

Zeitschrift: Bulletin du ciment
Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)
Band: 58-59 (1990-1991)
Heft: 11

Artikel: Stabilisation des sols avec de la chaux pour réalisation d'étangs
Autor: Meyer, B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-146240>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN DU CIMENT

Novembre 1990

58e Année

Numéro 11

Stabilisation des sols avec de la chaux pour la réalisation d'étangs

Le problème technique. Adjonction de chaux comme méthode de stabilisation des sols. Projet et exécution.

Les étangs sont un élément d'aménagement des jardins et d'architecture paysagère. Ils constituent le milieu vital d'associations végétales, d'amphibiens et de poissons des plus divers. Ils offrent de la

Fig. 1 Etang artificiel bien intégré



2 nourriture aux insectes, qui de leur côté attirent les oiseaux et enrichissent la chaîne trophique. Depuis que l'on a pris conscience de leur valeur écologique, on aménage de plus en plus d'étangs (fig. 1). On ne recherche pas un type standard, car chaque étang doit pouvoir acquérir son caractère à partir de son environnement. Et c'est à l'art d'aménager les étangs de le rendre possible. Il est donc exclu qu'un étang individuel puisse combler tous les désirs quant à la végétation et au peuplement. Il faut se fixer des limites et faire un choix, en tenant compte des prescriptions légales, des possibilités techniques qu'offre le terrain existant, des conséquences, ainsi que des moyens financiers dont dispose le propriétaire pour la réalisation et l'entretien.

La planification d'étangs *en pleine nature* se fait à une échelle supérieure. Ils ont une plus grande superficie (> 50 ares) et sont généralement la propriété de l'Etat, qui agit dans l'intérêt de la protection de la nature. Pour leur végétation et leur peuplement, on choisit de préférence des espèces typiques du milieu. On renonce aux mesures artificielles, et l'on n'intervient que si l'immigration naturelle ne suffit pas. Afin de ne pas perturber leur évolution, le public ne peut y accéder que par endroits [1]. Pour les besoins didactiques, on doit réaliser des étangs particuliers, dits «étangs scolaires». Les *étangs de jardin* peuvent être réalisés plus librement, ainsi qu'en témoignent les différents styles de l'art des jardins. A côté des jardins aménagés de façon traditionnelle, on trouve aussi aujourd'hui les jardins naturels. C'est en réaction à l'urbanisation croissante et pour ramener un coin de nature dans les zones construites qu'ils sont réalisés [2]. Mais ce coin de nature se réduit souvent à l'étang de jardin, qui risque alors de se transformer en vulgaire article commercial. On se dote ainsi d'un biotope qui n'a pas de rapport avec son environnement et que l'on peut remplacer à volonté. Mais s'il est conçu en tant que milieu sensible, il atteint tout de même son but. La littérature sur le peuplement des étangs est abondante [p. ex. 3]. Ainsi que le prouve l'expérience, on peut mettre de la vie dans tout étang, bien que pas toujours conformément au critère de faisabilité ou à des désirs parfois fort saugrenus.

Les étangs exigent une rétention d'eau et des rives stables. Si ces deux éléments n'existent pas à l'état naturel, il faut les construire. La rétention d'eau implique l'étanchement du fond et éventuellement l'installation d'une amenée et d'un écoulement. On peut renoncer à l'amenée lorsque les précipitations sont supérieures à l'évaporation, ce qui est le cas dans notre climat humide. Les eaux de toiture peuvent être canalisées au besoin. Amenée et rives doivent être consolidées de façon adéquate. Sinon, en cas de fortes pluies, elles risquent d'être dégravoyées et de peu à peu combler l'étang.

Biotope est un terme de biologie. Lorsque l'on dit «le biotope», on désigne un milieu biologique déterminé, dans lequel une communauté caractéristique d'êtres vivants s'est constituée naturellement. Sa population s'y maintient par autorégulation. Les prairies, forêts ou lacs sont les exemples de biotopes les plus simples. Dès qu'ils ont l'eau pour caractéristique dominante, on parle de biotopes humides, dans lesquels on inclut les mers, lacs, ruisseaux, rivières, marais et tourbières, et également les rives et plages.

