterminer le niveau. Grâce à cette technique relativement simple et peu coûteuse, on surveille depuis 1997 le niveau de la nappe phréatique et, indirectement, l'état de conservation du matériel organique que recèlent les deux sites de Zoug-Sumpf et de Risch-Aabach.

2. BRÈVE DESCRIPTION DES DEUX STATIONS DE MESURE

Zoug ZG, Sumpf

Situation: carte nationale 1131, 678 850 / 226 300.

Études: des campagnes de fouilles ont été menées de 1923 à 1937 et de 1952 à 1954 (au total, 1 550 m²). En 1994, on a effectué une petite fouille ainsi que des carottages.

Structures et mobilier: le site se caractérise par l'abondance du mobilier et de bonnes conditions de conservation. On rencontre deux niveaux archéologiques (appelés « niveau inférieur » et « niveau supérieur »).

Le niveau inférieur (de 412,00 à 413,00 m) est attesté sur une surface de près de 2 ha avec une épaisseur oscillant entre 5 et 80 cm. Durée de l'occupation: de 1056 av. J.-C. à 960 av. J.-C. environ, interrompue peut-être par une phase de transgression lacustre entre 1016 et 994 av. J.-C.

Le niveau supérieur (de 411,50 à 413,40 m) présente une épaisseur de 2 à 50 cm sur une surface de près de 600 m² (dans la partie sud, il est entièrement érodé). Durée de l'occupation: de 880 à 870 av. J.-C. environ.



Fig. 5 - Situation et distribution des piézomètres à Oberrisch-Aabach. Le réseau d'observation du niveau de la nappe phréatique comporte 12 piézomètres distants de 20 et 50 m sur une surface de 6 000 m².



Fig. 6 - Situation et distribution des piézomètres à Zoug-Sumpf. Le réseau d'observation du niveau de la nappe phréatique comporte 11 piézomètres distants de 50 à 100 m sur une surface de 23 000 m².

Dangers et protection: deux menaces planent aujourd'hui sur le gisement: d'une part, un assèchement des sédiments, d'autre part la destruction mécanique des niveaux archéologiques (excavations à la pelle mécanique pour canaux de drainage ou extension du réseau routier). En 1996, le site a été classé monument d'importance nationale et placé sous la protection du canton. En 1997, on installa le réseau archéologique d'observation du niveau de la nappe phréatique. Il comporte 11 piézomètres distants de 50 à 100 m sur une surface de 23 000 m².

Risch ZG, Oberrisch-Aabach (station Risch IV)

Situation: carte nationale 1131, 677 760/219 500.

Études: de 1920 à 1989, du mobilier fut récolté dans les eaux peu profondes proches de la rive, ainsi que lors de travaux de jardinage. Les sondages menés en automne 1995 furent suivis d'une intervention de sauvetage de 1996 à 1998, ainsi qu'en 2001.

Structures et mobilier: le niveau archéologique (de 413,60 à 415,60 m) atteint une épaisseur de 2 à 8 cm et présente un léger pendage vers le lac. On a découvert un mobilier abondant et de grand intérêt datant de l'époque néolithique (Pfyn, vers 3700 av. J.-C.). Certains indices évoquent la présence d'un village plus récent datant de la civilisation de Horgen.

Dangers et protection: aujourd'hui, deux menaces planent sur le site. D'une part, le sédiment risque de s'assécher (construction de bâtiments et important couvert végétal), d'autre part, les couches archéologiques sont détruites

mécaniquement (jardinage). Certains secteurs du gisement furent classés en 1996 monuments d'importance régionale et placés sous protection cantonale. En 1997, on installa un réseau de surveillance archéologique de la nappe phréatique, composé de 12 piézomètres distants de 20 et 50 m et couvrant une surface de 6 000 m².

3. RÉSULTATS DES MESURES DU NIVEAU DE LA NAPPE PHRÉATIQUE

Les deux stations d'observation de la nappe phréatique visent à déterminer les conditions hydrologiques spécifiques régnant sur les deux sites. Outre la connaissance des processus de base, on tente de déceler les modifications du sous-sol à long terme. On évoquera plus particulièrement la baisse saisonnière ou durable du niveau de la nappe phréatique, qui risque de faire baisser le taux d'humidité assurant la conservation des témoins organiques. Les deux installations n'étant en fonction que depuis sept ans, il est prématuré de vouloir tirer des conclusions définitives. Toutefois, on peut déjà relever des tendances nettes.

Pour le site de Zoug-Sumpf, la seule étude des mesures évoquées plus haut fournit les résultats suivants: durant toute la période d'analyse, le niveau minimum de la nappe phréatique n'est jamais descendu au-dessous de la couche archéologique, ceci pour toute la zone concernée. Lors de longues périodes de sécheresse (par exemple durant l'été 2003), le niveau de la nappe peut, dans certaines zones, descendre au niveau de la couche archéologique. On a pu

constater que, même lorsque le niveau de l'eau est bas, l'un des trois canaux de drainage tire encore de l'eau du sous-sol. À l'avenir, nous veillerons à ce que fossé en particulier ne soit pas approfondi.

Pour le site d'Oberrisch-Aabach, les résultats sont moins encourageants. La couche archéologique repose en majeure partie au-dessus du niveau moyen du lac de 413,50 m. Sur la base de l'altitude des pieux encore conservés et documentés en fouille, on peut avancer que, ici, ce n'est pas en premier lieu le niveau du lac qui détermine la conservation des restes organiques, mais principalement l'eau s'écoulant de la pente. Les mesures ont montré que cet apport s'est modifié sous l'action de l'homme. Dans certaines zones, l'eau ne s'écoule plus du tout et seules les précipitations assurent encore l'humidité du milieu, ce qui est insuffisant pour garantir la conservation du niveau archéologique. Afin d'en assurer la protection, il serait indispensable d'irriguer constamment la zone, ce qui s'avère impossible étant donné qu'il s'agit d'une propriété privée.



Fig. 7 - Diagramme Zoug-Sumpf. Pendant toute la période de mesures, le niveau minimum de la nappe phréatique n'est jamais descendu au-dessous de la couche archéologique, ceci pour toute la zone concernée.

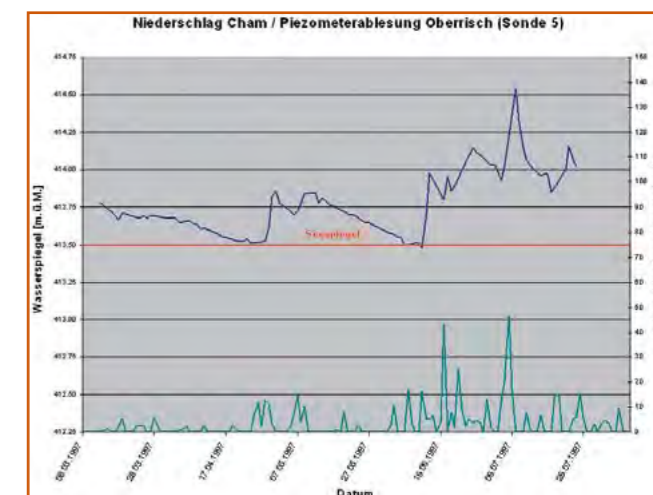


Fig. 8 - Diagramme Oberrisch-Aabach. La couche archéologique repose en majeure partie au-dessus du niveau moyen du lac de 413,50 m. Sur la base de l'altitude des pieux encore conservés et documentés en fouille, on peut supposer que, ici, ce n'est pas en premier lieu le niveau du lac qui détermine la conservation des restes organiques, mais principalement l'eau s'écoulant de la pente.

BIBLIOGRAPHIE

Annen 2003: ANNEN (G). - Seufersiedlung Zug-Sumpf: Langzeitsetzungen und geotechnische Gefährdung der Fundstelle. Unpubl. Diplomarbeit, Hochschule für Technik Rapperswil, Abteilung Bauingenieurwesen (Rapperswil).

Hochuli et al.: HOCHULI (S), SCHAEREN (G.-F), Schneider (H) (in Vorbereitung) Seespiegelstände des Zugersees und Ufersiedlungen in prähistorischer Zeit.

Hochuli et al.: HOCHULI (S), SCHAEREN (G.-F), WEISS (J). - Ein Dorfbrand am Zugersee vor 5700 Jahren: ein archäologischer Glücksfall. *Archäologie der Schweiz* 21, 4, p. 134-143.

Seifert et al. 1996: SEIFERT (M), JACOMET (S), KARG (S), SCHIBLER (J), KAUFMANN (B). - Die spätbronzezeitlichen Ufersiedlungen von Zug-Sumpf. Band 1. Die Dorfgeschichte (Zug).

Seifert et Wunderli 1997: SEIFERT (M), WUNDERLI (M). - Die spätbronzezeitlichen Ufersiedlungen von Zug-Sumpf. Band 2. Die Funde der Grabungen 1952-54 (Zug).

Bauer et al.: BAUER (I), RUCKSTUHL (B), SPECK (J). - Die spätbronzezeitlichen Ufersiedlungen von Zug-Sumpf. Band 3. Die Funde der Grabungen 1923-37 (Zug).



L'économie dicte-t-elle la destruction ou la conservation des sites lacustres ?

La conservation « in situ » dans le canton de Thurgovie

Hansjörg Brem

• **Résumé**

Dans le canton suisse Thurgovie se trouvent de nombreux sites en milieu humide de différentes époques préhistoriques. La plupart d'entre eux sont situés le long des rives du lac de Constance et de l'Untersee ; quelques autres pourtant sont aussi connus aux bords des petits lacs et dans des zones de marais. Les moyens financiers restreints plaident en faveur d'une protection des vestiges in situ. Une protection active des rives du lac de Constance – encouragée par de nombreux exemples en Suisse romande et en Allemagne du sud – a pu se faire en lien avec les mesures juridiques et la réglementation de l'aménagement du territoire. À Ermatingen-Westerfeld, des sites néolithiques ont pu être protégés grâce à une action de recouvrement des vestiges. Les mesures de protection à prendre pour les sites néolithiques de Steckborn-Schanz n'ont pas encore été décidées ; des projets correspondants sont en cours d'évaluation. Le manque d'étude approfondie de la possibilité d'une conservation in situ des sites lacustres en Suisse orientale a été dictée par des contraintes économiques.

Abstract

The Swiss Canton of Thurgovia is a region with numerous wetland settlements dating from prehistoric times; while a significant portion of these are located on the shores of Lake Constance and the Unter Lake, some are also found around smaller lakes and in bog lands. Due to limited financial means, the most obvious choice has always been to protect archaeological settlements in situ. Besides legal and spatial planning measures put in place to achieve this goal, and encouraged by the numerous examples in western Switzerland and southern Germany, these actions have over the past number of years been joined by active means of protection on the shores of Lake Constance. While settlements dating from the Neolithic period have been cover-protected in Ermatingen-Westerfeld, it has yet to be decided which type of action will be taken in the case of the important Neolithic settlements at 'Schanz' near Steckborn; projects are currently being developed.

The fact that conservation of lakeside settlements in situ was, for a long time, hardly considered in eastern Switzerland, has been corrected by economic necessity.

Zusammenfassung

Der schweizerische Kanton Thurgau weist zahlreiche Feuchtbodensiedlungen aus prähistorischen Epochen auf; ein guter Teil davon liegt entlang den Ufern von Boden- und Untersee, einige aber auch an Kleinseen oder in Moorgebieten. Die knappen finanziellen Mittel sowie allgemeine Überlegungen legten stets für Bodendenkmäler einen Schutz an Ort nahe. Neben rechtlichen und raumplanerischen Massnahmen zur Erreichung dieses Zieles kamen in den letzten Jahren - ermuntert durch die zahlreichen Beispiele in der Westschweiz sowie in Süddeutschland - aktive Schutzmassnahmen am Bodenseeufer dazu. Während in Ermatingen-Westerfeld Siedlungen des Neolithikums mittels Abdeckungen geschützt werden konnten, steht die Art der Massnahmen in den bedeutenden neolithischen Siedlungen „Schanz“ bei Steckborn noch nicht fest, Projekte sind hier in Vorbereitung.

Die Tatsache, dass lange, in der Ostschweiz eine in situ Erhaltung von Ufersiedlungen kaum geprüft worden ist, wurde durch die ökonomischen Zwänge korrigiert. Zumindest im Thurgau haben diese so bereits zur Erhaltung dieser einmaligen Fundstellen beigetragen.

Hansjörg Brem
Amt für Archäologie des Kt. Thurgau
Schlossmühlestrasse 15a
CH – 8510 Frauenfeld
hansjoerg.brem@tg.ch

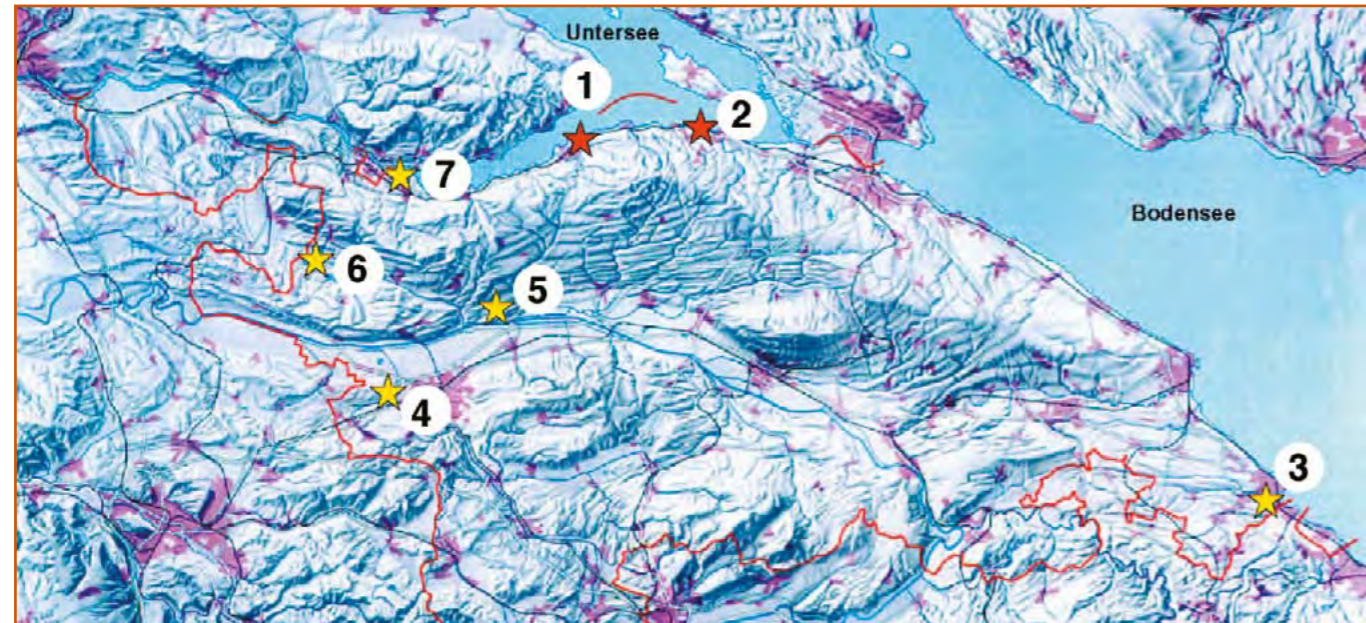


Fig. 1 - Sites archéologiques dans le canton de Thurgovie : 1 = Steckborn - 2 = Ermatingen, Westerfeld - 3 = Arbon, Bleiche - 4 = Gachnang, Niederwil - 5 = Pfyn, Breitenloo - 6 = Uerschhausen, Horn - 7 = Eschenz, Insel Werd

Le titre de cette contribution sur les mesures de protection des sites lacustres de Thurgovie peut paraître provocateur; c'est pour mieux souligner que l'économie, ou plutôt l'insuffisance des ressources publiques, est directement en rapport avec la conservation ou la perte des biens culturels. Je me propose de présenter les travaux accomplis à ce jour dans le canton de Thurgovie, où l'on a parfois pu trouver des solutions à certains problèmes, d'autres restant insolubles. Quelques-unes de ces réflexions ont déjà fait l'objet de publications, comme les mesures de protections touchant le site de Westerfeld, près d'Ermatingen (Brem et al. 2001).

Il va de soi que l'érosion, qu'elle menace les niveaux archéologiques ou les couches qui les protègent, pose problème ailleurs encore que dans le domaine de l'archéologie subaquatique. En Thurgovie, l'érosion subie par les sites palustres à la suite de travaux de drainage, provoquant l'assèchement des sédiments, constitue en effet une problématique tout aussi aiguë, comme l'illustre la fouille à Pfyn, Breitenloo (Hasenfratz 1990; Leuzinger 2005).

LA SITUATION EN THURGOVIE

Comme de nombreux cantons suisses, la Thurgovie recèle un nombre important de palafittes remontant au Néolithique (Hasenfratz 1997) ou à l'Âge du Bronze. Plusieurs ont fait l'objet d'études scientifiques plus ou moins poussées, comme les divers gisements de l'île de Werd, près d'Eschenz (Primas 1989), les sites palustres d'Inseli et de Horn sur les rives du lac de Nussbaumen (Hasenfratz 1998; Gollnisch 1999; Nagy 1999), le village palustre de Niederwil à Gachnang (Müller-Beck 1991), ainsi que quelques villages à Arbon, Bleiche (Hochuli 1994; Jacomet et al. 2004). Le site palustre de Pfyn, Breitenloo, entre également dans cette catégorie.

Ce nombre relativement faible de sites doit être mis en regard avec la quantité d'habitats partiellement étudiés ainsi qu'avec les trouvailles isolées, souvent découvertes anciennement. Aspect sans doute mal connu, les zones peu profondes du lac de Constance se rattachant à la Thurgovie sont globalement moins bien étudiées, et surtout sur des surfaces plus restreintes, que les sites palustres de l'arrière-pays. En effet, jusque dans les années soixante, on ne comptait que de rares projets de construction touchant les zones de basses eaux du lac de Constance et de son bassin inférieur. De plus, rapidement, on s'attacha avec des moyens restreints à la recherche ou à la fouille de sites lacustres, lorsque le niveau du lac le permettait. La situation est différente pour les marais et les petits lacs asséchés, où la mise en place de drainages et l'exploitation de la tourbe ont entraîné des fouilles de sauvetage. La situation du lieu-dit Bleiche, à Arbon, fait ici figure de cas particulier, puisqu'il s'agit d'une baie aujourd'hui comblée qui s'ouvrait à l'époque préhistorique dans le lac de Constance (Leuzinger et al. 2004).

LE LAC DE CONSTANCE un cours d'eau bien particulier

Dans la Constitution du canton de Thurgovie (§ 76. 3), on trouve un paragraphe qui, pratiquement, empêche de procéder à une régularisation du lac de Constance :

- 1.- Le canton et les communes préservent l'homme et son environnement des influences dangereuses et des nuisances.
- 2.- Ils s'engagent pour la conservation du paysage, construit ou non, et de ses particularités.
- 3.- Ils s'opposent à toute mesure perturbant les données naturelles et l'équilibre du lac de Constance, de son Bassin inférieur et du Rhin.



Fig. 2 - La vallée du Seebach, vue de l'ouest, et le lac de Nussbaumen, au premier plan.

Fait particulier pour les grands lacs du piémont alpin, le niveau du lac de Constance n'est toujours pas régularisé, ce qui en complique bien sûr la dynamique et en multiplie les effets sur les vestiges culturels enfouis sous le sol, quasi impossibles à standardiser. Bien sûr, notre travail est comparable à celui accompli par l'équipe d'Helmuth Schlichtherle en Bade-Wurtemberg: si nous nageons dans les mêmes eaux, nous avons cependant des bases juridiques et financières différentes. Voilà qui constitue l'une des chances spécifiques et l'une des qualités du travail autour du lac de Constance (Brem/Schlichtherle 2000).

25 ANS D'ARCHÉOLOGIE SUBAQUATIQUE EN THURGOVIE

La protection et l'entretien des sites subaquatiques de Thurgovie repose sur une évolution en trois phases, soit une brève période pionnière, avec le soutien de la ville de Zurich et la mise en place du satellite d'Hemmenhofen dans le Bade-Wurtemberg, qui a mené à un projet du Fonds National Suisse et à un premier inventaire des palafittes, très systématique, entrepris de 1981 à 1983. Cette première phase reposait sur les épaules de deux personnes, Josef Winiger et Albin Hasenfratz (Winiger/Hasenfratz 1985). À cette époque, l'archéologue cantonal Jost Bürgi souhaitait, parallèlement aux travaux menés par Helmuth Schlichtherle en Allemagne, établir un état des lieux des palafittes du lac de Constance, en vue des mesures à prendre pour leur conservation (Bürgi/Schlichtherle 1986). Les données collectées lors de ce grand projet constituent pour nous aujourd'hui la seule référence véritablement utilisable et interprétable. Avantage notoire, les résultats en furent rapidement publiés. Aujourd'hui encore, les centaines de carottages réalisés constituent un trésor bien gardé qui nous permet d'évaluer

les modifications subies dans les eaux peu profondes, plus particulièrement au plan du déplacement de matériel. Ce travail n'a pas encore été réalisé. Toutefois, en ce qui concerne l'érosion, les travaux d'Albin Hasenfratz et de Josef Winiger n'ont pas fourni de vision nette. On relèvera cependant que, dans le bassin supérieur du lac de Constance et contrairement au bassin inférieur, de nombreux gisements connus anciennement ne fournirent pratiquement plus de niveaux archéologiques.

Après les années 1982-1983, un certain silence archéologique retomba sur le lac de Constance, à l'exception de la région d'Arbon, principalement pour des questions de priorités: projets de constructions et assèchement des marais poussèrent à intervenir dans des zones humides situées dans l'arrière-pays. Les fouilles subaquatiques spectaculaires menées dans le lac de Nussbaumen découlaient en fait des fouilles sur terre ferme entreprises sur le site d'Uerschhausen, Horn (Hasenfratz 1998). Elles impliquèrent cette fois la mise en place d'une équipe de plongée permanente,



Fig. 3 - Le site de Pfyn, Breitenloo.

équipée du matériel adéquat. Par ailleurs, on ne saurait sous-estimer l'investissement exigé, autant au plan financier qu'en mesures de sécurité et en planification des fouilles subaquatiques. Par la suite, on devait se rendre compte que le canton de Thurgovie n'était pas en mesure de financer de grandes fouilles subaquatiques.

En 1996-1997, on s'attacha à établir un état des lieux de l'archéologie subaquatique, en nous basant sur trois piliers : sur les actes du colloque de Marigny, qui venaient alors de paraître, sur les projets portuaires menaçant les rives d'Arbon et d'Ermatingen, ainsi que sur l'expérience et les données accumulées en dehors de notre service.

C'est avec surprise que l'on constata qu'en 1996 encore, on ne dénombrait pas en Suisse alémanique de projets de protection de zones menacées par l'érosion, alors que de nombreuses expériences avaient été menées dans ce domaine en Suisse romande et sur les rives allemandes du lac de Constance. En 1996, nous ne disposions que de très peu de données nouvelles sur la situation des palafittes dans les zones riveraines du lac de Constance, par rapport aux relevés de 1983.

On pouvait toutefois noter deux éléments principaux :

- 1.- de nombreuses stations, attestées par du mobilier uniquement, avaient, nous le pensions alors, entièrement disparu par l'érosion ;
- 2.- dans certains cas, dans le bassin inférieur du lac de Constance essentiellement, les niveaux archéologiques reposaient sous de très importants dépôts stériles. Un relevé des couches se trouvant directement sous la surface de l'eau ne put être réalisé par Winiger et Hasenfratz qu'à fort peu d'endroits.



Fig. 4 - Le site de Steckborn, vue du Nord-Ouest. On reconnaît les emplacements où les bateaux mouillent. Les chaînes d'amarrage creusent le fond du lac et créent des cercles blancs vus d'avion.

ERMATINGEN - WESTERFELD ET STECKBORN-SCHANZ

Globalement, on avait donc l'impression que l'érosion ne constituait pas un problème urgent. En 1996, il s'agissait de vérifier cette hypothèse. Un projet portuaire à Ermatingen, exactement à l'emplacement d'un site localisé par Hasenfratz et Winiger, fut à l'origine des travaux. Aucuns travaux à la pelleuse n'étant prévu, il suffisait dans ce cas précis d'évaluer les dégâts que pourraient provoquer l'utilisation de pontons flottants et l'érosion qui lui serait liée, ainsi que celle provoquée par les hélices des bateaux.

Grâce à des carottages, nous avons pu constater que l'extension du site était beaucoup plus importante que celle relevée en 1982-1983 et, fait surprenant, que certains niveaux archéologiques reposaient directement sur le fond du lac, ce qu'on n'avait pas noté 20 ans plus tôt. Ces deux éléments faisaient apparaître comme très probable une menace liée à l'érosion, et nous avons opté pour la mise en place de géotextiles sur une surface d'environ 700 m², le tout stabilisé par des filets d'acier et recouvert de gravier. Les travaux furent rendus plus aisés par l'absence de pendage. Pour l'instant du moins, la protection posée semble bien fonctionner. Pour autant qu'on puisse en juger, la couverture, pesant plusieurs tonnes, ne s'est pas enfoncée au fond du lac, ce qui ne serait sans doute pas très propice à la conservation des niveaux archéologiques. Par ailleurs, le lieu-dit Westerfeld correspond à une zone où les rives n'ont pas encore subi la mise en place massive de constructions : la région qui nous intéresse en particulier est par ailleurs protégée par une ceinture de roseaux. Le suivi de la couverture mise en place sera assuré.

Passons à présent aux travaux en chantier : pour le bassin inférieur du lac de Constance, le site de Steckborn, Schanz compte parmi les plus célèbres ; il fut repéré au XIX^e s. déjà et subit régulièrement l'assaut des chercheurs (Keller/Reinert 1925). Contrairement au gisement de « Turgi », à l'ouest de la ville de Steckborn, le pronostique établi en 1982/1983 était plutôt favorable pour le site de Schanz, quoique plus réservé que pour Ermatingen. Hasenfratz et Winiger s'étant attachés à l'étude de ce palafitte, nous sommes aujourd'hui en mesure d'évaluer plus ou moins l'érosion que le site a subie durant les 20 dernières années, sans doute liée directement aux interventions anthropiques particulièrement intenses pratiquées dans les zones riveraines. Toutefois, une menace de destruction totale du gisement fut signée lors de la pose d'un câble électrique par les services du canton de Schaffhouse, au printemps 1984. Comme nous avons prévu d'effectuer de nombreux carottages à cet endroit, nous étions bien sûr particulièrement fixés sur ce câble.

Selon nos observations, on estime que l'érosion ou des déplacements massifs de matériel ont eu un impact important ; c'est du moins ce que montrent les pilotis, dont les sommets apparaissent depuis 1982 sur le fond du lac (près de 270 bois sur une surface de 150 m²), la répartition du mobilier ainsi que l'apparition récurrente d'objets sur le fond. Les carottages et les zones fouillées indiquent que, dans la zone proche de la rive surtout, les niveaux ont subi une érosion constante. On serait tenté d'y voir la conséquence de la mise en place de murs riverains importants, puisque ces derniers semblent également souffrir de l'érosion. Le

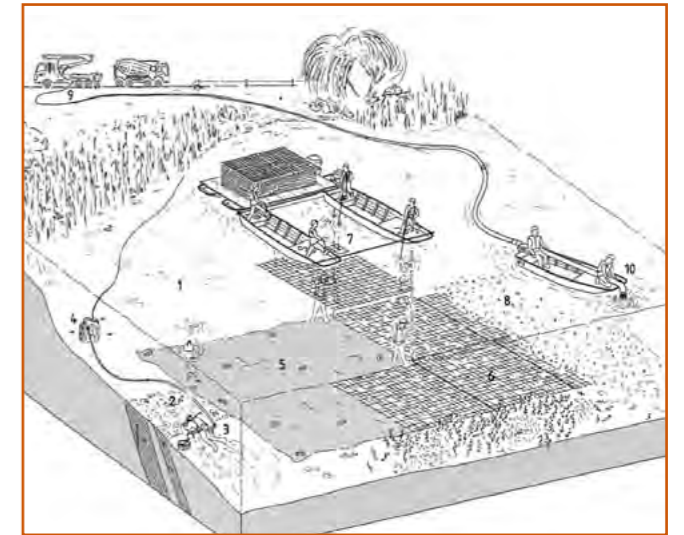


Fig. 6 - Ermatingen, Westerfeld. Mesures de protection 1998/1999 : schéma des travaux.

choix des mesures à prendre est plus difficile. On pouvait parfaitement concevoir pour certaines zones une intervention de sauvetage puisque, en hiver, une partie du gisement est exondée. Pour l'instant, la mise en place d'une plage de gravier semble être un moyen plus adéquat, puisque l'érosion semble découler de processus liés directement aux travaux entrepris sur la rive. On relèvera que le site de Schanz livre du mobilier archéologique depuis le XIX^e siècle déjà, se rattachant essentiellement à la culture de Pfyn. On n'est donc pas confronté à des trouvailles isolées toujours plus anciennes, ce qui indiquerait que l'érosion touche des niveaux toujours plus profonds.



Fig. 5 - Steckborn-Schanz (vue de l'est). On distingue les zones peu profondes (en bleu clair).



Fig. 7 - Ermatingen, Westerfeld. Pose d'un géotextile grillagé.



Fig. 8 - Ermatingen, Westerfeld. Géotextile et grillage mis en place.



Fig. 9 - Steckborn (vue de l'Est). Au premier plan, le gisement de Schanz. À l'arrière-plan le site de "Turgi".

À Schanz, la situation est plus complexe qu'à Westerfeld, puisque la zone menacée est nettement plus importante et que le site est parfois exondé. C'est à nous qu'il reviendra de trouver une solution avec la commune, nos partenaires auprès du canton et les riverains.

Après avoir cité ces deux exemples pratiques, on peut dire que la situation est beaucoup plus complexe que ce que l'on concevait en 1996. Aujourd'hui, en Thurgovie, c'est dans le domaine de la juridiction et de la planification pour la protection des sites subaquatiques du lac de Constance que les plus grands progrès ont été accomplis. C'est pourquoi nous désirons souligner ici que les récriminations que l'on entend souvent quant à la faiblesse des mesures de protection des sites lacustres ne concernent pas l'aspect juridique des palafittes de Thurgovie. On évoquera par exemple le principe du « destructeur-payeur » introduit pour les projets de construction en zones riveraines.

Nous en sommes tous bien conscients, les moyens manquent pour faire tout ce qui serait nécessaire pour la conservation durable des vestiges qui subsistent encore. Du moins les activités de notre service se placent-elles à présent dans le cadre de la planification du paysage et de la protection de l'environnement. Pour nos interventions, qu'il s'agisse de fouilles ou de mesures de protection, c'est un élément essentiel qui permet également d'utiliser des synergies. Là où l'on connaît les causes de la progression de l'érosion, il faut les combattre sur un large front. Parmi les mesures sûres, on nommera la remise à l'état naturel des zones riveraines, la limitation de la circulation navale, etc.

LES MILIEUX PALUSTRES

Nous aborderons encore la problématique des milieux palustres, de leur assèchement et de la compression du sol qui s'en suit. Pour deux cas précis, au lac de Nussbaumen et à Pfyn, Breitenloo, nous disposons de données relativement précises quant à la perte de substance subie au cours des 60 dernières années. Dans les deux cas, des marais furent amendés au cours de la seconde Guerre mondiale, et le niveau de la nappe phréatique abaissé. Dans les deux cas également, on mena des fouilles pour le sauvetage des sites menacés d'assèchement : à Pfyn en 1944 et à Uerschhausen de 1970 à 1989. Cette dernière fouille prit des dimensions gigantesques, sans toutefois que la totalité du site ne puisse être dégagée.

Aujourd'hui, la situation est différente : dans la vallée du Seebach, et donc aussi dans la zone occupée par le site d'Uerschhausen, on aspire à une restitution de l'état antérieur à 1940. Les canaux de drainages sont obstrués, on rend le paysage à la nature. On estime aujourd'hui que ces mesures suffiront à préserver la préhistoire de cette région. Une interdiction de plongée dans le lac de Nussbaumen protège de son côté les sites des curieux. Bien entendu, les



Fig. 10 - Steckborn-Schanz. Le site pendant les travaux de 2002.

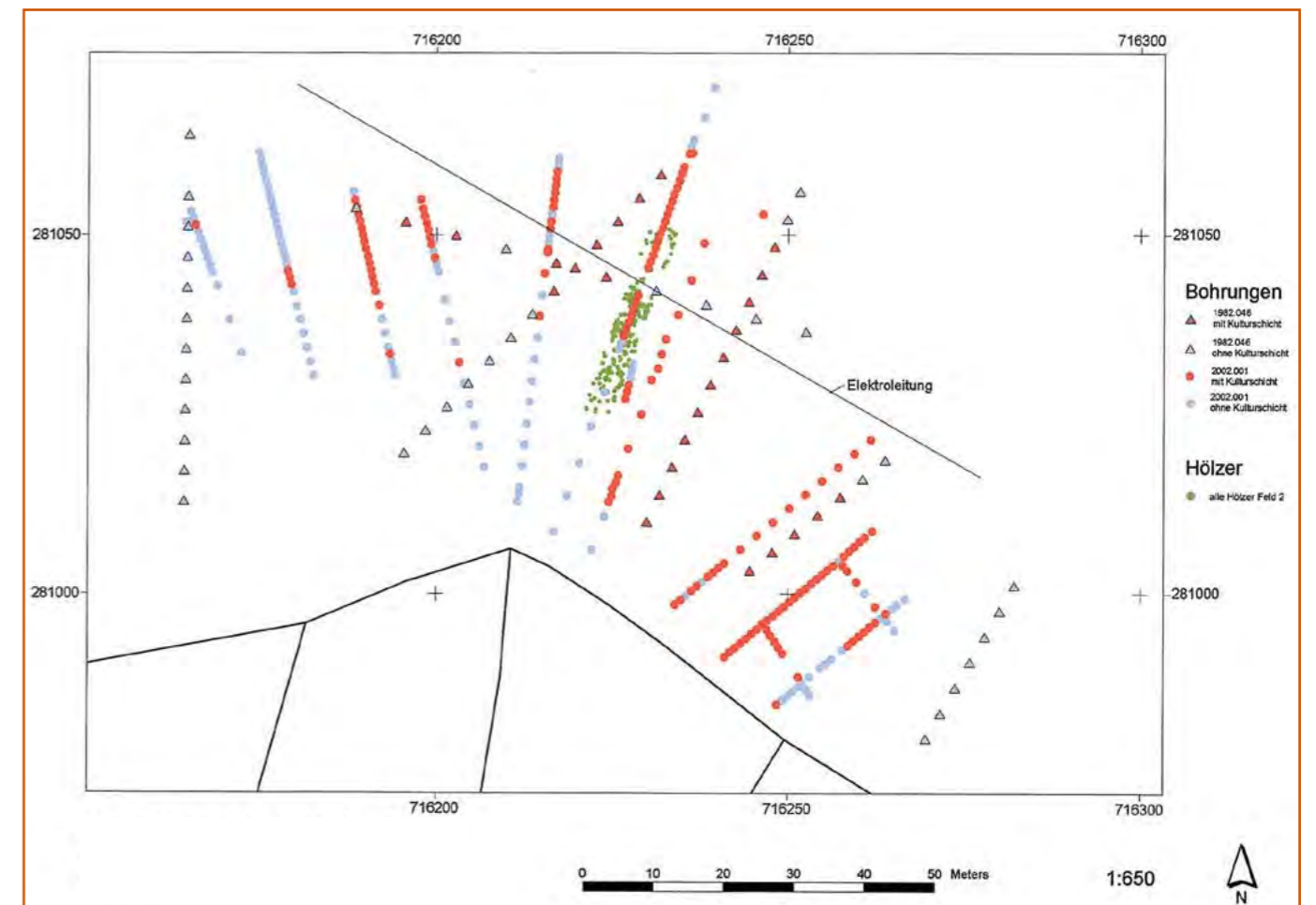


Fig. 2 - Steckborn-Schanz. Plan des carottages (1982/2002) et emplacements des couches archéologiques.



