

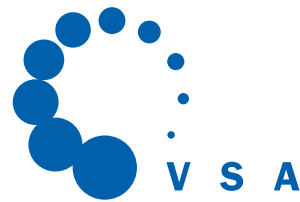


Problématique



Les stratégies de gestion de l'eau adaptée au climat dans les zones urbaines, telles que les approches de type « Ville Éponge », visent à apporter des réponses aux risques climatiques (fortes précipitations et sécheresse/ chaleur), ainsi qu'à garantir une qualité de vie et une biodiversité élevées grâce à des espaces naturels, récréatifs et ludiques. La mise en œuvre de ces stratégies tend à accroître la présence d'eau libre ou souterraine, souvent stagnante après précipitations. Dans certaines circonstances, la présence d'eau stagnante peut créer un environnement propice à la reproduction d'espèces de moustiques. Certaines espèces peuvent entraîner des nuisances en raison de leurs piqûres ou de la transmission de maladies à l'homme.

Cet aide-mémoire, destiné aux urbanistes, architectes, concepteurs, et autorités d'exécution, propose des recommandations visant à éviter que les solutions « Ville Éponge » ne favorisent la prolifération de moustiques potentiellement nuisibles dans les zones urbaines, tout en préservant l'intégrité des écosystèmes aquatiques.



CENTRE DE COMPÉTENCE (CC)
COURS D'EAU

AIDE MEMOIRE

Villes Éponge : favorisent-elles la prolifération des moustiques ?

Espèces de moustiques potentiellement nuisibles en Suisse et risque sanitaire

La présence de moustiques est parfaitement naturelle, car ces insectes font partie intégrante de notre écosystème. Ils jouent un rôle au sein de nombreux réseaux alimentaires et contribuent à la pollinisation des plantes. Cependant, lorsque l'activité humaine modifie l'écosystème, notamment dans les zones urbaines, leur densité peut considérablement augmenter, causant des désagréments à la population en raison de leurs piqûres et, dans certains cas, augmentant le risque de transmission de maladie en tant que vecteurs potentiels.

Les moustiques potentiellement nuisibles pouvant se développer en Suisse peuvent être globalement classés en deux groupes, en fonction du type de milieu (cf. page suivante): d'une part, il y a les moustiques provenant de milieux naturels, tels que ceux responsables du paludisme (*Anopheles*), et les moustiques des eaux de crue (*floodwater mosquitoes*). D'autre part, il y a ceux qui prospèrent dans des environnements anthropisés, notamment les moustiques exotiques invasifs, tels que le moustique tigre.

Les milieux anthropisés offrent souvent des conditions idéales pour la prolifération des moustiques exotiques invasifs.



Finalement, il existe aussi des espèces ubiquitaires¹ capable de se développer dans ces deux typologies d'environnements, comme *Culex pipiens*, le moustique commun.

Pour préciser davantage :

- Les moustiques **Anophèles**, qui peuvent être porteurs du paludisme, sont relativement rares en Suisse et restent généralement proches de leur lieu de développement, éloignés des zones urbaines. Par conséquent, le risque de transmission du paludisme dans notre pays est actuellement très faible, de même que les nuisances qu'ils occasionnent.
- Certaines espèces **ubiquitaires**¹ du genre *Culex* ou *Culiseta*, qui piquent au crépuscule, sont considérées comme des vecteurs potentiels du virus de la fièvre du Nil occidental (West Nile Virus, WNV), en particulier *Cx. pipiens* (moustique commun) qui est le principal vecteur de ce virus sous nos latitudes. Cette maladie est endémique dans de nombreuses régions d'Europe, où elle peut parfois provoquer des épidémies de grande ampleur. Récemment, le virus a été détecté dans le sud de la Suisse.
- Les moustiques des **eaux de crue**, tendent à se développer en grand nombre et à se déplacer beaucoup. Ils sont très agressifs avec leurs piqûres et peuvent occasionnellement être associés à la transmission du WNV.
- Les moustiques du genre **Coquillettidia**, associés aux roselières, sont très agressifs avec leurs piqûres et peuvent occasionnellement être associés au WNV.
- Les **moustiques exotiques invasifs** se développent principalement dans les milieux artificiels des zones urbaines sous nos latitudes. Leur présence peut être très gênante pour l'homme, car ils piquent de manière répétée tout au long de la journée. Le **moustique tigre** en particulier est considéré comme le principal vecteur potentiel de maladies exotiques telles que le chikungunya et la dengue. Bien que ces maladies ne soient pas encore présentes en Europe, elles sont régulièrement introduites par des voyageurs les contractant dans des pays tropicaux. Une fois ces maladies présentes sur le territoire, le moustique tigre peut les disséminer s'il entre en contact avec une personne atteinte.