Par étangs et pièces d'eau, on désigne des eaux stagnantes moins profondes (< 3 m) et de superficie plus réduite que les lacs. Dans certaines zones, ils peuvent aussi se transformer en marais. Les pièces d'eau sont toujours artificielles. Elles servent avant tout à des fins techniques, que ce soit comme réserves d'eau pour la lutte contre l'incendie, pour l'exploitation de la force hydraulique (pièce d'eau de moulin) ou pour l'élevage (poissons, canards, etc.). C'est pourquoi les pièces d'eau sont dotées d'installations techniques pour retenir l'eau, au moyen desquelles on peut les remplir ou les vider complètement. Les étangs n'ont pas absolument besoin de telles installations. Ils servent en premier lieu d'habitat à des plantes et animaux. Ils sont utilisés à des fins techniques en cas d'urgence seulement, par exemple pour éteindre un incendie. Les marais sont des sols recouverts de végétation, fortement imbibés d'eau la majeure partie du temps. Lorsque l'on utilise le terme biotope dans le langage courant, on dit «le biotope» pour désigner une zone humide du jardin. Mais le biotope n'est rien d'autre qu'un étang de jardin aménagé de manière plus ou moins naturelle et garni de végétation.

Pour l'étanchement, on peut recourir à différents procédés. Si l'on travaille à l'aide du sol en place, on ne doit dans le meilleur des cas rien entreprendre, car le sol s'étanche de lui-même. En présence d'un sous-sol argileux, on peut au besoin l'étancher et réaliser un étang à fond glaiseux. Pour le rendre plus facile à travailler, on peut stabiliser ce genre de sol avec de la chaux. Il peut aussi être nécessaire de lutter contre le sol et d'y incorporer des corps étrangers étanches, p. ex. feuilles de plastique ou bassins étanches en béton ou en matière plastique. Si l'on doit réaliser des ouvrages naturels, les surfaces en béton apparent, les blocs de pierre qui ne sont pas propres à la région, les palplanches visibles, etc., sont à proscrire.

Adjonction de chaux comme méthode de stabilisation des sols

La stabilisation des sols est un procédé mis au point pour la construction de routes et de digues. En y intégrant un liant minéral, on peut rendre le sol en place assez stable pour qu'il puisse être utilisé et ne doive pas être remplacé par un matériau plus adéquat



Fig. 2 Sol en place (collant, gorgé d'eau)



Fig. 3 Sol stabilisé à la chaux (maniable, grumeleux)

(fig. 2 et 3). *Stable* signifie en l'occurrence que sous les effets prévisibles de la charge, de l'eau et du gel les caractéristiques du sol concernant la construction (résistance mécanique, volume, teneur en eau) sont limitées et contrôlables. Les sols en place peuvent être de deux genres. Les sols non cohérents tels ceux de gravier et de sable sont stabilisés avec du ciment. Il n'en sera plus question ici. Aux sols cohérents, on ajoute de la chaux. Ce sont principalement des sols d'argile ou de limon argileux, tels que l'on en trouve fréquemment comme fond d'étang.

Du point de vue des caractéristiques concernant la construction, *l'adjonction de chaux* provoque dans les sols argileux deux sortes de réaction [4]. La chaux réagit avec l'eau contenue dans le sol pendant l'adjonction déjà: la teneur en eau diminue, et les caractéristiques de mécanique des sols sont améliorées (réaction instantanée). Les produits réactionnels réagissent ensuite au cours du temps et en présence d'eau avec composants argileux (réaction à long terme). Il en résulte un liant qui transforme le matériau initialement friable en une matière solide. La réaction instantanée provoque un assèchement du sol et en améliore les possibilités d'utilisation. Cette réaction étant importante pour la réalisation de la construction, l'adjonction de chaux est donc une aide. La réaction à long terme transforme le sol en un matériau étanche. L'utilisation technique de ce phénomène a fait ses preuves pour l'étanchéité des parcs de réservoirs de stockage, et a été reprise pour la réalisation d'étangs (Conseils par la SA Routes en Béton, de Wildegg, voir [5]).

Le mode d'action est pareil dans tous les sols argileux. Mais pour l'application en construction, des *essais en laboratoire* sont néces-

5 saires. Ils permettent d'établir la convenance du sol (teneur en argile de min. 10%), le dosage du liant, la modification prévisible des valeurs caractéristiques de mécanique des sols (teneur en eau, limites de plasticité, compressibilité, consistance, résistance mécanique, étanchéité).