Fig. 12 - Hüttwilen, Seebachtal. Restitution des zones humides.

coûts liés à l'achat de grandes surfaces de terre dans la vallée du Seebach et aux travaux de transformation du paysage sont relativement élevés, mais ils ont permis de stopper les fouilles archéologiques dans cette zone, et d'investir les moyens financiers et humains dont dispose le service archéologique pour protéger des parcelles menacées de construction.

Dans le cas de Pfy, Breitenloo, la conservation de la zone de protection mise en place en 2002 coûte Fr. 1000.- par an au canton de Thurgovie et à la commune de Pfy, montant versé aux propriétaires du terrain. En contrepartie, ils n'ont pas le droit de labourer et les drainages ne peuvent être modifiés, ce qui permet de stabiliser la nappe phréatique à un niveau donné. Dans ce cas précis, la solution la plus avantageuse garantit à moyen terme la conservation des biens culturels.

CONCLUSION

Si, au cours des dernières années, la pression économique sur les biens culturels menacés s'est effectivement accrue, force est de reconnaître que les sites n'ont sans doute que peu souffert de l'absence de fouilles importantes qui, en fin de compte, ne peuvent pratiquement plus être menées à bien. Les dangers liés à l'érosion ne se fondent pas sur des données sûres bien que, ponctuellement, on ne puisse les nier (comme à Steckborn).

Une chose est certaine – c'est ce que nous montre l'expérience thurgovienne : nos méthodes de travail doivent être analysées à la lumière de critères économiques et pas seulement scientifiques.

Dans le cas de la préservation contre l'érosion, la solution préconisée sera à l'avenir certainement moins la fouille que la protection.



Fig. 13 - Ermatingen, Westerfeld. Apport de gravier pour recouvrir le site.



Fig. 14 - Ermatingen, Westerfeld. Deux ans plus tard, la végétation à recouvert le site.

BIBLIOGRAPHIE :

Brem et al. 2001 : BREM (H.), SCHNYDER (M.), LEUZINGER (U.). - Archäologische Schutzmassnahmen in den Seeufersiedlungen von Ermatingen TG-Westerfeld. *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte* 84, 2001, p. 7-28.

Brem et Schlichtherle 2000 : BREM (H.), SCHLICHOTHERLE (H.). - Nasse Denkmäler – Chancen und Probleme des Kulturgutes unter Wasser, in: B. Hach u. M. Vosteen (Red.) *Was haben wir aus dem See gemacht? Kulturlandschaft Bodensee. Tagung der Projektgemeinschaft des Arbeitskreises Denkmalpflege am Bodensee im Rahmen der Europarat-Kampagne "Europa – ein gemeinsames Erbe"*, 22. September 2000. Landesdenkmalamt Baden-Württemberg Arbeitsheft 10 (2001) p. 19-30.

Bürgi et Schlichtherle 1986 : BÜRGI (J.), SCHLICHOTHERLE (H.). - *Gefährdete Ufersiedlungen am Bodensee*. AS 9, 1986, p. 34-41.

De Capitani et al. 2002 : DE CAPITANI (A.), DESCHLER-ERB (S.), LEUZINGER (U.), MARTI-GRÄDEL (E.), SCHIBLER (E.). - *Die jungsteinzeitliche Siedlung Arbon-Bleiche 3. Funde*. Archäologie im Thurgau 11 (Frauenfeld) 2002.

Gollnisch 1999 : GOLLNISCH (H.). - *Uerschhausen-Horn. Haus und Siedlungsstrukturen der bronzezeitlichen Siedlung. Forschungen im Seebachtal* 3. Archäologie im Thurgau 7 (Frauenfeld) 1999.

Hasenfratz 1990 : HASENFRATZ (A.). - Bemerkungen zur Pfyner Siedlung Breitenloo bei Pfy. In: *Höneisen 1990*, 207-212.

Hasenfratz 1997 : HASENFRATZ (A.). - *Zur neolithischen Forschung im Thurgau*. AS 20, 46-50.

Hasenfratz 1998 : HASENFRATZ (A.), SCHNYDER (M.). - Das Seebachtal. Eine archäologische und paläoökologische Bestandesaufnahme. *Forschungen im Seebachtal 1. Archäologie im Thurgau 4* (Frauenfeld) 1998.

Hochuli 1994 : HOCHULI (S.). - Arbon-Bleiche. Die neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen. *Archäologie im Thurgau 2* (Frauenfeld) 1994.

Höneisen 1990 : HÖNEISEN (M.) (HRSG.). - *Die ersten Bauern 1. Pfahlbau funde Europas. Forschungsberichte zur Ausstellung im Schweizerischen Landesmuseum und zum Erlebnispark/Ausstellung Pfahlbauland in Zürich* (Zürich) 1990.

Keller et Reinert 1925 : KELLER (K.), REINERTH (H.). - *Urgeschichte des Thurgaus* (Frauenfeld) 1925.

Leuzinger 2000 : LEUZINGER (U.). - *Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon-Bleiche 3. Befunde*. Archäologie im Thurgau 9 (Frauenfeld) 2000.

Leuzinger 2005 : LEUZINGER (U.). - Die jungneolithische Siedlung Pfy-Breitenloo, Thurgau (Schweiz). In: *Actes WES Kolloquium* (Zürich) 2005 (in Vorb.).

Jacomet et al. 2004 : JACOMET (ST.), LEUZINGER (U.), SCHIBLER (J.). - *Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3. Umwelt und Wirtschaft*. Archäologie im Thurgau 12 (Frauenfeld) 2004.

Müller-Beck 1991 : MÜLLER-BECK (H.). - *Die Holzartefakte. Niederwil, eine Siedlung der Pfyner Kultur 4*. *Academia Helvetica 1^{IV}* (Bern und Stuttgart) 1991.

Nagy 1999 : NAGY (G.). - *Uerschhausen-Horn. Keramik und Kleinfunde der spätbronzezeitlichen Siedlung. Forschungen im Seebachtal 2*. Archäologie im Thurgau 6 (Frauenfeld) 1999.

Primas 1989 : PRIMAS (M.) et al. - *Eschenz, Insel Werd. IV. Die Keramik der Spätbronzezeit*. Zürcher Studien zur Archäologie (Zürich) 1989.

Schlichtherle 1997 : SCHLICHOTHERLE (H.) (HRSG.). - *Pfahlbauten rund um die Alpen. Archäologie in Deutschland, Sonderheft* (Stuttgart) 1997.

SPM 2 : STÖCKLI (W.E.), NIFFELER (U.), U. GROSS-KLEE (E.) (HRSG.). - *Neolithikum. Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter 2* (Basel) 1995.

SPM 3 : HOCHULI (S.), NIFFELER (U.), RYCHNER (V.) (HRSG.). - *Bronzezeit. Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter 3* (Basel) 1998.

Winiger et Hasenfratz 1985 : WINIGER (J.), HASENFRATZ (A.). - *Ufersiedlungen am Bodensee. Archäologische Untersuchungen im Kanton Thurgau 1981-1983*. *Antiqua* 10 (Basel) 1985.

Destruction des palafittes dans les lacs zurichoïses : causes diverses, réponses adéquates

Beat Eberschweiler

Traduction : Catherine Leuzinger-Piccand

• Résumé

L'inventaire réalisé il y a quelques années constitue une base de données indispensable au suivi des palafittes zurichoïses. Il permet de définir les zones où l'érosion pose des problèmes particuliers. Des dangers et des menaces très divers pèsent sur les sites lacustres, impliquant des mesures différenciées et spécifiques à chaque station : par exemple, on protège les parois de fosses naturelles ou creusées à la pelle mécanique au moyen de palplanches, on interdit de jeter l'ancre dans certaines zones ou l'on modifie la fixation des chaînes de bouées. Ces mesures peu spectaculaires permettent de contrer l'érosion. À l'avenir, il faudra intensifier la collaboration avec les autorités responsables de la protection de l'environnement et, où c'est possible, protéger des zones d'extension importante.

Abstract

A catalogue established some years ago has become an essential data base to keep a record of the evolving conditions of lake villages located on lakes around Zürich. It helps pinpoint the zones where erosion is particularly intense. The answers to the many dangers that threaten lake dwellings need to be specific and adapted to each lake site: for example, by consolidating the sides of natural hollows or machine excavated pits by means of pile planks, by banning anchorage in certain zones or altering the chain fixing of buoys. With such simple measures erosion can be held at bay. For the future, it will be necessary to collaborate more actively with nature conservation management and wherever possible increase the area of ground surfaces to be protected.

Zusammenfassung

Basis für die denkmalpflegerische Betreuung der Zürcher Seeufersiedlungen bildet eine vor wenigen Jahren vorgenommene Bestandsaufnahme (Inventar). Damit lassen sich die problematischsten, weil der Erosion besonders stark ausgesetzten Zonen benennen. Die sehr unterschiedlichen Ursachen für die Zerstörung und Bedrohung der prähistorischen Siedlungsreste bedingen auch differenzierte, fundstellspezifische Gegenmassnahmen: So werden bspw. Grubenwände von Baggerungen und natürliche Abbrüche mit Schutzwänden versehen, Ankerverbotszonen definiert und die Aufhängung von Bojenketten modifiziert. Mit diesen wenig spektakulären Massnahmen kann bereits einiges an weiterer Zerstörung abgewendet werden. In Zukunft sollen die Zusammenarbeit mit den Naturschutzbehörden forciert und, wo von den Begebenheiten her möglich, vermehrt auch grössere Areale flächig geschützt werden.

Beat Eberschweiler
Amt für Städtebau der Stadt Zürich
Unterwasserarchäologie & Labor für Dendrochronologie
Seefeldstrasse 317
CH-8008 Zürich.
beat.eberschweiler@hbd.stzh.ch



Fig. 1 - Rüslikon-Rörli ZH, rive gauche du lac de Zurich. Démantèlement de la beïne lacustre, avec érosion « en escalier » des niveaux archéologiques.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Sur mandat cantonal, l'équipe de plongeurs de la ville de Zurich pratique l'archéologie subaquatique depuis les années soixante déjà; le projet d'inventorier intégralement les palafittes des lacs zurichois ne fut toutefois lancé qu'en 1996. Le succès de l'entreprise conduisit jusqu'en 1999 à la mise en place de travaux de recherche similaires pour le compte des cantons limitrophes (Zoug, Argovie, Schwyz et St-Gall).

Sur la base de critères homogènes, on allait effectuer un état des lieux des sites préhistoriques gisants sur les fonds lacustres. On dispose donc aujourd'hui de données tangibles quant au potentiel scientifique de ces stations: on peut délimiter les surfaces les plus directement menacées, et donc protéger les « bons » gisements de manière ciblée.

Au cours d'innombrables plongées, on a découvert près de vingt sites nouveaux, dont certains d'une importance majeure. Dans les seuls plans d'eau du canton de Zurich, on dénombre actuellement 250 000 m² de sites lacustres gisant sur le fond sans protection aucune. Sur les beïnes du lac de Zurich, du Greifensee et du Pfäffikersee, il s'agit le plus souvent de niveaux archéologiques d'une certaine épaisseur, entièrement mis à nu sur d'importantes surfaces, sans aucune protection naturelle. Ce ne sont donc pas de simples champs de pieux qui disparaissent. Dans la rupture de pente, on observe fréquemment de puissantes stratigraphies appartenant à d'autres phases d'occupation encore, également menacées d'érosion.

UNE CAUSE NATURELLE: LES VAGUES

En de nombreux endroits, on ne dispose pas encore de séries de mesures susceptibles de révéler l'étendue des dégâts. De nom-

breuses observations s'accordent pour établir l'érosion inexorable des beïnes lacustres, impliquant la destruction des gisements archéologiques: les pieux sur lesquels on avait effectué des prélèvements au ras du sol dépassent, après quelques années seulement, le niveau du fond du lac; là où le matériel avait été ramassé en surface, on retrouve, quelques années plus tard, du mobilier dégagé par les vagues. C'est ce qu'illustre particulièrement bien l'exemple de Männedorf-Leuenhaab ZH (lac de Zurich): là où, dans les années 1970, des plongeurs sportifs avaient récolté sur le fond du mobilier Bronze final, on allait ramasser vingt ans plus tard, à l'occasion de l'inventaire des sites, des objets remontant en majeure partie au Néolithique (civilisation de Horgen).

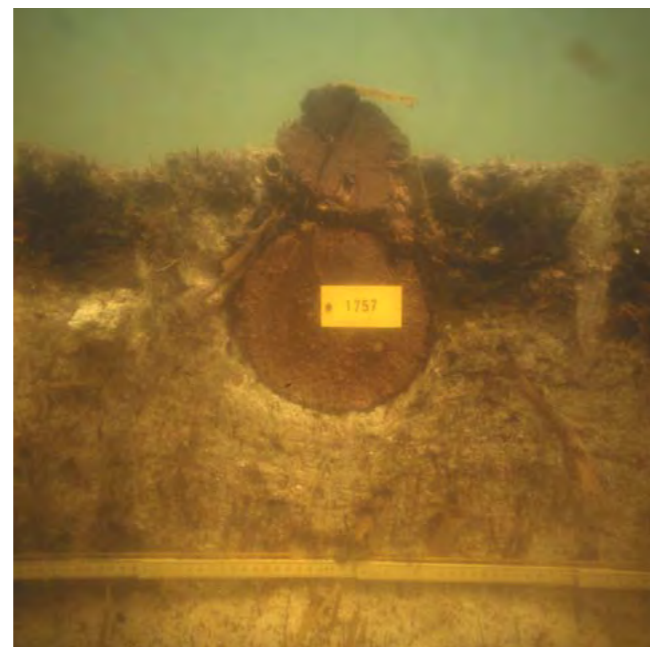


Fig. 2 - Greifensee-Böschchen ZH, rive droite du Greifensee. Des structures architecturales du Bronze final et des niveaux organiques reposent sans protection au fond du lac.

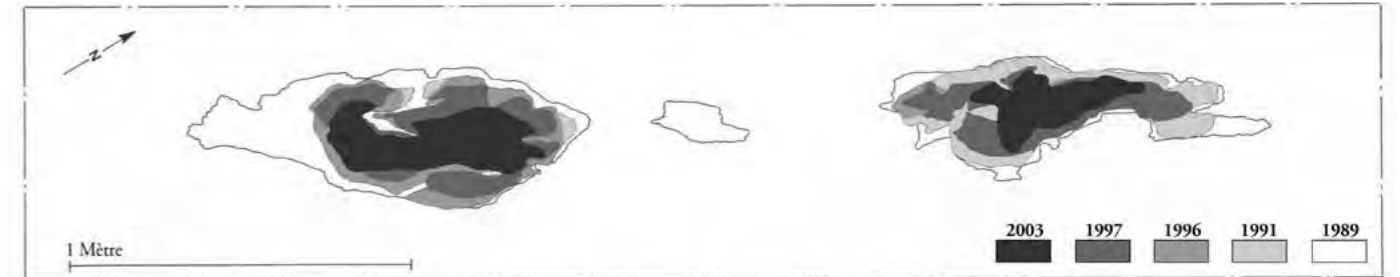


Fig. 3 - Feldmeilen-Vorderfeld ZH, rive droite du lac de Zurich. Relevé synthétique de la pirogue en cours de destruction, documentée périodiquement.



Fig. 4 - Lac de Sempach LU. A proximité immédiate de la beïne lacustre, on trouve un bloc de craie lacustre détaché il y a peu.



Fig. 5 - Oberrieden-Riet ZH, rive gauche du lac de Zurich. Prise de vue aérienne de la beïne lacustre, avec le fossé creusé à la pelle mécanique au milieu du gisement archéologique, et des zones de destruction en forme d'entonnoir, ponctuelles, provoquées par des chaînes de bouées. Cercles: extension des niveaux attestée à l'aide de carottages.



Fig. 6 - Oberrieden-Riet ZH, rive gauche du lac de Zurich. La situation sous l'eau, avec un niveau archéologique bien développé, qui se dessine nettement dans le profil du fossé excavé à la pelle mécanique. L'érosion attaque de deux côtés: au fond du lac, sur lequel la couche repose directement et dans le profil (l'eau mine les niveaux qui s'effondrent).

Autre exemple parlant, le site de la plage de Feldmeilen-Vorderfeld ZH (lac de Zurich): depuis 1988, on y documente périodiquement la disparition d'une pirogue monoxyde de l'époque de Horgen.

On notera également l'érosion des sédiments au niveau de la rupture de pente des beïnes lacustres (rupture verticale, pente douce). En de nombreux endroits, elle se déplace en direction de la terre ferme; au pire, on constate des glissements de terrain ou de véritables éboulements: les blocs de sédiment minés par l'eau viennent reposer au pied de la pente. On dispose pour Maur-Weierwis ZH (Greifensee) d'une première série de mesures à long terme: ici, la rupture de pente se rapproche de la rive à raison de 10 cm par année environ, avec parallèlement une érosion du fond lacustre de près de 1 cm par an. Les observations réalisées permettent de postuler des données identiques pour bien d'autres gisements.

DES CAUSES ANTHROPIQUES: LES CHANTIERS ET LES LOISIRS

Outre l'érosion naturelle, relativement lente, des interventions lourdes de conséquences menacent les sites lacustres: extension d'abris pour bateaux, canaux d'accès, canalisations ou fosses pour plongeurs; ces dernières finissent par se combler de sédiments et doivent être périodiquement recréusées pour des raisons de sécurité, ce qui augmente leur emprise.

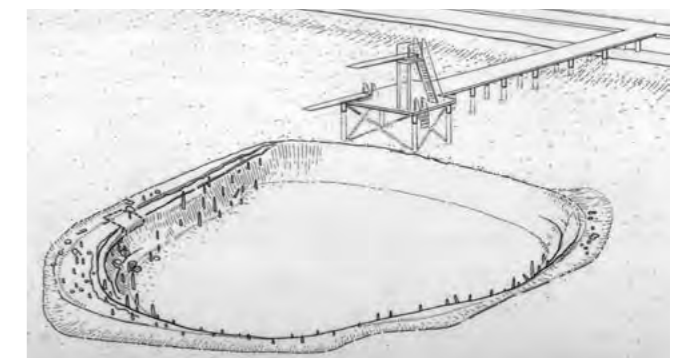


Fig. 7 - Erlenbach-Winkel ZH, rive droite du lac de Zurich. Relevé synthétique de la situation avec le plongeur et sa fosse. Dans les profils de la fosse, on peut lire toute l'histoire de l'occupation, du Cortaillod au Bronze final.

Sur le lac de Zurich essentiellement, la présence d'une douzaine de champs de bouées plantées au beau milieu de zones archéologiques pose de gros problèmes. On dénombre au total plus d'une centaine de bouées, dont les chaînes, très longues, traînent sur le fond du lac, creusant peu à peu de véritables

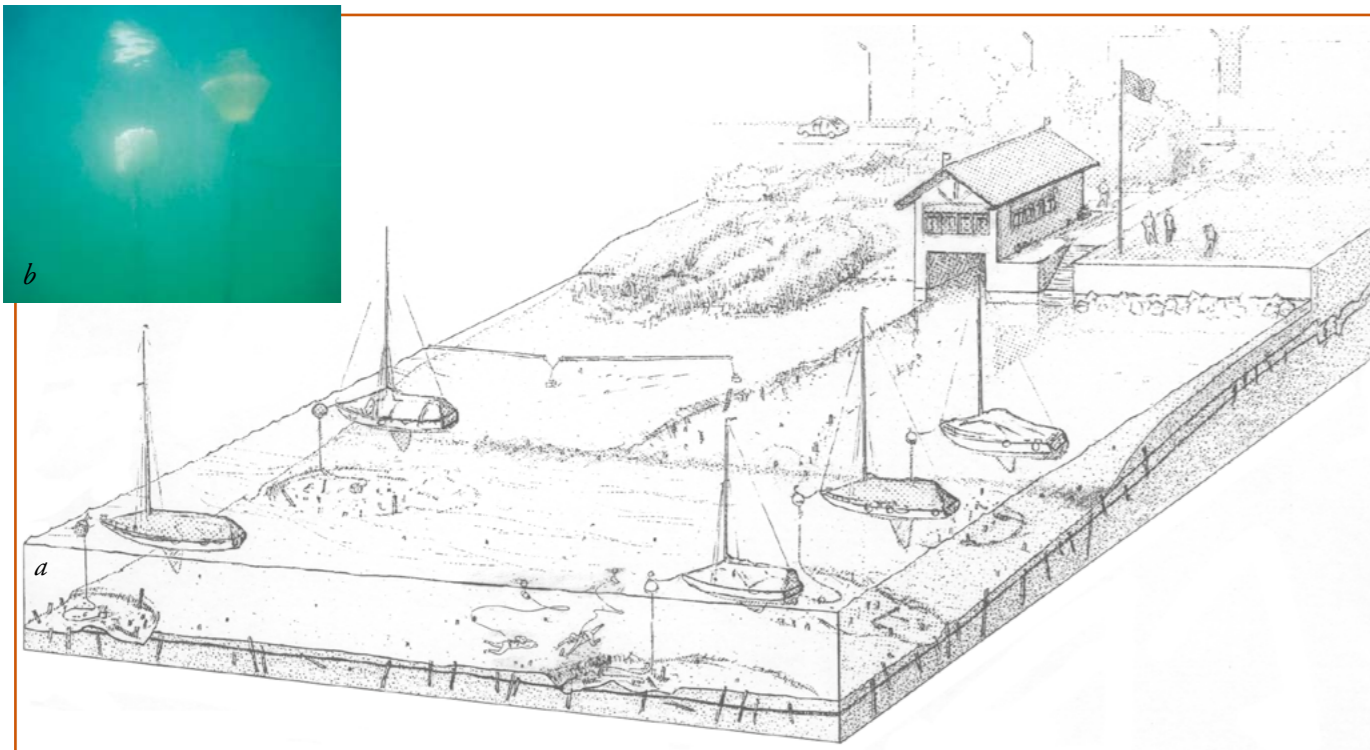


Fig. 8 - a : Relevé synthétique d'une situation caractéristique pour les palafittes : des gisements bien protégés naturellement sont victimes de destructions massives dans les corridors d'accès aux abris de bateaux et dans les champs de bouées, ce qui les rend vulnérables à l'érosion. b : Une solution pragmatique et efficace pour le champ de bouées : la pose d'un flotteur intermédiaire.

cratères pouvant atteindre plusieurs mètres de diamètre. À leur base, on retrouve du mobilier brisé, le sommet de pieux et des lambeaux de niveaux archéologiques.

Autre difficulté, les propriétaires de bateaux ont, lorsqu'il s'agit de jeter l'ancre, une prédilection pour les emplacements en eaux peu profondes, si possible près d'îles ou dans de petites baies. Bien souvent, ces endroits coïncident avec des gisements archéologiques. Lorsque l'ancre est remontée, c'est en endommageant les pieux et en creusant de véritables sillons à travers les niveaux archéologiques. Le mobilier est arraché à son contexte, et ces perturbations accroissent l'emprise des vagues.

UNE LISTE DE MESURES

Le degré de destruction des stations et les dangers qui les menacent varient de cas en cas; les réponses apportées devront tenir compte de ces spécificités. La vue d'ensemble acquise en 1996 à l'occasion de l'inventaire sommaire des sites (complété périodiquement à l'occasion de plongées de contrôle) permet une évaluation: en fonction de l'extension et de la position des niveaux archéologiques dans la zone menacée, et des priorités scientifiques actuelles (lacunes de connaissances), on peut établir la liste des futurs « points chauds », soit des zones qu'il convient de protéger à tout prix. Bien entendu, c'est aux can-



Fig. 9 - Zurich/Enge-Alpenquai ZH, bassin inférieur du lac de Zurich. Prise de vue subaquatique du fond lacustre avec chaîne de bouée. En raison du frottement permanent de la chaîne sur les niveaux archéologiques et les bois de construction (ici, une semelle de pieu), l'eau est particulièrement trouble.



Fig. 10 - Kilchberg-Bendlikon ZH, rive gauche du lac de Zurich, prise de vue aérienne de la beine lacustre avec un champ de pieux appartenant à un site néolithique. On discerne les traces de destruction autour des pierres d'ancrages des bouées, sous forme de taches régulières foncées.

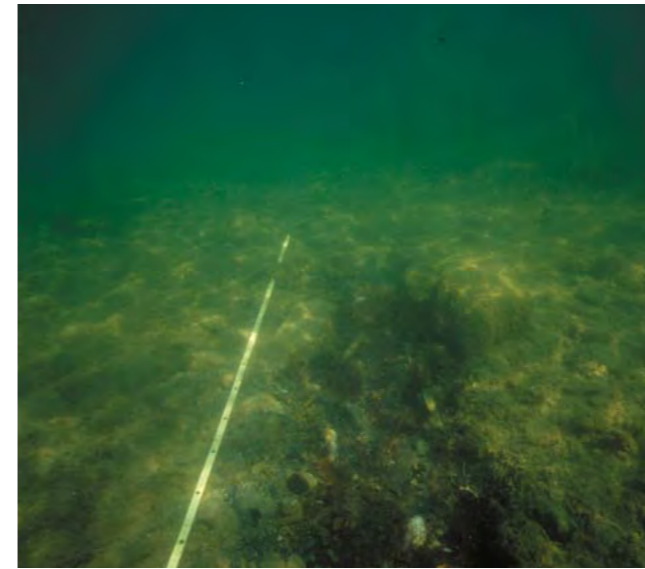


Fig. 11 - Rapperswil-Untiefe Ost SG, bassin supérieur du lac de Zurich. Prise de vue subaquatique à environ un mètre de profondeur. Le fossé fraîchement creusé est le fait d'une ancre de bateau.



Fig. 12 - Meilen-Im Grund ZH, rive droite du lac de Zurich. Prise de vue aérienne d'une station de chargement de gravier. Outre le corridor d'accès creusé anciennement, on note une zone excavée qui n'existait pas encore sur les prises de vue antérieures.

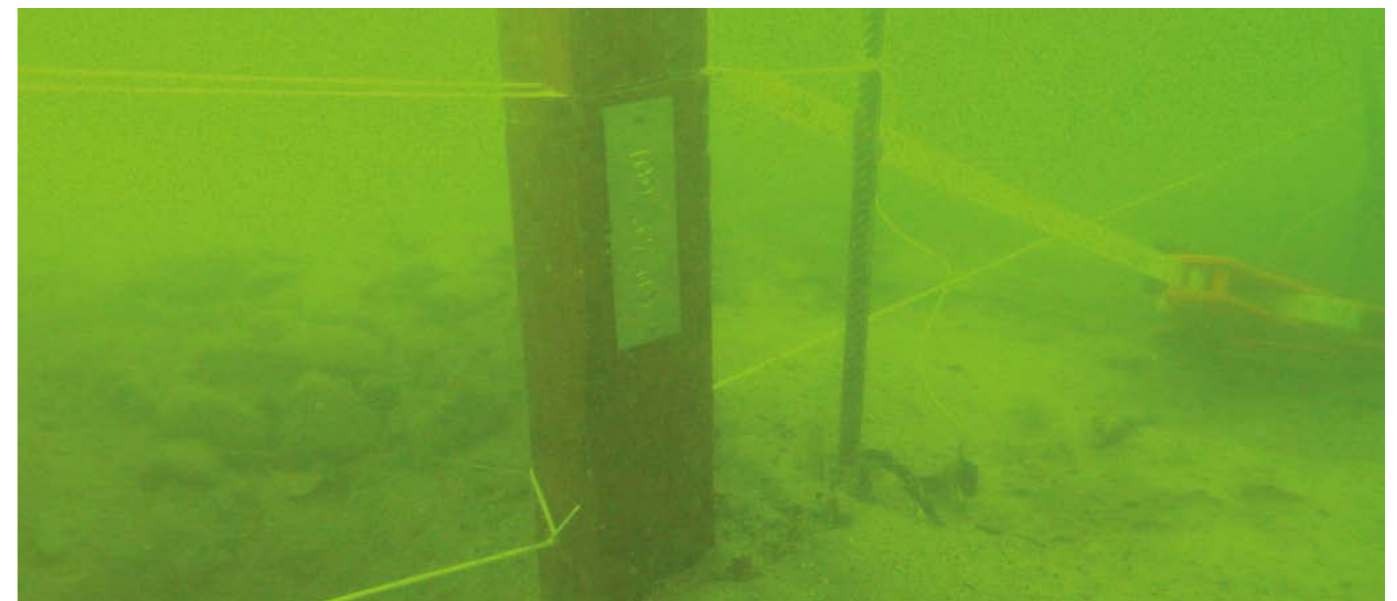


Fig. 13 - Maur-Schiffplände ZH, rive gauche du Greifensee. Tronçon d'un axe de pieux plantés à travers l'accès à l'abri pour bateaux. Les pieux portent une entaille qui permettra dans quelques années de mesurer avec exactitude les variations du fond lacustre.

tons concernés qu'il reviendra de prendre la décision de mettre en place ou non des mesures de protection importantes. Dans le cadre d'interventions en plongée de moindre ampleur, on tente ponctuellement d'améliorer la situation des gisements.

La protection durable de tous les sites archéologiques reposant au fond des lacs dépasse bien entendu largement les moyens de l'équipe d'archéologie subaquatique. Le cahier des charges actuel fait la différence entre les mandats attribués par des tiers, et les mesures envisagées à long terme, planifiées et réalisées par l'équipe elle-même.

Réagir

S'il touche une zone archéologique potentielle, tout projet de travaux à proximité des rives fera systématiquement l'objet d'une *évaluation préliminaire*. On vise à intervenir le plus tôt possible dans la planification des projets de construction, afin d'éviter au maximum que des niveaux archéologiques ne soient touchés. Si ce procédé n'est pas possible, on organise des interventions, toujours minimales. La dernière option demeure la *fouille de sauvetage*; on vise toutefois en priorité la conservation du gisement, et non sa destruction scientifique.

Agir

Le *suivi régulier* des zones archéologiques exposées constitue un élément majeur du programme de protection. Les dommages apportés changent sans cesse de visage, conduisant en de nombreux endroits à des situations nouvelles et précaires. Les plongées périodiques permettent d'identifier rapidement de nouvelles zones à problèmes, et de réagir en conséquence. Les photographies aériennes effectuées périodiquement peuvent révéler des anomalies dans les zones riveraines (plus particulièrement des modifications de la végétation, des dragages non autorisés, le déplacement de bouées). Depuis l'an passé, on pose des poteaux de mesure à ces emplacements; ils permettront, dans les années

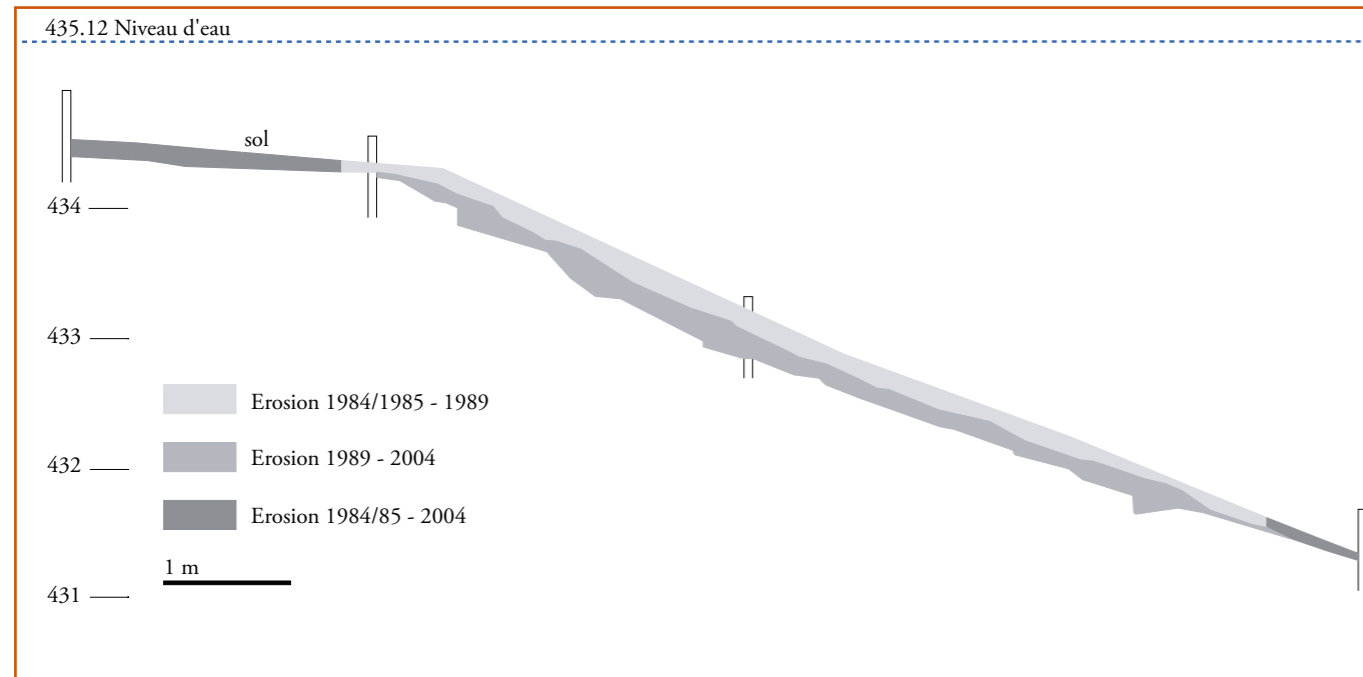


Fig. 14 - Maur-Weierwis ZH, rive gauche du Greifensee. Relevé d'une série de mesures à long terme commencée en 1989 déjà. La disparition du fond lacustre provoquée par l'érosion au cours des 15 dernières années est dramatique.

