

Impact hydrologique des routes adaptées aux marais de pente

Trois types de routes, construites pour assurer un approvisionnement en eau diffus de biotopes marécageux, ont été comparés. La route réalisée avec des drains coudés en L à intervalles réguliers concentre trop les écoulements aux sorties des drains. La route réalisée avec des rondins de bois permet un écoulement diffus mais nécessite une excavation qui pourrait dévier l'eau dans l'axe de la route si elle est en pente. La route réalisée avec une structure légère (verre expansé) permet un écoulement uniforme sans excavation.

Dr. Philippe Grosvernier, Célien Montavon, Dr. Daniel Käser,
Prof. Dr. Philip Brunner, Prof. Dr. Daniel Hunkeler, Peter Staubli

Les routes de desserte (Figure 1), bien que nécessaires à l'entretien (fauche) des biotopes marécageux, sont susceptibles de perturber l'approvisionnement en eau de ces écosystèmes. Les biotopes marécageux sont en effet dépendants de flux d'eau diffus, sous forme d'une mince lame d'eau uniformément répartie sur la surface du terrain ou s'écoulant dans les couches superficielles du sol. Les fondations des routes peuvent bloquer les eaux qui devraient approvisionner les biotopes marécageux, tandis que les tranchées drainantes, collectant les eaux en amont des routes pour les restituer en aval à intervalles réguliers par le biais de rigoles ou de tuyaux, transforment les flux diffus en flux concentrés, susceptibles d'engendrer des phénomènes d'érosion et d'assèchement.

Que ce soit pour des questions de durabilité des écosystèmes ou de celle des infrastructures, les spécialistes sont unanimes : les constructions en zones humides sont à éviter! Cela n'est malheureusement pas toujours possible, raison pour laquelle différents types de construction sur sols compressibles ont été conçues partout dans le monde mais, la plupart du temps, uniquement dans le but d'assurer la pérennité

des ouvrages (LIN'eco 216). En Suisse, depuis plusieurs années, divers modes de construction permettant de maintenir l'écoulement de l'eau sous les routes ont été mis en œuvre. De nouvelles techniques sont aussi proposées. Des questions sur leur efficacité se posent régulièrement, sans qu'aucun test n'ait été effectué.

C'est pour combler cette lacune que l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), avec l'appui logistique de l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), a mandaté les bureaux LIN'eco, Ph. Grosvernier, et Beck & Staubli, ainsi que le Centre d'Hydrogéologie et de Géothermie de l'Université de Neuchâtel (CHYN), afin d'analyser la façon dont l'eau s'écoule à travers différents types de routes construites expressément pour tenir compte des exigences hydrologiques des biotopes marécageux.

Les résultats du projet doivent permettre d'évaluer sur le terrain le bien-fondé des recommandations actuelles de l'OFEV en la matière et, le cas échéant, de les modifier et de consolider les évaluations environnementales des projets de routes.