Comme liant, on utilise de la *chaux Stabilite*. Chaux Stabilite est la désignation technique de la chaux vive (moulue) fournie pour la stabilisation des sols. Ses valeurs sont conformes aux exigences formulées dans la norme SIA 215 (art. 3.4, sous chaux aérienne). Etant moulue un peu moins fine que la chaux vive ordinaire, elle réagit plus lentement, mais son prix est plus avantageux. Sa finesse de mouture est de max. 10% > 0,09 mm, alors que la chaux vive ordinaire a un pourcentage beaucoup plus faible de grains de diamètre > 0,09 mm.

La chaux Stabilite se compose principalement d'oxyde de calcium (CaO), soit à 85% au moins selon la norme. Si elle est ajoutée à un sol aquifère, sa combinaison avec l'eau et le dégagement de chaleur qui en résulte provoquent une réaction la transformant en chaux hydraulique (Ca[OH]₂), et elle est ainsi éteinte (réaction instantanée). Cette chaux éteinte (également appelée hydroxyde de calcium) réagit ensuite avec les éléments argileux du sol et se transforme en liant, lequel se cristallise en phases successives et consolide le sol (réaction à long terme). Ce second processus commence lors de l'adjonction déjà, mais ne se manifeste qu'après plusieurs jours, et dure des années. Le dosage en chaux est indiqué en pour cent de la masse (définitivement compactée). Pour la réalisation d'étangs, il est de quelque 50 kg/m³ (donc d'env. 10 kg/m²). Des essais en laboratoire permettent d'obtenir des valeurs plus précises. La chaux Stabilite ne doit **pas être confondue avec la chaux hydraulique**. La CH est chimiquement différente et s'utilise dans un autre domaine.

Pour la réalisation d'étangs, c'est l'*étanchéité* de la couche mise en place qui est intéressante. Elle témoigne généralement de moins de 1 mm de pertes d'eau par jour (max. 2 mm/jour). Sur le Plateau suisse, la quantité moyenne des précipitations est d'env. 3 mm/jour (considérée sur toute l'année, neige comprise). L'évaporation est en moyenne d'env. 1 mm/jour, mais dépend beaucoup des conditions locales concernant la température et le vent. En comparant ces données, on constate qu'un apport d'eau artificiel n'est pas nécessaire dans un étang exposé à ces conditions, mais qu'il faut prévoir des variations saisonnières du niveau de l'eau de 10–20 cm.

Les *travaux* se déroulent selon le procédé du malaxage en place [6]. On dispose de deux possibilités, dont l'une consiste à répandre sur le sol, à la machine, la quantité voulue de liant, et de travailler ce mélange sol/liant jusqu'à ce qu'il soit homogène. La couche traitée

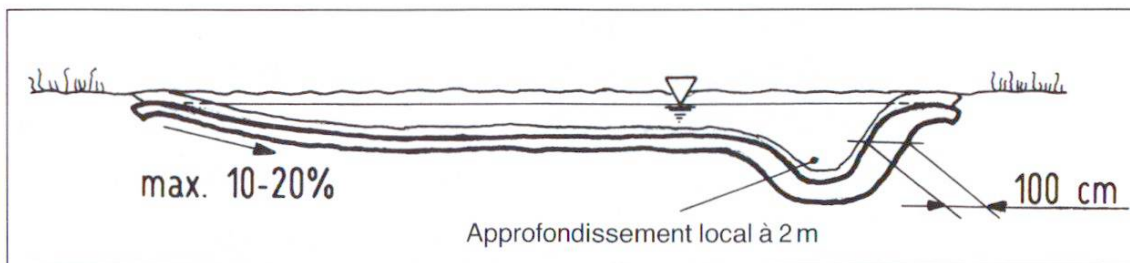


Fig. 4 Coupe d'un étang. Fond stabilisé à la chaux. Les étangs ont généralement des rives de faible déclivité. Aux endroits profonds, le matériau stabilisé peut être mis en place en couches horizontales

