

4

2019

Le mensuel suisse de la forêt et du bois

LA FORÊT



- Le bois, facteur de sécurité anti-incendie page 8
- Le teck, alternative au déboisement page 17
- L'énergie du bois à l'heure numérique page 20



Fig. 1: Situation typique d'un chemin agricole traversant une zone de biotopes marécageux, au lieu-dit Stouffe, sur la commune de Habkern (BE).

Philippe Grosvernier

Impact hydrologique des routes adaptées aux marais de pente

LIN'eco, CHYN/UNINE, Beck & Staubli* | *Les zones humides ont besoin d'un écoulement d'eau uniforme, or les routes les traversant bloquent ou concentrent cet écoulement. L'étude teste l'écoulement de l'eau à travers trois types de routes adaptées aux marais de pente, fréquents en forêt.*

Les routes de desserte (fig. 1), bien que nécessaires à l'entretien (fauche) des biotopes marécageux, engendrent des perturbations de l'approvisionnement en eau de ces écosystèmes. Les biotopes marécageux sont en effet dépendants de flux d'eau dits 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 ces lieux 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 (Chimner et al. 2016).

Que ce soit pour des questions de durabilité des écosystèmes ou des infrastructures, les spécialistes sont unanimes: les routes au contact des zones humides sont à éviter! Cela n'est malheureusement pas toujours possible, raison pour laquelle différents types de constructions sur sols compressibles ont été conçus partout dans le monde mais, la plupart du temps, uniquement dans le but d'assurer la pérennité des ouvrages (LIN'eco 2016). En Suisse, 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 de l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG), a mandaté les bureaux LIN'eco – Philippe Grosvernier et Beck & Staubli, ainsi que le Centre d'hydrogéologie et de géothermie de l'Université de Neuchâtel (CHYN) afin de mesurer la façon dont l'eau s'écoule à travers différents types de routes conçues 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, le cas échéant de les modifier et de consolider les évaluations environnementales des projets de routes.

* Philippe Grosvernier et Célien Mantovan, LIN'eco; Daniel Köser, Philip Brunner et Daniel Hunkeler, Centre d'hydrogéologie et de géothermie [CHYN], Université de Neuchâtel; Peter Staubli, Office fédéral de l'environnement [OFEV], section Espèces et milieux naturels, et Büro Beck & Staubli.

Techniques de constructions étudiées et méthodologie

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

1. **Structure légère (STA).** Une route, à Sankt-Antönien (GR), en dalles supportées par une structure légère composée de deux couches différentes. Un amas de gravier de verre expansé léger, de type «Misapor», est emballé dans un géotextile directement déposé sur le sol et arrimé par des pieux en bois. Le tout est recouvert d'une mince couche de sable. Il s'agit d'une structure à remblai flottant.

2. **Structure en rondins de bois ou «Prügelweg» (STO, HMD).** Deux chemins, à «Stouffe» et à «Höhmahd», sur la commune de 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» (SCH).** Une route, à Schöniseischwand (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.

Plusieurs autres cas ont été examinés mais n'ont pas pu être retenus, la plupart du temps parce que ces routes étaient équipées d'un drainage longitudinal en amont, ce qui empêche toute circulation d'eau et ne correspond donc pas à ce qui était recherché.

Pour ces structures-types, l'étude visait 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 et observer ainsi si la structure de la route engendre 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, en quantités simulant des conditions de précipitation réalistes. En mesurant la conductivité électrique de l'eau dans le sol, avant et après l'arrosage, il était 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