à venir, d'établir exactement au même endroit un profil du fond lacustre, et de mesurer en centimètres la rapidité de l'érosion. En répandant des ensembles de tessons de céramique à glaçure de différentes couleurs, on peut documenter les déplacements horizontaux; l'érosion verticale est révélée par une entaille pratiquée sur les pilotis au niveau du sol.

Inventaires détaillés

Chaque année, on soumet des gisements choisis à une étude quelque peu plus approfondie. Ces *inventaires détaillés* comprennent la récolte du mobilier dégagé par les vagues, le prélèvement d'échantillons pour la dendrochronologie et, parfois, des fouilles de faible ampleur à des endroits particulièrement menacés, que l'on peut compléter d'une série de carottages. De cette manière, on peut identifier les diverses phases d'occupation et mieux évaluer l'importance du gisement.

Un large éventail de mesures de protection

Dans la mesure du possible, des mesures de protection préventives sont mises en place après les évaluations évoquées.

- Les surfaces particulièrement exposées et menacées sont partiellement recouvertes de dalles ou de géotextile lesté de gravier. Des interventions de l'ampleur de celles menées dans les lacs de Biene ou de Constance n'ont pas encore pu être effectuées ici, entre autres en raison des conditions diamétralement différentes qui règnent dans les lacs du canton de Zurich.
- Les ruptures de pente naturelles et les bords des fosses ou des fossés excavés à la pelle mécanique peuvent être stabilisés à l'aide de palplanches métalliques ou de panneaux de bois.
- Dans les champs de bouées posant problème, on installe une seconde bouée à la chaîne d'ancrage, ce qui lui permet de flotter librement dans l'eau, sans racler le fond du lac.



Fig. 15 - Zurich/Enge-Alpenquai ZH, bassin inférieur du lac de Zurich. Carte actuelle des dommages après étude de toute la documentation ancienne (relevés de coupes, carottages), complétée par les plongées systématiques effectuées sur l'ensemble de la surface.

- 1-2 (turquoise): travaux à la pelle mécanique 1916/19;
 3-5: le niveau archéologique repose directement sur le fond lacustre (rouge), cratère provoqué par une chaîne de bouée (rouge foncé);
 6: au-dessus du niveau archéologique, on n'observe qu'une faible épaisseur de craie lacustre (jaune);
 7: emplacements dans la pente où le niveau archéologique apparaît;
 8: le niveau archéologique est présent, mais recouvert d'une couche de craie lacustre d'une épaisseur suffisante. Il n'est pas nécessaire d'intervenir.

- Dans les zones où les propriétaires de bateau jettent souvent l'ancre, on peut délimiter, à l'aide de bouées, des zones interdites.

Les mesures de protection de l'environnement viennent parfois au secours de l'archéologie, avec par exemple la mise en place de palissades de protection, associée à un rétablissement de la végétation riveraine. Sur le Greifensee par exemple, on pratique la préservation des rives par la pose de poutres flottantes parallèlement à la rive, qui freinent l'intensité des vagues.

Pour les années à venir, on prévoit de poursuivre ou d'achever les travaux évoqués plus haut. Par ailleurs, en collaboration avec les services de protection de l'environnement, on envisage de recouvrir des emplacements choisis (« points chauds ») de géotextile et de gravier.



Fig. 16 - Maur-Schiffände ZH, rive gauche du Greifensee. On comble de gravier la zone inscrite entre la rupture de pente, fortement érodée en raison du port tout proche, et la paroi de protection.



Fig. 17 - Rapperswil-Technikum TG, bassin supérieur du lac de Zurich. À quelques dizaines de centimètres sous la surface seulement, on trouve un bas-fond comportant des niveaux et des bois de construction bien conservés, datant du Bronze ancien. Les bouées jaunes délimitent une zone où, depuis 2002, il est interdit de jeter l'ancre.




Fig. 18 - Greifensee-Storen/Wildsberg ZH, rive droite du Greifensee. Les poutres flottantes placées à l'avant de la ceinture de roseaux atténuent l'intensité des vagues dans la zone riveraine et permettent de réduire l'érosion du fond lacustre.

Crédit des illustrations:

1 à 4, 6 à 9, 11, 13 à 18: Baugeschichtliches Archiv der Stadt Zürich / Unterwasserarchäologie.

5, 10, 12: Kantonsarchäologie Zürich.



Mesures de protection contre l'érosion des sites lacustres de la partie allemande des rives du Lac de Constance

état actuel des expériences et nouveaux projets

Joachim Köninger et Helmut Schlichtherle

• **Résumé**

Des mesures de protection des sites archéologiques de la partie occidentale du lac de Constance ont été réalisées dès 1986. Au fil des ans, les techniques de recouvrement des gisements immergés se sont améliorées : sondages, documentation des zones à protéger, utilisation de nattes en fibres de coco remplies de béton, de géotextiles et de sacs de sable, de grilles en acier, de galets ou de graviers de mieux en mieux calibrés, mesures accompagnées d'aménagements de talus artificiel et d'une observation régulière de l'évolution de l'érosion. Malgré le manque de moyens financiers, les méthodes préconisées et les mesures prises depuis une vingtaine d'années peuvent être considérées comme un succès.

Abstract

From 1986, protective measures have been undertaken to safeguard archaeological sites in the western part of Lake Constance. Techniques have improved since then, and, apart from the preliminary test-pits and research on areas to be protected, these improvements include the use of cement filled coco-fibre mats, geotextiles, sandbags, wire-mesh and well-graded pebbles and gravel. The sediment cover is stabilised by a line of sandbags and the level of erosion is regularly checked. Over the last 20 years the proposed methods and the different measures adopted have proved to be a success even despite limited funds.

Zusammenfassung

Seit 1986 werden im westlichen Teil des Bodensees Massnahmen zum Schutz archäologischer Fundstätten ergriffen. Im Laufe der Jahre haben sich die Techniken zur Abdeckung der Fundorte unter Wasser verbessert: Prospektion und Dokumentation der zu schützenden Bereiche, Nutzung von betongefülltem Flechtwerk aus Kokosfasern, von Geotextilien, Sandsäcken, Stahlgittern und von immer besser kalibriertem Geröll und Kies. Neben diesen Massnahmen wurde Stabilisierung der Sedimentabdeckung ein Böschungsfuss eingebaut. Die Entwicklung der Erosion wird regelmässig beobachtet. Trotz der fehlenden finanziellen Mittel können die angewandten Methoden und die seit ca. zwanzig Jahren ergriffenen Massnahmen als Erfolg angesehen zu werden.

Joachim Köninger
Eschholzstrasse 38
D – 79106 Freiburg i. Breisgau

Helmut Schlichtherle
Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Fischersteig 9
D – 78343 Hemmenhofen

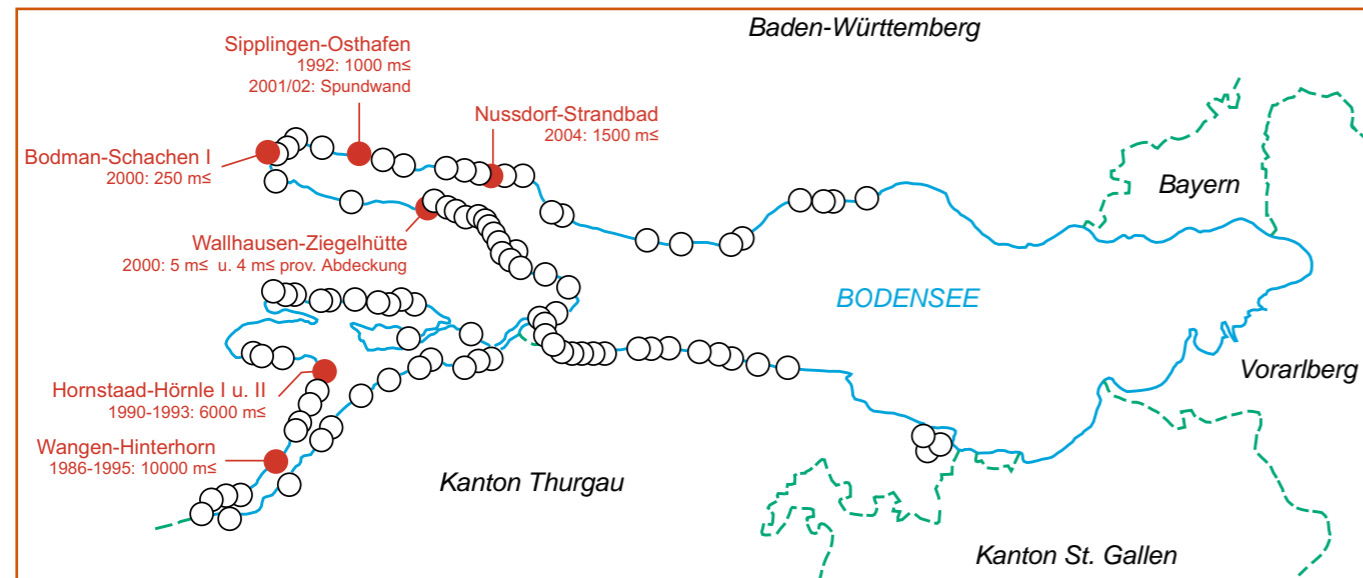


Fig. 1 - Répartition des palafittes recensées dans la région du lac de Constance : les parties des berges du Bade-Wurtemberg dont on a déjà entrepris des mesures contre l'érosion littorale sont également marquées sur la carte.

Le littoral de la partie occidentale du lac de Constance est une des régions les plus riches en sites de palafittes lacustres. Plus de 70 stations, polyphasiques pour la plupart, ont été découvertes le long des 155 km de rives appartenant au Bade-Wurtemberg (fig. 1). Cela nous amène à une estimation minimale de 300 stations du Néolithique et de l'Âge du Bronze le long de cette partie des berges du Lac. Depuis 1979, le Service des Monuments du Bade-Wurtemberg assure en tant que centre de compétence régionale le recensement et l'inventaire systématique de ce patrimoine culturel subaquatique exceptionnel. Sur le littoral suisse, le Service archéologique du canton de Thurgovie est chargé de la même mission (Brem / Schlichtherle 2001 ; Schlichtherle 2003). L'état de conservation des stations diffère d'un site à l'autre. De nombreuses stations souffrent d'une érosion littorale importante (Schlichtherle / Bürgi 1986). Le Service des Monuments du Bade-Wurtemberg a développé depuis 1984 un plan de sauvegarde des stations scientifiquement intéressantes et particulièrement menacées. Afin d'obtenir une opinion publique positive sur les travaux de sauvegarde nécessaires, une série de publications, conférences publiques ainsi qu'une présence dans les médias ont été organisées en coopération constructive avec les administrations et les communes concernées (Schlichtherle 1998 ; Schlichtherle 2001).

En coopération avec le Service des Eaux de Constance (intégré depuis dans la Direction des Eaux de Rottweil), l'ensemble du site lacustre de la baie de Wangen-Hinterhorn a été recouvert entre 1986 et 1995 à l'aide de géotextiles, de graviers et de sédiments fins (Schlichtherle 1996, 26). Entre 1990 et 1993, les sites de Hornstaad Hörnle I et II ont été enfouis sous d'épaisses couches de graviers. En 1992, en coopération avec le Service des Eaux de Ravensburger, une surface de test à Sipplingen-

Osthafen a été recouverte avec des géotextiles de matières différentes. Suite à des mesures de renaturation entreprises par les Services des Eaux, l'effet du mouvement des vagues a pu être réduit (Schlichtherle 1996, 26 ; Schlichtherle / Müller 1998).

Les expériences acquises au travers de ces différents projets étaient primordiales pour entreprendre les démarches en vue de la création de réserves archéologiques. Après les premières tentatives peu satisfaisantes réalisées à Wangen, il fallait trouver une méthode appropriée pour permettre un dépôt régulier de galets sur une surface définie. Le Service des Eaux de Constance a développé en 1995, avec des moyens simples, un chaland spécial permettant de déposer une couche régulière de gravier dans le lac à l'aide d'un mécanisme spécial installé au fond du bateau. Désormais, ce chaland est utilisé avec succès (fig. 2)

À signaler également le développement logistique et les améliorations de la méthode de travail comme suit :

- 1.- Sondage et documentation archéologique des surfaces à recouvrir. Opération de sauvetage des pieux dépassant la limite d'érosion.
- 2.- Mesure et délimitation de la surface à recouvrir.
- 3.- Dépôt des géotextiles, éventuellement installation d'un cordon de graviers plus lourds par des plongeurs.
- 4.- Coordination et contrôle du recouvrement sédimentaire par des plongeurs.

Les surfaces recouvertes sont contrôlées régulièrement au cours de l'année. À Wangen comme à Hornstaad, les nappes de galets ayant une granulométrie comprise entre 20 et 120 mm de diamètre ont résisté à plusieurs tempêtes. Par contre, des sédiments plus fins se sont révélés instables. À la demande des Services des Eaux, ces derniers ont été apportés sur les rives du site de Wangen afin de

faciliter la progression des roseaux en eau peu profonde le long du littoral. Ces sédiments fins se trouvent actuellement en quantité réduite à l'endroit initial du dépôt. Les roseaux ont avancé de plusieurs mètres, ce qui est considéré comme positif. Mais il paraît certain qu'ils auraient pu avancer dans le gravier. La protection contre l'érosion des couches archéologiques a ainsi été assurée pendant les dix dernières années. On espère qu'elle résistera un maximum de temps au cours des prochaines décennies avant d'éventuelles améliorations. Le géotextile, protégé sous sa couverture sédimentaire de la lumière du soleil, est intact et ne montre aucun signe de dégradation.



Fig. 2 - Le ponton flottant spécialement conçu par les ateliers du Service des Eaux de Constance permettant la pose de gravier. En haut : le fond ouvert du ponton flottant après largage des matériaux.



Fig. 3 - Bodman-Schachen I. Drapage des nattes de géotextiles sur des grilles en acier.

La situation à Sipplingen se présentait différemment avec l'emploi de plusieurs géotextiles différents sur une surface test. Des nattes en fibres de coco, remplies de béton granulé, se sont dissoutes seulement quelques années après leur mise en place. Il en est de même avec les nattes en fibres artificielles (Enkamat) remplies de béton granulé. Sous l'effet du soleil, le plastique est devenu cassant. Cependant, le béton granulé est resté dans les deux cas entre les parties dégradées des nattes. Ainsi, il a constitué pendant une dizaine d'années une bonne protection des couches archéologiques. Par contre, dans les années à venir, il faut s'attendre à ce que cet effet protecteur disparaisse. Pour cette raison, les nattes à béton granulé ne sont pas adaptées pour une protection à long terme (Schlichtherle / Müller 1998, 37).

Compte tenu de ces expériences, nous avons décidé de continuer à développer la technique et la méthode de recouvrement sédimentaire au-dessus nattes de géotextiles pour les projets futurs.

Une attention toute particulière a d'abord été portée aux sites littoraux en danger immédiat d'érosion subaquatique. Ces sites ont fait auparavant l'objet de sondages et de fouilles de sauvetage. La documentation établie sur ces sites a permis un recouvrement précis des surfaces particulièrement menacées par l'érosion. Cependant, pour des raisons financières et à cause du développement de la méthodologie souhaitée, les surfaces à recouvrir devrait rester à dimensions limitées.

WALLHAUSEN-ZIEGELHÜTTE

Des mesures de protection à petite échelle ont été entreprises aux cours des années 1998 et 1999 dans le cadre des fouilles de sauvetage dans le secteur des sites lacustres de Wallhausen-Ziegelhütte (Königer / Lübke 1998, pp 57), pratiquement entièrement détruits par l'aménagement d'un port de plaisance. Les derniers restes des couches archéologiques conservées dans la zone d'accès du port et dans le bassin portuaire ont été exhumés. Les couches archéologiques encore enfouies et les parties situées en dessous du niveau du fond portuaire ont été recouvertes par des nattes de géotextiles consolidées avec des sacs de sable. Une surface de 4 m² près de l'entrée portuaire a été également conservée à l'aide des sacs de sable et des nattes de géotextiles (Königer / Schlichtherle 2000, p 70).

BODMAN-SCHACHEN

Un recouvrement à grande échelle par gravier a été effectué pour la première fois dans les sites lacustres de Bodman-Schachen I (Âge du Bronze ancien). Au cours des sondages subaquatiques, des plongeurs ont remonté, entre 1982 et 1984 et en 1986, des éléments de constructions en bois déjà attaqués par l'érosion subaquatique. Les couches archéologiques, très menacées en direction du lac, ont été fouillées (Königer, sous presse).

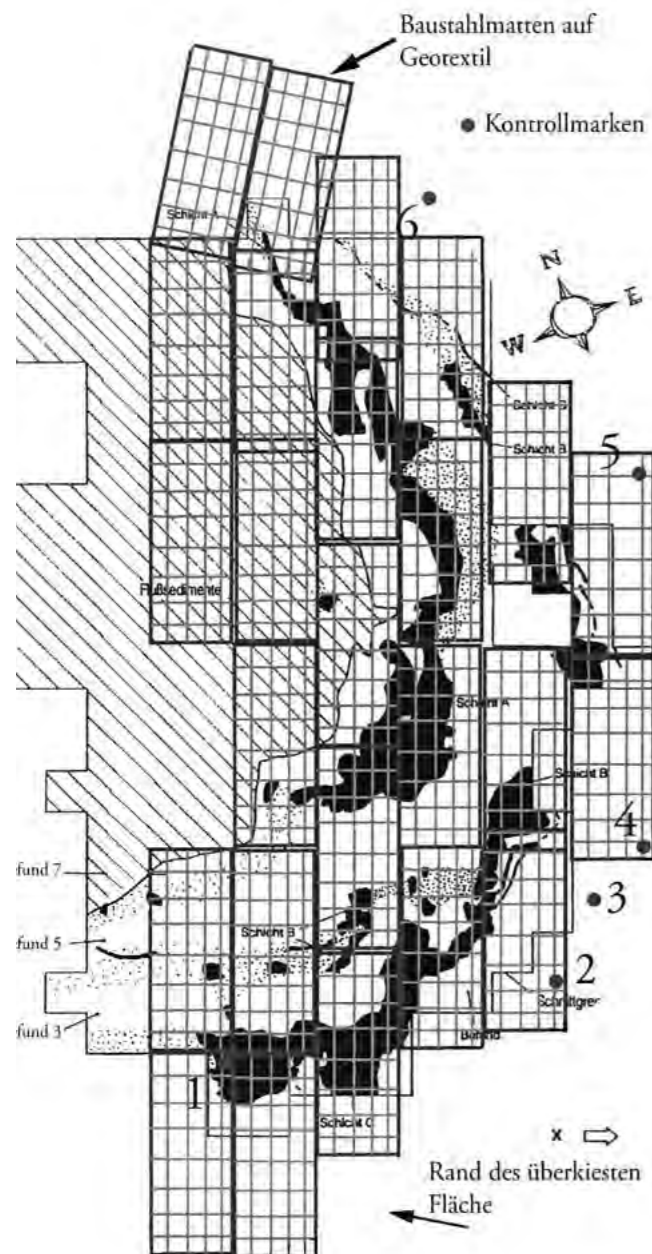


Fig. 4 - Bodman-Schachen I. Plan de répartition des nattes de géotextiles déposées sur des grilles en aciers. En haut un plongeur contrôlant les nattes au fond du lac.

Dans les années suivantes, on pouvait observer une érosion progressive et à grande échelle. Ainsi, il a fallu constater une perte sur plusieurs cm de hauteur des couches archéologiques de l'Âge du Bronze ancien dont la surface totale ne dépasse pas 100 m². Cette constatation ainsi que la taille de la surface totale à recouvrir (env. 250 m²) nous ont amené à devoir déposer une seconde couche de gravier. Compte tenu des mesures de protection réalisées en 1998 sur le site lacustre d'Ermatingen TG-Westerfeld, sur le littoral suisse (Brem / Schnyder / Leuzinger 2001, p. 7), le gravier a été déposé sur des nattes en géotextiles placées auparavant sur des grilles en acier de 2,18 x 5 m (fig. 3). Cette méthode empêche une poussée verticale des géotextiles. Les dimensions des grilles ont permis de les manœuvrer avec deux plongeurs sans difficulté et de les placer avec précision selon les points de mesure préalablement définis.

Pour la couverture du géotextile, un mélange granulométrique de gravier (16/32 mm et 60 mm) a été choisi. La fraction la plus fine était prévue pour remplir les vides entre les galets les plus gros permettant ainsi de constituer une couche plus compacte. Le transport du gravier à l'endroit du dépôt se faisait par bateau. Un tapis roulant transportait alors le mélange de gravier du chaland vers le ponton flottant spécialement construit à cet effet (voir plus haut). Le dépôt du matériel s'est effectué selon un plan précis et avec un contrôle subaquatique par des plongeurs (fig. 5). Par charge de chaland, une surface de 2 x 5 m, soit 10 m², pouvait être recouverte. Pour l'ensemble de la surface (250 m²), environ 6,5 heures étaient nécessaires. En tout, quelque 70 m³ de gravier et galets sur une épaisseur moyenne de 30 cm ont été déposés (Königer / Schlichtherle 2000). Jusqu'à présent, les repères de contrôle de ce côté du lac ne montrent aucun remaniement de cette couche.

Le coût total de l'opération s'est élevé à 6700 € (10634 CHF) ce qui correspond à un prix de 26 € (42 CHF) par m². L'organisation des travaux a coûté env. 1300 € (2050 CHF) et le matériel env. 2850 € (4560 CHF).



Fig. 5 - Bodman-Schachen I. Dépôt du gravier en perspective à ras de terre. Le matériel est déposé de manière plane à travers le fond spécial du ponton.



Fig. 6 - Nußdorf-Strandbad. Plongeur en train de stabiliser le talus. Des sacs de jute remplis de pierres de tailles différentes sont déposés manuellement sous l'eau.

NUSSDORF-STRANDBAD

Une autre couche de gravier et galets a été déposée au cours de l'hiver 2004 dans le site lacustre de Nußdorf-Strandbad (Néolithique récent). Les premiers sondages entrepris avec des plongeurs ont eu lieu au début des années 1980. Au début des années 1990, un secteur situé à l'Ouest d'un îlot (« Liebesinsel ») présentait un intérêt tout particulier. L'érosion subaquatique, constatée sur plusieurs centaines de m² au sein même des couches archéologiques de la culture de Horgen, a provoqué une augmentation massive des découvertes en provenance de ce secteur dans les collections privées. Les sondages subaquatiques entrepris par des plongeurs dans les années 1992 et 1993 (Königer / Schlichtherle 1993; Königer 1999) dans le secteur concerné constituaient une condition préalable en vue des futures mesures de protection du site.

La participation des riverains, du Service des Eaux et de l'Office de la Protection de la Nature, lors des études préliminaires et au cours de la réalisation du projet, avait pour but de réunir un maximum de données et d'éliminer les doutes. Cette volonté de transparence, incluant donc les riverains, s'est révélée constructive et utile. Suite à une proposition de la Direction des Eaux de Ravensburg, le recouvrement par gravier a été consolidé en direction du lac, à proximité de la halde (pente entre zone littorale et bassin du lac), par un talus artificiel. À cause de la piscine publique située à proximité, on a renoncé à cet endroit à poser des grilles en acier et des nattes en géotextiles.

Pour la construction du talus artificiel, 13,2 tonnes de pierres (de 63 à 150 mm) ont été utilisées. À l'aide d'une bétonneuse, le matériel plus gros a été mis dans des sacs en jute. Cela a permis de transporter ce matériel en petites quantités des rives, à travers les zones à basses eaux, jusqu'au chantier pour y construire le talus de façon manuelle.

Pour le recouvrement par gravier, on a également favorisé un mélange granulométrique: 40 % dans la tranche 8-16 mm et 60 % supérieurs à 32 mm. La raison principale de l'utilisation d'un matériel plus fin par rapport à Bodman-Schachen I est la situation moins exposée du secteur autour de l'îlot (« Liebesinsel »), ainsi que la présence du talus construit côté du lac. Le matériel a été déposé selon la méthode appliquée à Bodman. Mais, contrairement à Bodman, le ponton spécial a été chargé ici avec une pelleteuse. En tout, 300 m³ de gravier (correspondant à trois



Fig. 7 - Nußdorf-Strandbad. Les préparatifs pour l'aménagement du talus. Une bétonneuse met les pierres de tailles différentes dans des sacs de jute.



Fig. 8 - (en haut) Nußdorf-Strandbad. Chargement d'un ponton spécial. On reconnaît les ouvertures spéciales fermées sur le fond. (en bas) Nußdorf-Strandbad. Plongeur en train de diriger un ponton flottant chargé. Au centre de la photo, on reconnaît le marquage par les tubes en PVC.

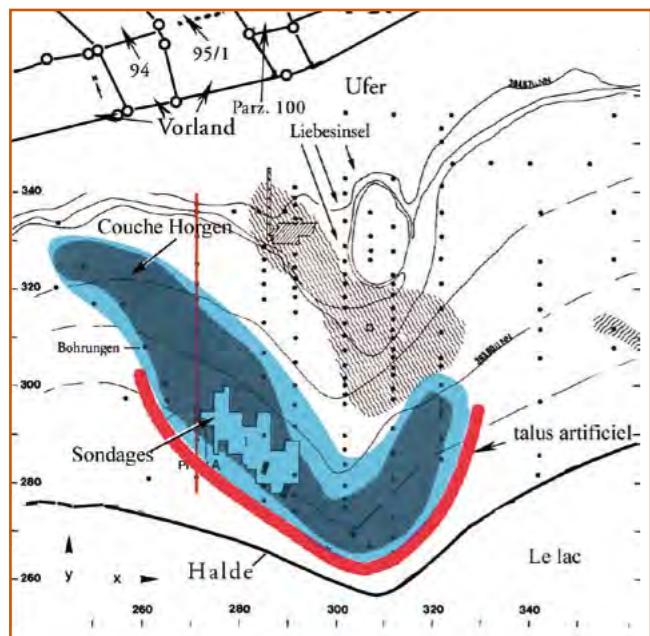


Fig. 9 Nußdorf-Strandbad. Plan de répartition de la couverture en gravier et galets (bleu) autour l'îlot « Liebesinsel ».

chargements du ponton) ont été déposés pendant trois jours consécutifs sur une surface de 1 860 m² (fig. 9). L'épaisseur moyenne du gravier s'élève à 16 cm au minimum, mais elle diminue vers les bords. Par rapport à Bodman-Schachen I, nous avons jugé qu'une épaisseur réduite du gravier était suffisante sur ce secteur du littoral grâce au talus aménagé. De plus, une surcharge de 600 tonnes (poids approximatif correspondant à une épaisseur de gravier de 30 cm) sur une surface relativement modeste nous semblait problématique pour la zone des basses eaux à proximité de la halde. Nous jugerons dans quelques années si les mesures de recouvrement entreprises étaient suffisantes.

Le total des frais s'élève à 40 000 € (64 000 CHF), y compris l'aménagement d'un talus à 6 000 € (9 600 CHF) ainsi que l'organisation et les travaux d'arpentage à 5 000 € (8 000 CHF). Le coût par mètre carré de surface recouverte s'élève alors à env. 22 € bruts. Comme à Bodman, il faut souligner que le ponton flottant et son équipe ont été mis à disposition sans frais par la Direction des Eaux.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

À ce jour, les mesures de protection entreprises sont considérées comme un succès. La couverture de galets a résisté à des tempêtes automnales et hivernales violentes. Il semble donc justifié de continuer dans la même direction. Cependant, il faut souligner que seule une partie des sites des rives allemandes du lac sont documentées avec précision (section de sondages, cartographie détaillée et forages). Or ces documents sont primordiaux pour le bon déroulement des mesures de protection. De plus, grâce à la prospection systématique du cordon littoral, on découvre régulièrement des sites nouveaux. L'inventaire des sites en milieu humide aux bords du Lac de Constance est loin d'être terminé ou complet.

Jusqu'à présent, les mesures protectrices ont été sélectionnées en fonction de la taille du site et de leurs possibilités de financement. Des estimations de coûts pour certains des plus grands sites palafittiques démontrent qu'une augmentation des participations financières serait nécessaire pour protéger de façon permanente les surfaces de sites menacés ou pour échantillonner d'une manière systématique les champs de pieux scientifiquement intéressants avant que les sites ne soient érodés par l'action des vagues. Rien que pour la baie de Sipplingen, célèbre pour ses palafittes, le montant nécessaire pour le recouvrement des couches archéologiques proches de la surface (d'une superficie de 25 000 m²) est estimé à des dizaines de milliers d'euros – somme variable selon les méthodes de calculs appliquées.

Dans les vingt dernières années, des sondages systématiques ont été effectués. C'est grâce à eux qu'on sait aujourd'hui que la grande partie des 80 sites situés sur la rive allemande est en danger suite à l'érosion et aux conséquences des constructions antérieures réalisées dans la zone littorale. L'effet des vagues et du gel pendant les eaux basses en période hivernale a fait disparaître des champs de pieux entiers.

En conclusion, des sommes importantes seraient nécessaires afin de garantir la sauvegarde à grande échelle et systématique du patrimoine culturel subaquatique. D'autres mesures « anti-érosion » sont prévues pour les sites de Bodman-Weiler, Sipplingen et Unteruhldingen. Les auteurs espèrent que la réalisation de ces plans ne sera pas remise en question par l'actuelle situation budgétaire serrée du Bade-Wurtemberg.

BIBLIOGRAPHIE

Brem et al. 2001: BREM (J.), SCHNYDER (M.) et LEUZINGER (U.) - Archéologique Schutzmassnahmen in den Seufersiedlungen von Ermatingen TG - *Westerfeld. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte* 84, Basel, p.7 - 28.

Königer 1999: KÖNIGER (J), - Nußdorf-Strandbad – Das Fundmaterial der Horgener Siedlung an der Liebesinsel, Überlingen-Nußdorf, Bodenseekreis. In: *Aktuelles zu Horgen – Cham – Goldberg III – Schnurkeramik in Süddeutschland. Hemmenhofener Skripte 1* (Freiburg i. Br. 1999) p. 19–30.

Königer (sous presse): KÖNIGER (J), - Die frühbronzezeitlichen Ufersiedlungen von Bodman-Schachen I – Befunde und Funde aus den Tauchsondagen 1982–84 und 1986. *Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 85. *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland VII*.

Königer et Lübke 1998: KÖNIGER (J), LÜBKE (C), - Rettungsgrabung unter Wasser in einer

ruinierten Ufersiedlung bei Wallhausen-Ziegelhütte, Kreis Konstanz. *Arch. Ausgr. Baden-Württemberg* 1998, p. 57–61.

Königer et Schlichtherle 1993: KÖNIGER (J), SCHLICHOTHERLE (H), - Nußdorf-Strandbad – Die Tauchsondagen 1992 und 1993 in der Horgener Siedlung westlich der Liebesinsel, Überlingen-Nußdorf, Bodenseekreis. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 1993, p. 73–78.

Königer et Schlichtherle 2000: KÖNIGER (J), SCHLICHOTHERLE (H), - Reservatbildende Maßnahmen in Bodensee-Pfahlbausiedlungen bei Wallhausen und am Schachenhorn von Bodman. *Nachrichtbl. Arbeitskr. Unterwasserarch.* – (NAU 7), 2000, p. 69–74.

Schlichtherle 1996: SCHLICHOTHERLE (H), - Constitution de réserves archéologiques sur les sites de bord de lacs et les tourbières de l'Allemagne du sud-ouest. In: RAMSEYER (D), ROULIÈRE-LAMBERT (M.-J.), (ed.), *Archéologie et érosion. Actes de la*

Rencontre Internationale de Marigny 1994 (Lons-le-Saunier 1996), p. 25–34.

Schlichtherle 1998: SCHLICHOTHERLE (H), - Reserve unter Wasser. Dramatische Rettungsaktionen für bedrohte Pfahlbauten am Bodensee. *Schönes Schwaben* 5, 1998, p. 8–11.

Schlichtherle 2001: SCHLICHOTHERLE (H), - Schutz und Management archäologischer Denkmale im Bodensee und Federsee. In: COLES (B), OLIVIER (A), (Ed.), *The Heritage Management of Wetlands in Europe* (Exeter 2001), p.125–132.

Schlichtherle et Bürgi 1986: SCHLICHOTHERLE (H), BÜRGI (J), - Gefährdete Ufersiedlungen am Bodensee. *Archäologie der Schweiz* 9, 1986, p. 34–41.

Schlichtherle et Müller 1998: SCHLICHOTHERLE (H), - MÜLLER (A), Erosion und Erosionsschutzmaßnahmen in der Sipplinger Bucht. *Nachrichtbl. Arbeitskr. Unterwasserarch.* NAU 4, 1998, p. 36–38.

La protection du lac de Chalain (Fontenu, Jura, France), dix ans après (1995-2004)

Pierre Pétrequin

• Résumé

Pour tenter de ralentir l'érosion et la dégradation des sites néolithiques littoraux du lac de Chalain, les mesures légales de protection (inscription au titre des Monuments Historiques, contrôle partiel du niveau du lac, interdiction de la zone au public) ont été complétées en 1995 par des travaux de consolidation des berges (épandage de terre, pose de géotextiles et plantations). Dix ans plus tard la végétation a repris sur à peu près toute la rive occidentale et l'érosion se trouve efficacement ralentie, en particulier sur les surfaces de craie lacustre émergées. La protection des fronts d'érosion par des sacs de remblai, des géotextiles et des plantations est également réussie.

Il subsiste pourtant encore des doutes : en effet, le contrôle du lac en basses eaux est affaibli par le prélèvement des eaux du lac pour la dilution des effluents d'une station d'épuration ; les roselières se développent et on ne connaît pas leurs effets à long terme sur les sites archéologiques ; la protection de certains fronts d'érosion par des clayonnages a été inefficace ; enfin la nouvelle végétation ne répond pas encore à la disposition naturelle des ceintures végétales autour du lac.

Mais globalement, les dispositifs légaux et matériels mis en place à Chalain peuvent être considérés comme réussis.

Abstract

In an attempt to slow down the erosion and prevent the degradation of the lakeshore Neolithic archaeological sites of lake Chalain, in addition to the protective legal measures already taken (official listing in the register of Historical Monuments, partial control of water level of the lake, restriction of access to the public), other measures to stabilize the shoreline were completed in 1995 (the spreading of earth, the placing of a geotextile covering and the planting of vegetation). Ten years later, the vegetation cover has taken root over most of the western shoreline and the erosion has been effectively brought under control, particularly where the lake marl is above the water level. The protection with filled sacks, of those sections of lakeshore subject to erosion, has also proven successful.

Some concerns remain: the control of the water level, when this is already low, is jeopardised by the drawing of water to dilute the effluent at an effluent treatment plant; the long term effect of the spread of reed banks on the archaeological sites is unknown; the protection by means of wattle fencing of certain areas of shoreline has been ineffectual; lastly, the new vegetation does not yet meet the standards of the natural vegetation belt around the lake.

