

Évacuation des eaux de chaussée: quels seront les outils du futur?

Autor(en): **Vuillerat, Claude-Alain / Thomas, Claude**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **128 (2002)**

Heft 10

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-80282>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Évacuation des **eaux de** **chaussée**: quels seront les outils du futur?

En fonction du projet qu'il traite, le constructeur de routes doit pouvoir clairement identifier les contraintes légales et techniques à observer en matière d'eaux de surface. Il doit en particulier opérer des choix conformes aux connaissances actuelles, même si ces dernières n'ont pas encore fait l'objet d'une réactualisation des normes. Dans cette perspective, le travail de recherche MR 22/96 indique les liens et interactions existants entre les divers domaines techniques et légaux participant à la gestion des eaux de chaussée, et il met en évidence les nouvelles exigences qu'il faudra introduire dans la future normalisation afin de respecter les dispositions légales, notamment du point de vue qualitatif et quantitatif. Pour les professionnels de la route, cette étude publiée en décembre 2000¹ constitue une première étape, qu'il s'agira de concrétiser par la rédaction de normes spécifiques. Les réflexions présentées dans cet article découlent d'une étude pluridisciplinaire conduite pour la VSS par des ingénieurs civils et ruraux, avec des spécialistes en environnement, en hydrologie, en chimie et en construction de routes. Elles illustrent bien la convergence des préoccupations qui sont propres aux ingénieurs SIA membres du groupe spécialisé Sol-Air-Eau.

Buts et contexte de l'étude

La gestion des eaux de ruissellement des routes appelle une réflexion sur l'ensemble des problèmes posés par la quantité et la qualité des eaux. S'il existe aujourd'hui de nombreux textes traitant ce sujet - législation, normes professionnelles de l'Union des professionnels suisses de la route (VSS) et de l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA), études diverses -, la manière de traiter les problèmes et de dimensionner les ouvrages n'est actuellement pas uniforme en Suisse. D'autre part, les normes en vigueur sont souvent dépassées, insuffisantes voire inexistantes et par conséquent à réviser ou à créer.

Les principales questions ouvertes sont les suivantes:

- à partir de quel niveau une eau de chaussée peut-elle être considérée comme polluée?
- quels aménagements sont-ils nécessaires pour répondre aux exigences légales?
- sur quelles routes peut-on évacuer les eaux par les bas-côtés?
- comment peut-on ou doit-on dimensionner et concevoir les ouvrages nécessaires?
- comment tenir compte des accidents avec déversement de matières pouvant polluer les eaux?
- quelles normes de la VSS sont-elles touchées et quelle est la forme de normalisation propre à couvrir l'ensemble de ce domaine, afin de garantir un choix judicieux des ouvrages par le praticien?

Objectifs de la gestion des eaux de chaussée

En Suisse, depuis plusieurs années, la surface imperméable totale augmente. Cette modification du sol entraîne diverses conséquences, dont le risque de modifier plus ou moins profondément le cycle naturel de l'eau. Lorsque le sol ne peut plus exercer sa fonction d'épuration et de rétention des eaux météoriques car celles-ci ruissellent directement vers leur exutoires naturels, une étape naturelle se trouve en effet «court-circuitée» et le risque de pollution directe ou d'inondation en aval augmente en proportion. La démarche engagée dans le cadre du mandat de recherche visait une prise en compte aussi exacte que possible du cycle naturel hydrologique et de l'infiltration des eaux de ruissellement partout où des critères qualitatifs ou quantitatifs le permettent.

Les bassins de rétention constituent un élément important de la gestion des eaux de ruissellement. Leur rôle principal réside dans la limitation efficace des effets attribuables aux crues - érosion, inondation, destruction - et, dans une cer-

¹ «Évacuation des eaux de route: état des lieux, propositions, ouvrages de sécurité, de rétention et d'infiltration», mandat de recherche 22/96 (MR 22/26), septembre 2000; diffusion: Union des professionnels suisses de la route (VSS), Seefeldstrasse 9, 8008 Zurich

taine mesure, dans l'atténuation d'étiages trop dévastateurs. La démarche proposée doit tenir compte de ces buts de protection contre les crues et prendre en compte les objectifs de sécurité pour les populations et les biens situés en aval.

