

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 82 (1990)
Heft: 10

Artikel: Erhaltung und Wiederherstellung der Selbstreinigungskraft des Bodenseeufers
Autor: Wörner, Dieter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939844>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.02.2026

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

Erhaltung und Wiederherstellung der Selbstreinigungskraft des Bodenseeufers

Dieter Wörner

Die naturnahe Umgestaltung von ausgebauten Fließgewässern und damit die Wiederherstellung ihrer ökologischen Vielfalt und Entwicklungsmöglichkeiten ist bei Fließgewässern umstritten. Dies scheint bei stehenden Gewässern noch nicht der Fall zu sein. Auch am Bodensee wird die Wiederherstellung eines naturnahen Ufers heftig und kontrovers diskutiert. Allgemeiner Konsens bestand allenfalls dort, wo Schilfenschutzmassnahmen durchgeführt wurden. Es ist unlogisch, einem natürlichen Ufer am Fließgewässer einen grösseren Stellenwert beizumessen als dem natürlichen Ufer eines Sees.

In der Vergangenheit lag der Schwerpunkt der Gewässerschutzmassnahmen im Bodensee-Einzugsgebiet in der Verbesserung der Wasserqualität durch Abwasserreinigung. 5 Mrd. Franken flossen bislang in Kläranlagen, Regenüberlaufbecken und Kanalbau. Das Ziel, die Nährstoffzufuhr zum See so zu drosseln, dass sich ein stabiles Gleichgewicht einstellt, scheint erreichbar. Nimmt man den Bau von Flockungsfiltrationsanlagen als Kostenmassstab, müssen für die Verminderung der jährlichen Phosphorfracht um jede weitere Tonne 2 Mio DM investiert werden. Es ist ökologisch, aber auch umweltpolitisch nicht vertretbar, allein Abwasserreinigungsmassnahmen als Mittel zur Zielerreichung für die Gewässersanierung einzusetzen.

Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee hat deshalb in ihrem Bericht Nr. 34 «Die Zukunft der Reinhaltung des Bodensees, weitergehende und vorbeugende Massnahmen» [1] eine Fülle von unterstützenden Massnahmen aufgezählt.

Eine hervorragende Bedeutung hat dabei die Wiederherstellung der Flachwasserbereiche, der regenerativ wichtigsten Seezone. Auch in den Richtlinien für die Reinhaltung des Bodensees vom 27. Mai 1987 [2] wird die Renaturalisierung beeinträchtigter Flachwasserbereiche als Ziel genannt.

Die Flachwasserzone, am Bodensee auch Wysse genannt, erstreckt sich vom Ufer bis zum oberen Teil der Seehalde in etwa 10 m Wassertiefe. Die Breite wechselt stark. Im baden-württembergischen Teil des Sees liegt sie im Durchschnitt

bei 240 m. Sie ist Lebensraum für Amphibien, Vögel und Fische, Laich- und Brutgebiet, vor allem aber Umwandlungsbereich für organische Wasserinhaltsstoffe. Auch Freizeitnutzung wie Baden, Surfen und Tretbootfahren findet in der Flachwasserzone statt. Hafen- und Bojenanlagen nutzen die geringen Wassertiefen (Bild 1).

In die Flachwasserbereiche wurde häufig durch den Bau von Ufermauern, Hafen- und Steganlagen, durch Vorschüttungen und Abbaggerungen eingegriffen. Heute wirkt der Freizeitbetrieb zusätzlich stark belastend. Eingriffe in den Wasser- und Geschiebehaushalt der Zuflüsse, in die Mündungsdeltas und die Zunahme der Schiffahrt ergänzen die Negativliste. Die Folgen sind offensichtlich: Schilfsterben, Kliffkantenbildung, flächenhafte Seebodenerosion haben u.a. darin ihre Ursache (Bild 2).

Im Vergleich zur verstärkten Erosion finden nur in vereinzelten Bereichen Aufsedimentationen statt.