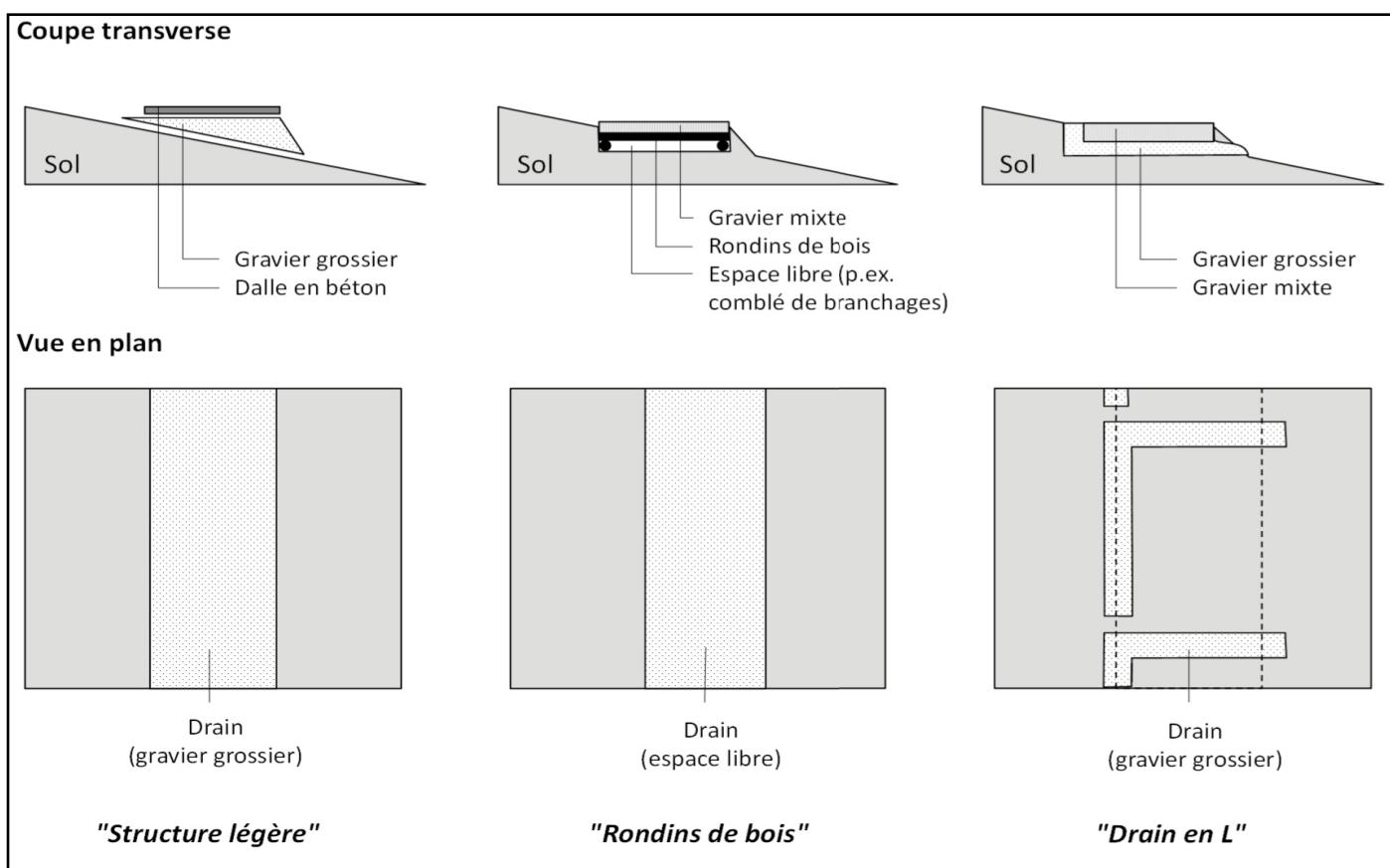
Figure 1 : Situation typique d'un chemin agricole traversant une zone de biotopes marécageux (Stouffe, commune de Habkern, BE).

Techniques de constructions étudiées et méthodologie

Trois types de routes ont fait l'objet de mesures hydrologiques sur le terrain (Figure 2) :

1. Structure légère : une route, à St-Antönien (GR), composée de dalles supportées par un amas de gravier léger type Misapor® directement déposé sur le sol et arrimé par des pieux en bois. Il s'agit d'une structure à remblai flottant.
2. Structure en rondins de bois ou « Prügelweg » : deux chemins, à Stouffe et Höhmad, Habkern (BE), constitués d'une succession de rondins disposés transversalement, reposant de chaque côté sur des rondins longitudinaux, et recouverts de gravier, selon les recommandations de l'OFEV. Le sol est préalablement excavé sur une profondeur de 0.5 m environ.
3. Structure avec drains en L : une route, à Schöni-seischwand (LU), composée de deux couches de gravier séparées par un géotextile et déposées dans une tranchée d'une profondeur de 0.5 m environ. La couche inférieure, de granulométrie grossière et homogène, fait office de drain. Elle longe la partie amont de la route et se termine, à intervalles réguliers, par un „coude“ dirigeant l'eau vers l'aval.

Pour ces structures-types, l'étude vise d'une part à vérifier in situ la présence d'un écoulement souterrain perpendiculaire à la route, et d'autre part, à caractériser la distribution de ce flux en aval : la structure de la route engendre-t-elle ou non des chemins d'écoulement préférentiels ? Pour ce faire, une solution saline utilisée comme traceur a été répandue par arrosage à l'amont de la route. Les quantités arrosées simulent des conditions de précipitations réalistes. En mesurant la conductivité électrique de l'eau dans le sol avant et après l'arrosage, il est possible de détecter l'arrivée du traceur, laquelle peut être interprétée en termes de structure hydraulique, puisqu'un traceur apparaît en principe d'abord le long de chemins d'écoulements préférentiels. Les études sur le terrain ont été menées entre 2013 et 2015 par le CHYN et ont fait l'objet d'un rapport détaillé (CHYN 2016).