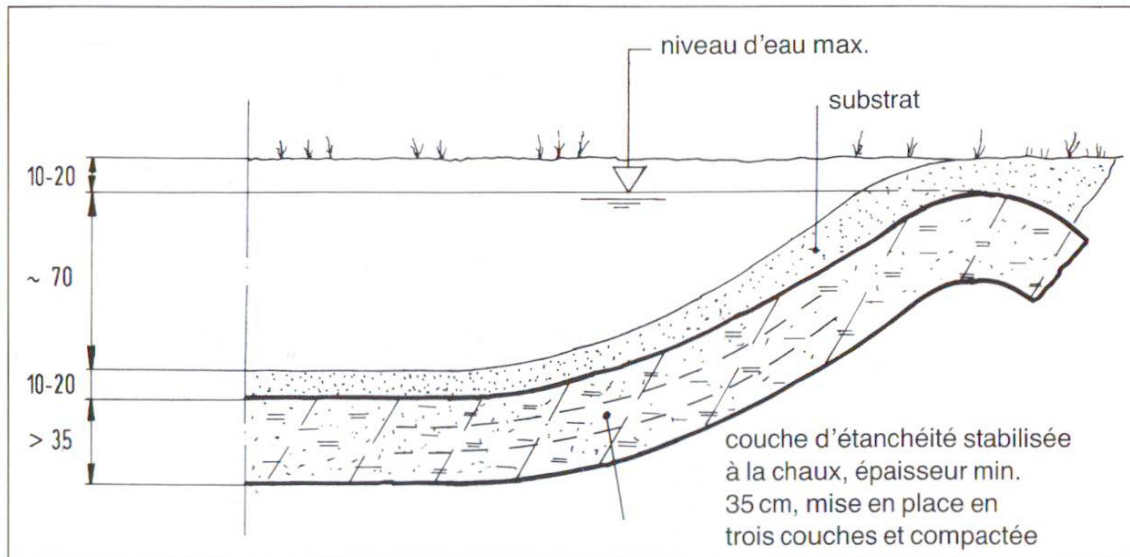


Fig. 5 Structure d'un étang avec stabilisation à la chaux. Détail de bordure

peut être compactée après une attente de 4 heures au moins. La seconde possibilité est de transporter la couche traitée à un dépôt temporaire et de la mettre en place par la suite en fonction des besoins.

Directives pour le projet et l'exécution

Les étangs peuvent être réalisés en toute forme imaginable. Dans toute la mesure du possible, on adapte leur plan à la configuration des alentours (topographie du terrain, distance jusqu'aux maisons et aux arbres). On divise l'étang en différentes zones en jouant de la profondeur de l'eau et de la déclivité des rives. A des profondeurs inférieures à 30 cm, il faut prévoir que l'étang sera asséché en été, et gelé en hiver. Si l'on désire un niveau d'eau constant, on choisit une profondeur moyenne d'env. 70 cm. On peut aussi prévoir un approfondissement de 1,5 m et plus (fig. 4). Généralement, une des rives au moins est de faible déclivité ($< 25\%$). Mais les rives de ce genre exigent de la place, ce qu'il faut compenser par des berges escarpées, ou même par un mur de soutènement. La stabilisation à la chaux est un procédé qui permet des conformations diverses, et qui se prête parfaitement à la réalisation de grands étangs.

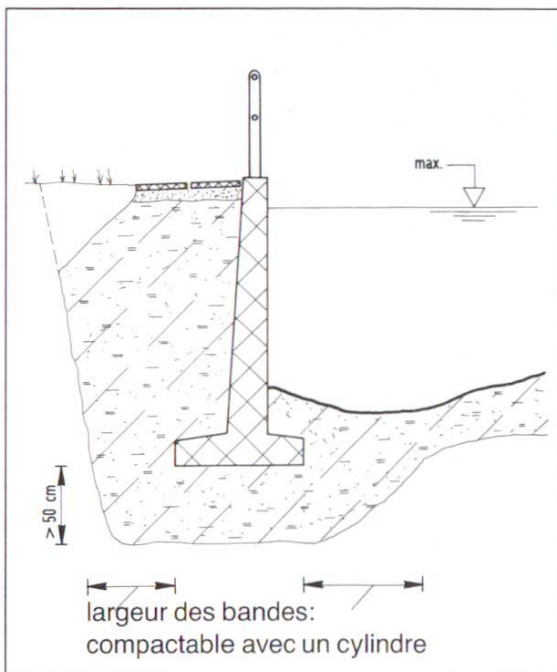


Fig. 6 Nouveau mur de bord. Etanchéité sans bandes de joints: remblayage avec du matériau stabilisé