¹ En biologie, une espèce est dite ubiquitaire si elle se maintient dans plusieurs types de milieu, éventuellement avec une distribution géographique étendue.

Principaux groupes de moustiques selon le type de milieu



milieux naturels :

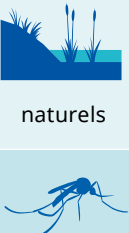
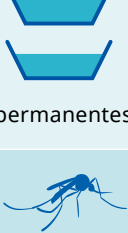














- moustiques du genre *Anopheles*, tels que les espèces responsables du paludisme; p. ex. *Anopheles claviger*, *An. maculipennis s.l.* et *An. plumbeus*;
- moustiques des eaux de crue ; p. ex. *Aedes vexans*, *Ae. cantans*, *Ae. sticticus*, *Ae. caspius*;
- moustiques du genre *Coquillettidia*, associés aux roselières;
- moustiques ubiquitaires ; p. ex *Culex pipiens* (moustique commun), genre *Culiseta*.

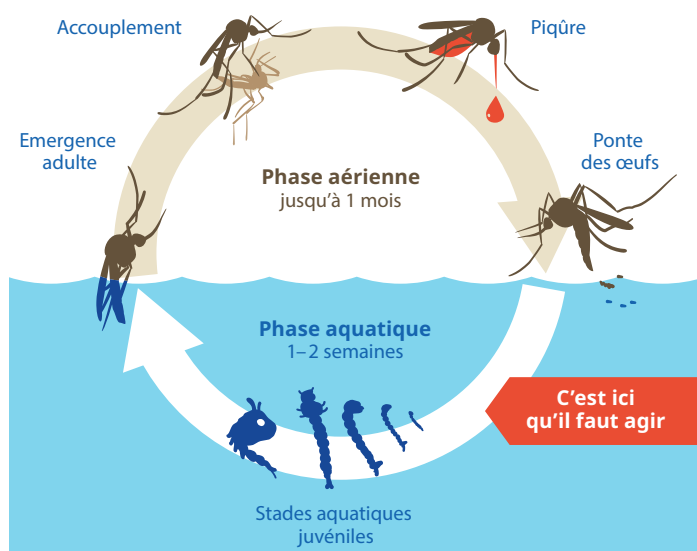
milieu anthropisés (contexte urbain, substrats artificiels) :



- moustiques exotiques invasifs ; p. ex *Ae. albopictus* (moustique tigre), *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus*
- moustiques ubiquitaires ; p. ex *Culex pipiens* (moustique commun), genre *Culiseta*.

Groupes de moustiques	Milieu		Eaux stagnantes		Nuisance	Maladies (potentielles)
	naturels	anthropisés	temporaires	permanentes		
Moustiques anophèles (genre <i>Anopheles</i>)					! (faible)	en gras : rôle significatif de ce groupe de moustiques en tant que vecteur de la maladie
Moustiques des eaux de crue (p. ex.: <i>Aedes vexans</i>)					!! (élevée)	West Nile
Moustiques du genre <i>Coquillettidia</i> (associés aux roselières)					! (faible)	West Nile
Moustiques exotiques invasifs (p. ex: moustique tigre)					!! (élevée)	chikungunya, dengue, Zika, etc.
Moustiques <i>Culex</i> (p. ex: <i>Culex pipiens</i> , moustique commun)					!! (élevée)	West Nile
Moustiques <i>Culiseta</i>					! (faible)	West Nile

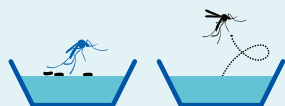
Cycle de vie des moustiques: l'eau est indispensable à la reproduction



Le cycle de vie des moustiques

comprend une phase aérienne et une phase aquatique. C'est lors de la phase aérienne, qu'a lieu l'**accouplement**. Après l'accouplement, la femelle moustique doit impérativement **piquer** un hôte pour achever le développement de ses œufs. Les **œufs** pondus éclosent au contact de l'eau, marquant le début de la phase aquatique, avec plusieurs stades juvéniles (4 stades **larvaires** et 1 stade **nymphal**). La durée de cette phase varie de 1 à 2 semaines, en fonction de l'espèce de moustique et de la température de l'eau.