Globally, however, the legal and physical steps taken can be considered a success.

Zusammenfassung

Mit dem Ziel, die Erosion und den Verfall der neolithischen Seeufersiedlungen des Lac de Chalain einzudämmen, hat man die gesetzlichen Schutzmassnahmen (Aufnahme in die Liste der historischen Denkmäler, partielle Überwachung des Wasserspiegels, Sperrung der Gebiete für die Öffentlichkeit) im Jahre 1995 durch die Befestigung der Uferböschung erweitert (Aufschütten von Erdreich, Verlegen von Geotextilien und Bepflanzung). Zehn Jahre später hat die Vegetation wieder fast das gesamte Westufer eingenommen und das Fortschreiten der Erosion hat sich wirksam verzögert, insbesondere an den freiliegenden Seekreideflächen. Der Schutz der Erosionskanten durch Geröllsäcke, Geotextilien und Bepflanzungen kann ebenfalls als gelungen angesehen werden.

Es verbleiben aber dennoch Zweifel: in der Tat ist die Überwachung des Sees bei niedrigem Wasserstand wegen der Wasserentnahme zur Verdünnung der Ableitungen einer Kläranlage abgeschwächt; die Röhrichtbestände wachsen weiter und ihre Langzeitwirkung auf die archäologischen Fundstätten ist noch nicht abzusehen; der Schutz einiger Erosionskanten durch Flechtwerke hat sich als unwirksam erwiesen; letztendlich reagiert die neue Vegetation noch nicht auf die natürliche Zusammensetzung der Vegetationsgürtel rund um den See. Im Grossen und Ganzen aber können die gesetzlichen und materiellen Massnahmen, die in Chalain ergriffen wurden, als Erfolg angesehen werden.

Pierre Pétrequin
Laboratoire de Chrono-écologie, UMR 6565
CNRS et Université de Franche-Comté
16, Route de Gray
F-25030 Besançon Cedex

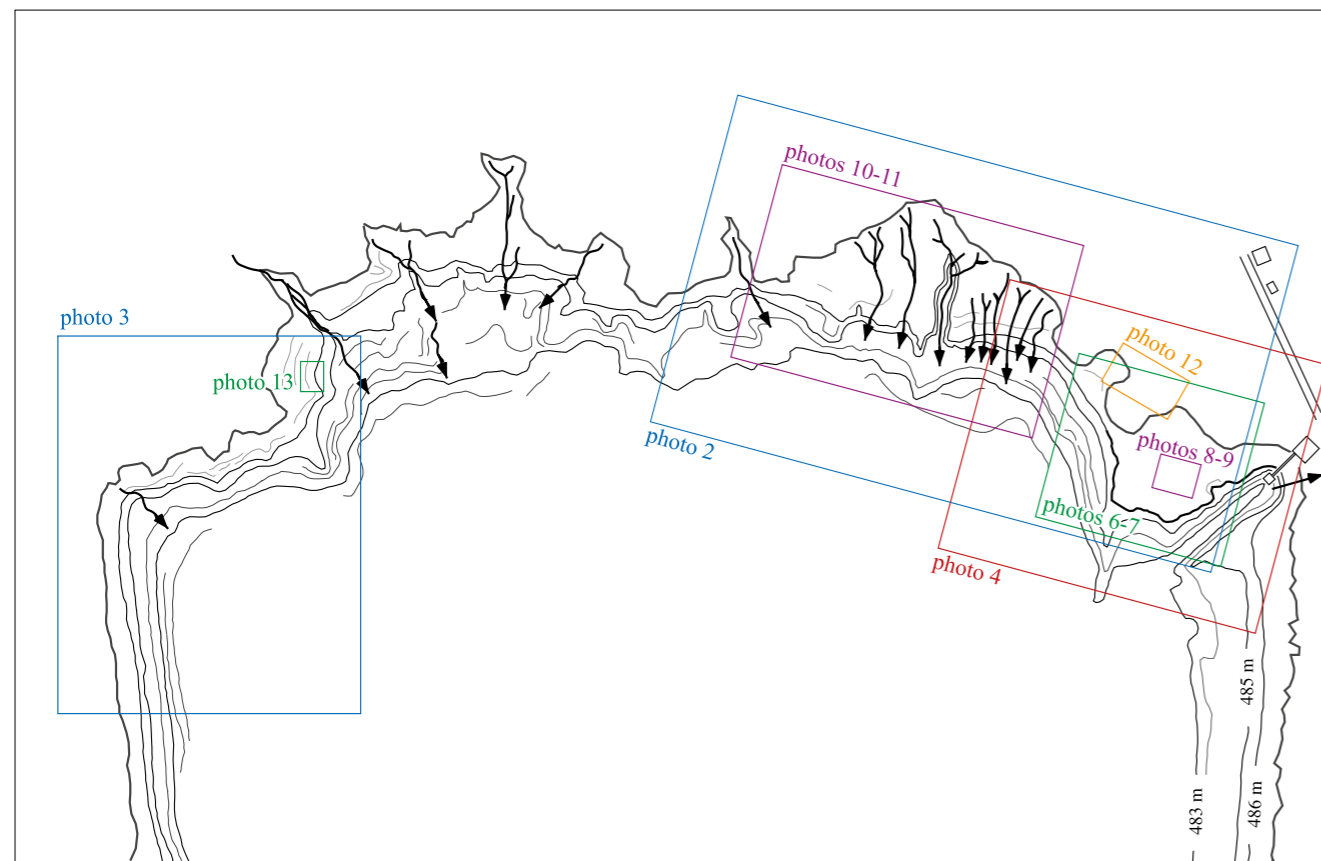
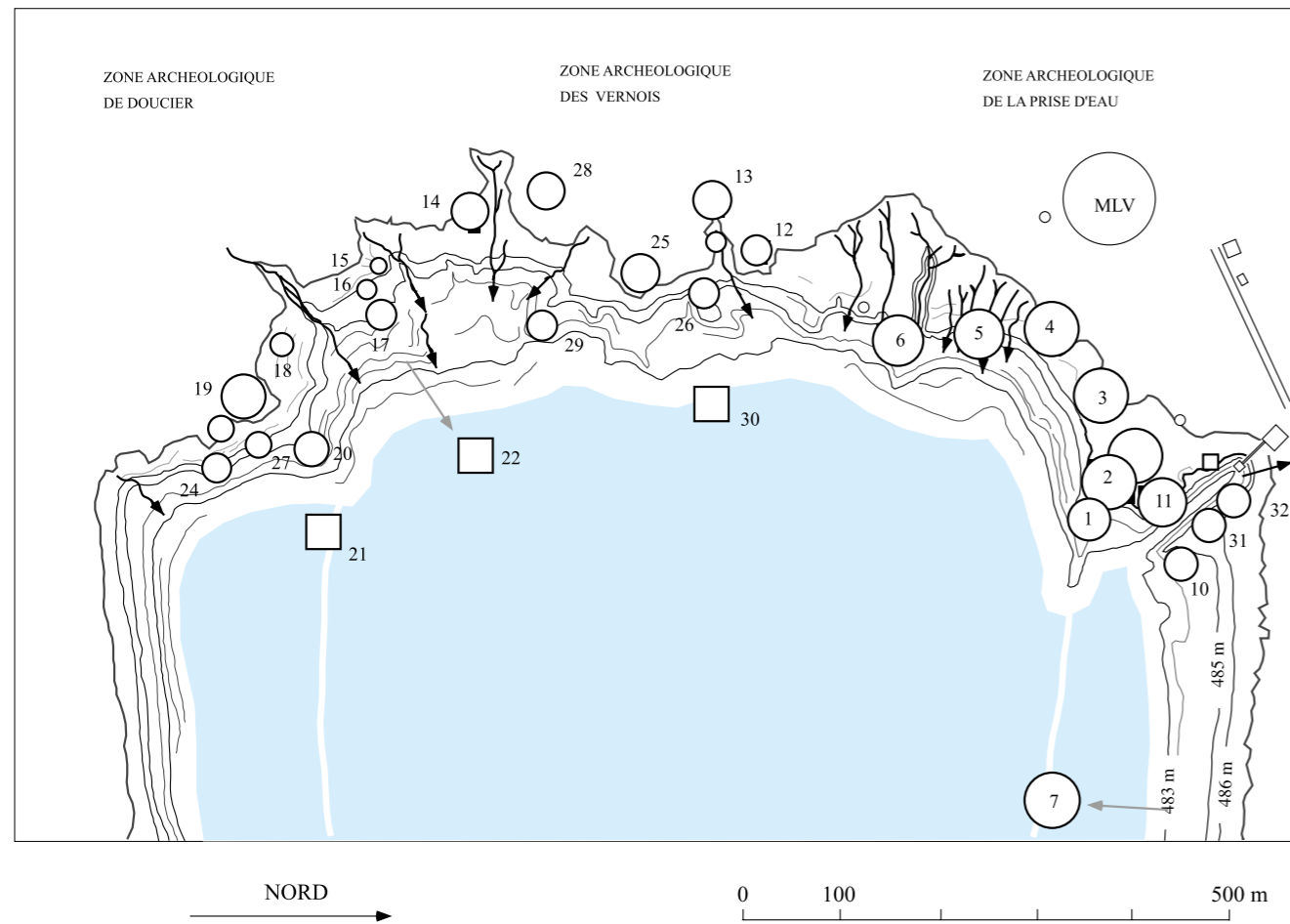


Fig. 1, 2 - La rive occidentale du lac de Chalain.
 En haut, répartition des sites archéologiques après sondages systématiques à la tarière (Pétrequin et al. 2000).
 En bas, localisation des différentes photographies de paysages présentées dans cet article.
 Dessin P. Pétrequin.



Fig. 2. Vue aérienne de la zone archéologique de la Prise d'eau EDF en 1987, avant les fouilles archéologiques récentes et les travaux de consolidation des berges. Cliché P. Pétrequin.

Les guides touristiques et les estivants jurassiens ont longtemps vanté la beauté et l'originalité des "milieux naturels" de l'extrémité occidentale du lac de Chalain, également réputé pour ses sites littoraux du Néolithique et de l'Âge du Bronze: de grandes plages de beine lacustre émergées et incisées par des chenaux de drainage du bas marais, des presqu'îles boisées, de vastes roselières, des noyaux pré-forestiers au milieu de pâtures et de champs cultivés (fig. 1 et 2). C'était oublier un peu vite qu'à la fin du XIX^e siècle, toutes les terres à l'ouest de Chalain étaient complètement dénudées, avec un paysage de pelouses rases (fig. 3) et qu'en 1904, l'abaissement artificiel du lac,



Fig. 3. - La zone archéologique de Doucier, photographiée juste après les effondrements de 1904, dus à l'abaissement artificiel du plan d'eau. Carte postale (fonds documentaire du Musée d'Archéologie, Lons-le-Saunier).

pour une exploitation hydroélectrique, a provoqué d'énormes effondrements de la plate-forme littorale (Roulière-Lambert 1985), réduisant à néant les auréoles de végétation subaquatique et littorale (Magnin 1904), exondant de grandes surfaces de la beine lacustre et accélérant des phénomènes d'érosion par le ressac inconnu jusqu'alors; de surcroît, l'abaissement progressif de la nappe phréatique du bas marais a conduit à l'affaissement du sol et à un assèchement relatif, mis à profit à partir des années 1970 pour l'extension des cultures labourées.

Les paysages littoraux de la zone occidentale de Chalain sont donc des artefacts récents en pleine évolution et, depuis 1904, n'ont plus rien à voir avec le milieu naturel relativement stable qui a favorisé, pendant cinq millénaires, la longue conservation des villages littoraux néolithiques. C'est bien également à cause de l'abaissement artificiel du plan d'eau que ces célèbres sites archéologiques ont été découverts. C'est bien pour la même raison qu'ils ont subie, depuis près d'un siècle, une lente dégradation par assèchement, compression et érosion (Pétrequin 1988).

La reprise des recherches archéologiques en 1986, accompagnée par une évaluation générale du patrimoine archéologique par sondages systématiques à la tarière (Pétrequin et al. 2000), a permis de montrer l'intensité de la dégradation des 32 sites préhistoriques répartis au long de 1,3 km de rivage et de faire apparaître l'urgence de mesures de protection adaptée.



Fig. 4 - La zone archéologique de la Prise d'eau EDF, photographiée pendant l'été 1987. Les effets de l'érosion sont particulièrement visibles avec les particules de craie lacustre entraînées par les courants superficiels du lac.
Cliché P. Pétrequin.

I. RAPPEL : PROTECTION JURIDIQUE ET PROTECTION PHYSIQUE

Alors que le monde scientifique se désintéressait complètement des sites archéologiques du lac de Chalain, considérés à tort comme complètement fouillés ou détruits et que les baigneurs en avaient fait leur domaine privilégié pour les bains de boue, la sonnette d'alarme a été tirée en 1986, au moment de la reprise d'un programme de recherche du Centre National de la Recherche Scientifique (Pétrequin 1988). Dans le magnifique paysage littoral que les vacanciers s'étaient approprié (en dépit d'un classement partiel au titre des Monuments Historiques dès 1911), des villages littoraux du Néolithique et de l'Âge du Bronze étaient encore partiellement conservés, représentant une séquence chronologique de 5300 jusqu'aux environs de 1000 av. notre ère.

Parallèlement aux programmes de fouille et de recherche, ont été prises toute une série de mesures de protection pendant la dernière vingtaine d'années. Au plan juridique, toute la zone entre la route départementale et la ligne de 200 m au-dessous de la cote 486 m (étiage artificiel estival du lac) a été inscrite à l'inventaire supplémentaire des Monuments Historiques (décret du 22 décembre 1992). Les parcelles les plus sensibles, en bord de lac, ont été alors achetées par la Communauté de Communes du Pays des Lacs (avec une aide de l'État), tandis qu'un grillage délimitait une partie de la zone archéologique, la plus fragile en raison de la faible résistance mécanique des sols et de la proximité des couches archéologiques. Les négociations avec Électricité de France (EDF) pour limiter les variations du niveau du lac ont enfin abouti à une convention signée avec le département du Jura, pour un batillage de 2 m seulement entre hautes eaux d'hiver et basses eaux d'été. Finalement Chalain a été classé, par décret du 21 mars 1995, en tant que Site archéologique d'intérêt national.



Fig. 5 - Exemple de protection, en 1995, d'une surface de craie lacustre émergée: épandage d'une couche de terre végétale mélangée à des semences, pose d'un géotextile biodégradable et plantation de roseaux.
Cliché P. Pétrequin.

Un long programme d'information du public a été réalisé, conjointement à des expositions estivales dans les deux communes les plus proches (Marigny et Doucier), la publication d'un ouvrage et de deux plaquettes de vulgarisation, enfin la mise en place d'un site web au Ministère de la Culture, entièrement consacré aux recherches à Chalain et à Clairvaux (Pétrequin 2002). Sur le terrain, des visites de chantier ont été organisées régulièrement en juillet et août, précédant la reconstitution expérimentale de deux maisons "néolithiques" grandeur nature (fig. 6) et d'un circuit de visite pendant l'été ou, pour les scolaires, sur rendez-vous pendant le reste de l'année.

Les effets de ces actions groupées n'ont pas tardé à se faire sentir, en particulier avec de bons indices de lente reprise de la végétation sur les zones autrefois piétinées par les touristes et les baigneurs. Mais l'érosion continuait pourtant sur les sols dénudés et au niveau des fronts de plus grande stabilité du plan d'eau en basses eaux: les courants littoraux, comme on le voit très bien en photo aérienne (fig. 4), continuaient à charrier les particules de craie lacustre au moindre coup de vent et les fronts d'érosion reculaient rapidement.

Après trois années d'étude et d'essais sur des surfaces limitées, le Service régional des Monuments historiques a réalisé, en 1995, un vaste projet de consolidation du rivage occidental de Chalain. Comme il s'agit d'un plan d'eau relativement calme, des solutions "douces" ont été mises en application (fig. 5), avec des épandages de terre, la pose d'un géotextile biodégradable et la mise en place de milliers de végétaux ensemencés ou plantés à la main. Seuls les fronts d'érosion les plus actifs, sur certains sites archéologiques, ont été renforcés par des géotextiles et des sacs de remblai (Pétrequin 1996). Neuf ans après ces travaux, pour lesquels l'État et la Communauté de Communes ont consenti à de gros sacrifices, qu'en est-il de la protection de la rive ouest de Chalain?



Fig. 6 - État du site de Chalain 2 en 1989, avant les travaux de protection. La végétation basse se limite aux incisions naturelles de drainage superficiel de la beine lacustre émergée.
Cliché P. Pétrequin.

2. DIX ANS APRÈS LES TRAVAUX DE STABILISATION DU RIVAGE

L'effet le plus spectaculaire probablement parce que c'est le seul qui puisse être jugé du premier coup d'œil est la reprise de la croissance de la végétation. Qu'on en juge à partir des photos appariées de l'état antérieurement à 1995 et de l'état actuel. Sans exagérer, on peut dire que la rive occidentale de Chalain est devenue méconnaissable lorsqu'on la parcourt à pied. À Chalain 2 les sols de craie dénudée, la maigre végétation d'herbacées et de chétives pousses de saules (fig. 16) a laissé place à des herbiers denses et à des noyaux pré-forestiers de saules et de jeunes bouleaux (fig. 7), tandis que la rive de la presqu'île à l'exception d'un seul point - est maintenant naturellement renforcée par de larges roselières. L'effet des travaux des Monuments historiques est évident, complété d'ailleurs par les rejets en ligne des déblais de fouille à CH 2, CH 3, CH 4 et CH 19.

Dans le détail, le résultat est tout aussi spectaculaire: les herbiers et les jeunes arbres s'étendent à toute la surface de la beine lacustre émergée, même en bordure du bas-marais où les particules organiques entraînées par l'eau ont été en partie piégées par les mailles des géotextiles (fig. 8 et 9). Pour toute la zone archéologique de la Prise d'eau EDF - dans les conditions actuelles de batillage du lac - le sol



Fig. 8 - Le site de Chalain 2 au niveau des maisons expérimentales, en 1989. Partout la surface de la beine lacustre est dénudée.
Cliché P. Pétrequin.



Fig. 7 - Le site de Chalain 2 en 2001, c'est-à-dire six ans après les travaux de protection. La beine lacustre a complètement disparu sous la couverture végétale, essentiellement des roseaux, des joncs et des jeunes saules. Seul subsiste un petit front d'érosion qui interrompt la ceinture de roseaux du chenal de la Prise d'eau EDF.
Cliché P. Pétrequin.

apparaît bien stabilisé, la question étant (et nous y reviendrons plus loin) du devenir de la couverture pré-forestière qui s'installe maintenant, profitant des quelques centimètres de terre argileuse déversée par hélicoptère en surface du sol. Quant aux géotextiles, ils sont en train de lentement disparaître, comme prévu, c'est-à-dire après fixation d'une végétation dense. Le risque de dégradation superficielle des sites archéologiques semble là contenu, dans la mesure où la régulation du niveau du lac est poursuivie et sans introduction du public sur la zone. On peut d'ailleurs vérifier que cette dernière condition est essentielle, car la végétation a rapidement disparu sur les circuits de visite des deux maisons expérimentales (chemins balisés de deux mètres de largeur).

Plus au sud, sur les grandes plages de beine lacustre inclinées vers le lac, la végétation était strictement limitée aux

chenaux de drainage du bas-marais (fig. 10). Aujourd'hui, les surfaces de craie lacustre ont pratiquement disparu (fig. 11); seules subsistent, du côté du lac, de petits fronts d'érosion, mais peu actifs, semble-t-il, et qui ne menacent pas directement les sites archéologiques. Là aussi le succès est patent, comme d'ailleurs aux abords des sites archéologiques en partie fouillés, comme CH 3 (fig. 12).



Fig. 9 - Les grandes plages de beïne lacustre émergée à Chalain/Les Vernois en 1988. Une végétation rase s'est installée dans les incisions du réseau de drainage, tandis que des fronts d'érosion sont très développés du côté du lac. Cliché P. Pétrequin.



Fig. 10 - Les grandes plages de beïne lacustre en 2001, après les travaux de consolidation. La surface des craies lacustres a presque complètement disparu, tandis que les saules ont rapidement colonisé les chenaux de drainage. Du côté du lac, quelques fronts d'érosion par le ressac sont encore actifs, mais évoluent lentement. Cliché P. Pétrequin.



Fig. 11 - En 2004, à l'emplacement de la fouille de Chalain 3, la végétation est devenue exubérante et montre le développement d'un véritable faciès d'atterrissement. Cliché P. Pétrequin.



Fig. 12 - Dès 2000, en bordure de la tourbière de Doucier (Chalain 18), dans une zone non touchée par les travaux de protection, la végétation tend à s'adapter lentement à un faciès d'atterrissement, consécutif à la régulation du niveau du lac à partir de 1990 et à l'absence de piétinement. Cliché P. Pétrequin.

On dira, bien sûr, qu'il est dommage qu'aient maintenant disparus - sous une couverture végétale artificiellement créée - ces paysages de la rive occidentale de Chalain (fig. 4), où existaient parfois des associations végétales remarquables (Pétrequin *et al.* 1996). Toute une série de ces formations végétales remarquables a été réservée, hors emprise de revégétalisation de la berge, en particulier dans la zone archéologique de Doucier (fig. 1 et 13), en raison d'un intérêt phytosociologique évident. Pourtant ces zones-réserves sont appelées à disparaître progressivement : après régulation du plan d'eau et interdiction des piétinements, de nouvelles associations végétales se développent très lentement en rapport avec la dynamique actuelle d'atterrissement de la rive; il s'agit là d'un processus naturel et normal d'évolution, qui tend vers un autre équilibre avec le niveau du lac beaucoup moins fluctuant qu'autrefois.

Voilà pour l'état de surface et la limitation de l'érosion par le ressac, les ruissellements et les piétinements; dans le cadre de la gestion actuelle de cette réserve archéologique (avec un très faible nombre de visiteurs), la protection réalisée par le Service régional des Monuments historiques a remarquablement fonctionné, au-delà même des attentes théoriques et, en tout cas, beaucoup plus rapidement que prévu. Il n'en demeure pas moins qu'il faut se poser la question : et qu'en est-il du sous-sol et des couches archéologiques elles-mêmes, maintenant hors d'emprise de phénomènes érosifs rapides ou brutaux? La réponse à cette question est certainement beaucoup plus délicate, car les observations ne peuvent être faites que par des sondages à la tarière ou à l'occasion de fouilles archéologiques.

Après quelque 5 500 m de transects et 1 050 m de sondages carottés réalisés en 2000 pour l'évaluation globale du patrimoine archéologique de Chalain et sept années de fouille à Chalain 19 (fig. 1), notre réponse est très réservée.

Si l'on ne discute pas de la qualité et de l'efficacité de la protection superficielle des sites archéologiques, il n'en va certainement pas de même en profondeur. À Chalain 19, les observations faites pendant la fouille ont montré qu'en moins de cinq années, le sol, à une trentaine de mètres du lac, s'est affaissé de dix à quinze centimètres. Cela veut dire - et démontre - que le processus de vidange et d'assèchement des premiers mètres de craie lacustre est encore actif, d'une part en raison des bas niveaux du lac artificiellement entretenus pendant l'été, et d'autre part à cause des drains artificiels qui ont été creusés et qui fonctionnent à plein depuis 1968 entre la route et le bas-marais, conduisant directement les eaux de pluie vers le lac, avec une faible réalimentation de la nappe phréatique maintenant perchée. À CH 19, la démonstration a été indiscutable: au début de la fouille, un seul poteau de chêne apparaissait au-dessus du niveau du sol dans le bas-marais; cinq ans après, plus d'une dizaine de poteaux de chêne dépassaient de 20 à 25 cm. C'est donc bien le substrat (et les couches archéologiques) qui continue à se tasser, tandis que les craies sous-jacentes perdent leur eau et se compactent. Ce processus est la suite logique et attendue d'un dynamique créée de toutes pièces en 1904, lors de l'abaissement artificiel du niveau du lac, phénomène accentué par les travaux connexes du Génie rural à l'occasion du remembrement.

De toute évidence, les travaux de stabilisation superficielle du rivage de Chalain dans la zone archéologique étaient indispensables et ont, avec succès, largement contribué au ralentissement de l'érosion. Mais les processus souterrains (et non directement visibles) sont toujours et encore à l'œuvre, qui progressivement vont conduire à la disparition des couches archéologiques organiques (et des artefacts périssables), au moins dans les zones où la nappe phréatique se trouve abaissée, chaque année, en conséquence du bas niveau estival entretenu pour l'utilisation des plages et des aménagements touristiques.

C'est d'ailleurs pour cette raison que les recherches archéologiques ont porté, pour la plupart d'entre elles, sur les villages néolithiques les plus proches du lac (et donc les plus menacés) (Pétrequin 1988, 2000). Quant aux sites plus profonds (2 m au moins sous le niveau du bas-marais) ou toujours immergés même en période de chômage du lac, le risque d'assèchement est à peu près nul aujourd'hui, du moins dans les conditions actuelles de batillage du lac. Mais le problème du contrôle du bas niveau du lac n'est pas pour autant résolu, depuis qu'un débit a été réservé pour la dilution des effluents de la station d'épuration de Marigny : le lac aujourd'hui tend à remonter de plus en plus lentement à l'automne, lorsque les pluies ne viennent pas réalimenter le bassin d'alimentation des résurgences en amont de Chalain.

3. DES ACTIONS À POURSUIVRE

Protéger une telle zone archéologique en milieu amphibie tendant aujourd'hui à s'assécher est un travail sur la longue durée. Une étape décisive a été franchie, avec la mise en place d'un cadre légal de protection et de travaux efficaces de stabilisation du sol contre l'érosion. C'est certain : il n'y a plus de comparaison possible entre l'état du site avant 1988 et la situation actuelle ; nous devons nous en réjouir. Mais les processus profonds de dégradation de la réserve archéologique n'ont pas pour autant été ralentis, ni même atténués. Quelles sont les solutions ? La première - et d'ailleurs la seule définitivement efficace - serait de remonter le niveau du lac à sa cote d'avant 1904 ; en d'autres termes, il s'agirait de rétablir les conditions exactes d'hydromorphie des sols qui ont permis la conservation de vestiges organiques vieux de 5000 à 6000 ans ; la chose est souhaitable, mais elle est impensable dans le contexte actuel d'un tourisme hautement rentable du lac de Chalain, même si ce n'est que deux mois par an. L'autre solution - mais qui ne serait qu'un pis-aller réaliste - serait de faire une série de travaux peu onéreux, comme nous le proposons (Pétrequin *et al.* 2000), pour barrer les drains artificiels entre la route et le lac, de façon à transformer à nouveau l'ensemble de la zone en prairie humide. Ceci reviendrait aussi à abandonner toute pratique culturale labourée, sur des sols d'ailleurs de très faible intérêt économique. Les eaux de ruissellement à l'intérieur du vallum morainique de Chalain circuleraient alors plus lentement, au profit de la nappe phréatique du bas-marais. Une telle opération serait peu coûteuse en travaux, le problème essentiel étant d'arriver à convaincre les gestionnaires-propriétaires de la réserve archéologique, aujourd'hui la Communauté de Communes. C'est le prix minimal à payer pour ralentir maintenant la dégradation des vestiges archéologiques dans le sol.

Il convient également de s'inquiéter maintenant des effets éventuels d'une couverture arborée très développée sur les sites archéologiques superficiels. Cette question, bien souvent évoquée dans les rapports des botanistes et des préhisto-

riens, a toujours été éludée selon le classique raisonnement "nous verrons bien plus tard". Une étude et une concertation s'imposent maintenant, pour envisager comment il serait possible d'entretenir régulièrement la végétation nouvelle et selon quelles normes. Aucune structure de réflexion et de décision n'a été prévue jusqu'ici, dans un contexte social et légal complexe où les interlocuteurs sont nombreux et les intérêts parfois divergents.

Quant à la politique de rendu au public des recherches archéologiques, elle s'est révélée, à plus d'un titre, particulièrement enrichissante, à telle enseigne que les deux maisons "néolithiques" de Chalain (fig. 6 et 8) ont largement participé à l'image de marque de l'archéologie, mais aussi de toute la région Franche-Comté dans les domaines de la culture et du tourisme. Aujourd'hui, l'une des maisons est effondrée, l'autre est en passe de l'être ; c'est d'ailleurs le résultat attendu d'une démarche d'archéologie expérimentale, qui sert au mieux les intérêts scientifiques. Mais cette évolution normale des deux constructions expérimentales pose pourtant un nouveau problème, et probablement à court terme : il n'y aura bientôt plus rien à montrer au public à l'intérieur de la réserve archéologique. Nous sommes convaincus que le respect des sites archéologiques, qui s'est instauré pendant ces dernières années, tient aussi à ces expositions, à ces Journées Portes ouvertes à l'occasion des Journées du Patrimoine, à ces visites guidées régulières qui permettaient de faire rentrer un public, peu nombreux mais averti, au centre même de la zone protégée. Ces centres d'intérêt disparaissant, tandis que se dégradent les clôtures constituant la limite physique du site, on peut craindre une reprise progressive de la fréquentation non contrôlée de la rive occidentale de Chalain. Si tel était le cas, bien des efforts consentis pour réaliser la protection superficielle des sites et favoriser le développement de la végétation auraient été vains.

C'est aujourd'hui qu'il faut imaginer une nouvelle restitution des maisons néolithiques, un projet modeste pour des visites estivales et des classes du patrimoine, tout en développant une exposition permanente dans la Combe d'Ain et, à tout le moins, une structure muséographique digne de ce nom à Lons-le-Saunier, où sont entreposées aujourd'hui sans espoir de présentation au public - les centaines de milliers d'objets et d'outils découverts à l'occasion des fouilles récentes de Chalain et de Clairvaux. Raisonner autour de la protection des zones archéologiques de Chalain et de Clairvaux (où une procédure d'inscription au titre des Monuments Historiques vient également d'être lancée) passe, à notre sens, nécessairement par un raisonnement global tenant compte aussi de la demande et des besoins régionaux en tourisme culturel. Nier ces besoins ou ne pas désirer répondre à cette demande serait une forme de condamnation très directe de l'extraordinaire potentiel archéologique des lacs de Chalain et de Clairvaux.



Fig. 13 - Le site de Chalain 2 en 2004, après les travaux de protection. Les herbacées se sont développées sur toute la surface du sol, tandis que saules et bouleaux connaissent une croissance très rapide, en particulier à l'emplacement des anciens réseaux de drainage. Cliché P. Pétrequin.

BIBLIOGRAPHIE

Magnin 1904 : MAGNIN (A.). - *Monographies botaniques de 74 lacs jurassiens suivies de Considérations générales sur la végétation lacustre*. Paul Klincksieck ed., Paris, 1904.

Pétrequin 1988 : PETREQUIN (A.-M.) et PETREQUIN (P.). - *Le Néolithique des Lacs. Préhistoire des lacs de Chalain et de Clairvaux (4000-2000 av. J.-C.)*. Collection des Hespérides, Éditions Errance, Paris, 1988, p. 185-189.

Pétrequin 1996 : PETREQUIN (P.). - De la théorie à la réalisation : la consolidation des berges du lac de Chalain. In : RAMSEYER (D.) et ROULIERE-LAMBERT (M.-J.) éd., *Archéologie et érosion. Mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres. Actes de la Rencontre internationale de Marigny*,

29 au 29 septembre 2004, Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1996, p. 124-135.

Pétrequin et al. 1996 : PETREQUIN (P.), BAILLY (G.) et TRIVAUDEY (M.-J.). - Lac de Chalain-Fontenu-Jura- Protection des sites lacustres et contexte social d'application. In : RAMSEYER (D.) et ROULIERE-LAMBERT (M.-J.) éd., *Archéologie et érosion. Mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres. Actes de la Rencontre internationale de Marigny*, 29 au 29 septembre 2004, Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier, 1996, p. 111-124.

Pétrequin et al. 2000 : PETREQUIN (P.), CROUTSCH (C.), LOPINET (P.), PETREQUIN (A.M.) et VISSEYRIAS (A.). - *Chalain 2000. Quatre millénaires d'habitat lacustre mis en question*. Rapport d'évaluation archéologique, CNRS Laboratoire de

Chrono-écologie, CRAVA, Service Régional de l'Archéologie, Besançon, 2000.

Pétrequin 2002 : PETREQUIN (P.) et PETREQUIN (A.-M.). - *Les hommes des lacs. Vivre à Chalain et à Clairvaux il y a plus de 5000 ans*. Sur serveur <http://www.culture.fr/culturegouv.fr/culture/arcnat/fr/>, Publications électroniques de la Mission de la Recherche et de la Technologie, Collection Grands sites archéologiques, Ministère de la Culture, Paris, 2002.

Roulière-Lambert 1985 : ROULIERE-LAMBERT (M.-J.). - Des fouilles anciennes à Clairvaux et Chalain à la constitution des collections du Musée Municipal de Lons-le-Saunier. In : *Néolithique Chalain-Clairvaux. Fouilles anciennes*. Présentation des collections du Musée de Lons-le-Saunier, 1, Musée d'Archéologie, Lons-le-Saunier, 1985, p. 9-22.

Inventaire et diagnostic des sites immergés des lacs subalpins

Yves Billaud et André Marguet

• Résumé

Les inventaires régionaux des sites lacustres ont été réalisés dès le milieu du XIX^e siècle, mais les problématiques actuelles de la recherche imposaient d'actualiser notre documentation. Les interventions récentes (prospections et sondages) précisent nos connaissances sur les périodes d'occupation et montrent que certains sites sont totalement ou partiellement érodés alors que d'autres ont préservé d'importants niveaux organiques. Cette phase d'inventaire et de diagnostic étant bien avancée, il faut maintenant penser les stratégies d'étude et de préservation de ces gisements. Notre contribution retrace les différentes étapes de la recherche dans les lacs de Savoie et de Haute-Savoie et montre l'ampleur de la tâche à accomplir, en particulier dans le domaine de la protection physique des vestiges encore préservés sous le niveau des eaux.

Summary

Regional inventories of underwater lake sites have been carried out since the middle of the 19th century, but new questions of research require an update of this documentation. Recent interventions (prospecting, probing) allow us to perfect our knowledge of the periods of occupation of these sites. They also show us that certain sites are totally or partially eroded, while others still contain important organic levels. This stage of inventory and assessment being well advanced, it is now important to put into place study and preservation strategies for all these sites. Our paper gives an account of the different phases of our work in the lakes of Savoie and Haute Savoie. It also shows the large amount of work awaiting us especially in the area of physical protection of the particularly well preserved underwater sites.