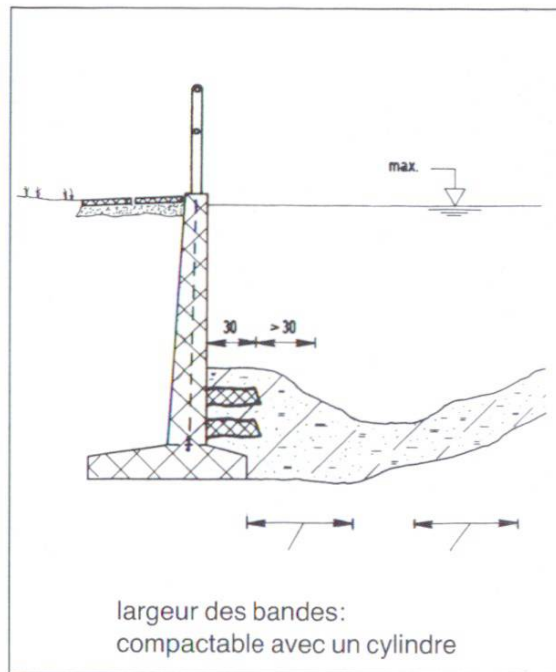


Fig. 7 Bord avec nouveau ou ancien mur (avec bandes de joints). Deux couches de gravier glaiseux ont été mises en place le long du mur comme étanchéité

La structure se compose d'une couche stabilisée de 35 cm au moins, mise en place en plusieurs fois. Cette façon de procéder permet de réaliser des bords d'une inclinaison allant jusqu'à 20% (fig. 5, 15). Si l'on prévoit des berges plus en pente, chacune des couches est mise en place horizontalement. L'épaisseur totale est alors supérieure, car elle correspond à la largeur du cylindre (fig. 4 à l'approfondissement ou fig. 16). Les fig. 6 et 7 représentent des solutions possibles pour les cas avec murs de soutènement. Sur la couche stabilisée, on peut, si on le désire, prévoir le substrat pour la végétation, composé de 0–20 cm de sable et gravier et d'éventuels composants argileux. Mesures de sécurité, voir [7].

Pour la végétation et le peuplement, il faut tenir compte du fait que l'eau est alcaline. La valeur pH est supérieure à 10 au début, mais diminue après quelques semaines. Selon des expériences faites pendant plusieurs années, cette valeur se situe entre 8 et 9 (résultat de mesures effectuées par le TFB: rarement inférieure à 8, parfois supérieure à 9). On choisira donc des plantes qui affectionnent ce milieu (pour les poissons, voir [1]). Pour le substrat, il ne faut utiliser ni terre végétale, ni fumier, ni engrais. Ils contiennent trop de substances organiques qui ont besoin d'oxygène et sont sujettes à la pourriture. En ce qui concerne la pénétration de racines, les expériences faites jusqu'à présent démontrent que de l'intérieur les plantes ne s'enracinent pas dans la couche stabilisée à la chaux. On ne dispose pas encore d'observations concernant la pénétration de

8



Fig. 8 Creusage pour un étang, au moyen d'un engin usuel



Fig. 9 Epandage à la main

Fig. 10 Epandage à la machine





Fig. 11 Malaxage avec un petit excavateur. Dépôt recouvert d'une feuille en plastique



Fig. 12 Malaxage avec une tritureuse

Fig. 13 Malaxage avec un pulvérisateur à disques



10 racines depuis l'extérieur. Dans des sols secs, il ne faudrait toutefois pas aménager un étang trop près des arbres.