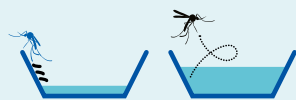
Il existe deux types de ponte, qui dépendent de la présence d'eau stagnante: soit temporaire, soit permanente:



1. Eau stagnante en permanence : les œufs sont déposés directement à la surface de l'eau par les moustiques des genres *Anopheles*, *Coquillettia*, *Culex* et *Culiseta*. Il est impératif que l'eau soit présente de façon permanente. C'est cependant dans ces eaux permanentes, surtout en milieu naturel, que des prédateurs et compétiteurs naturels tels que poissons et larves d'insectes sont présents limitant la prolifération des moustiques.

Sites de reproduction :

- milieux naturels tels que mares et étangs.
→ *Culex*, *Anopheles*, *Culiseta*, *Coquillettia* (seulement en présence de roseau)
- ouvrages avec de l'eau stagnante, tels qu'égouts, dépotoirs, canaux, citernes, etc.
→ *Culex*, *Culiseta*



2. Eau stagnante de façon provisoire : les œufs du genre *Aedes* sont déposés à proximité de l'eau et n'éclosent que lorsque l'eau les submerge, lors d'une montée des eaux. Ils se développent généralement dans des milieux aquatiques temporaires, qui peuvent s'assécher. Ces œufs ont la particularité de rester viables même s'ils restent au sec pendant de longues périodes, parfois des années. De plus, il n'existe pas de prédateurs naturels pour ces stades juvéniles.

Sites de reproduction :

- milieux naturels avec niveau d'eau variable, par exemple prairies inondées lors des crues de rivières, etc.
→ moustiques des eaux de crue
- ouvrages avec volumes d'eau stagnante pendant plus d'une semaine, tels que bouches d'égout et petits récipients allant de quelques centilitres à quelques centaines de litres, mais aussi avec des volumes plus importants (plusieurs milliers de litres) à condition qu'ils soient à l'abri du soleil et des intempéries, tels que p. ex. les citernes souterraines.
→ moustiques exotiques invasifs

Aspects biologiques à retenir



Voici les points clés de la biologie des moustiques à retenir dans le contexte des solutions « Ville Éponge » :

- Les moustiques femelles cherchent des lieux de ponte où **l'eau stagne** régulièrement sur une durée de **plus d'une semaine**. C'est impératif pour que la phase aquatique du cycle de vie se déroule correctement.



- Les **eaux courantes** (cours d'eau, fontaines) ne sont **pas propices à la reproduction** des moustiques, car le courant emporte les larves.



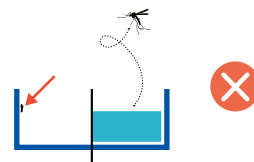
- Un moustique femelle est capable de trouver des sites de ponte **à travers de très petites ouvertures** (dès 0,5 cm de diamètre), et peut pénétrer à l'intérieur de canalisations, si elles ne sont pas remplies d'eau, ou de descentes d'eau de toits.



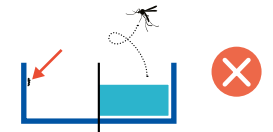
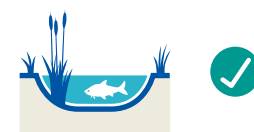
- Les larves de nombreuses espèces de moustiques peuvent nager dans quelques millimètres d'eau, ce qui signifie que le volume d'eau doit être **complètement vidé** pour empêcher la production de moustiques adultes.



- Les œufs des moustiques exotiques invasifs et des moustiques des eaux de crue **sont résistants à la sécheresse**, de sorte que s'ils entrent en contact avec de l'eau, même après une longue période de sécheresse (mois ou années), des moustiques adultes seront produits.



- Les moustiques exotiques invasifs et les moustiques des eaux de crue n'ont **pas de concurrents/ prédateurs/ compétiteurs naturels efficaces** lorsqu'ils se développent dans des **eaux temporaires**.



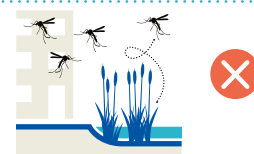
- La plupart des moustiques se peuvent se développer aussi bien dans les **eaux claires** que dans les **eaux usées**.



- Les moustiques exotiques invasifs ont une préférence pour les environnements sombres et abrités, allant des petits récipients comme des **soucoupes** aux grands conteneurs couverts comme les **citernes** souterraines.