Zur Erhaltung und Wiederherstellung der ökologischen Funktionen der Flachwasserbereiche sind Schilfenschutz- und Anpflanzungsmassnahmen, Seehagsanierungen und Uferrenaturierungen durch Flachvorschüttungen notwendig. Dieses Ziel ist auch in den Bodenseeuferplänen der Regionalverbände Bodensee-Oberschwaben [3] und Hochrhein-Bodensee enthalten.

Das Land Baden-Württemberg als Träger der Unterhaltslast will in den nächsten 10 Jahren rund 25 Mio DM für diesen Zweck investieren. Erste Sanierungsmassnahmen wurden bereits 1982 begonnen. Träger waren Landkreise, Städte und Gemeinden. Auch Zuschüsse der Bundesregierung wurden gewährt. Seit März 1988 ist das Land Baden-Württemberg für das Bodenseeufer unterhaltspflichtig.

Der dramatische Rückgang der Seeschilfplätze auf nur 30% ihrer ursprünglichen Ausdehnung zwang zum sofortigen Handeln [3]. Ziel der Schilfenschutzmassnahmen ist es, den erodierten Seeboden wieder auf das ursprüngliche Niveau anzuheben und den Pflanzen ein natürliches Substrat zur Entwicklung anzubieten. Dazu wurde in zahlreichen Versuchen und Pilotprojekten die zweckmässigste Bau- und Pflanzweise erprobt.

Beteiligt waren daran das Institut für Seenforschung und Fischereiwesen der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, die Wasserwirtschaftsämter Konstanz, Ravensburg und Kempten sowie die Landratsämter Konstanz und Bodenseekreis und die Universität Konstanz. Unter anderem wurde durch den Bau von Kleinbuhnen, die Anlage von Jutekassetten und durch Aufspülungen die Anhebung des Seebodens durch die Ablagerung von feinkörnigem Sediment erreicht.

Es wurden Pflanzversuche mit Schilfstecklingen, mit auf Ballen gezogenen Pflanzen sowie mit der natürlichen Sukzession unternommen. Sogar die zweckmässigste Form eines Schutzaunes zum Zurückhalten von Treibzeug, Algenwatten und zur Wellendämpfung wurde in einem Modellversuch erprobt.

Bei grösseren Massnahmen zur Schilf wiederansiedlung besteht der bautechnische Eingriff vor allem in der Aufschüttung eines Stützwalles aus Grobwacken im Bereich des Mittelwassers. Er besitzt seewärtig eine flache, landseitig eine steile Böschung (Bild 3).

Die Fläche zwischen Dammoberkante und Restschilffläche wird entweder mit Sediment aus einer Spülbaggerung, vorzugsweise feinem, leichttonigem Material (Wysse) oder aber humus- oder bodendurchsetztem Kies aufgefüllt. Bei der Spülbaggerung wirkt der Wackendamm wie ein Flächenfilter. Er hält sehr zuverlässig Feinteile des Überstandswassers zurück. Die neugebildete Ufer- und Pflanzenfläche sollte Neigungen um 1:20 bis 1:25 aufweisen. Das

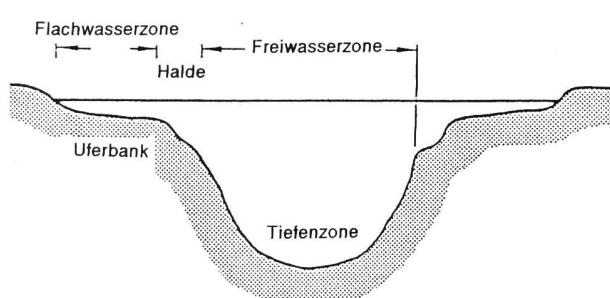


Bild 1. Querschnitt Bodenseebecken (aus MELUF Baden-Württemberg: Flachwasserschutz am Bodensee, 1981).