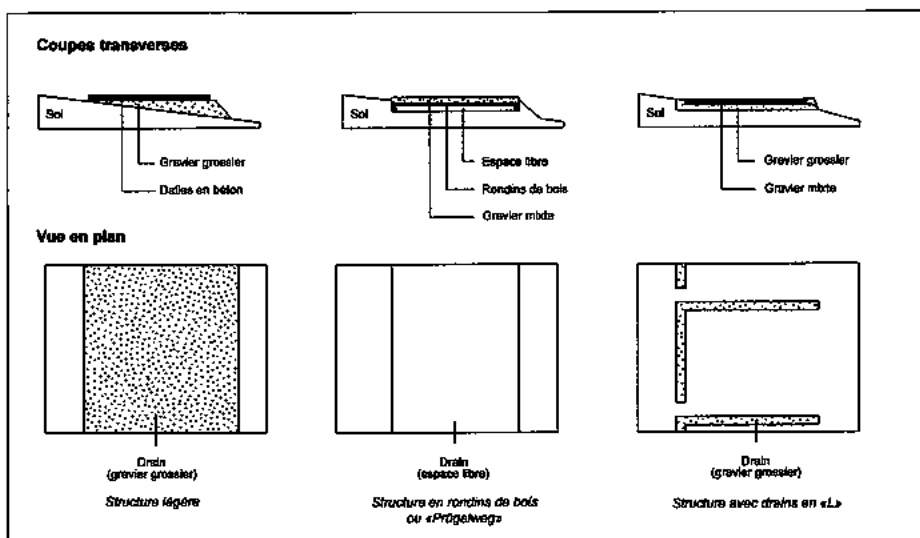


Fig 2: Schéma des différentes structures de routes dont l'effet sur les écoulements souterrains d'eau a été testé.

Source: CHYN 2016

2013 et 2015 par le CHYN. Elles ont fait l'objet d'un rapport détaillé (CHYN, 2016).

En complément, l'influence des matériaux de construction sur l'hydrochimie a pu être mise en évidence en mesurant la conductivité électrique «naturelle» (avant traçage) en amont et en aval de chaque route étudiée. En effet, dans les milieux humides, la qualité de l'eau est déterminante pour le développement et le maintien de communautés végétales très exigeantes du point de vue de leur niche écologique. Les sels minéraux et autres substances contenus dans le matériel de remblai, ou bien issus du trafic ainsi que de l'entretien hivernal peuvent également conduire à une modification des conditions édaphiques (LIN'eco, 2016).

En ce qui concerne la structure avec drains en «L», à Schöniseischwand (SCH), le traceur apparaissait en forte concentration à l'exutoire des drains. Cependant, le traceur a aussi été décelé à proximité de la route, entre les exutoires des drains en «L», ce qui indique que les écoulements ont aussi lieu à travers le gravier mixte de la route.

La mesure de la conductivité «naturelle» avant traçage en amont et en aval de chaque tronçon de route étudié a révélé un enrichissement généralisé (environ $\times 2$) de l'eau en substances dissoutes au contact des matériaux de construction en aval de la route. Par contre, à Schöniseischwand, la structure à drains en «L» a principalement pour effet de concentrer les minéraux à l'exutoire, comme

La structure de route dite «légère» constitue une solution optimale du point de vue du respect des conditions hydrologiques.

Résultats

Les structures de route étudiées ne représentent pas un obstacle aux écoulements souterrains, la zone en aval étant en tout temps saturée.

Les résultats du traçage ont cependant révélé des disparités entre les différentes techniques de construction (fig. 3). Au-delà des variations liées à l'hétérogénéité qui caractérise les sols marécageux, la répartition du traceur en aval était relativement homogène sur les sites de Sankt-Antönien (STA), Stouffe (STO) et Höhmahd (HMD).

déjà observé dans les résultats de l'expérience de traçage. Les écoulements se frayant un passage hors des drains n'apparaissent pas cette fois-ci de manière aussi significative.

Le matériau de construction, notamment les cailloux et graviers formant le coffre des routes, exerce par conséquent une influence sur les apports en sels minéraux à la solution du sol. En terrain calcaire, cet enrichissement local ne porte probablement pas à conséquence. En terrain siliceux, ou si une route traverse un haut-marais, de tels apports pourraient, par contre, avoir des effets beau-