- Les larves du genre *Coquillettidia* se développent grâce à la présence de roselières et sont difficiles à éliminer avec des biocides. Les adultes de ces espèces peuvent causer d'importantes nuisances en milieu urbain.



Recommandations dans le cadre des solutions « Ville Éponge »



Voici les principes de prévention à retenir pour limiter la présence de moustiques dans le cadre des solutions « Ville Éponge ».

A. Les **systèmes d'infiltration rapide** de l'eau (secs après 1 semaine) ne produisent pas de moustiques.



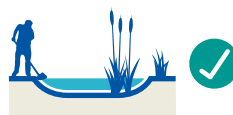
B. Les **systèmes à évacuation totale** de l'eau (vides après 1 semaine) ne produisent pas de moustiques.



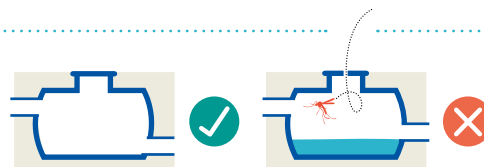
C. Les **systèmes de rétention d'eau** , si l'eau n'est pas **en mouvement** , peuvent favoriser la prolifération des moustiques. Les dispositifs destinés à maintenir artificiellement l'eau en mouvement ne sont efficaces que s'ils sont correctement dimensionnés.



D. Les **systèmes de rétention d'eau en surface** peuvent attirer les moustiques, mais l'accès direct à l'eau permet d'en optimiser la gestion. Le conseil de spécialistes est nécessaire pour prévoir des mesures de contrôle des moustiques, naturelles ou aux biocides.



E. Les **systèmes de rétention d'eau souterrains** sont plus compliqués à gérer une fois colonisés par les moustiques :



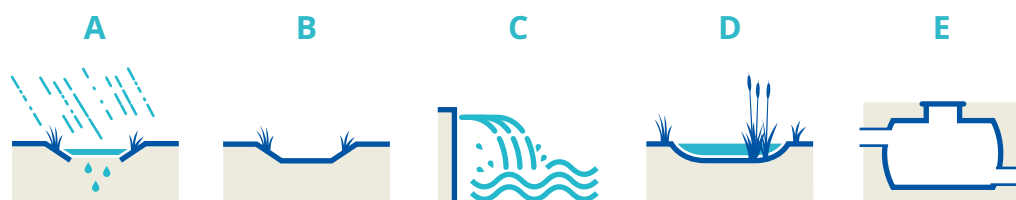
a. Tout **contact aérien** avec l'extérieur (tuyaux, trous, etc.) doit être **évité** pour que les moustiques ne puissent pas atteindre l'eau (p. ex. siphons).

b. S'il y a contact aérien avec l'extérieur, le volume d'eau doit être intégralement vidé **une fois par semaine** pendant la période estivale.

c. Le cas échéant, il faut prévoir un **accès facilité** pour permettre les traitements avec **produits spécifiques** (demander conseil à des spécialistes).



Principes de prévention


 A
Infiltration rapide

 B
Évacuation totale

 C
Eau en mouvement

 D
Volume d'eau en surface

 E
Volume d'eau souterrain

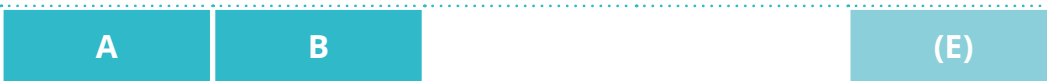
Éléments Ville Éponge

Noues et fosses d'infiltration



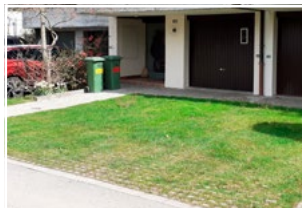
Remarques : Les ouvrages d'infiltration en surface sont dimensionnés pour une infiltration rapide et complète de l'eau de pluie, idéalement max. 48h après un événement pluvieux. Ils sont donc peu propices à la prolifération de moustiques. Cependant, il est important de surveiller toute anomalie de fonctionnement de ces ouvrages, qu'il s'agisse de compactage ou colmatage, que ça soit lors de l'installation de l'ouvrage ou à long terme en raison d'un manque d'entretien. Attention à ne pas oublier les ouvrages qui convoient l'eau vers la fosse d'infiltration. Les noues à ciel ouvert sont à privilégier par rapport aux conduites souterraines.