L'évacuation du ruissellement doit aussi remplir des objectifs qualitatifs en matière de propreté des eaux dans les milieux récepteurs, qu'il s'agisse d'eaux souterraines (nappe phréatique) ou superficielles (ruisseau, rivière, étang, lac). La qualité des eaux ruisselées doit donc être définie pour être intégrée dans la solution proposée. Enfin, la notion d'accidents majeurs doit également être comprise dans la protection des eaux souterraines et superficielles.

La couche supérieure du sol est un filtre efficace pour de nombreuses substances. Cependant, les analyses ont montré que la pollution routière se disperse dans une grande proportion sur les côtés de la chaussée, si bien que cette bande de terrain se trouve, à terme, saturée en polluants. Or si les eaux ont pu passer à travers le sol sans filtrage opérant, elles atteindront l'aquifère chargées de matières polluantes.

Les nouveaux outils de dimensionnement

Relations pluie-débit et polluant-débit

La problématique des eaux évacuées par les routes et de leurs effets repose sur deux notions principales:

- 1) la quantité d'eau évacuée en fonction du temps - soit l'hydrogramme - qui est obtenu par des méthodes de simulation permettant d'exprimer les pluies tombées sur la chaussée en volume d'eau évacué;
- 2) la qualité de l'eau à évacuer en fonction du temps - soit le flux pollutif ou pollutogramme - qui nécessite de connaître la relation entre les polluants stockés sur la chaussée et leur entraînement par les eaux ruisselées.

Pour la prise en compte de ces deux éléments importants, les outils de base du dimensionnement sont les mêmes: il s'agit de simulations hydrauliques se basant sur les lois de l'hydrologie urbaine.

Méthodes actuelles

Les formules aujourd'hui proposées par la VSS permettent de prédire les écoulements (norme SN 640351 «Temps de ruissellement» et norme SN 640352 «Débits»). Basées sur la méthode dite rationnelle, elles ne permettent d'obtenir qu'un débit de pointe artificiel, tel qu'il se produirait lorsque tout le bassin versant participe au ruissellement. Leurs limites résident notamment dans l'impossibilité de connaître la variation du débit durant l'événement pluvieux (linéarité de la fonction de transfert), de même qu'elles ne tiennent pas

compte des pluies antécédentes (constance du coefficient de ruissellement).

Si elles offrent de bonnes méthodes de pré-dimensionnement, les normes en vigueur ne sont donc pas adaptées à une analyse complète d'évacuation des eaux du système routier, si bien qu'en hydrologie urbaine elles ont été abandonnées au profit de modèles permettant une simulation continue et événementielle.

Simulation hydraulique

Afin d'évaluer les quantités d'eau évacuées, il faut au préalable définir une pluie dite de projet, qui servira de base à l'établissement de l'hydrogramme de ruissellement (relation pluie-débit). La pluie de projet peut être réelle (reproduction de données issues d'enregistrements d'événements observés) ou synthétique (événements reconstitués sur la base d'une règle hydrologique particulière). Or pour effectuer des simulations continues d'événements réels, on doit disposer de longues séries temporelles de pluies observées (en principe sur une durée pouvant recouvrir plusieurs dizaines d'années). Le traitement des données pluviométriques réelles permet en effet d'établir des hydrogrammes de ruissellement, la transformation pluie-débit faisant appel à une fonction de travers - appelée convolution - dont les règles sont aujourd'hui connues et calibrées de cas en cas. Et il existe des programmes de recherche en hydrologie urbaine relatifs au ruissellement de l'eau sur les chaussées, qui permettent de paramétrer la relation pluie-débit en fonction du type de chaussée.

Ces dernières années, l'hydrologie urbaine a ainsi connu d'importantes mutations, en particulier grâce à l'accroissement prodigieux des capacités informatiques et l'acquisition de données réelles observées, stockées et traitées. Cette évolution des mesures hydro-météorologiques et de leur traitement informatique débouche progressivement sur des catalogues de séries de pluies, qui correspondent à des pluies réelles dont ils donnent la description complète. Précisons que pour obtenir des simulations propres au domaine routier, il est souhaitable de disposer de pas de temps observés à intervalles assez courts, de l'ordre de une à deux minutes. Associé au catalogue existant, le traitement statistique de ces données livre les occurrences des événements (courbes intensité-durée-fréquence ou pluies classées). Petit à petit, nous disposerons ainsi de catalogues pluviométriques contrôlés et validés pour de grandes périodes d'observation et pourrons procéder à des simulations continues bien documentées.