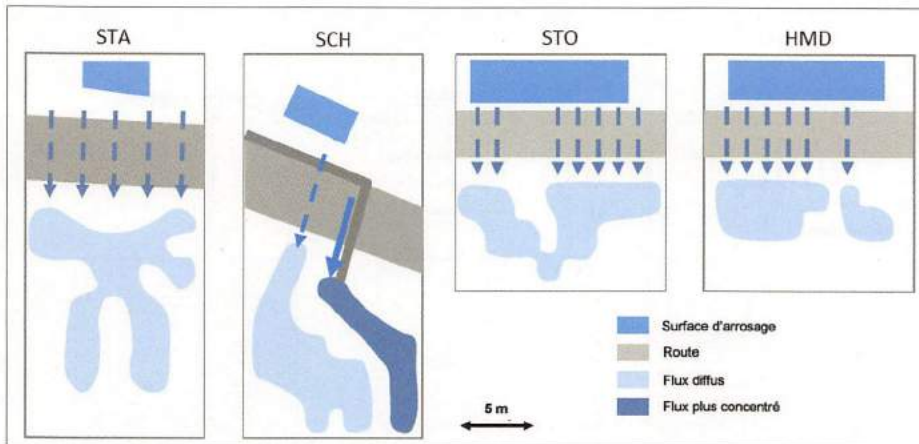


Fig. 3: Représentation simplifiée des flux observés à travers les différentes structures de routes suite à la diffusion du traceur.

D'après CHYN 2016

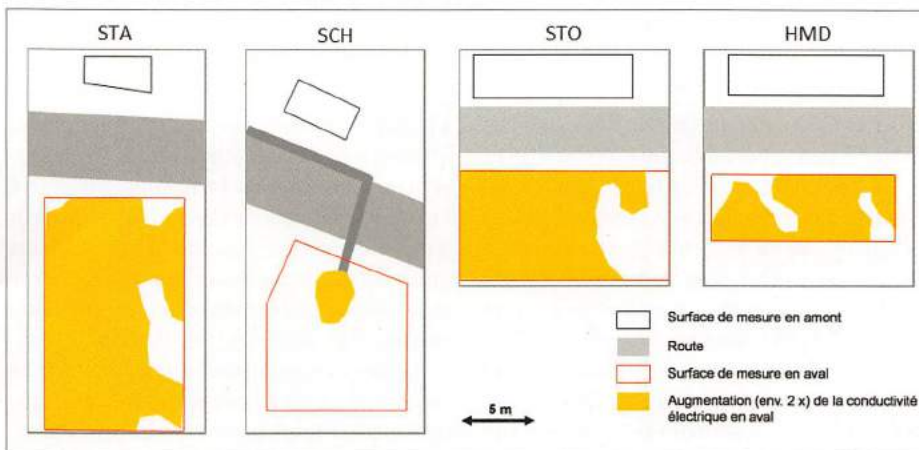


Fig. 4: Représentation simplifiée de l'augmentation « naturelle » de concentration en substances dissoutes en aval de la route au contact des matériaux de construction des infrastructures.

D'après CHYN 2016

coup plus déterminants sur l'évolution de la végétation. Ces aspects n'ont cependant pas été étudiés dans le cadre du présent projet.

Recommandations

La structure de route dite « légère » constitue une solution optimale du point de vue du respect des conditions hydrologiques assurant un approvisionnement en eau suffisant 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. Il est probable, toutefois, 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, elle aussi, 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 les cas, en l'occurrence les plus fréquents, où la route est en pente, 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 pas 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 tronçons traversant des biotopes marécageux en augmentant les pentes des routes.

Il en va de même de la structure avec drains en « L » qui présente, en outre, le dés-

avantage 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, là où l'eau n'est pas redistribuée. Bien qu'une partie de l'eau circule également hors des drains en « L », favorisant tout de même 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 pour la construction d'une telle infrastructure sont justifiés.

Enfin, les matériaux constituant la route modifient l'hydrochimie, les eaux étant passablement enrichies en substances dissoutes après leur passage à travers l'infrastructure. Si le bois, notamment utilisé pour la construction de Prügelwege, 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. D'autres types de matériaux de remblai dit « légers » sont utilisés à travers le monde pour la construction sur sols compressibles, mais l'intérêt qu'on peut leur porter sera souvent limité par leur disponibilité (balles de tourbe compressée, cendres volcaniques couramment utilisées en Islande) ou leur incompatibilité avec les normes écologiques (scories, pneus déchiquetés, polystyrène expansé).

Conclusions et perspectives

Une investigation plus poussée de l'influence de différents matériaux de remblai courants sur la qualité de l'eau serait souhaitable afin d'encourager des choix avisés. De plus, au vu des problèmes prévisibles de déviation des écoulements soulevés plus haut, 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. ■

BIBLIOGRAPHIE

- Chimner, R. A.; Cooper, D.J.; Wurster, F.C. & Rocherfort, L. (2016): *An overview of peatland restoration in North America: where are we after 25 years?* Restoration Ecology, 25: 283-292.
- 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.*