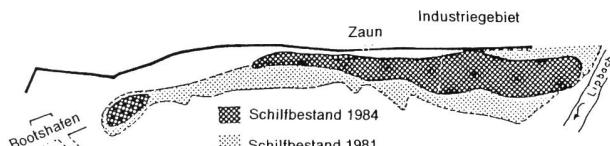


Bild 2. Schilfbestand (1981 und 1984) westlich der Lipbachmündung, Gemeinde Immenstaad.

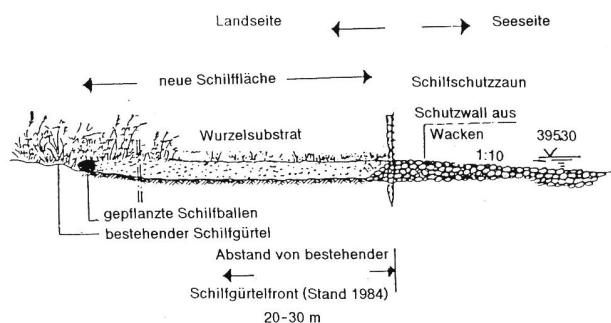


Bild 3. Regelquerschnitt für die Schilfwiederanpflanzung westlich der Lipbachmündung, Gemeinde Immenstaad (Planung WWA RV).

Schilf kann sich nun auf diesem neuen Pflanzsubstrat, von den hoffentlich noch vorhandenen Restflächen her, wieder ausbreiten. Auch Schilfneuanpflanzungen sind möglich. Gegenüber der Sukzession von vorhandenen Restflächen haben sie jedoch keine Vorteile gezeigt. Wichtig ist, bis zur Stabilisierung das neu gewachsene Schilf durch feste und dichte Zäune vor Geschwemmsel, Treibzeug, Algenwatten und Betretung zu schützen.

Ein willkommener Nebeneffekt tritt dann ein, wenn Schwäne eine gewisse Zeitlang vom Abweiden der Schilftriebe abgehalten werden.

Neben den Schilfbereichen stellt auch der Seehag eine Besonderheit im weiten, interessanten Uferbereich des Bodensees dar. Er wird durch die Pflanzengesellschaft gebildet, die sich auf der aus Sand, Humus und Algenkalk gebildeten Stranddüne entwickelt hat. Unterspülungen haben die Dünen erodiert und das Wurzelwerk der Grossbäume freigelegt. Sanierungsmassnahmen zur Sicherung dieser wertvollen Pflanzengesellschaft und Erhaltung dieser Besonderheit am Bodensee sind dringend geboten. Landseitig sind Neuanpflanzungen und Sicherung der Bepflanzung vor dem Menschen notwendig; seeseitig ist die Uferböschung durch eine Flachvorschüttung mit Grobkies neu auszubilden. Auch hier wird die Aufschüttung durch einen Böschungsfuss gesichert, der aus Grobwacken, in exponierten Bereichen sogar aus Flussbausteinen gebildet wird.

Die Neigung der neugebildeten Flachböschung sollte nicht steiler als 1:12 ausgebildet werden. Der eingegrabene Böschungsfuss muss unter dem mittleren Niedrigwasser liegen.

Bei dieser Bauweise kann die Grundwelle länger ausrollen; die Energie wird schonend vernichtet und bricht sich nicht

mehr mit voller Wucht am Fuss der bereits erodierten Düne. Der Wasserwechselbereich zwischen Mittelwasser- und Hochwasserlinie muss standortgerecht durch ein Kies-Sand-Humus-Gemisch aufgefüllt werden, um der Pflanzengesellschaft eine seewärtige Ausdehnung zu ermöglichen. Wichtig ist auch hier ein wirksamer Schutz der Neuanpflanzung durch einen Zaun vor Betretung und Vandalismus. Ufermauern reflektieren auflaufende Wellen. Deren Energie wird nicht wie beim Auflaufen auf einen flachen Strand dissipiert, sondern erhalten. Bei senkrechten Ufermauern bilden sich sogar stehende Wellen mit doppelter Wellenhöhe und doppelter Geschwindigkeit aus. Auch die Bremswirkung von verbauten Uferabschnitten auf uferparallele Strömungen ist gering. Mit gutem Grund sieht man deshalb in Ufermauern die Hauptursache für Kliffkantenbildung und flächenhafte Erosion. Der Gleichgewichtszustand der angrenzenden unbeeinflussten Uferzonen wird gestört. Ökologisch nachteilig wirkt sich auch die fehlende Wasserwechselzone während des Hochwassers im Sommer aus. Auch vor diesen verbauten Uferbereichen sollen durch Flachvorschüttungen wieder Wasserwechselzonen gebildet, eine bessere Wellendämpfung erreicht und die ufernahe Strömung abgebremst werden.