Depuis plusieurs années, la VSA a mis en place un réseau continu d'observations de données pluviométriques couvrant

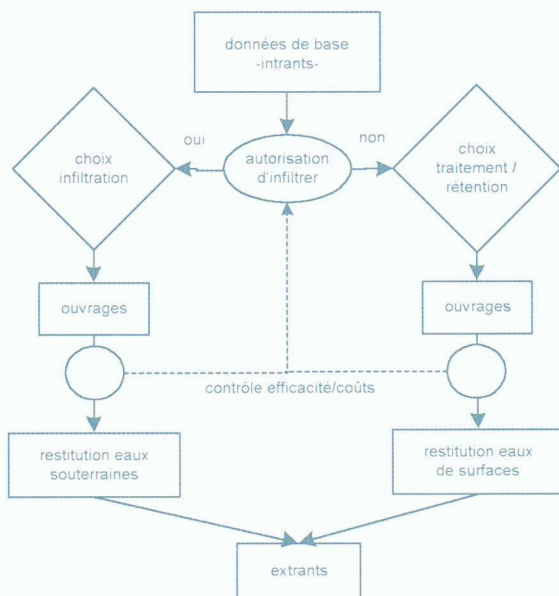
Fig. 1 : Démarche générale

Fig. 2 : Démarche détaillée liée aux bases de données

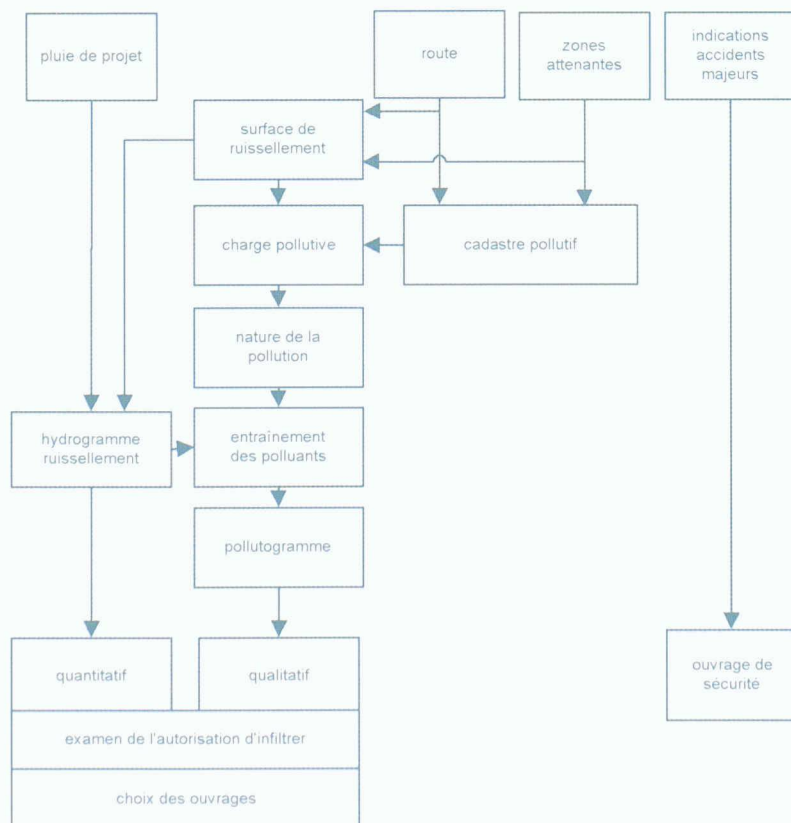
Fig. 3 : Relation hydrogramme-pollutogramme

Tableau I: Types de polluants

1



2



toute la Suisse. Au vu de l'avancement du projet, il est probable que, d'ici cinq à dix ans, des résultats seront disponibles pour l'ensemble du territoire, comme c'est aujourd'hui le cas des secteurs pour lesquels un tel travail a déjà fourni des catalogues de longue durée pouvant être consultés.