Zusammenfassung

Regionale Inventare der Seeufersiedlungen wurden seit Mitte des 19. Jahrhunderts durchgeführt, aber die heutige Fragestellungen der Forschung schreiben eine Aktualisierung der Unterlagen vor. Neue Eingriffe (Prospektion, Sondierungen) erlauben eine genauere Datierung der Siedlungen und zeigen, dass einige Fundstellen ganz oder teilweise erodiert sind und andere immer noch wichtige organische Schichtpakete enthalten. Die Phase der Inventarisierung und Beurteilung ist fortgeschritten und es ist jetzt Zeit, an Strategien zur Untersuchung und zur Erhaltung dieser Fundstellen zu denken. Unser Beitrag schildert die verschiedenen Etappen der Forschung in den Seen der Savoie und Haute Savoie und zeigen den Umfang der auf uns zukommenden Arbeiten insbesondere im Bereich der physischen Konservierung der noch gut erhaltene Befunde unter Wasser.

Ministère de la Culture et de la Communication
Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines (DRASSM)
58bis rue des Marquisats
F - 74000 Annecy.
E-mail : yves.billaud@culture.gouv.fr et andre.marguet@culture.gouv.fr



Fig. 2 - Brison-Saint-Innocent, baie de Grésine (Savoie, lac du Bourget). Sous le poids des envrochements de 1856 : les premières trouvailles palafittiques savoyardes. Les villages du Bronze final sont implantés sur une large beine, protégée des vents dominants. Cliché YB/Drassm.

À l'instar des lacs jurassiens et du Plateau suisse, les lacs subalpins constituent des ensembles importants pour notre connaissance des populations préhistoriques. Toutefois, faute d'expériences significatives, les actions engagées sur les sites savoyards en matière de protection étaient absentes des contributions de la rencontre de Marigny (Ramseyer, Roulière-Lambert, 1996). À cette époque, de rares sondages étaient réalisés. Tout au plus un diagnostic avait été entrepris sur le gisement de Tougues à Chens-sur-Léman menacé par un projet portuaire et un autre, Annecy-le-Vieux, Le Petit-Port, avait été mis sous protection juridique. Dix années plus tard, où en sommes-nous ? Le constat est forcément nuancé. Si le recensement des sites, en voie d'achèvement, et la caractérisation des gisements, en cours d'élaboration, permettent de définir un cadre chronologique plus précis, un retard important est toujours observé dans le domaine de la protection physique des vestiges immergés. Après une phase d'évaluation nécessaire à la prise de conscience, des démarches patrimoniales sont pourtant tentées. La confrontation des expérimentations exposées lors de ces journées nous aidera certainement à les affirmer de façon à combler ce décalage.

• HISTORIQUES DES RECHERCHES SUBAQUATIQUES RÉGIONALES

Dans nos régions, l'identification de villages lacustres suit de peu les trouvailles faites en 1854 à Meilen, dans le lac de Zurich et à Morges, La Grande-Cité, sur la rive vaudoise du Léman.

C'est en effet en 1856 que les premiers palafittes sont mis en évidence, sur les sites annéciens de Sévrier, Le Crêt-de-Chatillon et de Duingt, Le Roselet. Sur les rives du Bourget, à Brison-Saint-Innocent, Grésine, des pilotis sont signalés la même année, lors de la construction de la ligne du chemin de fer. Dès lors, les lacs alpins livrent de nombreux vestiges. Au Léman, des terrassements exécutés en 1862 pour la création du port de Thonon-les-Bains font remonter du mobilier

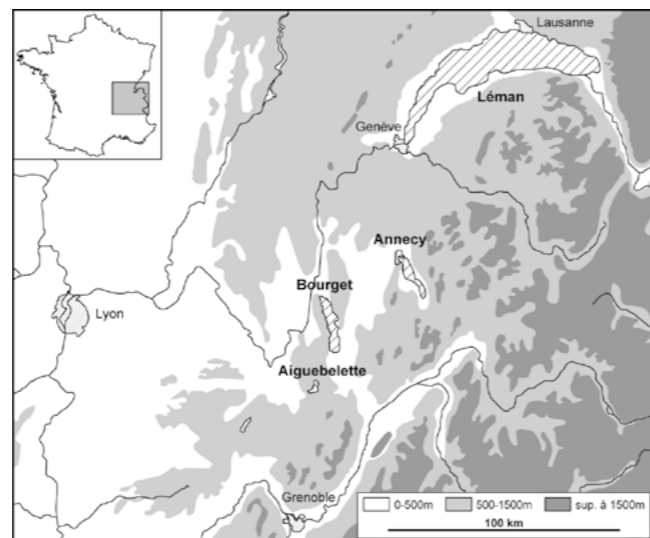


Fig.1 - Situation des lacs d'Aiguebelette (altitude NGF 374,0m), du Bourget (231,5m), d'Annecy (446,7m) et Léman (372,0m) dans les Alpes savoyardes. Installé dans les collines molassiques du Dauphiné en Isère, le lac de Paladrus n'est pas pris en compte dans cette contribution.

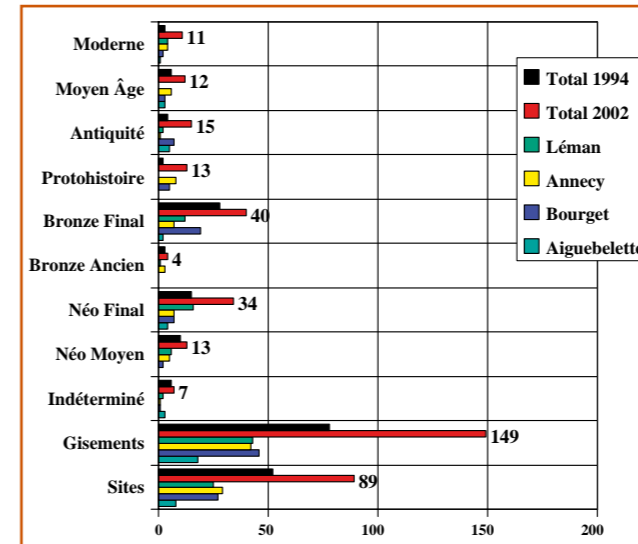


Fig. 3 - Diagramme du nombre des gisements avant les prospections (1994) et après l'élaboration de la carte archéologique (2002) : les inventaires ont été fortement modifiés, avec plus du doublement du nombre de gisements.

préhistorique. Au lac d'Aiguebelette, des emplacements à pilotis sont identifiés en 1863. La bibliographie nous rapporte ces épisodes où, malgré les moyens mis en œuvre, les motifs des découvertes sont les mêmes qu'aujourd'hui : les travaux d'aménagement, les ramassages et les prospections. Dès cette époque, les premiers inventaires régionaux sont publiés (Revon en 1878 ; Rabut en 1864 ; Forel en 1904). Ensuite, il faudra attendre le milieu du XX^e siècle et le développement de la plongée autonome qui va permettre l'observation in situ des gisements anciennement repérés pour que l'archéologie sous-lacustre mette au point des techniques particulières d'intervention. En 1976, l'inventaire général des lacs subalpins français est publié à l'occasion du IX^e Congrès de l'Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques de Nice (UISPP). À l'époque de ce bilan, 41 gisements étaient recensés (Bocquet, Laurent, 1976). Mais jusqu'au début des années 1980, rares étaient les gisements pour lesquels des observations stratigraphiques avaient été réalisées (Billaud et Marguet, 1997).

À partir de 1980, suite à la création du Centre National de Recherches Archéologiques Subaquatiques d'Annecy (CNRAS) qui deviendra le Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines en 1996 (DRASSM), les recherches connaissent un essor nouveau. Dans le cadre de ses missions pour les eaux intérieures, celui-ci entreprend, avec l'aide ponctuelle de rares équipes bénévoles, de revisiter les gisements anciennement identifiés. Durant cette période, des opérations significatives ont permis une prise de conscience du potentiel de nos lacs et le constat des dégradations. On citera plus particulièrement la première expérience d'un diagnostic préventif sur le gisement de Tougues à Chens-sur-Léman en 1987 (Billaud, Marguet, 1992) ; la mise en évidence d'une ultime phase d'occupation du Bronze final à Chindrieux, Châtillon en 1990 (Billaud et al., 1992) ; l'évaluation de l'habitat Bronze ancien à Sévrier, Les Mongets en 1993 (Billaud, Marguet, 1999b).

Les années 1990 voient se poursuivre les prospections ponctuelles, les diagnostics stratigraphiques. Une dernière actualisation des données recueillies par ces équipes, a été présentée dans les actes de colloques récents (WES'04, Zurich 2004, à paraître ; Centenaire de la SPF, Avignon 2004, à paraître).

• UN PREMIER NIVEAU DE GESTION : L'INVENTAIRE DES GISEMENTS

Des sondages ayant démontré le décalage entre des données bibliographiques qui mentionnaient des gisements détruits et des observations de terrain qui mettaient en évidence d'importants niveaux préservés, il importait d'actualiser notre documentation par l'établissement d'une carte archéologique des sites. Des prospections de la rive française du Léman (de 1995 à 1997), des lacs d'Aiguebelette (en 1998), du Bourget (en 1999 et 2000) et d'Annecy (en 2001) ont donc été menées en périodes hivernales (meilleure visibilité en eaux froides) et avec une équipe réduite pour réduire les coûts salariaux (responsable A. Marguet). Les 41 communes riveraines des 4 grands lacs subalpins ont ainsi été prospectées (distance parcourue : 151,8 km en 89 semaines : Léman 54,9 km, Aiguebelette 16,0 km, Bourget 44,3 km, Annecy 36,6 km). Pas moins de 47 gisements du Néolithique (Aiguebelette 4, Bourget 9, Léman 22, Annecy 12) et 44 gisements de l'âge du Bronze (Aiguebelette 2, Bourget 19, Léman 13, Annecy 10) sont ainsi recensés. Toutes périodes confondues, on compte actuellement 149 sites d'importance très inégale : gisements érodés seulement signalés par quelques matériaux pondéreux ; groupes de piquets d'aménagements des berges dont la fonction n'est pas toujours déterminée ; structures isolées de piquets organisés ou vastes champs de pilotis sur des habitats ; etc. Si les périodes classiquement mises en évidence (Néolithique final : 34 emplacements et Bronze final : 40) sont les plus fréquemment rencontrées, il faut noter la confirmation des installations pour le Néolithique moyen (13 gisements) et pour le Bronze ancien (4) mais aussi l'identification de vestiges de l'Âge du Fer (13) que les inventaires anciens ne supposaient pas (Billaud, Marguet, à paraître).

Par ailleurs, une démarche volontariste d'analyses a permis l'acquisition des référentiels, notamment dendrochronologiques et sédimentaires : 1166 bois ont été prélevés, dont 746 sont analysés (414 sont intégrés à 86 séquences mesurées dont 38 sont datées en absolu) ; 38 datations par le radiocarbone ont été réalisées ; 345 carottes sédimentaires ont été décrites. En s'appuyant sur l'échantillonnage de pilotis pour la constitution d'un calendrier dendrochronologique inexistant il y a une vingtaine d'années, l'inventaire actualisé des gisements aujourd'hui immergés permet de mieux comprendre les périodes d'installation de ces habitats. On dispose donc de cartes d'implantation de ces gisements et de tableaux chronologiques pour chacun des plans d'eau (Billaud et Marguet, à paraître).



Fig. 5 - Chens-sur-Léman, Tougues (Haute-Savoie, lac Léman). Les années bissextiles, le niveau du lac est abaissé de près d'un mètre pour permettre l'entretien des aménagements du rivage : les vestiges peu profonds sont par conséquent soumis à une érosion accélérée? Cliché AM/Drassm.



Fig. 6 - Nernier, La Tire (Haute-Savoie, lac Léman). Amoncellement de galets formant ténévière et figures d'érosion des pilotis du village Bronze final : sur certains bois, les cônes d'érosion sont brisés (cliché AM/Drassm).

En complément de ces prospections, des carottages ont aussi été réalisés sur les sites régionaux. Le remplissage sédimentaire du lac d'Annecy a fait l'objet d'une étude pluridisciplinaire menée dans le cadre de Climasilac. Ils permettent de retracer les variations du plan d'eau au cours des 13 000 dernières années. Les premiers résultats obtenus ici s'intègrent bien aux données jurassiennes et permettent de mieux comprendre les conditions d'installation de ces occupations (Magny et al., 2001).

• LE DEUXIÈME NIVEAU DE CONNAISSANCE : L'ÉVALUATION

Au-delà du stade d'inventaire, certains sites font maintenant l'objet d'investigations plus poussées. Après les travaux menés à la fin des années 1980 sur les rares gisements néolithiques contenant encore des niveaux préservés (Marguet et al., 1995) et les sondages ponctuels faits à Chens-sur-Léman, Tougues (Billaud, Marguet, 1992) et à Chindrieux, Châtillon (Billaud et al., 1992), des reconnaissances stratigraphiques ont été reprises. Depuis 1996, ces interventions sont réalisées dans le cadre d'un programme d'évaluation des grandes stations Bronze final du lac du Bourget, celui pour lequel les conditions paraissent les plus favorables (responsable Y. Billaud). À ce jour, les gisements de Grésine-Est et de Grésine-Ouest à Brison-Saint-Innocent et du Saut-

de-la-Pucelle à Tresserve sont concernés par ces caractérisations. Les emprises sont précisées pour chacune des stations, notamment la situation topographique des implantations, la répartition spatiale des pilotis, la présence des galets formant ténévières, la délimitation des niveaux organiques. Contrairement à ce qui était encore admis à la fin des années 1970, les séquences sédimentaires non perturbées sont conséquentes et les potentialités archéologiques y sont très importantes. Il ne peut être question ici de rentrer dans le détail de la documentation accumulée et dont on trouvera, dans les bilans scientifiques du Drassm, les principaux éléments. Dans la baie de Grésine, l'évaluation de deux villages contemporains distants d'à peine 300 m a pu être faite. À Grésine-Est comme à Grésine-Ouest, les levés bathymétriques des fonds montrent des anomalies topographiques sur lesquelles des pieux sont visibles respectivement sur près de 6 000 et 14 000 m². Les carottages ont mis en évidence des niveaux organiques préservés sous des recouvrements plus ou moins importants : épais de 10 à 30 cm sur près de 2 500 m² à Grésine-Est, ces couches pouvant atteindre une épaisseur de 50 cm sur environ 5 000 m² à Grésine-Ouest. À Tresserve, Le Saut-de-la-Pucelle, outre l'opération préventive menée sur 2,8 ha (Billaud, Treffort, 2004), des sondages linéaires de 2 à 10 m² ont permis d'observer les stratigraphies. Réalisés sur des surfaces réduites par rapport aux emprises (ici, les indices de couches s'étendent sur près de

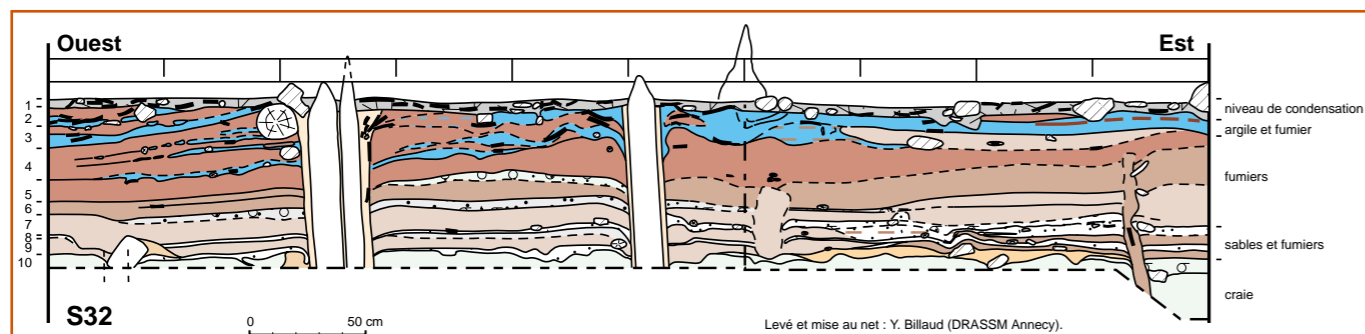


Fig. 4 - Tresserve, Le Saut-de-la-Pucelle (Savoie, lac du Bourget). Les sondages d'évaluation ont montré la bonne conservation de certains sites : coupe stratigraphique du sondage S32. Levé et mise au net : YB/Drassm.



Fig. 7 - Saint-Jorioz, Les Marais (Haute-Savoie, lac d'Annecy). Situés sur la partie distale de la beine, les fumiers et les pieux du gisement du Néolithique moyen sont entraînés vers le tombant. Cliché AM/Drassm.



Fig. 8 - Annecy, Albigny 1 (Haute-Savoie, lac d'Annecy). Pour perturber la dermatite cercarienne (la puce du canard), depuis quelques années, des engins de hersage ratissent le sol peu profond et menacent les pilotis du site du Bronze ancien qui s'y trouvent. Cliché AM/Drassm.

13 000 m²), ils ne permettent pas d'appréhender l'organisation architecturale des structures. Sur ce gisement également, ils montrent la bonne conservation de niveaux archéologiques (parfois préservés sur 60 cm d'épaisseur) et permettent l'acquisition d'une indispensable documentation (enrichissement des référentiels dendrochronologiques, observations directes des séquences sédimentaires, obtention du corpus typologique bien calé en stratigraphie et en datation absolue). Sur ces sites, il s'avère que la conservation est bien meilleure que ne pouvait le laisser supposer l'ampleur des ramassages du XIX^e siècle. Leurs potentialités pour la compréhension de l'habitat de la fin de l'âge du Bronze, en particulier par l'estimation des durées d'occupation et la définition des contextes sédimentaires et chronotypologiques, sont caractérisées et il reste à compléter maintenant les données sur Chindrieux, Châtillon pour disposer d'un état de lieux précis pour chacune des grandes stations du lac du Bourget. Dans l'hypothèse de la réalisation d'une fouille planimétrique extensive souhaitée par le Conseil national de la recherche archéologique (CNRA) dans sa nouvelle programmation de 1997 (les moyens financiers et humains ne sont pour le moment pas dégagés pour permettre cette entreprise), ces évaluations sont susceptibles d'apporter rapidement les éléments nécessaires au choix de l'emplacement le plus favorable pour répondre aux problématiques actuelles de la recherche lacustre.

• CAUSES, MÉCANISMES ET NATURES DES DÉGRADATIONS

Comme dans le cas des lacs jurassiens et du Plateau suisse, la morphologie littorale des lacs subalpins est le plus souvent caractérisée par l'existence d'une plate-forme faiblement immergée. Sa largeur, variable en fonction du profil des versants, dépend de la sédimentation des dépôts carbonatés mais aussi de l'accumulation des matériaux littoraux déplacés par les vagues. C'est ici que nous retrouvons les vestiges archéologi-

ques, en général à faible profondeur. Compte tenu de cette situation, l'érosion est la cause principale des dégradations qu'ils subissent. À cet égard, le schéma sur la position des vestiges présenté par P. Corboud pour les sites lémaniques est globalement représentatif de ce que nous rencontrons dans les lacs savoyards (Corboud, 1999). Sur les 91 sites d'habitats actuellement recensés, la presque totalité contient encore des pilotis. En revanche, la présence de couches organiques n'a été observée que sur une douzaine de gisements. Ces dépôts se retrouvent généralement du côté du large, fréquemment recouverts par des niveaux de condensation dans lesquels les matériaux sont en position secondaire. Sur quelques autres emplacements, des indices de «fumiers limoneux» ont été reconnus, sur les franges des emprises (reprises d'érosion). Enfin, quelques sites complètement lessivés où même les pieux ont disparu, sont seulement identifiables par des plages de galets et par quelques objets lourds déposés en surface du sol (meules, broyeurs). Depuis quelques années, les processus de démantèlement des stations sont démontrés et semblent être généralisés à toutes les régions. Les exemples présentés à Marigny avaient d'ailleurs largement souligné ce constat. Bien que les lacs régionaux n'aient pas connu d'abaissement du niveau des eaux comparable à celui de la correction des eaux du Jura, les travaux récents montrent que les lacs subalpins français n'échappent pas à cet état des lieux. Si les phénomènes naturels, classiques et bien connus comme l'évolution d'un rivage (progradation) et les variations des niveaux qui occasionnent des effondrements dominant, les causes anthropiques viennent largement perturber ces facteurs. En déplaçant la zone d'impact des vagues, les aménagements littoraux, les travaux portuaires, les activités plaisancières modifient la dynamique des courants sur les rives lacustres et accentuent l'action érosive. Bien que les rythmes et la vitesse de l'érosion soient difficilement mesurables, les dommages sont eux malheureusement bien visibles. Il n'est d'ailleurs pas toujours possible d'identifier précisément ces processus de dégradation.



Fig. 9 - Chens-sur-Léman, Tougues (Haute-Savoie, lac Léman). Malgré le classement du gisement Bronze final au titre des Monuments Historiques, un engin est ancré dans le périmètre de la protection juridique. Cliché AM/Drassm.

Sur la rive méridionale du Léman, les fortes vagues soulevées par les vents dominants expliquent aisément la disparition généralisée des niveaux organiques. Localement, la micro-topographie semble cependant jouer un rôle déterminant. C'est le cas à Chens-sur-Léman où des villages du Bronze final contemporains ponctuent les 5 km du littoral communal mais où seul celui de Tougues est préservé. Pourtant, les changements d'orientation du rivage sont peu sensibles et la largeur de la beine peu variable. Au lac d'Annecy, plan d'eau moyen de 2650 ha, les vents peuvent aussi être forts. Quelques gisements contiennent encore des niveaux organiques sous la forme de lambeaux résiduels conservés dans la partie distale des sites. Au lac d'Aiguebelette, petite cuvette lacustre de 545 ha où les tempêtes sont inexistantes, la forte érosion est constatée sur tous les sites identifiés. Peut-être s'agit-il, ici, d'une dégradation causée par des baisses artificielles du niveau pour satisfaire les besoins en énergie des industries implantées sur l'exutoire. Au lac du Bourget, plusieurs gisements semblent moins bouleversés. Pourquoi cette situation privilégiée alors que les dimensions du plan d'eau, le plus grand lac naturel français avec ses 4462 ha, engendrent un fort dynamisme ?

Dans les lacs savoyards, le plus grand nombre des gisements littoraux, toutes époques confondues, se trouve actuellement sous 2 à 5 m d'eau, c'est-à-dire dans une tranche de profondeur où les actions de l'érosion sont les plus marquées. Longtemps considérée comme un critère d'attribution chronologique (au XIX^e siècle on disait que les sites les plus récents se trouvaient le plus au large), il est à remarquer que la position altitudinale des vestiges varie notablement suivant les plans d'eau (les niveaux de régulation différents faussent la comparaison). Au lac du Bourget, la majorité des vestiges du Néolithique moyen se trouve sous 3,4 m d'eau, ceux du Néolithique final sont sous 3,8 m et sous 4,0 m pour le Bronze final. Au lac d'Aiguebelette, les sols du Néolithique et de l'Âge du Bronze final sont moins profonds,



Fig. 11 - Aix-les-Bains, baie de Mémard (Savoie, lac du Bourget). Malgré la proximité de plusieurs sites immergés, les travaux de revitalisation des roseières menés sur près de 10000 m² n'ont pas donné lieu à un diagnostic préalable. Cliché AM/Drassm.

respectivement sous 2,3 et 3,0 m d'eau. Au lac d'Annecy, les vestiges néolithiques sont en moyenne à 1,9 m de profondeur, à 1,7 m pour le Bronze ancien et à 3,2 m pour le Bronze final. Sur la rive française du Léman, la situation est un peu différente. À l'exception des sites néolithiques situés sur le rivage même, la majorité d'entre eux se trouve sous 3,0 m d'eau pour ceux du Néolithique final et sous 3,8 m pour ceux du Bronze final. On n'évoquera pas ici l'influence déterminante des variations climatiques sur les fluctuations du niveau des eaux durant les périodes de l'Atlantique récent, du Subboréal et au début du Subatlantique qui ont largement conditionné les phases d'occupation durant la Préhistoire récente (ces variations actuelles des hauteurs d'eau traduisent, dans une certaine mesure, ces épisodes privilégiés).

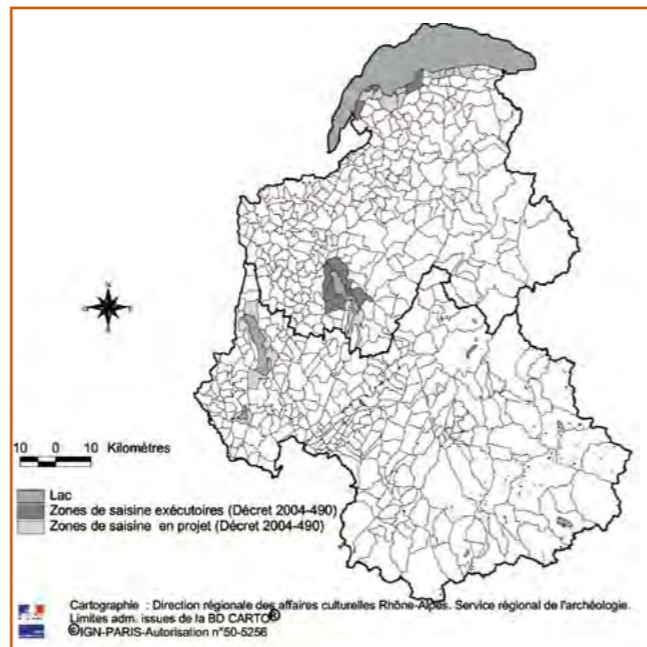


Fig. 10 - État des zonages archéologiques de saisine élaborés par le SRA Rhône-Alpes, dans le cadre de la législation sur l'archéologie préventive (situation en juin 2005).



Fig. 12 - Duingt, Le Roselet (Haute-Savoie, lac d'Annecy). Installé sur une presqu'île, le village du Bronze final est agressé par la chaîne d'ancrage du balisage installé par la DDE pour signaler le haut-fond. Cliché AM/Drassm.

Le catalogue des différentes formes de destruction a déjà largement été présenté, on n'y reviendra pas dans cette contribution. On se contentera d'évoquer le secteur nord du lac d'Annecy qui illustre bien la nature des phénomènes rencontrés et l'évolution d'un rivage lorsque celui-ci est placé sous les atteintes naturelles et humaines. Dans ce secteur, la plate-forme littorale est large d'environ quatre cents mètres. Actuellement, seuls des herbiers de characées colonisent les fonds. Les inventaires de la végétation dressés en 1908 y mentionnaient pourtant une zone continue de roseaux. Leurs rhizomes ont sans doute contribué au maintien des sédiments, favorisant ainsi la préservation des vestiges littoraux. Aujourd'hui, malgré une exposition aux vents du sud-est qui peuvent être forts, cette baie abrite de nombreux gisements dont certains font l'objet de ramassages sauvages (bien que peu répandues, ces plongées non contrôlées sont un autre type de dégradation). Situées à faibles distances d'un rivage qui a connu, dès la fin du XVIII^e siècle, de profondes modifications de son tracé par des remblais entrepris pour gagner des surfaces sur le plan d'eau, ces installations sont directement concernées par la pression urbaine (navigation de plaisance, baignade, location d'engins flottants, fête du lac). En préalable à une campagne d'éradication de la puce du canard, une prospection a été conduite au printemps 2003. Compte tenu de la sensibilité archéologique de cette zone, l'exécution des travaux d'assainissement envisagés par le Syndicat Intercommunal du lac d'Annecy (SILA) a fait l'objet d'une prescription préfectorale (une première dans le lac d'Annecy). Dans ce contexte, la contrainte politique a rendu nécessaire la réalisation d'une opération de prélèvement des pilotis menacés. Ce dossier est exemplaire à plus d'un titre. Il souligne la complexité d'une approche partagée à plusieurs partenaires dont les intérêts patrimoniaux, environnementaux et culturels divergent parfois.



Fig. 13 - Chens-sur-Léman, Tougues (Haute-Savoie, lac Léman). 10 ans après le sondage : les sédiments rapportés sont toujours en place. Cliché AM/Drassm.

• LES MESURES DE PROTECTION ET LES MOYENS DE STABILISATION

Pendant longtemps, la stabilité du milieu a favorisé la conservation des vestiges littoraux. Mais depuis plus d'un siècle, à la suite des aménagements des rives et des régulations, cet équilibre a été perturbé. De nouvelles formes d'agression se sont alors multipliées, menaçant les sites d'une irrémédiable destruction. Sans protection adéquate, se pose donc la question de la pérennité de ces zones aujourd'hui sous la pression des actions anthropiques. Pour ralentir ces processus, des mesures préventives sont tentées, notamment par la protection juridique du patrimoine palafittique. Dans cette orientation, les stations d'Annecy-le-Vieux, Le Petit-Port (Néolithique moyen) et de Chens-sur-Léman, Tougues (Bronze final) sont protégées au titre des Monuments Historiques (Arrêtés du 5 février 1992 et du 31 octobre 1997). On signalera que l'instruction de ces dossiers est difficile par le fait que les vestiges concernés ne sont pas visibles. Plus récemment, dans le cadre de la réglementation sur l'archéologie préventive (Loi du 11 janvier 2001 modifiée, Décret du 17 juin 2002), le Service Régional de l'Archéologie compétent territorialement a élaboré, sur la base de nos inventaires, des zonages archéologiques de saisine qui prennent en compte la sensibilité particulière des franges littorales. Les projets de travaux concernant ces périmètres sont maintenant systématiquement transmis pour avis. Cette nouvelle procédure législative vient conforter le cadre réglementaire déjà passablement contraignant de la « loi littoral » (Loi du 3 janvier 1986). Sur prescription, des diagnostics préalables aux aménagements peuvent être programmés sur des financements des aménageurs. Dans la pratique, peu d'opérations ont jusqu'ici bénéficié de ce cadre administratif et budgétaire. Pour le domaine immergé, on mentionnera le diagnostic réalisé en 2002 à Tresserve, Le Saut-de-la-Pucelle, en préalable à la requalification des berges pour permettre la déviation de la route nationale qui

Fiches techniques de quelques opérations

• CARTE ARCHÉOLOGIQUE (RESPONSABLE A. MARGUET)

Coût total de l'opération : Les coûts salariaux de 2 agents représentent, en moyenne, les 2/3 des enveloppes budgétaires (subventions en francs recalculées en euros). Le salaire de l'agent de l'Etat n'est pas comptabilisé ici (mission du service).

Année	Budget total	Culture/Sda	Cnras/Drassm	CGSavoie	CGHaute-Savoie	dont analyses
1995 Léman	32569 €	27441 €	1204 €	/	3924 €	4991 €
1996 Léman	39944 €	30490 €	3370 €	/	6084 €	8505 €
1997 Léman	40806 €	33539 €	2084 €	/	5183 €	8220 €
1998 Aiguebelette	44812 €	35063 €	6700 €	3049 €	/	11082 €
1999 Bourget	51172 €	38972 €	9151 €	3049 €	/	15674 €
2000 Bourget	57429 €	29709 €	21622 €	6098 €	/	23325 €
2001 Annecy	52071 €	30545 €	16190 €	/	5336 €	21526 €
Total	318803 €	225579 €	60321 €	12196 €	20527 €	93323 €
moyenne/campagne	45543 €/an	32251 €/an	8617 €/an	4065 €/an	5132 €/an	13332 €/an

Financement : Ce programme de prospection a bénéficié d'un financement régulier du Ministère de la Culture / Sous-Direction de l'Archéologie, complété par des subventions des collectivités territoriales (Conseils Généraux de la Savoie et de la Haute-Savoie) et d'une prise en charge complémentaire sur le budget du Cnras/Drassm.

Nombre de personnes ayant pris part aux travaux : 7 campagnes de terrain d'une durée de 3 mois chacune (de mi-janvier à mi-avril) par une équipe permanente de 3 personnes (1 agent de l'Etat responsable de l'opération et 2 personnels associatifs salariés).

• SONDAGES D'ÉVALUATION (RESPONSABLE Y. BILLAUD)

Coût total de l'opération : Les coûts salariaux des 2 agents de l'Etat ne sont pas comptabilisés ici (missions du service).

Année	Budget total	Culture/Sra	Culture/Drassm	CG Savoie	dont analyses
1999 Grésine-Ouest	14925 €	4726 €	7013 €	3186 €	7912 €
2000 Grésine-Ouest	13946 €	4573 €	6137 €	3236 €	6248 €
2001 Grésine-Est	14330 €	5336 €	5065 €	3929 €	4684 €
2003 Le Saut	13550 €	6100 €	2700 €	4750 €	2375 €
2004 Le Saut	10508 €	3000 €	3808 €	3700 €	2008 €
Total	67259 €	23735 €	24723 €	18801 €	23227 €
moyenne/campagne	13452 €/an	4747 €/an	4945 €/an	3760 €/an	4645 €/an

Financement : Financements du Ministère de la Culture (Service Régional de l'Archéologie et Drassm) et subventions du Conseil Général de la Savoie.

Nombre de personnes ayant pris part aux travaux : Les campagnes estivales de 4 à 6 semaines ont mobilisé une équipe réduite de 5 à 7 personnes (dont 2 agents du Drassm, le responsable de l'opération et le chef d'opération hyperbare).

• DIAGNOSTIC PRÉVENTIF (RESPONSABLE Y. BILLAUD)

Coût total de l'opération : Budget global «aménagement» complété par le Drassm (analyses 2168 €).

Année	DDE Savoie	dont analyses
2002 Le Saut	113059 €	4558 €

Financement : Direction Départementale de l'Équipement de la Savoie dans le cadre de l'archéologie préventive qui a également pris en charge l'infrastructure du chantier (3 bungalows et 1 bloc sanitaire).

Nombre de personnes ayant pris part aux travaux : Trois mois de terrain (de mi-avril à mi-juillet) par une équipe permanente de 4 personnes (1 agent du Drassm, responsable de l'opération et 3 personnels de l'Inrap).