Tranchées drainantes



Remarques : Il est important de distinguer les différents types de tranchées drainantes. Une tranchée de gravier a pour unique fonction le drainage et l'infiltration rapide de l'eau, ce qui la rend peu propice à la prolifération de moustiques. En revanche, les systèmes utilisant des blocs modulaires artificiels, souvent en plastique, ont la capacité de stocker l'eau. Il est donc important de suivre les principes E lors de la planification et du dimensionnement de ces systèmes.

Revêtements perméables



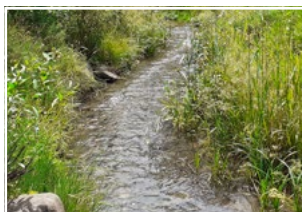
Remarques : Les revêtements perméables ont pour unique fonction l'infiltration de l'eau et non la rétention. Ils sont donc peu propices à la prolifération de moustiques.

Citernes

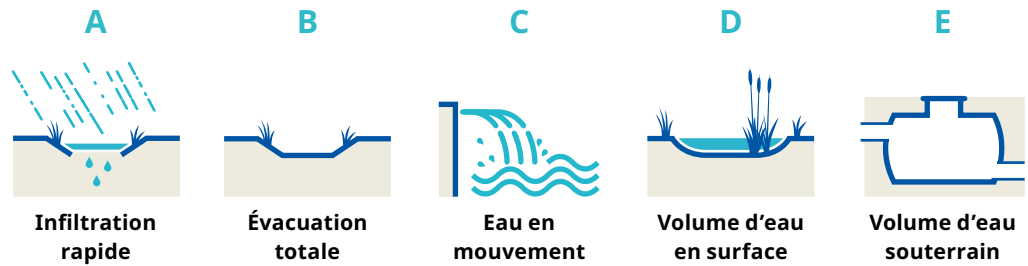


Remarques : Les citernes sont conçues pour retenir l'eau pendant plus de 2 semaines. Par conséquent, il est important de suivre rigoureusement tous les principes E pour minimiser les risques de prolifération de moustiques.

Eaux courantes (ruisseaux)



Remarques : Les cours d'eau sont peu propices à la prolifération de moustiques en raison du mouvement constant de l'eau. En revanche la création de zones stagnantes dans le lit majeur lors de revitalisations en contexte urbain est potentiellement problématique, et devrait faire l'objet d'une évaluation approfondie par des spécialistes (cf. élément suivant).

Principes de prévention

Éléments Ville Éponge
**Plan d'eau stagnante
(étang, biotope de rétention)**


Remarques : Les volumes d'eau stagnante (étangs urbains, biotopes de rétention) peuvent attirer les moustiques, notamment lorsque que le milieu aquatique est écologiquement perturbé et manque de compétiteurs naturels efficaces. Veiller à appliquer les principes D. L'intégration d'un exutoire permettant de réguler le niveau d'eau est recommandée. Les dispositifs pour maintenir l'eau en mouvement selon les principes C (p. ex. agitateur, jet d'eau, fontaine) sont efficaces seulement si correctement dimensionnés. Le guide pratique du projet CONFORTO concernant les « bassins aquatiques urbains multiusages pour un meilleur confort de vie » est un outil recommandé dans ce domaine.

(C)

D

**Éléments inondables
en cas d'urgence**


Remarques : Ces surfaces multifonctionnelles sont prévues pour la gestion de l'eau lors de fortes précipitations, avec un temps de retour > 1 ans. Ils ne présentent donc pas un risque majeur pour la prolifération de moustiques. Veiller à mettre en place un plan d'entretien pour garantir le bon fonctionnement de l'ouvrage après chaque événement et en particulier l'évacuation totale de l'eau.

D

(D)

**Structures souterraines du
réseau des canalisations**


Remarques : Les structures souterraines du réseau peuvent varier en taille, allant de petites structures comme des dépotoirs à des grandes telles que les bassins de décantation. Selon le type d'ouvrage, il est possible de prendre des mesures pour limiter le contact avec l'extérieur, garantir le mouvement de l'eau et assurer un accès simple et rapide pour le traitement.

(B)

(C)

E

**Toitures vertes et de
rétention, façades vertes**


Remarques : L'élément critique des toitures et façades vertes est le choix du type d'ouvrage de rétention. Privilégier une rétention dans le substrat au lieu des volumes artificiels, tout en évitant le contact aérien avec l'extérieur pour ces derniers (attention au trop-plein).