Résultats

Les différentes structures de routes étudiées ne représentent pas un obstacle aux écoulements souterrains, la zone avalée étant en tout temps saturée selon les relevés effectués.

Les résultats du traçage ont cependant révélé des disparités entre les différentes techniques de construction (Figure 3). Au-delà des variations liées à l'hétérogénéité qui caractérise les sols marécageux, la répartition du traceur en aval était relativement ho-

mogène dans le cas des sites de St-Antönien (STA), Stouffe (STO) et Höhmad (HMD). En ce qui concerne la structure avec drains en L mise en place à Schönniseischwand (SCH), le traceur apparaissait en forte concentration à l'exutoire des drains. Cependant, le traceur a également été décelé à proximité de la route, entre les exutoires des drains en L, ce qui indique que les écoulements ont également lieu à travers le gravier mixte de la route.

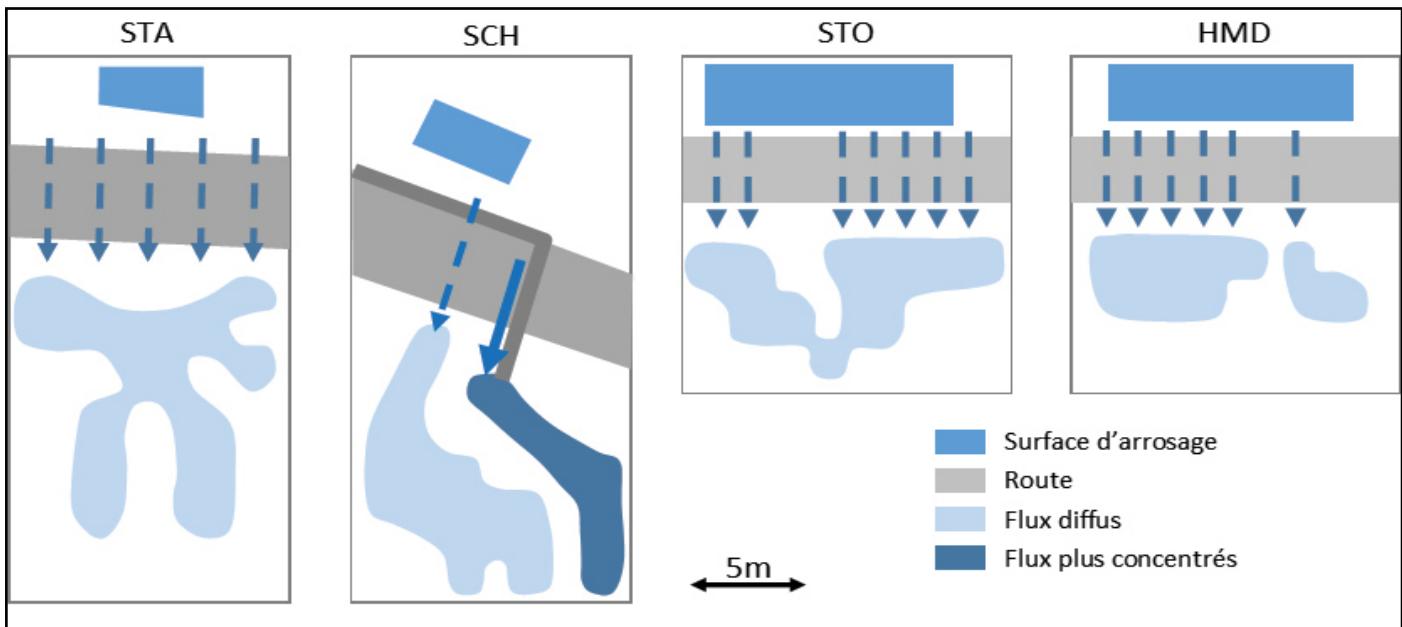


Figure 3 : Représentation simplifiée des flux observés à travers les différentes structures de routes
Adapté d'après CHYN 2016.

Conclusions, recommandations et perspectives

La structure de route dite « légère » constitue une solution optimale du point de vue du respect des conditions hydrologiques en assurant un approvisionnement suffisant en eau pour les biotopes marécageux. Outre sa capacité à laisser l'eau s'écouler de manière diffuse, elle présente l'avantage de ne nécessiter aucune excavation. Le sol n'est ainsi pas modifié et sa compaction moins importante qu'avec des matériaux plus lourds. Toutefois, il est probable que le bon fonctionnement de cette structure soit davantage dû à la granulométrie homogène et grossière des matériaux qu'à leur légèreté. Le cas échéant, l'emploi de matériaux plus usuels et moins chers pourrait s'avérer tout aussi efficace.