Fig. 14 - Saint-Jorioz, Les Marais (Haute-Savoie, lac d'Annecy). Les vestiges sont partiellement protégés par les piquets implantés pour assurer la protection mécanique de la roselière : par contre, les vagues continuent leur action érosive. Cliché AM/Drassm.

longe la rive orientale du lac du Bourget (responsable Y. Billaud). Dans les domaines humides, un projet de création d'un chenal, au sud du lac du Bourget, a motivé une évaluation qui a permis l'observation de séquences sédimentaires (elles nous renseignent sur les variations du niveau des eaux). Par contre, d'autres travaux récents, comme la revitalisation des roselières de la baie de Mémars à Aix-les-Bains (lac du Bourget) où près de 9 000 m³ de terre ont été dégagés, n'ont pas fait l'objet de prescription préfectorale. Seule une surveillance des engins a pu être exercée, grâce à la proximité géographique de notre organisme et aux relations locales instaurées depuis quelques temps avec le Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie (CPNS), le gestionnaire d'une partie des berges naturelles des lacs du Bourget et d'Aiguebelette. En convention avec le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres (les plans d'eau de plus de 1 000 ha sont concernés), cet organisme est mandaté pour mettre en œuvre les plans de gestion élaborés dans le projet de développement durable du lac du Bourget (projet Grand-Lac). Ainsi, le contrat de bassin versant pour la période 2002-2009 qui concerne le nord du lac a intégré les gisements sous-lacustres dans la cartographie des périmètres naturels sensibles. Pour tous les projets d'aménagement sur ce littoral, des études préalables sont demandées lors de l'élaboration des états initiaux. Cette prise en compte est porteuse d'espoir et peut être verrons-nous prochainement les vestiges préhistoriques protégés, comme le patrimoine naturel, dans les arrêtés de biotope (réserves naturelles, sites Natura 2000, zones humides d'intérêt floristique, etc.). Des actions de sensibilisation sont aussi réalisées auprès d'autres gestionnaires et utilisateurs des plans d'eau. À cet égard, on soulignera que la réglementation de police de navigation interdit la plongée sur les sites archéologiques haut-savoyards. Des mises à jour de ces textes sont à l'étude pour que les secteurs d'interdiction d'ancrage soient étendus aux zones archéologiques vulnérables. Des recommandations ont été faites aux organismes compétents pour que ces



Fig. 15 - Aix-les-Bains, baie de Mémard (Savoie, lac du Bourget). À l'occasion des travaux du Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie, des fascines de piquets et de branchages brisent la houle et doivent permettre la végétalisation du littoral. Cliché AM/Drassm.

règlements soient respectés aux endroits où ces balisages existent déjà (le gisement de Hautecombe est très fréquemment implanté). Se pose donc, de manière récurrente, la question sur nos capacités à faire appliquer ces règlements et à assurer une surveillance régulière de ces domaines particuliers.

Pour ce qui concerne plus particulièrement les actions de prévention destinées à limiter les phénomènes érosifs, les choses sont plus compliquées et moins facile à mettre en œuvre du point de vue de la gestion administrative (les partenaires sont nombreux et les préoccupations parfois contradictoires). En matière de stabilisation et de protection physique des vestiges, nos régions n'ont pas encore d'exemples spécifiques à mettre en avant. Seul, le comblement des anciens sondages a été fait, pour limiter les effondrements des stratigraphies. Bien qu'aucune surveillance régulière ne soit instaurée, des reconnaissances ont montré l'efficacité de ces remblais. Des opportunités participent quand même à cette démarche préventive. Dans le cadre de la protection de l'environnement, des piquetages ont été réalisés pour assurer la protection mécanique des roselières de secteurs agressés par les bateaux et par les bois flottés. Au lac du Bourget, les roselières ont régressé de 75 % en une cinquantaine d'années, notamment en raison d'un manque de marnage. Au lac d'Annecy, la surface couverte par les roselières est tombée de 180 ha au début du xx^e siècle à moins de 15 ha actuellement. La réduction du nombre des pontons (747 en 1981) et la mise en place des alignements de piquets depuis 1984 ont freiné cette régression mais ces mesures se sont avérées insuffisantes. Compte tenu de l'implantation des roselières résiduelles, des zones abritées également recherchées par les préhistoriques, les circonstances topographiques ont permis l'intégration de gisements derrière ces palissades. C'est le cas à Saint-Jorioz, Les Marais où les vestiges de l'habitat préhistorique sont mis partiellement à l'écart des activités plaisancières. Par contre, les effets de houle n'y sont pas

diminués. Sur la même commune, le secteur des Marais de l'Enfer constitue une des rares coupures naturelles d'ampleur. En 2002, le Conservatoire du littoral a acquis un terrain de 16 ha bordant 600 m de rivage le long duquel s'épanouit une importante roselière. À une soixantaine de mètres devant les roseaux, un gisement fortement dégradé a été découvert lors des prospections et se trouve maintenant intégré dans la réserve naturelle (les pieux découverts sont tous perforés par les racines des roseaux qui le recouvraient il y a encore un siècle, ce qui en avait interdit le repérage). Bien que fortuits, ces exemples d'incorporation de vestiges dans des secteurs naturels protégés nous montrent le manque d'efficacité de ces premiers dispositifs et vont orienter nos choix pour la réalisation des protections futures. À cet égard, l'impact des travaux du Conservateur du patrimoine naturel de la Savoie sur la rive orientale du lac du Bourget sera suivi avec une attention particulière. Ici, des gabions disposés parallèlement au rivage sont immergés pour casser la houle. Derrière ces ouvrages, des barrières de piquets et de clayonnages sont édifiées, de manière à créer des zones calmes qui favoriseront la repousse des roseaux. Cette végétalisation derrière fascines nous intéresse grandement comme d'ailleurs la réhabilitation des pieds de berge qui vise à recréer des milieux proches des milieux naturels. Sur ces littoraux remodelés, le nouveau profil du rivage devrait ralentir les actions érosives et par conséquent diminuer leur impact sur les vestiges palafittiques peu profonds. Sur le bord, le recul de la ligne de rivage devrait aussi être stabilisé et l'effet du ressac considérablement affaibli par la recolonisation végétale. Mais qu'en est-il de l'espérance de vie de ces ouvrages dont le vieillissement nécessitera un entretien régulier et un remplacement prévisible à moyen terme ?

• CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les habitats littoraux savoyards comptent parmi les sites importants pour notre connaissance du peuplement préhistorique savoyard et pour la compréhension de l'occupation de notre territoire.

En terme de conservation des gisements, les observations récentes nous obligent à reconsidérer les anciens bilans. Il y a encore une trentaine d'années, certaines stations lacustres étaient décrites comme bouleversées. La prospection systéma-

tique et la délimitation de celles-ci nous ont permis d'évaluer l'énorme potentiel. Cette vision nouvelle révèle aussi l'intérêt que représente l'étude systématique de ces vestiges et autorise maintenant une hiérarchisation des gisements.

Si l'étude des gisements très érodés doit être rapidement réalisée avant leur totale disparition (les champs de pilotis doivent être étudiés de manière extensive, les bois échantillonnés et analysés pour comprendre l'organisation architecturale des structures), les inventaires et la caractérisation des secteurs d'habitats sous-lacustres doivent évidemment se poursuivre. On arrive cependant à la seule conclusion qui s'impose aujourd'hui : il faut trouver les moyens efficaces et durables pour prolonger la conservation des sites les mieux préservés et ceux qui représentent des témoins uniques de certaines phases de l'occupation.

Depuis 150 ans, ces sites subissent une érosion lacustre grandissante. Pour prévenir leur disparition ou ralentir leur démantèlement aux cours des prochaines décennies, les expériences réalisées par nos collègues montrent que des mesures sont possibles. Si la mise en place de digues, de palissades, d'enrochements, ont permis de tester la validité de ces protections artificielles, la solution la plus acceptable semble la pose, sur le fond lacustre, d'un géotextile recouvert d'une couche peu épaisse de graviers calibrés qui stabilise le milieu et protège les vestiges.

Bien que de grandes parties des rives savoyardes qui contiennent des vestiges de villages lacustres pré- et protohistoriques soient aujourd'hui incluses dans des sites naturels protégés où les risques de destructions par les activités humaines sont limités, c'est probablement la stratégie que nous allons proposer aux gestionnaires des lacs régionaux pour les prochaines années. S'il est une action prioritaire en matière de protection patrimoniale, c'est bien dans cette démarche qu'elle doit se situer. La charte internationale sur la protection et la gestion du patrimoine culturel subaquatique ratifiée par l'ICOMOS en 1996 devrait favoriser ces collaborations essentielles pour la protection et la gestion de ces entités géographiques particulières que sont les littoraux. Ils appellent la mise en place d'une politique spécifique et concertée d'aménagement, de protection et de mise en valeur qui devrait pouvoir rassembler de nombreux partenaires.

BIBLIOGRAPHIE

Billaud et al. 1992, BILLAUD (Y.) - Chindrieux, Châtillon (lac du Bourget, Savoie) : ultime occupation des lacs alpins français à l'âge du Bronze?, *Archéologie et environnement des milieux aquatiques: lacs, fleuves et tourbières du domaine alpin et de sa périphérie*, 116^e Congrès National des Sociétés Savantes, Commission de Pré- et Protohistoire, Chambéry, 1991, Paris, CTHS, 1992, p. 277-310.

Billaud et Marguet 1992, BILLAUD (Y.), MARGUET (A.) - Le site Bronze final de Tougues à Chens-sur-Léman (Haute-Savoie) : stratigraphie, datations absolues et typologie, *Archéologie et environnement des milieux aquatiques : lacs, fleuves et tourbières du domaine alpin et de sa périphérie*, 116^e Congrès National des Sociétés Savantes, Commission de Pré- et Protohistoire, Chambéry, 1991, Paris, CTHS, 1992, p. 311-347.

Billaud et Marguet 1997, BILLAUD (Y.), MARGUET (A.) - L'archéologie subaquatique dans les lacs alpins, Dynamique du paysage. *Entretiens de géoarchéologie*, Lyon, novembre 1995, Lyon, Service Régional de l'Archéologie, 1997 (Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes, n° 15), p. 219-264.

Billaud et Marguet 1999a, BILLAUD (Y.), MARGUET (A.) - Les occupations littorales des lacs alpins français de la Protohistoire à nos jours, 14C et Archéologie, *Actes du 3^e Congrès international*, Lyon, 1998, Paris, 1999 (Mémoire de la SPF, XXVI), Rennes, (supplément 1999, Revue d'Archéométrie), p. 199-205.

Billaud et Marguet 1999b, BILLAUD (Y.), MARGUET (A.) - Mise en évidence d'une occupation littorale de l'Âge du Bronze ancien dans les lacs alpins français : Les Mongets (lac d'Annecy, Sévrier, Haute-Savoie), Préhistoire de l'espace habité en France du Sud et Actualité de la recherche, *Actes des Premières Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente*, Valence, juin 1994,

Valence, 1999 (Travaux du Centre d'Archéologie Préhistorique de Valence, n° 1), p. 121-128.

Billaud et Marguet à paraître, BILLAUD (Y.), MARGUET (A.) - Habitats lacustres du Néolithique et de l'Âge du Bronze dans les lacs alpins français : bilan des connaissances et perspectives, *WES'04 - Wetland Economies and Societies. Proceedings of the International Conference in Zurich, 10-13 March 2004* [10 p., 5 fig.].

Billaud et Treffort 2004, BILLAUD (Y.), TREFFORT (J.-M.) - Tresserve / Le Saut (Savoie), station Bronze final du lac du Bourget : récentes données de terrain, Auvergne et Midi. *Actualité de la recherche, Actes des 5^e Rencontres méridionales de Préhistoire récente*, Clermont-Ferrand, novembre 2002, Cressensac, Préhistoire du Sud-Ouest, 2004, p. 541-553.

Bocquet et Laurent 1976, BOCQUET (A.), LAURENT (R.) - Les lacs alpins français, Néolithique et Âges des Métaux dans les Alpes françaises, *IX^e Congrès UISPP*, Nice, septembre 1976, Nice, 1976 (Livret-guide de l'excursion A9), p. 139-145.

Corboud 1998, CORBOUD (P.) - La datation des sites préhistoriques littoraux du Léman : problèmes théoriques et méthodologiques, *Actes du VIII^e Colloque international sur les Alpes dans l'Antiquité*, Sion, septembre 1997, Bulletin d'Études Préhistoriques et Archéologiques Alpines, n° spécial IX (Société Valdôtaine de Préhistoire et d'Archéologie), Aoste, 1998, p. 53-66.

Corboud 1999, CORBOUD (P.) - Les villages préhistoriques littoraux du Léman : présence, conservation et érosion, Découvrir le Léman 100 ans après François-Alphonse Forel, *Actes du Colloque pluridisciplinaire*, Nyon (VD, Suisse), septembre 1998, Nyon, Musée du Léman, Genève, Éditions Slatkine, 1999, p. 483-502.

Forel 1904, FOREL (F.-A.) - Antiquités lacustres. Les palafitteurs, *Le Léman : monographie limnologique*,

t. 3, 12^e partie, chap. III. Histoire. Lausanne. Rouge Ed., 1904, réimp.1998, p. 418-496.

Magny et al 2001, MAGNY (M.) - Early and late Holocene water-level fluctuations of lake Annecy, France: sediment and pollen evidence and climatic implications, *Journal of Paleolimnology*, 25, 2, p. 215-227, 2001, Special issue Lac d'Annecy, France.

Marguet 1999, MARGUET (A.) - *Les sites préhistoriques littoraux : Données lémaniques sur le Néolithique et l'Âge du Bronze*, Découvrir le Léman 100 ans après François-Alphonse Forel, *Actes du Colloque pluridisciplinaire*, Nyon (VD, Suisse), septembre 1998, Nyon, Musée du Léman, Genève, Éditions Slatkine, 1999, p. 459-481.

Marguet et al. 1995, MARGUET (A.) - Le Néolithique des lacs alpins français. Bilan documentaire, Chronologies néolithiques. De 6000 à 2000 avant notre ère dans le Bassin rhodanien, Ambérieu-en-Bugey, septembre 1992, *Documents du Département d'Anthropologie de l'Université de Genève*, n° 20, Ambérieu-en-Bugey, Société Préhistorique Rhodanienne, 1995, p. 167-196.

Rabut 1864, RABUT (L.) - Habitations lacustres de la Savoie (Premier mémoire). *Mémoire et documents de la Société savoisienne d'histoire et d'archéologie*, VIII, 1864, p. 79-145.

Ramseyer et Roulière-Lambert 1996, RAMSEYER (D.), ROULIÈRE-LAMBERT (M.-J.) - *Mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres. Actes de la rencontre internationale de Marigny, lac de Chalain, 29-30 septembre 1994*. Lons-le-Saunier. Centre Jurassien de patrimoine, 1996, 142 p.

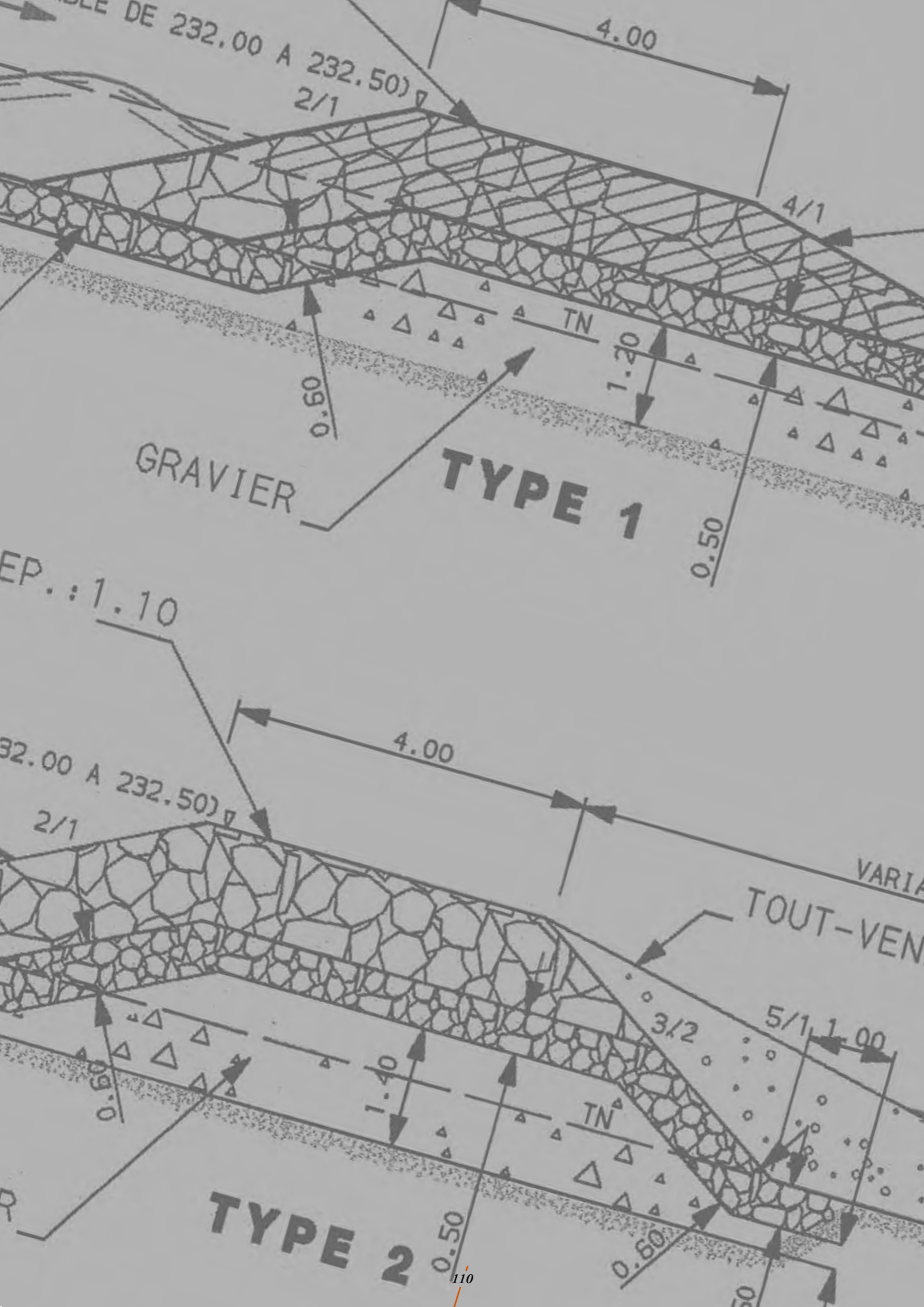
Revon 1878, REVON (L.) - *La Haute-Savoie avant les Romains*. Paris : H. Champion. Annecy : A. L'Hoste, 64 p., 184 fig [Léman, p. 24-28; lac d'Annecy, p. 28-30].

L'érosion des berges au lac du Bourget

(Savoie, France)

programme de restauration pour
la conservation du patrimoine naturel

André Miquet



• Résumé

La stabilisation des niveaux d'eau du lac du Bourget en 1982 s'est traduite par une intensification des phénomènes d'érosion des berges et de la végétation littorale. Des mesures d'urgence ont été prises pour diminuer les effets de la houle sur trois roselières prioritaires : construction d'îlots et gabions d'enrochement et de fascines végétales, engraissement de matériaux sédimentaires ou extraits des marais, plantation de végétaux aquatiques. Ceci peut localement assurer la protection physique et la restauration biologique, mais la seule mesure globale et durable serait de rendre au fonctionnement hydraulique une partie de sa « respiration », favorable à la fois à l'équilibre physique des berges et à la dynamique végétale.

Summary

Water level stabilisation in 1982 over lake Bourget has resulted in an intensified erosion of shoreline and littoral vegetation, with important impacts on biodiversity. Urgency measures were taken to reduce wave action over three priority reedbeds: stone or wood device were built, sediments or marsh soil were set and planted with aquatic vegetation. This can locally grant physical protection and biological restoration, but the only global and sustainable action would be give back some "respiration" to the hydraulic functioning; this would benefit both to physical shoreline balance and to the dynamic of the vegetation.

Zusammenfassung

Die Stabilisierung des Wasserspiegels des Lac du Bourget im Jahre 1982 hat zu einer verstärkten Erosion der Seeböschung und der Ufervegetation geführt. Rettungsmassnahmen zur Verringerung der Wirkung des Wellengangs wurden vorrangig für drei Röhrichtbestände in die Wege geleitet: es wurden kleine Inseln, Steinpackungen in Maschendraht zur Befestigung und pflanzliche Flechtwerke angelegt, Erdablagerungen oder Sumpfmateriale gedüngt und Wasserpflanzen angepflanzt. Diese Massnahmen können zwar lokal den physischen Schutz und die biologische Regenerierung sichern, aber als einzige umfassende und dauerhafte Lösung müsste man dem Wasserlauf einen Teil seines "Atems" zurückgeben, was sowohl dem physischen Gleichgewicht des Ufers als auch dem Pflanzenwuchs zugute kommen würde.

André Miquet
Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie
BP 51
F 73 372 LE BOURGET DU LAC
a.miquet@patrimoine-naturel-savoie.fr

Comme beaucoup de grands lacs péri-alpins, le lac du Bourget souffre d'une érosion des berges aggravée par la régulation des niveaux en 1982. Depuis cette date, le lac étant plus bas et plus stable, l'action érosive de la houle se trouve à la fois intensifiée (puisque rapprochée des fonds) et concentrée (puisque la ligne de rive est beaucoup moins fluctuante de mois en mois et d'une année sur l'autre). Il s'ensuit un processus d'érosion des berges et des sédiments littoraux à faible profondeur, fort préjudiciable à la diversité biologique (Miquet 1997).

Par ailleurs, la baisse généralisée des nappes (endiguement, incision du lit du Rhône, drainage superficiel) conduit à un assèchement des tourbières et bas-marais alcalins, avec les problèmes de banalisation et d'embroussaillage de la végétation.

Le Conservatoire du patrimoine naturel de la Savoie, en tant que gestionnaire de 230 ha de domaine public lacustre et de plusieurs dizaines d'hectares de prairies humides (marais de Chautagne), s'est donc vu maître d'ouvrage d'études et/ou de chantiers de conservation, avec deux objectifs :

- la restauration ou recréation de roselières aquatiques,
- la réhydratation des sols hydromorphes par la restauration de niveaux d'eau.

I- RESTAURATION OU RECRÉATION DE ROSELIÈRES AQUATIQUES

PAR DÉCAPAGE DE ZONES ATTERRIES

Elle a été pratiquée sur quatre sites entre 1996 et 2002 : étang des Aigrettes (5 ha), platières du Domaine de Buttet (3 ha), Les Mottets (2 ha), baie de Mémard à Aix les Bains (2 ha). Ces opérations ont été réalisées soit en continuité du milieu lacustre (décapages littoraux), soit dans les arrière-marais (platières isolées). Profilées entre 0 et -1,5 mètre de profondeur (en deçà ou au-delà de la rhizosphère, selon l'impact voulu sur la végétation : maintenance de clairières d'eau libre ou non), ces opérations ont parfois fait l'objet d'une veille archéologique, parfois d'une simple surveillance occasionnelle selon l'importance du risque.



Fig. 1 - Situation du lac du Bourget parmi l'ensemble des lacs alpins.

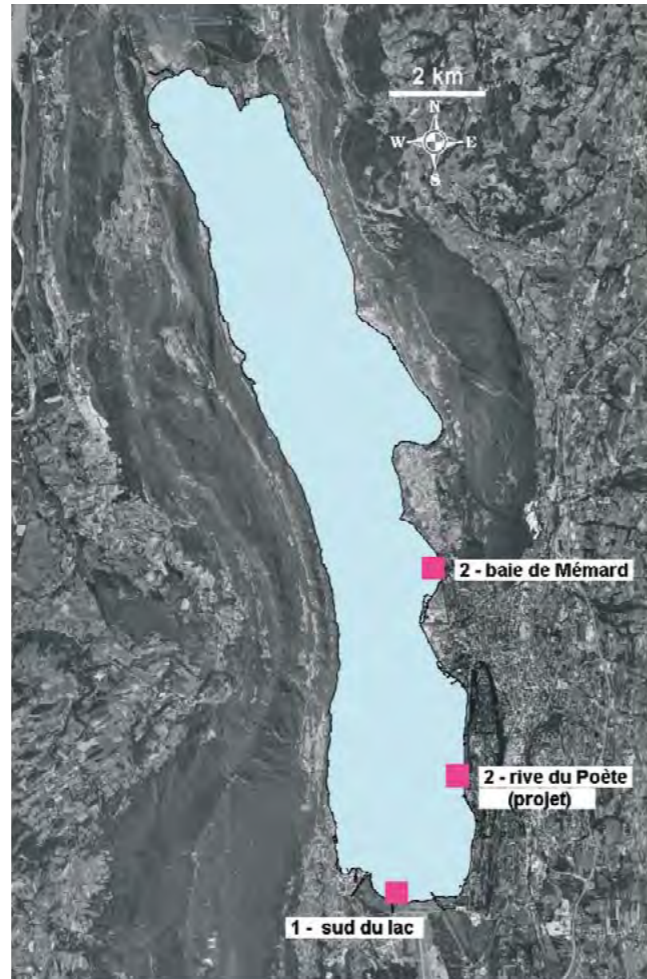


Fig. 2 - Configuration générale du lac et des sites aménagés. L'aspect de « fjord » illustre bien la sensibilité aux effets de la houle (vent dominant venant du nord, fetch total 18 km).

PAR PROTECTION DES BERGES CONTRE LA HOULE

Une étude diagnostic ayant démontré que les facteurs physiques (houle, régulation des niveaux, déchets flottants) étaient désormais les facteurs limitants de l'expansion des roselières, des dispositifs anti-houle importants ont été mis en œuvre,

- au sud du lac du Bourget : îlots d'enrochement prolongés de fascines végétales,
- à Aix les Bains : récifs de gabions de galets immergés,
- au sud-est du lac (projet) : restauration d'une nouvelle beine à l'équilibre.

Le dispositif anti-houle du sud du lac : l'importance de la houle (vagues pouvant dépasser 1,2 mètre) et les objectifs ornithologiques et pédagogiques ont conduit à la mise en place de trois îlots d'enrochement, un chantier et un ouvrage aux coûts et impacts visuels importants et qui ne sera pas renouvelé au lac du Bourget (fig. 3 et 4). Ces ouvrages (240 m de long) sont ajourés entre eux (deux « fenêtres » de 110 m au total) de manière à conserver le fonctionnement lacustre (persistance du phénomène de houle et de courants littoraux). Créer une « lagune » trop fermée aurait été une altération de l'écosystème. Ces en-

rochements ont été prolongés par 250 m de fascines végétales, dans une zone où le fetch est moins important ; ces fascines (construites dans 1, 5 m de profondeur) n'ont cependant pas résisté à des tempêtes de force moyenne. Les suivis montrent que les matériaux mis en place se maintiennent après une période de « réajustement » et de compaction.

Le dispositif anti-houle de Mémard : suite à ce constat, c'est un système de gabions d'enrochements qui a été retenu, non émergent pour des raisons paysagères (fig. 5 et 6). La vague persiste mais l'énergie subaquatique est brisée en passant à travers des galets ronds, contenus dans les grillages.

Le projet de reprofilage de berge à l'équilibre : à l'image des techniques développées au lac de Constance, on s'est efforcé ici de respecter au mieux le site ; la protection des rives est due à la « construction » de berges en équilibre, selon un rapport « granulométrie / pente » ajusté en fonction de la houle observée. Ainsi, ce n'est pas un obstacle qui freine la houle, c'est la berge elle-même : la pente et les graviers roulés absorbent l'énergie sans s'éroder ; les matériaux sont toutefois assis sur un « sabot » de gros blocs (fig. 7 et 8).

PAR APPORTS DE MATÉRIAUX ET VÉGÉTALISATION

Le tarissement des arrivées de matières en suspension est une cause de l'accroissement des processus d'érosion. Le phénomène était particulièrement criant au lac du Bourget, où le Rhône avant régulation déversait 2 mois par an en moyenne ses crues et ses alluvions, phénomène réduit à quelques jours par an depuis 1982. Mais partout, le curage des rivières, l'urbanisation ou les réseaux tendent à limiter les arrivées dans le lac (alluvions, colluvions).

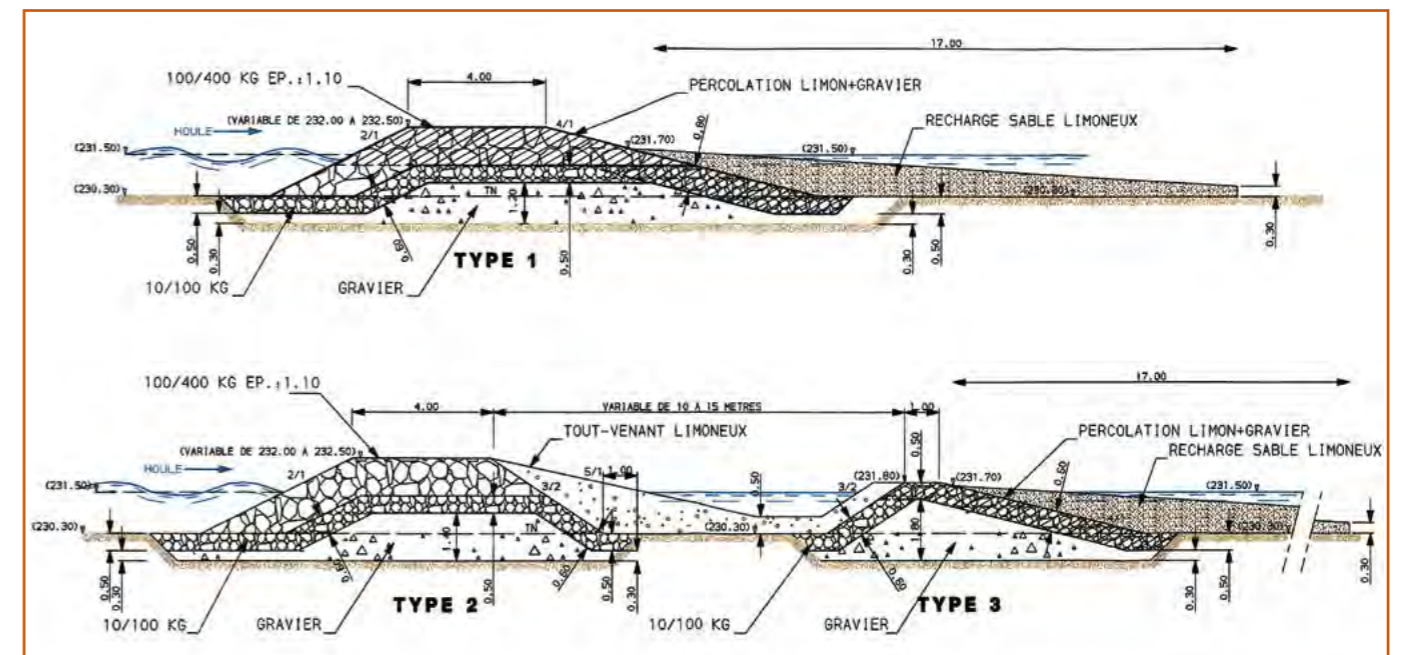


Fig. 4 - Chantier réalisé au sud du lac du Bourget : vue en coupe.



Fig. 3 - Chantier réalisé au sud du lac du Bourget : vue en plan.

Il y a là également, tout un champ d'étude et de sensibilisation afin de restaurer ce pan du « métabolisme » alluvion / érosion.

Apport de matériaux : Faute de pouvoir restaurer cet apport naturel, un « engraissement de berge » a été pratiqué au lac du Bourget, à l'abri des trois types de dispositifs anti-houles, et avec les matériaux des décapages évoqués plus haut. Deux techniques de contention ont été testées :

- *fascines végétales* : après deux ans, les matériaux sont remaniés (houle et surtout courant littoral résiduels), mais la masse n'a guère évolué ; par contre, une turbidité de ces sédiments tend à nuire aux jeunes bourgeons de végétaux plantés, et à prescrire la couverture par une toile coco.

- *fascines végétales + toile coco* : excellente tenue constatée, mais recul encore faible ; difficulté attendue pour l'extension latérale des plants étant donnée l'épaisseur de la toile utilisée.



Fig. 5 - Chantier réalisé à la baie de Mémard : vue en plan.

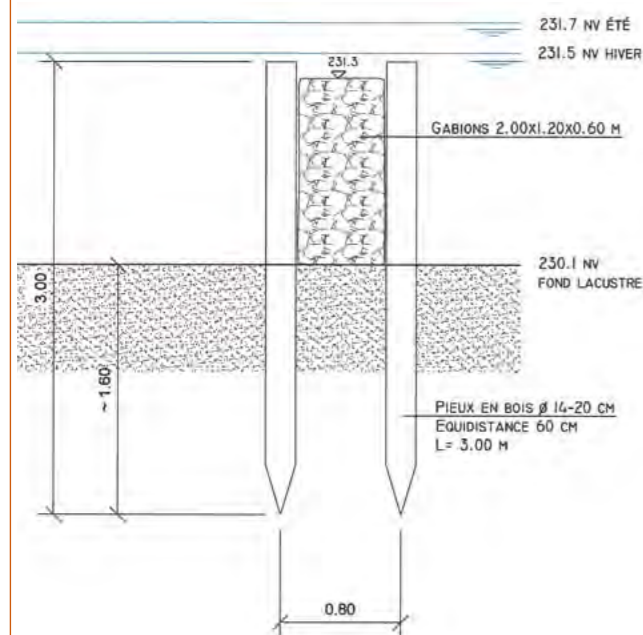


Fig. 6 - Chantier réalisé à la baie de Mémard : vue en coupe.

Les sédiments lacustres (partie meuble décapée avant d'implanter les îlots d'enrochement) et la terre issue du décapage de marais semblent tenir aussi bien.

Plantation d'hélophytes : la roselière d'origine étant jugée en trop mauvais état pour profiter des aménagements et se régénérer, des plantations de phragmite (*Phragmites australis*), scirpes lacustres (*Schoenoplectus lacustris*) et nénuphars (*Nuphar lutea* et *Nymphaea alba*) ont été réalisées. Les reprises ont été plus ou moins bonnes en fonction du substrat, de la profondeur et les tronçons (sans doute du fait de la houle résiduelle). Seules les touffes très fortes (grosses tontines de plus de 1 m de haut) protégées contre les oiseaux par des grillages ont survécu.

VERS UNE RENATURATION DES NIVEAUX D'EAU

Ces opérations de « génie écologique » sont justifiées par l'ampleur de la dégradation (point de non-retour pour une végétation morcelée et sénescence) et l'urgence pour certaines espèces (blongios nain, petit héron prioritaire pour l'Union Européenne).

Pour autant, la seule façon durable de gérer et conserver un écosystème lacustre et des berges est de restaurer autant que faire se peut la « respiration naturelle » des niveaux d'eau : élevés au printemps et en été, mais très bas à l'étiage de fin d'été. L'amplitude du marnage lacustre ainsi restaurée permettra une meilleure cicatrisation du système entre deux épisodes de houles : reprise de végétation, dispersion des déchets flottants, accumulations même temporaires de sédiments...

La maîtrise de l'activité nautique (avec ses impacts liés au batillage et aux ancrages et amarrages, ainsi qu'au dérangement de la faune sauvage) est également indispensable, nécessitant à la fois des actions d'ordre réglementaire et de protection physique (piquetage à l'aide de pieux espacés de 80 cm ; 8 000 m ont été implantés à ce jour au lac du Bourget, soustrayant 45 ha à toute navigation).

2- RÉHYDRATATION DE SOLS HYDROMORPHES

La tourbière de Chautagne a vu sa nappe phréatique baisser de 0,5 à plusieurs mètres de profondeur ; il s'en suit une banalisation lente mais inexorable de la végétation, d'autant moins réversible que la tourbe perd sa structure en se minéralisant.