A

(B)

(E)

Fosses de Stockholm


Remarques : La fosse de Stockholm est remplie de substrat ou de technosol, et ne constitue donc pas un milieu favorable à la prolifération des moustiques. Prêter attention aux ouvrages connexes, tels que les dépotoirs d'entrée et les volumes de rétention souterrains. Pour ceux-ci: suivre les principes E.

A

(B)

(E)

... et pour les privés



En ce qui concerne la gestion des moustiques pour les particuliers/ le domaine privé, il est recommandé de se référer aux recommandations standards, telles que celles publiées par le Réseau Suisse Moustiques (moustiques-suisse.ch).

Impressum

Auteurs (équipe de projet)

Alberto Conelli, Oikos – Consulenza e ingegneria ambientale Sagl, Bellinzona (TI)

Eleonora Flacio, SUPSI – Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana, Istituto microbiologia, settore Ecologia dei vettori, Mendrisio (TI)

Silvia Oppliger, VSA, Cheffe de projet Ville Éponge, Glattbrugg (ZH)

Irma Strassmann, Holinger AG, Berne (BE)

Zoe Daeppen, Service de l'eau, Ville de Lausanne, Lausanne (VD)

Nicola Patocchi, Réserve naturelle Bolle di Magadino, Magadino (TI)

Marco Bernasconi, Natur-Museum Luzern, Lucerne (LU)

Noemi Danhieux, Beratung Tigermücke Stadtgärtnerei, Kanton Basel-Stadt (BS)

Nadine Czekalski, VSA, Glattbrugg (ZH)

Éditeur

Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA)

Source de référence

www.vsa.ch

Indications de correction à :

VSA, nadine.czekalski@vsa.ch

Février 2024

p. 1 © R. Eritja pour SUPSI, E. Flacio, SUPSI
 p. 6 © Alessandro della Bella / VSA
 p. 7 © Paul Sicher, Silvia Oppliger, Thomas Herren (REHAU Vertriebs AG), Stadtgärtnerei Basel
 p. 8 © Igor Ponti (Parco Casarico, Sorengo), Silvia Oppliger, Oikos Sagl, Paul Sicher, Pascal Boivin (HEPIA)

Aspects juridiques



Conformément à l'Ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (ODE), la compétence pour le contrôle des moustiques exotiques invasifs incombe aux Cantons qui, sur la base des données de surveillance régionales, peuvent évaluer les mesures à prendre (art. 52 ODE). Habituellement, ces mesures de lutte sont menées sur le domaine public, tandis que les particuliers sont encouragés à adopter des méthodes de lutte simples.

Depuis 2017, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a instauré un programme national de surveillance unifié, coordonné et intégré pour contrer la propagation des moustiques exotiques en Suisse (www.moustiques-suisse.ch). L'objectif est d'informer la population, de surveiller de façon systématique les moustiques exotiques invasifs et, si nécessaire, de recommander des mesures de contrôle, notamment l'utilisation de produits biocides.

Malheureusement, il n'existe pas de produits spécifiques pour la lutte contre les adultes de moustiques. En revanche, des biocides spécifiques contre les larves (phase aquatique) sont disponibles ; leur utilisation est soumise à un devoir de diligence et au principe de précaution, conformément à l'article 41 de l'Ordonnance sur les produits biocides (OPBio), après avoir envisagé d'autres approches de prévention ou de lutte sans biocides. L'utilisation de produits non spécifiques est interdite en Suisse, car elle peut représenter un danger pour la biodiversité et entraîner la pollution des sols et des eaux.

Toutes mesures de lutte contre les moustiques impliquant la destruction des zones humides en contexte urbain, telles que les roselières et les marais, ou toute autre intervention technique susceptible de porter atteinte à ces milieux considérés comme favorables aux biocénoses et dignes de protection, doit être évitée, conformément à la Loi sur la protection de la nature et du paysage (art. 18 LPN).

Valeur juridique



La présente publication concrétise les exigences de la législation fédérale sur la protection des eaux. assure une bonne pratique et permet une exécution uniforme par les autorités. Elle a été réalisée avec le plus grand soin et en toute bonne foi. Le VSA décline toutefois toute responsabilité quant à son exactitude, son exhaustivité et son actualité. Toute responsabilité quant à d'éventuels dommages de nature matérielle ou immatérielle pouvant résulter de l'application de la présente publication est exclue.

Questions?



Prenez contact avec nous!

Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA)
 Centre de Compétence (CC) Cours d'eau
 Europastrasse 3, Postfach
 8152 Glattbrugg
 Tél: +41 (0) 43 343 70 76
 E-mail: faq-ge@vsa.ch