Die bautechnische Durchführung gleicht der Sanierungs-technik, die am Seehag Verwendung findet. Wichtig ist es, auch den stützenden Steinfuß seeseitig mit flacher Böschung auszubilden. Das Schüttmaterial sollte einen filterfesten Aufbau besitzen. Damit können Umlagerungen verhindert werden. Für die Aufschüttung werden Wacken der Körnung 60 bis 300 mm verwendet; die Abdeckung erfolgt mit Wandkies (Bild 4).

Obwohl sich alle Uferrenaturierungen und Schilfenschutzmassnahmen in den Grundzügen gleichen, müssen örtliche Besonderheiten bedacht und berücksichtigt werden. Allein der Materialtransport durch Naturschutzgebiete mit Seil-krananlage, über die Eisenbahnstrecke Ludwigshafen-Lindau mit Förderbändern während der Nachtstunden, oder aber die Ausbildung des Steinfußes als Strasse für den Materiallängstransport müssen bedacht und bewältigt werden.

In bebauten Bereichen, auch vor Kurianlagen, stösst die Flachwasservorschüttung nicht nur auf Gegenliebe. Beeinträchtigungen des Ortsbildes, Belästigungen durch Strandwanderer und Badende vor dem privaten Grundstück, Geruchsbelästigungen durch faulende Algenwattenablagerungen, mangelnde Stabilität des Abdeckmaterials, Geröllwüste sind die häufigsten Argumente gegen eine Sanierung.

Es muss auch diskutiert und akzeptiert werden, dass die Erhaltung von Fischlaichplätzen Vorrang vor der Verbesserung der Abbauleistung von Flachwasserbereichen haben kann, dass durch die Vorschüttung natürliches Sediment überdeckt wird und in dem einen oder anderen Fall auch ein Landzuwachs stattfindet. Wegen dieser öffentlichen Diskussion über Sinn oder Unsinn der Uferrenaturierung am