Dans la mesure où la nappe ne peut être restaurée suffisamment pour réhydrater les horizons superficiels du sol (déterminants pour la végétation), le Conservatoire étudie la possibilité d'optimiser l'impact des eaux de surface de deux manières :

- en obturant les drains, avec un effet d'imbibition latérale probablement limité par la faible circulation de l'eau dans la tourbe,

- en « irriguant » le marais par des eaux soit phréatiques (pompées), soit fluviales (dérivées).

Cette dernière technique restaurerait l'hygrométrie mais avec des risques à préciser selon l'origine et la qualité de l'eau (eutrophisation) ; elle constitue probablement la seule chance de restaurer un écosystème palustre sur une surface significative (plusieurs dizaines d'hectares visés). Les études micro-topographiques et hydrauliques sont en cours ; le projet actuel consisterait à dériver de l'ordre 200 litres / seconde.

CONCLUSION

L'érosion des berges est une menace aiguë pour l'un des écosystèmes les plus riches et menacés d'Europe, à savoir la roselière aquatique ; cette érosion peut être contrée localement par des opérations plus ou moins lourdes de « génie écologique ». Toutefois, d'une manière plus globale et durable, il importe de faire prendre conscience aux autorités que l'enjeu véritable est d'ordre réglementaire : il s'agit d'une « dénaturation » non pas des berges mais du fonctionnement hydraulique et alluvionnaire de l'écosystème. Archéologues et écologues, deux forces de pression souvent trop faibles prises isolément, gagneraient à œuvrer en synergie dans ce débat, ainsi que dans celui de la réglementation de la navigation et de l'approche du patrimoine culturel et naturel, qui ici, encore plus qu'ailleurs, doit prévaloir pour la gestion de ces milieux d'exception.



Fig. 7 - Chantier en projet sur la rive sud-est : vue en plan.

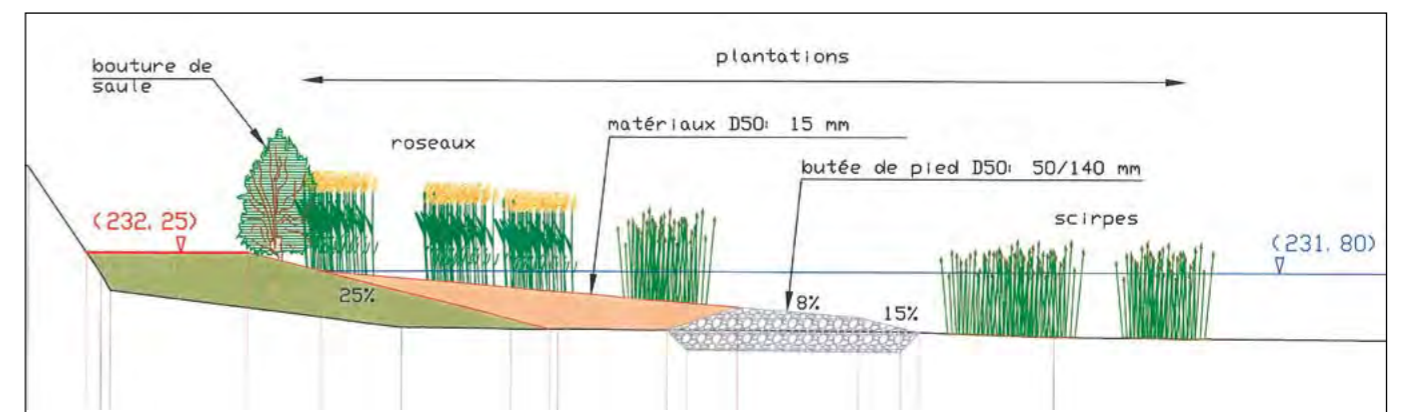


Fig. 8 - Chantier en projet sur la rive sud-est : vue en coupe.

BIBLIOGRAPHIE

Miquet 1997 : MIQUET (A). - La régulation du lac du Bourget (France) : nouveau fonctionnement hydraulique, impacts environnementaux. *Revue de Géographie Alpine*, 1997, 2 : p. 11-21.

La nappe phréatique et le patrimoine archéologique en milieu humide aux Pays-Bas

Robert van Heeringen et Liesbeth Theunissen

Traduction Sophie Verneau et Hans Peeters

• Résumé

L'évaluation de l'état actuel des monuments archéologiques est un des thèmes de recherche du Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB; service national pour l'héritage archéologique). Depuis cinq ans, un nombre d'études d'évaluation de qualité sont réalisées dans des zones différentes des anciens milieux humides à l'ouest des Pays-Bas. Ces études ont enrichi notre connaissance sur la condition de la ressource archéologique et les processus l'affectant. Ces résultats sont indispensables pour le dessin d'une nouvelle stratégie afin de protéger les sites menacés par l'agriculture. Nous avons désespérément besoin d'une politique de conservation intégrée et active, sinon les vestiges des générations précédentes ne pourront être transmis aux générations futures.

Les projets d'évaluation, conduits par la ROB dans la région côtière, peuvent être vus comme des mesures de ligne de fond pour certains paysages particuliers créés par l'homme et possédant une longue histoire d'occupation. Cette sorte de recherche est relativement nouvelle. Dans cette contribution, nous regarderons quelques-unes de ces résultats.

Summary

Assessing the current state of archaeological monuments is one of the research themes of the National Service for Archaeological Heritage (ROB). Over the past five years, a number of quality assessment studies are carried out in various parts of the palaeo wetlands in the western Netherlands. These have added a great deal to our knowledge of the condition of the archaeological resource and the processes affecting it. These results are indispensable to the drawing of a new strategy to protect threatened sites under cultivation. We desperately need an integrated and active conservation policy, or else the remains of previous generations can not be passed on to future ones.

The assessment projects, conducted by the ROB in the coastal area, can be seen as baseline measurements for a number of special manmade landscapes with a long occupation history. This kind of research is fairly new. In this contribution, we look at some of the results.

Zusammenfassung

Die Beurteilung des gegenwärtigen Zustandes der archäologischen Fundorte ist eines der Forschungsgebiete des Landesamtes für archäologisches Kulturgut. Seit fünf Jahren führt dieses an verschiedenen Orten der ehemaligen Feuchtgebiete im Westen der Niederlande zahlreiche Untersuchungen zur Qualitätsbeurteilung durch. Um unser archäologisches Erbe für die zukünftigen Generationen zu bewahren, brauchen wir eine etablierte und aktive Erhaltungspolitik. Wir möchten in diesem Aufsatz einige Ergebnisse dieses neuen Forschungsansatzes vorlegen.

R.M. van Heeringen, E.M. Theunissen

Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek / Service National pour l'Héritage Archéologique

Kerkstraat 1, Boîte Postale 1600

NL 3800 BP Amersfoort

r.van.heeringen@archis.nl; l.theunissen@archis.nl

SITES HUMIDES: UNE ARCHIVE VULNÉRABLE

Du 23 au 25 septembre 2004 a eu lieu la 2^e rencontre internationale "Archéologie et érosion" au Laténium, musée d'archéologie de Neuchâtel-Hauterive. Le congrès était organisé par Denis Ramseyer, conservateur adjoint de Laténium et professeur à l'Institut de Préhistoire de l'Université de Neuchâtel, en collaboration avec Marie-Jeanne Lambert, conservateur des Musées du Jura, Lons-le-Saunier, France. La 1^{re} réunion sur le même thème s'est déroulée en 1994 (Ramseyer, Roulière-Lambert 1996). "Archéologie et érosion" sont deux variables ayant une forte connection entre elles, spécialement lorsqu'il s'agit de sites en milieu humide. Dûs à l'absence d'oxygène, les restes archéologiques laissés par les anciens habitants sont très bien conservés, en particulier les matières organiques vulnérables. C'est une archive unique, pleine d'informations, qui permet de démêler et décrire de larges pans d'histoire (préhistoire). Les sites humides Suisses, les installations lacustres, renfermant un trésor d'informations archéologiques (planchers de bois et parois des maisons) et écologiques (pollen, brindilles, graines) sont renommés (Menotti 2004). Le site récemment publié de Steinhausen dans le canton de Zug en est une parfaite illustration (Eberschweiler 2004).

De par la nature de la côte hollandaise, de grandes régions des Pays-Bas peuvent être considérées comme une ressource unique pour l'archéologie. Le delta des fleuves du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut forme une archive spéciale des sols de sites humides, le niveau de la nappe phréatique ayant été élevé les siècles précédents. La préservation des quelques sites d'habitat de l'Âge du Fer dans les tourbières hollandaises est remarquable.

Un des nombreux problèmes de nos jours est l'érosion de cette archive extraordinaire. La plupart des monuments archéologiques à l'ouest des Pays-Bas sont situés dans des terres agricoles. Bien que la législation protège la plupart des sites menacés, dans beaucoup de cas les labours et drainages sont autorisés. Ceux-ci détruisent et endommagent sérieusement, lentement mais sûrement, notre héritage archéologique.

Ces dernières années, de plus en plus de pays de l'Europe nord-occidentale ont pris conscience du problème de cette insidieuse érosion du patrimoine archéologique (Coles et al. 2001; Purdy 2001; Oxford Archaeology 2002).

L'évaluation de l'état actuel des vestiges archéologiques est un des thèmes de recherche du *Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* (ROB: service national pour l'héritage archéologique). Depuis cinq ans, des études d'évaluation de qualité sont réalisées dans des zones différentes des anciens milieux humides à l'ouest des Pays-Bas. Ces études ont enrichi notre connaissance sur les conditions de conservation. Elles sont indispensables pour définir une nouvelle stratégie et protéger les sites menacés par l'agriculture. Nous avons désespérément besoin d'une politique de conservation intégrée et active, sinon les vestiges des générations précédentes ne pourront être transmis aux générations futures.

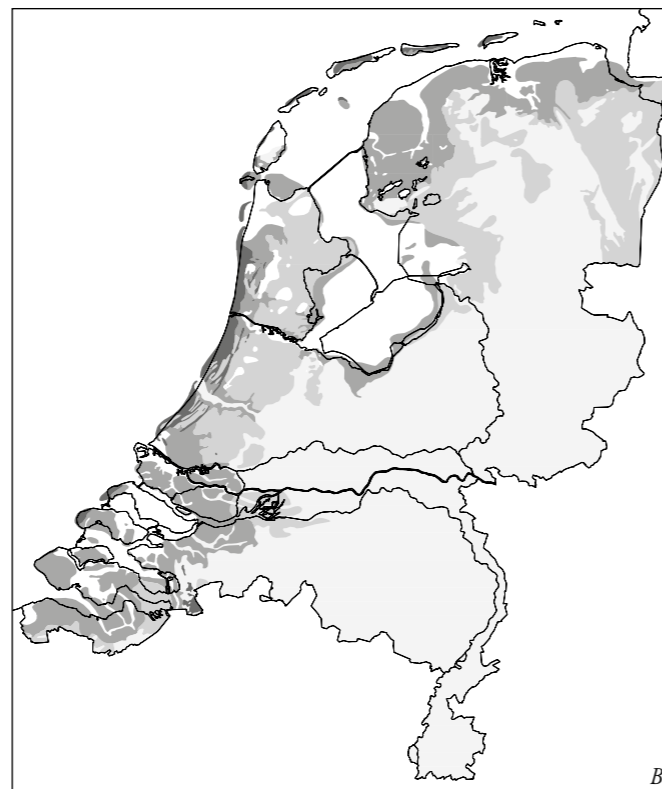
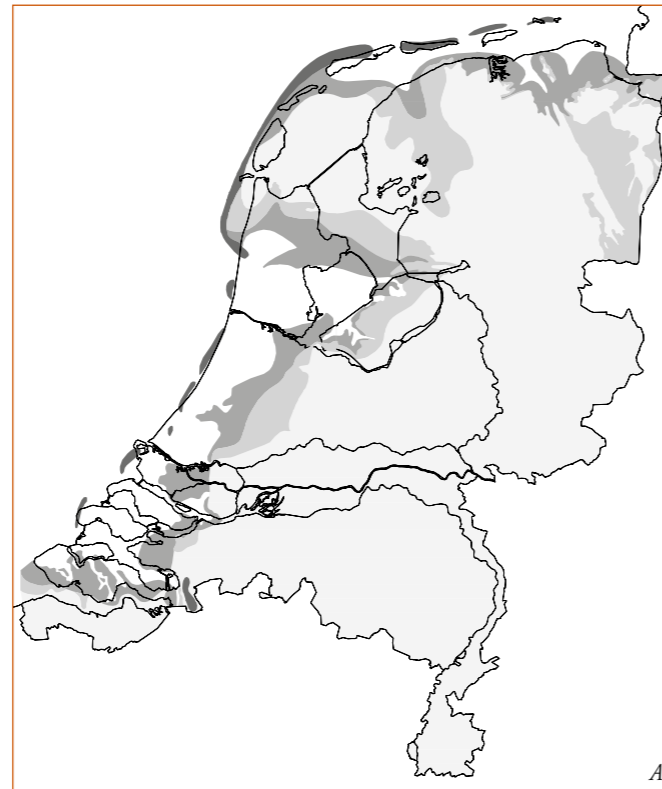


Fig. 1 Cartes paléogéographiques des sédiments holocènes aux Pays-Bas.

D'après Zagwijn 1986.

A. ca. 5000 BP;

B. ca. 1000 BP;

- 1. barrières côtières;
- 2. sédiments marins;
- 3. tourbe;
- 4. région sableuse pléistocène.

No.:	1
Province:	Noord-Holland
Project area:	West-Friesland and the Kop van Noord-Holland (de Gouw)
Project realization:	1999-2000
Number of sites:	15 (37)
Archaeological periods:	Late Neolithic, and Early Bronze Age
Literature:	Van Heeringen & Theunissen 2001a; 2001b
No.:	2
Province:	Zuid-Holland
Project area:	Voorne-Putten
Project realization:	2000-2002
Number of sites:	18
Archaeological periods:	Late Neolithic, Iron Age, and Roman period
Literature:	Van Heeringen & Theunissen 2002
No.:	3
Province:	Noord-Holland
Project area:	Broekpolder
Project realization:	2002-2003
Number of sites:	1
Archaeological periods:	Early Bronze Age, Iron Age, Roman period, and Middle Ages
Literature:	Van Heeringen, Smit & Theunissen 2004
No.:	4
Province:	Flevoland
Project area:	Schokland
Project realization:	1999-2004
Number of sites:	3
Archaeological periods:	Late Neolithic, and Middle Ages
Literature:	Van Heeringen, Mauro & Smit 2004
No.:	5
Province:	Noord-Holland
Project area:	Former Oer IJ estuary
Project realization:	2002-2005
Number of sites:	13
Archaeological periods:	Iron Age, and Roman period
Literature:	Theunissen & Van Heeringen 2005

Les projets ROB de surveillance archéologique à l'ouest des Pays-Bas (1999-2005).

Projects	1	2	3	4	5	SAM
coring						
soil profile description	x	x	x	x	x	x
oxidation-reduction boundary	x	x	x	x	x	x
occupation layer						
organic matter content	-	x	x	x	x	x
thin sections (micromorphology)	x	x	-	x	-	pm
archaeo-samples: artefacts	x	x	-	x	-	x
archaeo-samples: shell material	x	-	-	x	-	pm
archaeo-samples: botanical remains	x	x	x	x	x	x
archaeo-samples: pollen	-	-	-	-	x	pm
archaeo-samples: bone	x	x	-	x	-	pm
archaeo-samples: wood	-	-	-	-	-	pm
dipwell (water measurements)						
water level	x	x	x	x	x	x
redox potential	x	x	-	x	-	-
oxygen (O2)	x	x	x	x	-	-
electrical conductivity (Ec)	x	x	x	x	-	-
acidity (pH)	x	x	x	x	-	x
nitrate, sulfate a.o.	-	x	x	-	-	-
chloride	x	x	-	x	-	pm
temperature	x	x	-	-	-	-
burial environment (soil measurements)						
redox potential (occupation layer)	-	-	-	-	-	-
redox potential profile	-	x	x	-	x	x
chalk presence	-	-	x	-	-	x
acidity (pH) profile	-	-	x	-	x	x
pH buffering capacity	-	-	-	-	-	pm
soil water measurements	-	-	-	-	-	pm
climate/meteorological data						
precipitation/(crop)evaporation	-	x	x	-	x	x
on surface integrity data						
(not further worked out here)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	x

Les paramètres décrits dans les projets de surveillance archéologique à l'ouest des Pays-Bas (SAM).

Les projets d'évaluation conduits par la ROB dans la région côtière peuvent être vus comme des mesures de ligne de fond pour certains paysages particuliers créés par l'homme et possédant une longue histoire d'occupation. Ce type de recherche est relativement nouveau (van Dockum et al. 2001). Dans cette contribution, nous analyserons quelques-uns de ces résultats.

CADRE

Mission de la ROB (www.archis.nl): la prise de conscience croissante de l'érosion rapide du patrimoine archéologique a amené des changements dans la mission du service national archéologique ces dernières années (Lauwerier & Lotte 2002). Les fouilles de sauvetage à grande échelle dans les régions rurales et urbaines sont entre les mains du secteur privé sous de strictes conditions et régi par un nouvel acte de protection des monuments prévu en 2005 (accord révisé de la Convention de La Valette de 1992). En étroite coopération avec les départements de planification provinciaux et municipaux, d'autres agences gouvernementales et les propriétaires fonciers le travail se concentrent maintenant sur une politique de conservation intégrée. La préservation des sites et monuments dans leurs paysages historiques est un des nombreux objectifs (Convention de La Valette, article 4).

LES PAYS-BAS COMME CÔTE ARTIFICIELLE DEPUIS LES TEMPS PRÉHISTORIQUES

D'un point de vue géologique, les Pays-Bas sont à considérer comme un bassin sédimentaire. Deux systèmes principaux de rivière peuvent être distingués. La vallée du Rhin et de la Meuse forme le système sud. Le système nord, plus petit, est formé par la rivière Vecht. A l'ouest, près de la mer du Nord, le niveau pléistocène se situe 25 m sous le niveau de la mer. Sous l'influence de la montée de la mer après la dernière glaciation, ce bassin a été lentement rempli (Holocène; depuis 10 000 BC). Vers 6 000 BC, la mer a atteint le littoral actuel. Les barrières côtières se sont formées dans un paysage dynamique, toujours changeant (fig. 1). Depuis les temps préhistoriques, l'homme a parcouru ce paysage dynamique et s'y est établi lorsque les circonstances y étaient favorables. Autour de 1000 AD, le développement naturel du paysage a touché à sa fin. Le bassin s'est comblé de couches de sable et d'argile, et des régions étendues de tourbe se sont formées. Mer et terre se sont équilibrées. L'épaisseur de la couche de tourbe dans le centre et l'ouest de la Hollande de 5 à 10 m. Les tourbières ont été colonisées et transformées en terre cultivable. Des fossés et des canaux furent creusés. L'oxydation et le tassement ont provoqué un abaissement de la surface. Des digues furent montées à la hâte. La gestion intensive des terres a converti les marécages des Pays-Bas en un paysage artificiel sous le niveau de la mer dont le niveau de l'eau est entièrement contrôlé par l'homme (Van de Ven 1993).

DIFFÉRENTS TYPES DE SITES EN MILIEU HUMIDE

Selon la genèse naturelle et anthropogène du paysage, quatre contextes pour les sites en milieu humide peuvent être grossièrement distingués. Sans viser l'exhaustivité, ils peuvent être ainsi décrits (fig. 2) :

- 1.- Sites dans des zones aquatiques actuelles, comme les rivières, les lacs, la région des Wadden, ou encore les bras de mer non endigués de la mer du Nord. Il s'agit de bateaux coulés, de restes de ponts et de villages "noyés" ;
- 2.- Vestiges archéologiques dans d'anciennes zones aquatiques. Il faut penser aux épaves navales dans les régions poldérisées et des lieux de sacrifice dans les méandres, les lacs et marais envasés ;
- 3.- Sites dans des parties basses du paysage pléistocène, comme les vallées fluviales ou dans les régions de tourbière. Ce sont des aménagements construits dans les vallées (ponts, plateformes) et chemins de planches ;
- 4.- Sites dans les anciens deltas. Il s'agit d'implantations (déjà alors non rehaussées) dans les régions de prés salés et sur les terres littorales, levées naturelles ou tourbière.

1. Sites dans les zones aquatiques actuelles

Les épaves maritimes sont les plus fréquents vestiges situés dans ce genre de contexte. Elles se trouvent aussi bien dans la mer du Nord que dans les îles de Wadden, régions dynamiques où les épaves sont régulièrement dégagées par le courant marin. À partir de 1980 environ, le soin pour ce patrimoine subaquatique a été pris systématiquement en compte aux Pays-Bas. Initialement, l'attention était orientée obligatoirement sur l'instrumentation légale, les techniques de recherche, l'inventarisation des lieux des épaves et le milieu de déposition (Maarleveld 1998). Depuis peu, l'attention se porte plus particulièrement sur la gestion physique et la surveillance. Depuis une première protection physique en 1987 d'une épave maritime, un navire du XVII^e siècle de VOC (Vereniging van de Oostindische Compagnie, Association de la compagnie des Indes Orientales) et 4 navires sont actuellement physiquement protégés dans la partie ouest de la mer de Wadden (fig. 2, a : Vos 2003). Lors du projet Moss (2000-2004 : EU Culture 2000 ; www.mossproject.com), un de ces navires, également un navire marchand du XVII^e siècle, a servi de test pour le développement futur de méthodes pour la protection physique et la surveillance (Manders 2003, 2004 ; Manders, Lüth 2004 ; Palma 2004 ; Vroom, Koppen 2003 ; Vos 2003).

Un autre type de site subaquatique est celui des ponts dans les rivières. Les vestiges de ponts romains dans la Meuse à Cuijk et à Maastricht ont été étudiés sous la loupe ces dernières années. Les mouvements d'eau causés par la crue et la circulation des bateaux à moteur (hélices) constituent une sérieuse menace pour ces constructions. Une étude approfondie vient de paraître récemment sur la qualité physique et les chances de préservation des vestiges du pont romain dans la Meuse près de Maastricht (fig. 2, b-c ; Vos 2004).

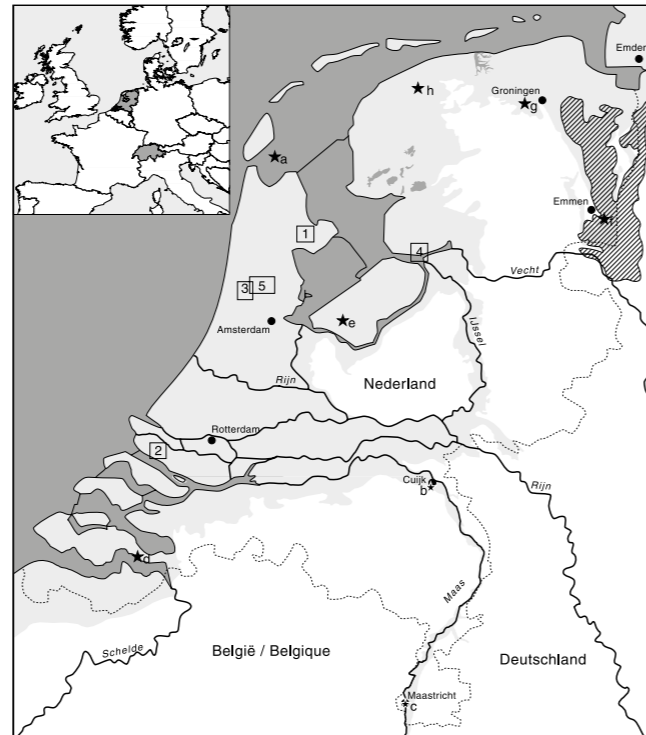


Fig. 2 - Carte générale simplifiée des Pays-Bas ; en gris la région sous le niveau de la mer (Holocène), en blanc la région au-dessus du niveau de la mer (Pléistocène) et en hachuré l'élargissement maximal de l'ancien Bourtangter Moor (les tourbières de Bourtangter).

Régions, sites et fleuves nommés dans le texte : a. partie ouest de la mer de Wadden ; b. Cuijk ; c. Maastricht ; d. Valkenisse ; e. polders de IJsselmeer ; f. Nieuw-Dordrecht ; g. Wierden et Waarden (Middag-Humsterland) ; h. Lancewad. Pour les projets régionaux, voir tableau 1.



Fig. 3 - Remblais pour la protection du « village noyé » de Valkenisse, province Zeelande.

Dans la province de Zeelande, au sud-ouest des Pays-Bas, de nombreux villages ont disparu suite aux inondations marines au Moyen Âge. Ils sont nommés "villages noyés" (Kuipers 2004). Nombre de ces vestiges sont maintenant hors des digues, dans des régions sujettes aux marées. Dû aux déplacements des chenaux les vestiges de ces villages médiévaux s'érodent. Une telle menace pesant sur l'ancien village Valkenisse dans le Westerschelde, celui-ci a été prospecté et arpenté entre 1992 et 2003 et des mesures de gestion ont été prises (fig. 2, d). Ainsi deux épaisses digues ont été érigées pour diminuer la vitesse du courant des marées dans l'Escaut et pour pourvoir à l'envasement (fig. 3).

2. Vestiges archéologiques dans les anciennes zones aquatiques

Une autre catégorie de sites bien représentée aux Pays-Bas - un pays avec une longue histoire de poldérisation - se situe dans les anciennes zones aquatiques. Les épaves de bateaux dans les polders de IJsselmeer sont un exemple de l'archéologie maritime, où l'on vise à une stratégie active de préservation *in situ* (fig. 4 et 5 ; Oosting 2003). La plupart des plus de quatre cents épaves connues ont été fouillées depuis le début de la poldérisation en 1942. Les épaves encore actuellement présentes sont menacées par l'assèchement. Une méthode a été développée pour augmenter artificiellement le niveau de la nappe phréatique à l'endroit de l'épave afin que le bois reste continuellement sous la nappe phréatique. En 2003, la qualité du bois d'une épave de navire du XVI^e siècle ainsi "empaqueté"

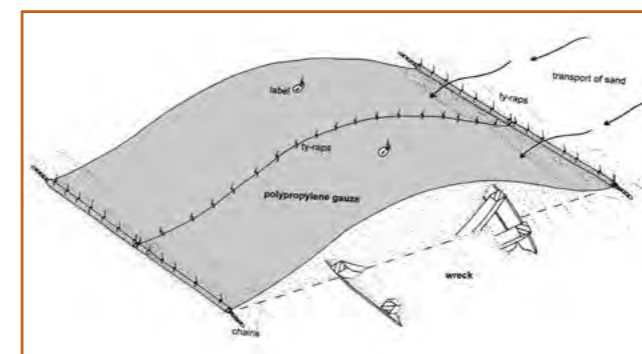


Fig. 4 - Méthode pour la protection physique des épaves navales subaquatiques. D'après Manders 2004.

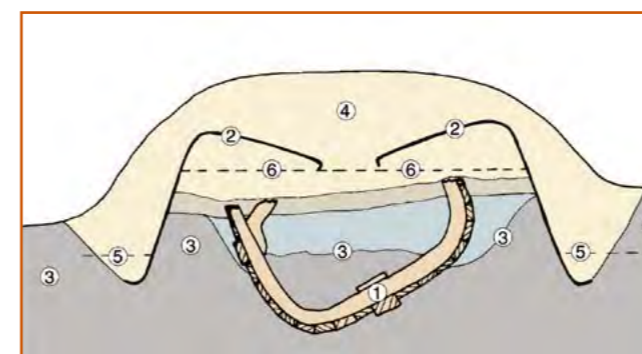


Fig. 5 - Méthode de protection des épaves navales dans les polders de IJsselmeer. Légende : 1. épave navale ; 2. bâche plastique ; 3. sédiment original ; 4. sédiment déposé sur l'épave après le bâchage ; 5. niveau de la nappe phréatique en dehors du « tube plastique » ; 6. niveau de la nappe phréatique à l'intérieur du « tube plastique ».

a été comparée avec celle d'un bateau aussi vieux où une seule couche de terre avait été déposée. Force était de constater que le bois du bateau mentionné en premier est resté en meilleure condition de conservation.

D'autres exemples de ce type de contexte, mais de dimensions plus réduites, sont des méandres, des lacs et marais envasés utilisés depuis la préhistoire par l'homme, essentiellement pour des actes rituels. Les ruines de pingo dans le Drenthe, par exemple, ont livré des dizaines d'objets en matière organique mis au jour lors de l'exploitation des tourbières aux XVIII^e et XIX^e siècles. Les anciens ruisseaux et méandres de rivière peuvent aussi posséder un contenu tout à fait exceptionnel, par exemple la découverte d'une pirogue dans la branche nord du Rhin et un dépôt d'ossements animaux et de fibules dans un petit méandre d'un ancien ruisseau à Neer, dans le Limbourg. Il s'agit généralement de trouvailles fortuites et de phénomènes difficilement détectables, ce qui exclut quasiment la possibilité de préservation *in situ*.

3. Sites humides dans des parties basses du paysage pléistocène

Les régions humides et basses du paysage sableux pléistocène conservent souvent une archive particulière. À l'occasion de projets de gestion dans les vallées concernant l'aménagement de méandres artificiels des ruisseaux canalisés, des vestiges particuliers ont été découverts, comme des gués, pièges à poissons, dépôts (parfois rituels), etc. Par leur état de conservation, privées d'oxygène grâce à leur position sous la nappe phréatique, ces découvertes sont spectaculaires. Pour l'archéologie, ces conditions en zones sableuses forment un complément de grande valeur. La gestion de ces sites, difficiles à détecter, pose cependant des problèmes. Pour mieux cerner cette problématique, la ROB a mis en place un projet de recherche et de gestion (Gerritsen & Rensink 2004).

Les vestiges archéologiques dans les tourbières forment un autre type de sites en milieu humide, dans les zones basses du secteur pléistocène. Un exemple est l'ancien Bourtangter Moor (les tourbières de Bourtangter), dans le nord-est du pays. Cette tourbière s'étendait jusqu'en Niedersachsen, de l'autre côté de la frontière allemande, et était la plus vaste d'Europe. Dans la tourbe se trouvent, entre autres, de nombreux chemins de planches préhistoriques et historiques. Actuellement, le Bourtangter Moor a presque entièrement été exploité et quelques restes fragmentaires sont préservés avec beaucoup de difficulté (Groenendijk 2003), par exemple dans la réserve naturelle du Oosterbos, au sud-est de Emmen (fig. 2, f). Avoisinant la réserve à Nieuw-Dordrecht se trouve un site classé, couvrant 400 m d'un chemin néolithique en planches d'une longueur totale d'un kilomètre. Le terrain (13,4 ha) où se situe ce chemin ne contient plus de tourbe vivante et subit un assèchement. Cependant, c'est un des rares exemples aux Pays-Bas où l'on essaye activement d'améliorer les conditions de préservation (fig. 6 ; Eerden 1995 ; Van Heeringen & Theunissen 2005).

4. Sites dans les anciens deltas

La genèse dynamique de grandes régions des Pays-Bas, un delta et un bassin sédimentaire, est à l'origine du développement des différents paléo-milieus humides. La structure stratifiée des sédiments dans le delta signifie que les vestiges archéologiques sont inclus dans des couches de tourbe et de limon souvent situés juste sous la surface. Nous connaissons des établissements de la culture des sépultures individuelles dans les anciens prés salés à Aartswoud (projet régional, fig. 2, no. 1), des tertres romains dans un paysage péri-marin à Krommenie (fig. 2, projet régional, fig. 2, no. 5) et des fermes de l'Âge du Fer dans des tourbières à l'ouest de Spijkennisse (projet régional, fig. 2, no. 2).

Ce contexte diffère légèrement des trois précédents. Il ne s'agit pas seulement de sites archéologiques, mais plus encore de lieux paysagers. L'approche focalisée sur le paysage mène à une croissance de la complexité des aspects de dégradation. Les paléo-milieus humides sont situés dans des régions rurales où le niveau de la nappe phréatique est contrôlé (les polders). Tous les jours, ils subissent l'influence des activités agricoles, comme le labour et l'assèchement dû à l'abaissement du niveau d'eau.

Depuis quelques années, des initiatives ont été prises pour inventorier le fond archéologique et déterminer la qualité de ces vestiges afin de pouvoir influencer positivement les conditions de préservation, par exemple les projets *Lancewad* et *Wierden-en-Waarden* au nord des Pays-Bas (fig. 2, g-h; Volmer *et al.* 2001; Groenendijk 1997). À l'ouest du pays, la ROB a effectué une série cohérente de projets d'étude de la qualité physique, des paramètres de dégradation et de développement de méthodes de surveillance. Les résultats de ces projets seront présentés dans le paragraphe suivant.

LES PROJETS ROB DE SURVEILLANCE ARCHÉOLOGIQUE À L'OUEST DES PAYS-BAS (1999-2005)

La série de projets pilotes d'étude de la qualité physique, la détermination des paramètres de dégradation et le développement de méthodes de surveillance ne peuvent être décrites en détail ici. Nous nous contenterons seulement de présenter trois thèmes de recherche et de donner des références bibliographiques dans le tableau 1 (voir également www.archis.nl). Les projets ont permis l'identification d'un nombre de paramètres primordiaux pour la définition de l'état de conservation actuelle (mesure de référence) relatif à la capacité conservatrice du milieu. Le tableau 2 présente quel paramètre est le sujet d'étude dans quel projet. En résumé, il a été constaté que la qualité des restes organiques est fortement dépendante des valeurs d'oxygène dans le sol et par conséquent du niveau de la nappe phréatique.

Mesurer le niveau de la nappe phréatique

Un des plus importants paramètres pour les conditions de conservation est la saturation du sol par l'eau. Cette influence



Fig. 6 - Relevé d'un profil d'oxydoréduction en juin 2004 sur un chemin de tourbe à Nieuw-Dordrecht avec un appareil développé par la ROB Degradation of the Soil Archive Programme (Senter project 2003/2004, TSA02102: A. Smit/A. Beeker).