Charges polluantes – types de polluant

Cinq à vingt pour-cent des émissions polluantes dues au trafic se retrouvent dans les eaux de ruissellement des routes, le reste étant dispersé aux abords de celles-ci. La provenance des divers types de polluants a été identifiée par des travaux conduits sous la direction de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). Quant à leur quantité, elle est fort variable et dépend du trafic, du type de chaussée, des conditions environnementales et des forces d'entraînement. Le tableau I donne une liste des types de polluants rencontrés.

Démarche proposée

A l'issue d'un processus pluridisciplinaire, la démarche proposée consiste à mieux intégrer les données de base (intrants), notamment afin de pouvoir en retirer toutes les informations nécessaires relatives aux aspects volumétriques et pollutifs. Il s'agit en particulier d'obtenir des hydrogrammes et des pollutogrammes d'entrée dans les systèmes de traitement des eaux de route.

Il est ainsi possible de procéder à l'examen de l'autorisation d'infiltration ou de déversement («Zulässigkeitsprüfung») de façon beaucoup plus sélective et ciblée sur les ouvrages à concevoir. Dès lors qu'il fait intervenir un hydrogramme d'entrée, le dimensionnement des ouvrages - en particulier l'aspect rétention - peut être traité de manière fiable, le rabattement des pollutions étant cerné par le biais de la charge polluante, de la dilution et de ses effets dans le temps, définis sous forme de pollutogrammes.

La démarche proposée est illustrée par les figures 1 et 2, la première étant d'ordre général «Evacuation des eaux de route» et la suivante une composante détaillée concernant les données de base.

Quelques réflexions

Relation hydrogramme de ruissellement – charge polluante

Il est important de connaître la manière et la vitesse avec laquelle les polluants se font emporter par l'eau. Or cela dépend de la solubilité d'un polluant, de la taille de la particule et de son état chimique (complexé ou non, associé ou non à d'autres particules, etc.). Le comportement des métaux

Provenance

Polluants

Directement lié au trafic:

Essence	Pd, Ni, Zn (diesel), suie (particules), liaisons organiques
Gaz (catalyseur)	platine, palladium et rhodium
Freins	Cr, Cu, Ni, poussières
Pneus	Caoutchouc, suie, soufre, oxyde de zinc avec traces de Cd et Pd
Corrosion, usure	Al, Cu, Co, Mn
Pertes liquides (gouttes)	Pd, Ni, Zn, liaisons organiques
Usure de la route:	
- béton	poussières
- bitume	poussières
- goudron	liaisons organiques
- marquage	titane (TiO ₂)

Indirectement lié au trafic:

Travaux d'entretien	substances pour l'entretien des plantes
Service hivernal	Na, Cl, Ca, SO ₄
Rinçage du véhicule	particules terreuses et poussières

lourds est par exemple différent s'ils sont libres (dissous) ou associés à des particules. Quant à la manière dont le ruissellement emporte les matières en suspension, elle est fonction de son débit. Pour exprimer les fonctions d'entraînement des polluants, les modèles existants de traitement des données hydrologiques suffisent. Toutefois, leur paramétrage devra être adapté aux conditions locales et prendre en compte les données du cadastre des charges polluantes évolutives dans le temps. En effet, le pollutogramme (fig. 3) est une fonction non linéaire de l'hydrogramme. Généralement, la concentration des polluants est plus forte en début d'averse («shock pollution»).

La relation entre les hydrogrammes de ruissellement et la concentration des polluants permet de voir quelle phase du ruissellement contient l'essentiel de la charge polluante; elle permet donc d'établir une relation entre le volume de stockage et le pourcentage de rétention de substance polluante. Cela évite de surdimensionner un ouvrage de prétraitement pour ne retenir qu'une partie négligeable de la pollution. La relation entre hydrogramme de ruissellement et concentration en polluants sera notre intrant pour le choix de systèmes d'infiltration, de prétraitement ou de rétention. Il est nécessaire pour:

- étudier les possibilités d'infiltration;
- estimer le volume de rétention éventuellement nécessaire, avoir une idée de la pointe de débit à laminer (si nécessaire), estimer la charge moyenne de pollution, ainsi que la charge à abattre [$F_{abb} = (F_{moy} - F_{sortie})$] où F_{sortie} = charge respectant les normes sur le déversement des eaux usées;
- évaluer sur quelle partie du ruissellement il faut cibler l'épuration.

Concentration ou charge?