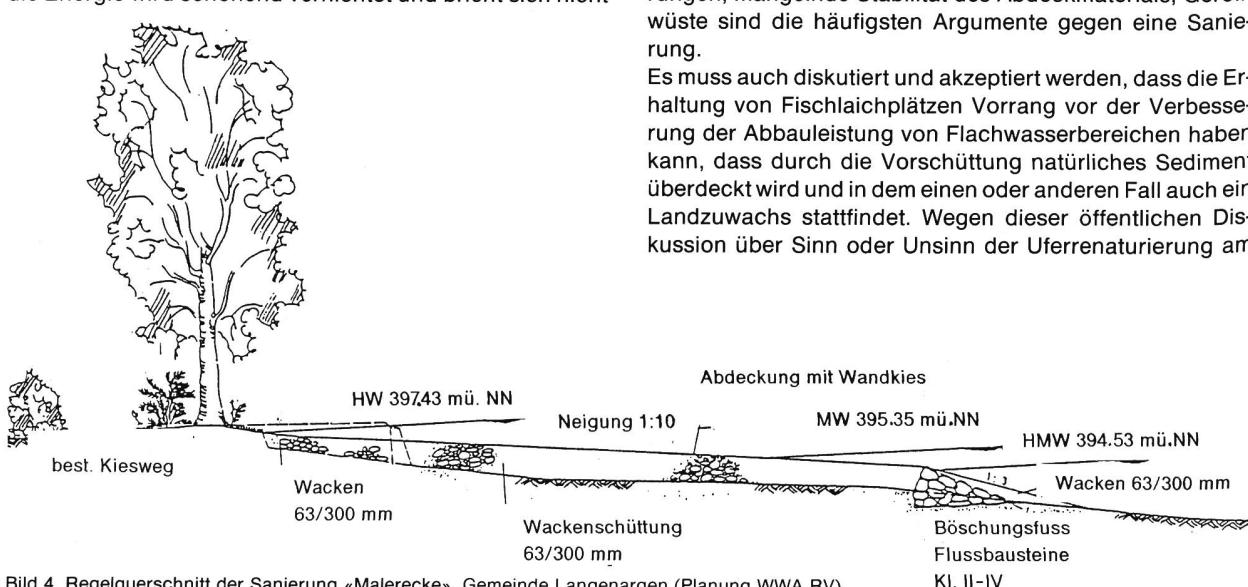


Bild 4. Regelquerschnitt der Sanierung «Malerecke», Gemeinde Langenargen (Planung WWA RV).

Bodensee ist es wichtig, dass durch begleitende Untersuchungen der Erfolg oder der Misserfolg der Massnahmen sorgfältig beobachtet und dokumentiert wird und eine methodische Weiterentwicklung stattfindet.

Literatur

- [1] Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee, Bericht Nr. 34. Die Zukunft der Reinhaltung des Bodensees. Denkschrift, 1987.
- [2] Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee: Richtlinien für die Reinhaltung des Bodensees vom 27. Mai 1987, 1987.
- [3] Bodenseeuferplan. Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, Ravensburg 1984.

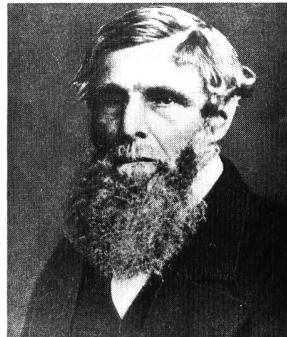
Schriftliche Fassung eines Vortrages, den der Verfasser an der gemeinsamen Bodenseetagung vom 10. und 11. Mai 1990 in Meersburg gehalten hat. Das Tagungsthema lautete: Wasserwirtschaft und Erholung am Bodensee – ein Nutzungskonflikt? Die Tagung wurde vom Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg e.V. in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen und dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband durchgeführt.

Adresse des Verfassers: Dieter Wörner, Wasserwirtschaftsamt Ravensburg, Postfach 2480, D-7980 Ravensburg

William Froude (1810–1879)

Ursprünglich arbeitete *Froude*, dessen Name heute mit hydraulischer Modellähnlichkeit in Verbindung gebracht wird, als Eisenbahn-Ingenieur. 1838 lernte er jedoch den Schiffbauer *Brunel* kennen und wurde in der Folge sein Assistent. Bereits 1846 ging er zurück ins Elternhaus, um seinen Vater zu pflegen und sich der Wissenschaft zu widmen. Dabei blieb er dem Schiffbau jedoch treu und untersuchte Zusammenhänge, welche zum Rollen eines Schiffes führen, und analysierte den Widerstand von Schiffen. Um seine Resultate zu verifizieren, reiste er auf Schiffen und führte Versuche an Modellschiffen durch. Dabei kam ihm die Idee, die Gesamtwiderstandskraft aufzuteilen in Wellen- und Reibungskomponente.