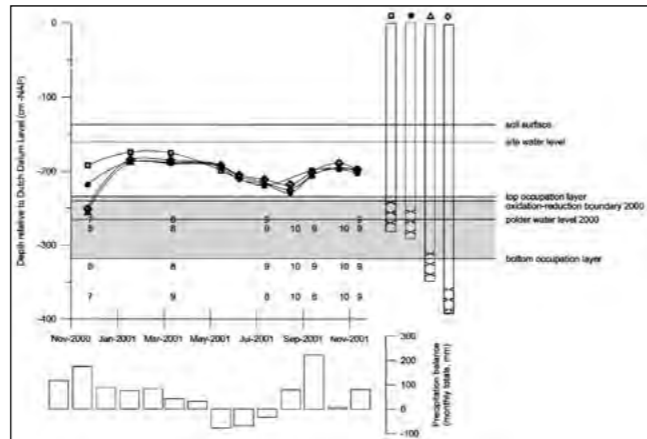


Fig. 7 - Exemple de mesures des divers paramètres du sol en 2000-2001 sur le site protégé de Spijkennisse-Vriesland, province de Hollande du sud. Niveau de la nappe phréatique et mesure d'oxydoréduction du site néolithique de Spijkennisse-Vriesland, province de Hollande du sud. Les symboles indiquent les valeurs enregistrées, les lignes sont une interpolation. Les nombres indiquent la qualité d'oxydoréduction à différentes profondeurs, échelle de 1 (très mauvaise qualité) à 10 (très bonne qualité).

résulte du fait que les valeurs d'oxygène sont plus basses au dessous la nappe phréatique, provoquant la stagnation ou le ralentissement du processus de décomposition par oxydation. En 1999 les premiers essais de mesures du niveau d'eau sur trois sites archéologiques dans De Gouw (fig. 2, 1) par placement de tubes indicateurs de niveau furent suivis deux ans plus tard par une approche plus systématique. Pendant un an le niveau d'eau fut mesuré manuellement tous les deux mois sur treize sites des anciennes îles de Voorne et Putten (fig. 2, 2). Lors du projet Vinexwijk Broekpolder à Heemskerk (fig. 2, 3) en 2002-2003 la méthode a vu une troisième étape de développement. À plusieurs endroits, le niveau d'eau a été automatiquement mesuré quatre fois par jour à l'aide d'un *diver* (« plongeur ») et les données transmises par modem-GSM (système *e-sense*) à un site du web (voir Smit 2004a, 2004b). En corrélation avec des données de précipitation et d'évaporation, la série annuelle de mesures peut être utilisée pour prévoir des effets de changement climatique sur le futur niveau d'eau à condition qu'un certain nombre de conditions hydrologiques soient satisfaites.



Fig. 8 Photographie aérienne d'un site néolithique près d'Aartswoud (Culture des sépultures individuelles), situé dans un paysage de prés salés avec canaux et talus. La couche d'occupation est labourée et se présente en surface comme une terre brun foncé à noire avec des fragments de coquillage.

Mesurer le potentiel d'oxydoréduction

Le potentiel d'oxydoréduction est une mesure pour la capacité d'oxydation du sol. Elle exprime la force (grande force pour un potentiel bas, petite force pour un potentiel élevé) avec laquelle le milieu du sol subit l'oxydation. Dans un premier temps, des expériences ont été réalisées pour mesurer le potentiel d'oxydoréduction de l'eau souterraine. Ensuite le potentiel des couches sédimentaires a été mesuré à l'aide d'électrodes. Des bâtons de sondage et un appareil périphérique ont été spécialement développés dans ce but. Actuellement, nous optons pour des séries de mesures à différents niveaux (profils d'oxydoréduction) afin de pouvoir étudier la variation verticale dans le temps. Un exemple est donné dans le graphique de la fig. 7. Par la suite, des modèles digitaux seront développés pour produire des cartes de prévision sur les conditions de préservation de différentes unités hydro-géologiques.

Mesurer la qualité de macrorestes botaniques et zoologiques

Des spécialistes en archéobotanique et archéozoologie ont mis en place des méthodes pour décrire le processus de dégradation des matériaux organiques (e.a. Vernimmen 2002; Jans 2002; Jans

et al. 2004). Des classes de conservation ont été définies pour permettre la comparaison de différents sites. Il est important que la qualité (valeur d'information) du matériel non-carbonisé soit évaluée par rapport à la qualité de ce matériel au moment de la déposition. Des processus de formation anthropique et naturelle jouent un rôle important et l'analyse micromorphologique de lames minces peut être utile (Kooistra & Makaske 2002; Exaltus 2004). Dans ce cadre, une mauvaise qualité dans le sens botanique peut, dans la perspective de la surveillance archéologique, être le meilleur indice de ce qui nous reste (actuellement) d'une certaine période, dans une région spécifique. C'est cette dernière qualité que nous voulons protéger.

Évaluation intégrale et mesures de protection

Les résultats des recherches orientées sur la qualité des matériaux archéologiques et les conditions hydrologiques et géochimiques sont combinés et évalués selon une systématique développée récemment (Deeben *et al.* 1999). À partir de critères archéologiques, tels que la rareté et la valeur d'ensembles de sites, cette systématique donne la primauté à l'état de préservation (condition physique et degré de conservation).

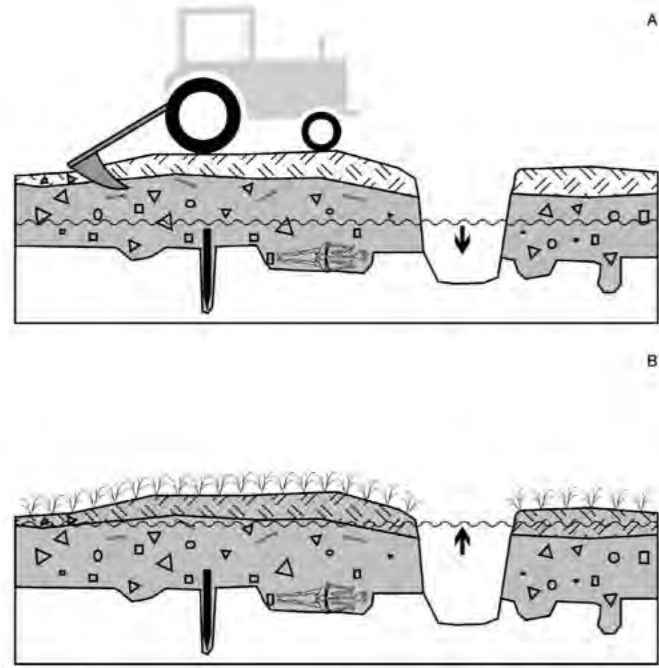


Fig. 9 - Érosion insidieuse (A) et préservation durable (B). La partie supérieure de la couche d'occupation gris foncé est perturbée par le labour, et incorporée dans la terre arable; B. le terrain est maîtrisé favorablement pour l'archéologie, la terre arable est transformé en herbage et le niveau du polder est adapté.



Fig. 10 - Préservation active in situ. Implantation de la culture de Vlaardingien, Néolithique final (Spijkenisse-Vriesland, Voorne-Putten, Hollande du sud): un des rares sites protégés aux Pays-Bas avec un niveau de la nappe phréatique contrôlé (Foto Ruurd Kok, Leiden).

La synthèse interdisciplinaire donne des perspectives sur les conditions de préservation les plus adéquates ainsi que sur les mesures à prendre. Malheureusement, aucune condition ne permet la meilleure garantie de préservation pour tous les matériaux en même temps (Kars et Smit 2003). Dépendant de l'état de dégradation et de la valeur d'information des vestiges (matériaux et traces) présents, il s'agit toujours d'un travail sur mesure.

Comme remarqué précédemment, les paléo-milieus humides à l'ouest des Pays-Bas se trouvent près de la surface et sont donc menacés par les labours profonds et l'abaissement du niveau d'eau. Nous pouvons mentionner par exemple les sites du Néolithique final en Hollande du Nord (fig. 2, 1; fig. 8). Non seulement le niveau d'eau trop bas provoque une érosion rapide, mais également le labour profond intensif des terres. La préservation optimale peut être atteinte si les terrains sont transformés en pâturage en association avec un niveau d'eau élevé, où il est interdit de toucher au tapis de verdure (fig. 9).

Préserver pour le futur

Un certain nombre d'initiatives et de projets concernant la recherche des conditions de préservation et l'évaluation de la qualité des terrains ont été déployés ces dernières années. L'évaluation de tous les résultats mentionnés permettra de réunir toute la connaissance et l'expertise de ce nouveau champ d'étude. En 2005, nous visons l'établissement d'un ensemble de directives pour la recherche dans le cadre de la surveillance de la qualité archéologique (*Standaard Archeologische Monitoring*). Ces directives seront incorporées dans la *Kwaliteitsnorm voor de Nederlandse Archeologie* (norme de qualité pour l'archéologie néerlandaise), entretenue et supervisée par le *College voor de Archeologische Kwaliteit* (collège pour la qualité archéologique; www.cvak.org).

Les études effectuées dans plusieurs paléo-milieus humides à l'ouest des Pays-Bas ont considérablement approfondi notre connaissance sur la condition de notre héritage archéologique et les processus en jeu. Peu à peu, nous disposons d'un instrument politique permettant de formuler de meilleurs conseils et les futures mesures à prendre. Il est évident que la nappe phréatique joue, dans ce contexte, un rôle essentiel.

Dans cette contribution, nous avons essayé de donner une impression des premiers pas vers la conservation durable *in situ* des gisements menacés des milieux humides aux Pays-Bas. Néanmoins, la route est encore longue.

BIBLIOGRAPHIE

Bauerochse, Hassmann 2002 : BAUEROCHSE (A.), HASSMANN (H.), éd. - *Peatlands. Archaeological sites – archives of nature – nature conservation – wise use* (Proceedings of the Peatland Conference 2002 in Hannover, Germany), Rahden, 2003.

Coles 1995 : COLES (B.J.). - *Wetland Management: a survey for English Heritage and WARP*, WARP Occasional Paper, n° 9, Exeter, 1995.

Coles et al. 2001 : COLES (B.J.), OLIVIER (A.), BULL (D.), éd. - *The Heritage Management of Wetlands*, (also *Europae Archaeologiae Consilium occasional paper n° 1* and *WARP Occasional Paper 16*), Exeter, 2001.

Deeben et al. 1999 : DEEBEN (J.), GROENEWOUT (B.J.), HALLEWAS (D.P.), WILLEMS (W.J.H.). - Proposals for a practical system of significance evaluation in archaeological heritage management, *European Journal of Archaeology* 2, 1999, p. 177-200.

Dockum et al. 2001 : DOCKUM (S.G. VAN), HALLEWAS (D.P.), HEERINGEN (R.M. VAN), JUNGRIUS (E.). - The Netherlands: Some Recent Initiatives, In: *COLES et al. 2001*, p. 35-46.

Eberschweiler 2004 : EBERSCHWEILER (B.). - *Bronzezeitliches Schwemmgut vom 'Chollerpark' in Steinhausen (Kanton Zug). Bemerkenswerte Holzfunde vom nördlichen Zugsee sowie weitere bronzezeitliche Hölzer von Fundplätzen an Gewässern der Zentral- und Ostschweiz* (Antiqua 37), Basel, 2004.

Eerden 1995 : EERDEN (M.), 1995. - *Inrichten met 'diepgang'. Actief omgaan met archeologie in landinrichtingsprojecten*, Amersfoort/Utrecht, p. 29-30.

Exaltus 2004 : EXALTUS (R.P.). - Micromorphological analysis of thin sections, In: *VAN HEERINGEN et al., éd. 2004*, p. 59-71.

Gerritsen et Rensink 2004 : GERRITSEN (F.) RENSINK (E.). - *Beekdallandschappen in archeologisch perspectief. Een kwestie van onderzoek en monumentenzorg*, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten 28), 2004.

Groenendijk 1997 : GROENENDIJK (H.-A.). - Terpen: a Shared Responsibility for a Shared Interest, In: *WILLEMS (W.J.H.), KARS (H.), HALLEWAS (D.P.), Éd., Archaeological Heritage Management in the Netherlands*, Amersfoort/Assen, 1997, p. 239-255.

Groenendijk 2003 : GROENENDIJK (H.-A.). - New archaeological issues in the former Bourtangter Moor (The Netherlands). In: *BAUEROCHSE, HASSMANN, éd., 2003*, p. 36-47.

Jans et al. 2004 : JANS (M.M.E.), THEUNISSEN (E.M.), VAN HEERINGEN (R.M.), SMIT (A.), KARS (H.). - Monitoring the Quality of Archaeological Bone *in situ*, In: *LAUWERIER (R.C.G.M.), PLUG (I.), éd., The Future from the Past. Archaeozoology in wildlife conservation and heritage management*, Oxford, 2004, p. 133-140.

Kars et Smit 2003 : KARS (H.), SMIT (A.). - éd.: *Handleiding fysiek behoud archeologisch erfgoed: degradatiemechanismen in sporen en materialen. Monitoring van de conditie van het bodemarchief*, Amsterdam 2003 (*Geoarchaeological & Bioarchaeological Studies*, 1).

Kok 2004 : KOK (R.). - Zorgenkind aan het infuus. De neolithische veenweg van Nieuw-Dordrecht, *Archeologie Magazine*, no 4, 2004, p. 60-64.

Kooistra et Makaske 2002 : KOOISTRA (M.-J.), MAKASKE (B.). - Micromorphological Research on Site Formation Processes, In: *HEERINGEN (R.M. VAN), THEUNISSEN (E.M.), Éd., 2002*, p. 115-136.

Kuipers 2004 : KUIPERS (J.J.B.), éd. - *Sluimerend in slik. Verdrongen dorpen en verdrongen land in zuid-west Nederland*, Middelburg/Vlissingen, 2004.

Lauwerier et Lotte 2002 : LAUWERIER (R.C.G.M.), LOTTE (R.), éd. - *Archeologiebalans 2002, Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, Amersfoort, 2002.

Manders 2004 : MANDERS (M.). - Combining "monitoring, safeguarding and visualization" to protect our maritime heritage, *Moss Final Report*, Helsinki, 2004, p. 74-75.

Manders et Lüth 2004 : MANDERS (M.), LÜTH (E.). - Safeguarding, *Moss Final Report*, Helsinki, 2004, p. 63-73.

Menotti 2004 : MENOTTI (E.). - *Living on the lake in prehistoric Europe. 150 years of lake-dwelling research in prehistoric Europe*, London.

Oosting 2003 : OOSTING (R.). - Monitoring and safeguarding wrecks in the IJsselmeerpolders, *Moss Newsletter* n° 4, 2003, p. 16-17.

Oxford Archaeology 2002 : *The Management of Archaeological Sites in Arable Landscapes*, Oxford, 2002.

Palma 2004 : PALMA (P.). - Final report for the monitoring theme of the Moss project, *Moss Final Report*, Helsinki, 2004, p. 8-48.

Purdy 2001 : PURDY (B.A.). - *Enduring Records. The Environmental and Cultural Heritage of Wetlands*, Oxford, 2001.

Ramseyer et Roulière-Lambert 1996 : RAMSEYER (D.), ROULIÈRE-LAMBERT (M.-J.), éd. - *Archéologie et érosion. Mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres. Actes de la Rencontre Internationale de Marigny, Lac de Chalain (29-30 septembre 1994)*, Lons-le Saunier, 1996.

Smit 2002 : SMIT (A.). - The Preservation Potential of the Burial Environment, In: *VAN HEERINGEN, THEUNISSEN 2002*, p. 91-113.

Smit 2004a : SMIT (A.). - Monitoring the burial environment, In: *VAN HEERINGEN, SMIT, THEUNISSEN 2004*, p. 21-34.

Smit 2004b : SMIT (A.). - Monitoring the burial environment of terrestrial wet archaeological sites in the Netherlands, *Conservation and management of archaeological sites* 6, (n° 3 et 4), p. 325-332.

Theunissen et Van Heeringen 2005 : THEUNISSEN (E.M.), HEERINGEN (R.M. VAN), éd.: (in voorbereiding): *Archaeological monitoring in the former Oer IJ estuary. A pilot study on the preservation capacity of a late prehistoric landscape*, Amersfoort 2005 (Nederlandse Archeologische Rapporten).

Van de Ven 1993 : VEN DE VEN (G.P.), éd.: *Man-made lowlands. History of water management and land reclamation in the Netherlands*, Utrecht.

Van Heeringen et al. 2001a : VAN HEERINGEN (R.M.), THEUNISSEN (E.M.). - Repeated water table lowering in the Dutch delta: a major challenge to the archaeological heritage management of pre- and protohistoric wetlands, In: *PURDY (B.A.) éd. Enduring Records. The Environmental and Cultural Heritage of Wetlands*, Oxford, 2001, p. 271-276.

Van Heeringen, Theunissen 2001b : VAN HEERINGEN (R.M.), THEUNISSEN (E.M.), éd.: *Kwaliteitsbepalend onderzoek ten behoeve van duurzaam behoud van neolithische vindplaatsen in West-Friesland en de Kop van Noord-Holland*, Amersfoort, 2001 (Nederlandse Archeologische Rapporten, 21).

Van Heeringen, Theunissen 2002 : VAN HEERINGEN (R.M.), THEUNISSEN (E.M.), éd.: *Desiccation of the archaeological landscape of Voorne-Putten, the Netherlands*, Amersfoort, 2002 (Nederlandse Archeologische Rapporten, 25).

Van Heeringen et al. 2004a : VAN HEERINGEN (R.M.), MAURO (G.M.), SMIT (A.), éd.: *A pilot study on the monitoring of the physical quality of three archaeological sites on the Unesco monument of Schokland, provincie of Flevoland, the Netherlands*, Amersfoort, 2004 (Nederlandse Archeologische Rapporten, 26).

Van Heeringen et al. 2004b : VAN HEERINGEN (R.M.), SMIT (A.), THEUNISSEN (E.M.). - *Archaeology in the future. Baseline measurement of the physical quality of the archaeological monument at Broekpolder*, Amersfoort, 2004 (Nederlandse Archeologische Rapporten, 27).

Van Heeringen, Theunissen 2005 (à paraître) : VAN HEERINGEN (R.M.), THEUNISSEN (E.M.). - Wetlands: a vulnerable archaeological resource. Recent work on the *in situ* monitoring of archaeological sites in the Netherlands, In: *Die Kulturlandschaft Marsch: Natur, Geschichte, Gegenwart*, Oldenburg, 2005.

Vernimmen 2002 : VERNIMMEN (T.J.J.). - The Preservation of Botanical Remains in Archaeological Sites on Voorne-Putten, In: *VAN HEERINGEN et THEUNISSEN 2002*, p. 137-162.

Vollmer 2001 : VOLLMER (M.), GULDBERG (M.), MALUCK (M.), MARREWIK (D. VAN), SCHLICKSBIER (G.), éd.: *Lancewad. Landscape and Cultural Heritage in the Wadden Sea Region - Project Report*, Wilhelmshaven, 2001 (Wadden Sea Ecosystem., 12; Common Wadden Sea Secretariat).

Vos 2003 : VOS (A.D.). - The Burgzand-project and Moss, *Moss Newsletter* n° 4, 2003, p. 4-5.

Vos 2004 : VOS (A.D.). - *Resten van Romeinse bruggen in de Maas te Maastricht*, Amersfoort, 2004 (Rapportage Archeologische Monumentenzorg, 100).

Vroom, Koppen 2003 : VROOM (L.), KOPPEN (E.). - On the use of the datalogger system WaterWatch 2681 at mirine archaeological site BZN 10, *Moss Newsletter* n° 4, 2003, p. 12-13.



Quel avenir pour les sites en milieu humide ?

Denis Ramseyer

Denis Ramseyer
Institut de préhistoire et des sciences de l'antiquité, Université de Neuchâtel
Espace Paul Vouga
CH – 2068 Hauterive
e-mail: denis.ramseyer@ne.ch



Fig. 1 - Roselière envahissant le site néolithique reconstitué dans le parc du Laténium, à Hauterive/Neuchâtel. Sa situation en eau calme offre les conditions optimales pour la croissance et le développement des roseaux. 20 cm de craie lacustre recouvre le secteur aménagé. Photo D. Ramseyer.

Les dégâts naturels causés par les changements climatiques et les caprices météorologiques (tempêtes, baisse de la nappe phréatique), mais surtout les dommages résultant d'actions humaines sont toujours aussi intenses depuis 40 ans. Bateaux de plaisance jetant l'ancre sur des vestiges archéologiques, abordages sauvages, véliplanchistes terminant leur course dans les roselières ou, plus destructeurs encore, les excavations en eau peu profonde et le bétonnage des rives pour des aménagements portuaires, des places de parking, des piscines... les exemples d'agressions sont nombreux.

Lorsqu'il s'agit de défendre des zones naturelles en milieu humide, il est difficile de lutter contre les plans d'aménagements visant au développement industriel et touristique. Face aux critères économiques d'une région, les archéologues et les défenseurs de l'environnement ne font guère le poids. Pourtant, comparativement au coût des grands projets de génie civil, les moyens financiers demandés pour sauvegarder quelques tronçons de zones lacustres, palustres et fluviales sont dérisoires!

Regrouper nos synergies, se mettre ensemble pour proposer des projets cohérents et réalistes, allant dans le sens des intérêts des milieux écologiques et de la promotion touristique, sera notre seule chance d'obtenir un soutien des autorités politiques ainsi que des moyens financiers pour réaliser des projets visant à protéger notre patrimoine.

Persuader à la fois la population, les économistes et les politiciens du bien fondé de nos activités est souvent difficile : ce sera d'autant plus ardu ces prochaines années que les gouvernements subissent de plein fouet une crise économique qui les poussent à réduire les budgets pour faire face aux déficits croissants. Faire comprendre que des moyens de sauvegarde existent et expliquer pourquoi nous le faisons, constitue une des tâches essentielles à laquelle nous devons travailler.

Face à l'urgence et au nombre de sites concernés par la menace, les participants à notre Table Ronde ont discuté des choix techniques et scientifiques :

- fouiller de manière exhaustive les gisements condamnés les plus riches et laisser disparaître les autres, sachant qu'il est impossible de pouvoir tout sauver?
- recouvrir en toute hâte un maximum de sites qui s'érodent avant qu'il ne reste plus rien? ou mettre tous les moyens en œuvre pour sauver un site et sacrifier les autres?
- cherche-t-on une protection provisoire à moindre frais ou, au contraire, une opération « lourde » destinée à résister durant plusieurs générations?

Les choix sont souvent lourds de conséquences. On sait que les milieux aquatiques sont dynamiques et vouloir protéger un secteur risque d'accroître les phénomènes d'érosion périphérique à celui-ci. Déplacements de sédiments, ensablements ou creusements sont des phénomènes connus, observés partout.

Les choix sont variés : lutte contre l'assèchement des nappes phréatiques en bouchant les drainages et en ré-inondant les zones marécageuses, achats de terres en zone humide pour éviter toute exploitation industrielle, comme cela se pratique au Somerset et au Federsee.

Le cas de la région des Trois Lacs en Suisse occidentale est exemplaire : la première correction des Eaux du Jura (1868 - 1891), suivie d'une deuxième correction un siècle plus tard (1961 - 1969), a provoqué de profonds bouleversements sur le paysage riverain, sur plusieurs dizaines de kilomètres. Or, il est paradoxal de constater que, depuis les années 1980, si les archéologues déplorent la disparition de notre patrimoine, ils découvrent chaque année de nouveaux sites!

On mentionnera également des cas extrêmes, comme celui du rivage de l'océan Atlantique, où des vestiges archéologiques disparaissent suite à la montée des eaux (Pays de Galles, Aquitaine). Dans ce cas, seule la fouille de sauvetage est envisageable.

En résumé, les mesures les plus importantes à développer ces prochaines années sont les suivantes :

1.- Mesurer de manière systématique et scientifique l'évolution des sites à protéger et des sites mis sous protection, afin d'avoir des données objectives et précises de leur dégradation ou de leur évolution. Analyses, études, calculs sont à mettre en place avec des laboratoires spécialisés, pour un suivi rigoureux.

Les paramètres à maîtriser pour comprendre les phénomènes d'érosion sont nombreux et complexes. Les estimations de bons sens d'observateurs attentifs ne suffisent pas, même si les conseils de pêcheurs professionnels ou les remarques avisées d'ingénieurs et hydrogéologues s'avèrent souvent judicieux. Mais des projets scientifiques menés par des instituts universitaires susceptibles de mener des analyses en limnologie, sédimentologie ou géologie seraient d'un plus grand secours encore.

2.- Établir une modélisation des cas étudiés et des sites à protéger dans un avenir proche. Établir un cahier des charges précis avec les laboratoires mandatés, proposer des mesures de protection et des interventions selon un modèle précis. Démontrer que les opérations de protection sont efficaces, qu'elles ont été testées, expérimentées, est devenu aujourd'hui indispensable.

3.- Qu'en est-il de la protection juridique? Comment faire respecter les lois? On constate que même lorsqu'ils ont été signés, les règlements ne sont pas toujours appliqués! Quelques cas malheureux isolés n'auraient jamais dû se produire : construction à Montilier, au bord du lac de Morat, en pleine zone archéologique, d'une piscine par l'un des plus célèbres footballeurs suisses. Des démarches avaient pourtant été menées pendant plusieurs années

entre le Service archéologique de l'Etat de Fribourg et la commune de Montilier, pour empêcher toute excavation dans les niveaux archéologiques de cette zone considérée comme d'importance nationale. Ces démarches avaient abouti à un accord qui aurait dû, en principe, être respecté : or, il suffit d'un avocat rusé, qui parvienne à trouver une faille dans un article de loi en faveur de son client, pour rendre caduque le règlement.

Ailleurs, l'indiscipline de certaines autorités communales, au bord du lac de Zurich par exemple, a abouti à la construction d'un plongeur au milieu d'un village lacustre immergé, non sans avoir au préalable excavé à la machine les couches archéologiques pour atteindre une profondeur suffisante!

Malgré ces exemples malheureux, quelques signes encourageants pointent à l'horizon! Ainsi, l'acceptation par le Conseil Fédéral, en décembre 2004, du principe de mettre sous l'égide de l'UNESCO l'ensemble des lacs circum-alpins sur la liste du Patrimoine mondial de l'Humanité, est un succès remarquable. Nous attendons avec impatience sa reconnaissance officielle et son application.

Les réflexions menées au cours de ces deux journées de conférences et de débats, puis au cours de la journée d'excursion qui a suivi (visites de quelques sites protégés des lacs de Neuchâtel et de Morat) ont pris parfois une tournure inattendue. Ainsi, alors qu'il y a dix ans l'objectif était de favoriser la croissance des roselières sur les zones à conserver, la question à l'ordre du jour pour la réunion de Neuchâtel était plutôt de savoir comment éviter de voir les sites archéologiques envahis par les roseaux, dont les rhizomes attaquaient et détruisaient les couches encore en place! L'exemple du site néolithique reconstitué dans le parc du Laténium est à ce propos éloquent (fig. 1). A l'abri des vagues, en eau calme, les roseaux se développent à grande vitesse et il est quasi impossible de freiner leur expansion et de les éliminer.

Un autre constat important que nous devons retenir des discussions est la volonté de passer des méthodes dites « douces » (clayonnages, palissades en bois, sacs de graviers ou de sable, décidément très fragiles) à des ouvrages beaucoup plus ambitieux et bien plus résistants et « lourds » : construction de digues de protection dans le lac en déposant des éléments de béton, puis en accumulant par-dessus des tonnes de caillasses, dans le but de créer des brise-lames et d'atténuer ainsi la force des vagues terminant leur course sur le rivage (région de Chables, rive sud du lac de Neuchâtel par exemple). Ou encore le déversement de tonnes de galets sur des nattes en géotextile immergées au fond du lac, à l'emplacement même des sites de l'Âge du Bronze (Sutz, lac de Bienne). Du stade de « bricolage » évoqué plus haut, nous avons passé à des mises en œuvre plus élaborées, faisant appel à des techniques de plus en plus sophistiquées.



Fig. 2 - Schiffenen, habitat de hauteur néolithique.

a) effondrement de la falaise nord, 1995.

b) Protection en gabions à la pointe du promontoire. État de conservation en mars 2003, 30 ans après la construction.

c) Double palissades de mélèze, protection contre l'érosion aménagée en décembre 1993. La même palissade en 2003.

Photos D. Ramseyer

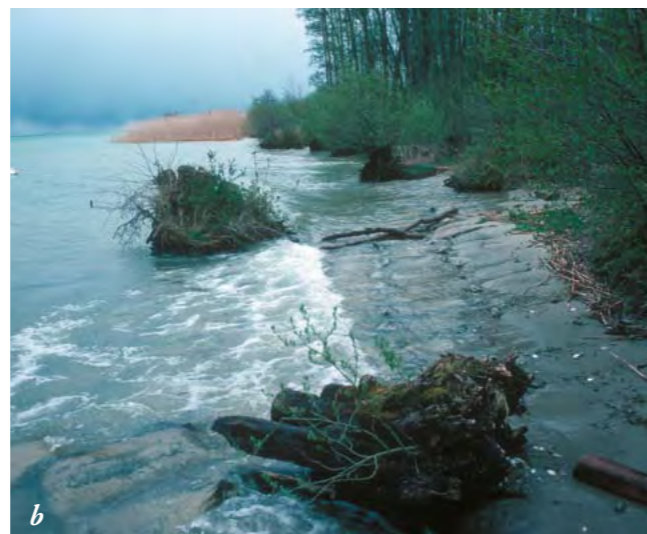


Fig. 3 - Font, au lieux-dits « Sous l'Epenex » (lac de Neuchâtel).

a) Le gisement néolithique, avant les mesures de protection, janvier 1992.

b) Le même secteur, deux ans après la protection : des sacs de graviers recouvrent la couche archéologique.

c) Le même secteur en septembre 2004 : les sacs sont éventrés.

Photos D. Ramseyer.

Les ouvrages réalisés dans les années 1983 – 1993 ne doivent pas être condamnés pour autant : il est possible de les compléter ou de les consolider. Ainsi, la palissade en bois mise en place à la pointe de l'éperon barré de Schiffenen, au bord du lac artificiel du même nom, devrait être dédoublée dès à présent, car le bois a pourri au cours de ces vingt dernières années et mériterait d'être remplacé, sans occasionner trop de frais (fig. 2). Le site de Font (lac de Neuchâtel) s'est bien stabilisé au cours de ces dix dernières années, mais les sacs de géotextile sont aujourd'hui éventrés et leur contenu s'est déjà partiellement dispersé sur le gisement (fig. 3). Si le percement de quelques sacs est dû à des actes de vandalisme, la plupart ont cédé à l'usure naturelle du géotextile. En effet, le mouvement des vagues, mais surtout les rayons du soleil ont usé le tissu exposé à l'air libre une partie de l'année, jusqu'à son délabrement. La solution la plus simple préconisée par les spécialistes présents à la Table ronde consisterait à recharger la zone déjà protégée, soit en remettant une nouvelle couche de sacs, soit, plus simplement, en déversant quelques mètres cubes de galets bien calibrés par dessus les sacs usés. L'exemple de Greng (lac de Morat) pourrait dans ce cas servir de modèle : la couverture déposée depuis six ans a parfaitement rempli sa fonction.

Pour les sites immergés, la technique mise en œuvre au Bodensee par l'équipe d'Helmut Schlichtherle a trouvé des émules. Le Service archéologique de Berne, puis les équipes des cantons de Zurich et de Thurgovie, ont repris cette technique en l'améliorant : les exemples présentés au cours de cette réunion ont convaincu les spécialistes.

Les sites de tourbières, les berges des rivières, les gisements lacustres en eaux profondes ou situés sur les plages au niveau du battement des vagues, présentent des caractéristiques spécifiques et doivent être traités selon leur nature, de cas en cas. Il n'y a pas de solution miracle unique, mais divers remèdes existent et ils sont de plus en plus performants.

La publication des actes de la Table Ronde de Marigny (Ramseyer et Roulière Lambert 1996) a eu un effet très positif; il a, en effet, servi de base à l'élaboration de plusieurs programmes de protection en Suisse alémanique et a incité plusieurs chercheurs provenant de différentes régions européennes à nous contacter. Souhaitons que ce volume soit l'occasion de nouveaux échanges et encourage d'autres archéologues, écologistes, géographes et agents touristiques à mettre sur pied d'autres projets visant à la protection des zones humides.

Conférenciers

ARNOLD Béat
archéologue cantonal, Laténium,
Espace Paul Vouga,
CH - 2068 Hauterive

BREM Hansjörg
Amt für Archäologie des Kt. Thurgau,
Schlossmühlestrasse 15a,
CH - 8510 Frauenfeld

COLES Bryony
Department of History and Archaeology,
University of Exeter,
UK – Exeter EX4 4QH

CORBOUD Pierre
Département d'anthropologie,
Université de Genève,
rue Gustave Revillod 12,
CH - 1224 Genève – Carouge

EBERSCHWEILER Beat
Amt für Städtebau der Stadt Zürich,
Unterwasserarchäologie und Labor für
Dendrochronologie, Seefeldstrasse 317, CH
– 8008 Zürich

HAFNER Albert
Archäologischer Dienst, Bielerseeprojekt,
Seestrasse 6,
CH - 2572 Sutz

HOCHULI Stefan
Kantonsarchäologie,
Hofstrasse 15,
CH - 6300 Zug

ISELI Christoph
Aarbergstrasse 91,
CH – 2502 Bienne

KOENIGER Joachim
Archäologische Dienstleistungen
Janus-Verlag Freiburg i. Brisgau
Astrid-Lindgren-strasse 4
D – 79100 Freiburg i. Brisgau

MARGUET André
Conservateur, DRASSSM Annecy,
58 bis, rue des Marquisats,
F – 74000 Annecy

MIQUET André
Conservatoire du patrimoine naturel de la
Savoie,
BP 51,
F - 73372 Le Bourget-du-Lac

PUGIN Christiane
Département d'anthropologie, Université de
Genève,
rue Gustave Revillod 12,
CH - 1224 Genève – Carouge

RAMSEYER Denis
Laténium, Institut de préhistoire et des
sciences de l'antiquité
Espace Paul Vouga,
CH – 2068 Hauterive

SCHAEREN Gishan Kantonsarchäologie,
Hofstrasse 15,
CH - 6300 Zug

SCHLICHTERLE Helmut
Landesdenkmalamt Baden-Württemberg,
Fischersteig 9,
D – 78343 Hemmenhofen

STREHLER PERRIN Catherine
Grande Carrière, Groupe d'étude et de
gestion Champ-Pittet,
CH - 1400 Cheseaux-Noréaz

VAN HEERINGEN Robert
National Service for Archaeological Heritage,
P.O. Box 1600,
NL – 3800 BP Amersfoort

WEIDMANN Denis
Archéologue cantonal,
Monuments historiques et archéologie,
Place de la Riponne 10,
CH - 1014 Lausanne

Participants aux journées

du 23 au 25 septembre 2004

AFFOLTER Jehanne
BECZE-DEAK Judit

BESSE Marie,
BRENET Frédéric,
CATTIN Florence

CHAUVIÈRE François-Xavier
CLERC Christian

CONSTANDACHE Monica
DUNNING Cynthia

GASSMANN Patrick
HONEGGER Matthieu

JOYE Catherine
KAENEL Gilbert

KRAESE Jeannette

LAMBERT Marie-Jeanne, LANGENEGGER
Fabien

MATTHEY Laurent
MICHEL Robert

PILLONEL Daniel
REGINELLI Gianna

RENAUD Jean-Daniel
WÜTHRICH Sonia

ACHEVÉ D'IMPRIMER SUR
LES PRESSES DE BILLOT
IMPRIMEUR À LONS-LE-SAUNIER
LE 6 DÉCEMBRE JOUR DE LA
S A I N T - N I C O L A S
M M V I