La structure « en rondins de bois » permet un écoulement relativement diffus de l'eau sous la surface du sol. Elle nécessite cependant une excavation préalable du sol afin d'implanter les fondations de l'infrastructure. Dans le cas où la route est en pente, situation fréquente, une telle tranchée peut représenter

un véritable fossé de drainage déviant l'eau dans l'axe de la route. Ce phénomène sera d'autant plus accentué que la pente de la route est prononcée. Pour les besoins de la présente étude, cet aspect n'a pu être pris en considération, mais il est évident qu'il constitue un problème à ne pas négliger à l'heure où on tend à raccourcir la longueur des segments marécageux traversés en augmentant les pentes des routes !

Il en va de même de la structure avec drains en L qui présente, en outre, le désavantage de concentrer les écoulements aux différents exutoires des drains. Un tel effet engendre une convergence des chemins d'écoulement pouvant provoquer aussi bien une érosion du sol qu'un assèchement local entre deux exutoires de drains où l'eau n'est pas redistribuée. Bien qu'une partie de l'eau circule également hors des drains en L, favorisant une certaine homogénéité du flux, on retiendra de cette structure que son impact hydrologique est difficile à contrôler. On peut dès lors

se poser la question de savoir si les coûts consentis à la construction d'une telle infrastructure sont justifiés.

En prolongement de cette étude, il serait utile de mener encore des essais de modélisation numérique pour évaluer les effets combinés de la pente et du type de structure de la route sur la circulation de l'eau. Les matériaux constituant la route semblent modifier l'hydrochimie, les eaux étant passablement enrichies en substances dissoutes après leur passage à travers l'infrastructure. En outre, si le bois peut séduire par son faible coût et son caractère « naturel », sa putréfaction au contact de l'air peut poser problème et libérer des lixiviats potentiellement nuisibles à la faune et à la flore. Autant d'aspects plus qualitatifs qui mériteraient eux aussi une attention.

Références :

- CHYN (2016). Impact hydrologique des routes adaptées aux marais de pente – Etude de quatre sites expérimentaux. Centre d'Hydrogéologie et de Géothermie de Neuchâtel.
- LIN'eco (2016). Synthèse bibliographique en relation avec le projet.

Dr. Philippe Grosvernier
Directeur de LIN'eco
ph.grosvernier@lineco.ch

Célien Montavon
Biogiste, LIN'eco
c.montavon@lineco.ch

Dr. Daniel Käser
Centre d'hydrogéologie et de géothermie (CHYN)
de l'université de Neuchâtel
daniel.kaser@bluewin.ch

Prof. Dr. Philip Brunner
Centre d'hydrogéologie et de géothermie (CHYN)
de l'université de Neuchâtel
philip.brunner@unine.ch

Prof. Dr. Daniel Hunkeler
Centre d'hydrogéologie et de géothermie (CHYN)
de l'université de Neuchâtel
daniel.hunkeler@unine.ch

Peter Staubli
Sektion Arten und Lebensräume, BAFU
peter.staublibeck@bafu.admin.ch

Zusammenfassung

Es wurde ein Vergleich von drei Arten von Strassen, die für die diffuse Wasserversorgung von Moorbiotopen gebaut wurden, angestellt. Die Strasse, die in regelmässigen Abständen mit L-förmigen Drainagen ausgestattet wurde, konzentriert das Abwasser zu sehr an den Leitungsausgängen. Bei der Ausstattung der Strasse mit Rundhölzern ist eine diffuse Ableitung zwar möglich, doch erfordert dies einen Aushub, der das Wasser in Hanglagen in der Strassenachse ableiten könnte. Wird die Strasse mit einer leichten Struktur (Blähglas) versehen, kann das Wasser ohne Aushub gleichmässig ablaufen.

Riassunto

Sono state messe a confronto tre tipologie di strade costruite per assicurare un approvvigionamento idrico diffuso nei biotopi palustri. Nelle strade realizzate con drenaggi a L a intervalli regolari le acque di deflusso si concentrano troppo all'uscita dei drenaggi. Quelle realizzate con tronchi di legno garantiscono un deflusso diffuso ma richiedono scavi che potrebbero deviare l'acqua sull'asse della strada se questa è in pendenza. Le strade a struttura leggera (vetro espanso) consentono un deflusso uniforme senza scavi.