1870 endlich hatte er die Admiralität Grossbritanniens überzeugt, eine bescheidene Versuchsanlage in Torquay zu errichten. Nun konnte er alle seine Ideen umsetzen, und noch heute werden Schiffe ähnlich wie unter *Froude* modellmäßig getestet. Weiterhin führte er seine Basisversuche über den Widerstand einer ebenen Fläche in Wasser durch. Zu Ehren seiner Erkenntnisse über den Einfluss der Trägheitskräfte in hydrodynamischen Strömungen nennt man heute die charakterisierende Zahl nach *Froude*. In der Kanalhydraulik gibt die *Froude-Zahl* den Einfluss der Abflussdynamik wieder. Bei Modellen des Wasserbaus wird oft auf «Ähnlichkeit nach *Froude*» bemessen, das heisst die Geschwindigkeiten von Modell- und Naturausführung verhalten sich wie die Quadratwurzel aus dem Modellmassstab. *Froude* darf deshalb wiederum als ein Forscher betrachtet werden, der mathematisches Talent mit praktischer Tätigkeit aufs beste verband und damit ein grosser Ingenieur wurde.



PS: Nach Rouse spricht man den Namen *Froude* als «*Fruude*» aus, entsprechend seiner Herkunft aus Devonshire. Jedoch sei in den USA die Tendenz feststellbar, den Namen als «*Fraud*» auszusprechen.
WHH

Reverdissement des aménagements et des décharges en altitude

Les corrections de terrain nécessitées par le ski moderne laissent des blessures ouvertes dans les paysages alpins. Aujourd’hui il est possible de guérir durablement les conséquences de ces interventions. Lonzagreen est un système de reverdissement pour réengazonner les aménagements et les décharges en altitude. Il se compose de produits et d’un service à la carte allant de la fourniture de chaque composant individuel à l’étude complète de reverdissements de grande envergure en passant par l’offre rendu-posé.

Les semences

Le mélange de semences se compose de plus de 50 espèces de plus de 15 familles différentes. Il contient des plantes à croissance rapide, des plantes communes de pâturages et des espèces sauvages protégées. Les plantes à croissance rapide doivent recouvrir rapidement le sol pour stopper l’érosion et créer les conditions nécessaires à la germination des variétés indigènes. La philosophie du mélange de semences peut se schématiser comme suit: Pour assurer l’installation d’une prairie durable, le recouvrement ne doit pas atteindre immédiatement 100%, sinon les plantes indigènes et les plantes sauvages du mélange ont trop de difficultés à s’implanter.

L’engrais d’ensemencement

Les surfaces à reverdir manquent de matières organiques et d’éléments nutritifs. L’engrais d’ensemencement comble ces deux lacunes en un seul apport. Il augmente le taux de matières organiques d’environ 1% tout en assurant un approvisionnement durable en éléments nutritifs. Il améliore l’acidité du sol et induit à nouveau le processus de formation d’humus. Sa structure chimique et physique particulièrerie fait qu’il se dégrade lentement sur plusieurs années. En 1988, on a encore trouvé des granulés sur les surfaces d’essais de 1981. Si on ajoute que le granulé stocke aussi l’humidité, on a un aperçu des multiples qualités de ce produit.

L’antiérosif

Le climat des régions touristiques alpines est en général très sec en été. La pluie y tombe pendant les orages. L’antiérosif stoppe l’érosion et évite que la semence et l’engrais d’ensemencement ne soient emportés par les averses et le vent. C’est une dispersion organique entièrement biodégradable. Elle forme un film protecteur légèrement poreux qui laisse pénétrer l’eau tout en freinant considérablement l’évaporation. On fournit ainsi l’humidité nécessaire à la germination des plantes.

L’engrais d’entretien

Après quelques années, la majorité des surfaces reverdies n’ont pas encore atteint un degré d’autonomie suffisant dans le cycle des éléments nutritifs. D’autre part, les plantes ont une plus forte capacité d’absorption de minéraux qu’au moment du réensemencement. Pour apporter le soutien nécessaire à la prairie, il faut épandre l’engrais d’entretien. Spécialement conçu pour compléter les besoins d’une jeune prairie, il active le métabolisme biologique du sol et renforce la formation d’acides humiques. Cette mesure d’entretien simple évite l’acidification du sol. L’engrais d’entretien ne s’applique pas avant la troisième année et les sur-