Le creusement peut se faire au moyen des engins habituels (fig. 8). On commence d'ajouter la chaux en la répandant à la main (petits étangs) ou à la machine (grands étangs), voir fig. 9, 10. Il est important que la répartition et le dosage soient réguliers. Le liant est livrable en sacs ou par camion-silo. Travailler avec de la chaux exige des précautions particulières: protéger les yeux, la peau et les organes respiratoires! Si une partie du corps entre tout de même en contact avec la chaux, il faut immédiatement laver à l'eau courante. D'une façon générale, il faut éviter la poussière, particulièrement à proximité des maisons et des arbres. Pour le malaxage, on utilise par exemple des tritureuses ou des pulvérisateurs à disques, avec lesquels on travaille le matériau lentement, à plusieurs reprises (fig. 11–13). On peut arrêter le malaxage lorsque le matériau est homogène, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a plus de traces blanches visibles. Le matériau a besoin de suffisamment de temps pour la réaction instantanée. Il faut donc attendre quatre heures au moins entre le début du malaxage et le compactage [6]. Sinon, il se produit un gonflement qui entraîne des émergences et, dans les étangs, des endroits non étanches. Pour le compactage, on se sert de cylindres à effet broyeur (cylindres vibrants, petits cylindres pieds-de-mouton ou hérisson (voir fig. 14 et 15). Les vibrodameurs sont moins indiqués. La mise en place se fait par couches de 12–15 cm. Chaque couche est compactée séparément, le mieux possible. S'il faut exceptionnellement ajouter de l'eau, elle doit l'être finement pulvérisée. Il n'est pas nécessaire d'attendre entre chacune des couches. Pour qu'un étang soit étanche, il faut au moins trois couches de 12–15 cm.

Le matériau approprié n'est pas toujours disponible sur l'emplacement même de l'étang. C'est pourquoi il existe trois procédés. Pour le malaxage en déblais, le matériau est malaxé sur le site d'extraction en couches de 15 à 20 cm, selon l'engin utilisé. Pour le malaxage en remblais, le matériau est transporté du site d'extraction au site de mise en place, où il est malaxé et mis en place. Pour le malaxage avec réutilisation immédiate sur le site, le matériau est extrait du site d'utilisation, malaxé par couches, remis en place immédiatement et compacté. Bien préparer le travail est déterminant pour la réussite.

Une autre possibilité est la mise en dépôt. On transporte le matériau à stabiliser à un dépôt de traitement, on le mélange bien et on le laisse à un dépôt temporaire, où il peut être entreposé plusieurs mois (non compacté). Vu que le matériau y est exposé à la pluie, le dépôt temporaire doit être légèrement en pente et recouvert d'une feuille en plastique. En s'y prenant bien, on peut échelonner dans le temps

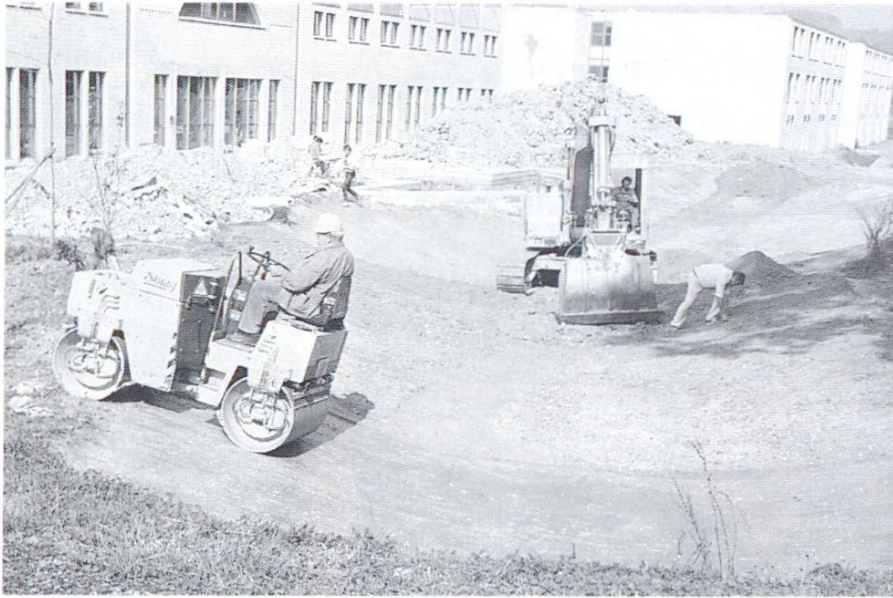


Fig. 14 Compactage avec un cylindre lisse vibrant (berges de faible déclivité)



Fig. 15 Façonnage du bord

Fig. 16 Pour les berges escarpées, les couches sont mises en place horizontalement (travaux exécutés avec des bermes comme dans les grands chantiers)