Le déversement des eaux polluées dans les eaux superficielles, les drainages, les rivières et les ruisseaux souterrains

est régi par l'art. 6 de l'OEaux et ses annexes. Les exigences doivent être renforcées si, en raison du déversement d'eaux polluées, les eaux réceptrices ne correspondent pas aux normes de qualité définies dans l'annexe 2, ces dernières étant exprimées en concentration dissoute du total (mg/l ou m/l). L'annexe 3 précise que c'est l'autorité qui fixe au cas par cas les exigences applicables, en tenant compte des caractéristiques des eaux polluées, des possibilités techniques et de l'état du milieu récepteur. Cela étant, la notion de charge totale - qui prend en compte la durée et la quantité de polluants déversés dans le milieu récepteur - constitue également un paramètre de pollution important; or bien qu'elle soit couramment utilisée à l'étranger, en France notamment, elle ne l'est pratiquement pas en Suisse.

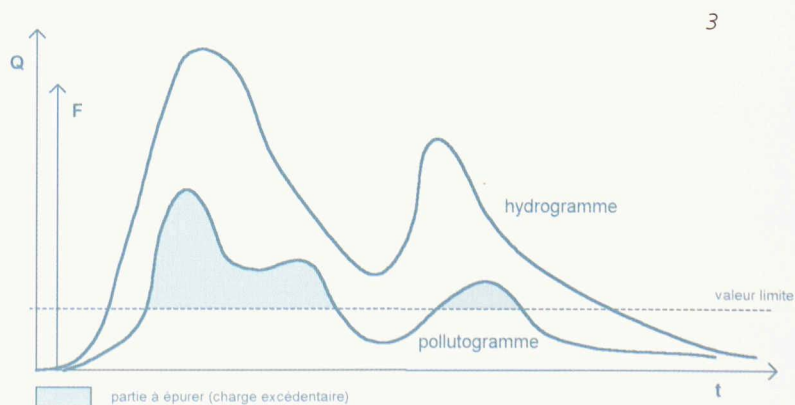


Fig. 4 : Bassin de rétention et sécurité à la jonction de Porrentruy-Est sur la A16/section 4 (Photo : M. Jobin)

Les deux types de données peuvent être évalués sur la base du pollutogramme:

- la concentration est la limite de déversement admissible, elle permet de fixer le laminage des pointes de crues à réaliser;
- la charge totale est l'intégration du pollutogramme en fonction du temps.

Conclusions

L'étude pluridisciplinaire réalisée a permis d'approfondir certains domaines et de dégager quelques principes fondamentaux.

Tout d'abord, l'évacuation des eaux de chaussée doit bien évidemment répondre à la loi et à l'ordonnance sur la protection des eaux ainsi qu'à la Directive 1999 de l'OFEFP. Les eaux claires doivent ainsi être évacuées par infiltration, tandis que celles qui sont polluées doivent être traitées avant déversement ou infiltration. Le problème consiste à déterminer où se situe la limite entre eau polluée et non polluée.

Ensuite, la pollution des eaux de chaussée est liée à de très nombreux paramètres (trafic, revêtement, zones attenantes, salage, etc.). Nous avons été amenés à proposer une démarche en deux étapes:

- dans un premier temps et pour l'immédiat, on se basera sur la procédure fixée par l'OFEFP dans sa directive, à savoir que le critère retenu est l'intensité du trafic;
- à l'avenir, et au fur et à mesure de l'avance des connaissances et des recherches, on établira - sur la base d'un cadastre pollutif par catégories de routes - les hydrogrammes et les pollutogrammes permettant de dimensionner les ouvrages des points de vue quantitatif et qualitatif.

La démarche envisagée s'appuie sur des études récentes et le développement d'organigrammes mettant en exergue les paramètres et les priorités fixées par la loi (infiltration, rétention, déversement dans les eaux de surface), afin d'aboutir à un choix des ouvrages qui répondent à la situation précise après les examens d'autorisation d'infiltrer ou de déverser et l'analyse coût/utilité (fig. 4).

Enfin, le problème des débits et volumes à traiter a nécessité et nécessitera encore des développements. Il apparaît en effet que si la méthode actuelle - basée sur des indications de nature intensité-durée-fréquence (IDF) - suffit à établir des prédimensionnements, elle n'est en revanche pas adaptée à une analyse complète qui implique quant à elle une simulation continue ou événementielle.

