

## Dispersion des espèces exotiques par le transport des bateaux de plaisance

Nos lacs et cours d'eau abritent des communautés d'êtres vivants qui fournissent un grand nombre de services écologiques comme l'eau potable, la protection contre l'érosion et les inondations, les ressources halieutiques, les eaux de baignade et de nombreux milieux pour l'exercice d'activités récréatives. Ces fonctions vitales pour nos sociétés sont aujourd'hui entre autres menacées par la présence d'un nombre grandissant d'espèces exotiques envahissantes. De nouvelles recherches de l'Eawag ont démontré que le transport des bateaux de plaisance aggrave le problème.



Fig. 1 : A gauche, portraits comparés de la moule zébrée et de la moule quagga ; à droite, de jeunes moules zébrées décrochées de la coque d'un bateau et des larves de moule zébrée dans un échantillon de zooplancton. (Photos : Myriah Richardson, U.S. Geological Survey; Eawag)

**La moule zébrée** a été introduite dans les eaux suisses dans les années 1960 et s'est développée depuis au point d'influencer les écosystèmes lacustres colonisés. Par leur multitude, ces organismes excellents filtreurs aspirent de grandes quantités de plancton et de particules en suspension, ce qui réduit les ressources alimentaires disponibles pour les autres

planctophages tout en favorisant la pénétration de la lumière et qui conduit ainsi à une modification de la composition des communautés biotiques. Les moules zébrées se développent sur les surfaces rigides ; elles colonisent ainsi les coques des bateaux et les constructions portuaires mais aussi les tuyauteries des systèmes de refroidissement et de production d'eau potable. Elles se fixent également sur les coquillages autochtones et leur font concurrence pour la nourriture. L'invasion des eaux suisses par la moule zébrée cause des dommages économiques suite à l'augmentation des coûts d'entretien des installations et écologiques suite à la modification des communautés biotiques.



Fig. 2 : Moteur de bateau envahi par des moules zébrées au lac de Zurich (Photo : Nora Weissert).

Ces dernières années, **la moule quagga**, une proche parente de la moule zébrée, a également progressé. En remontant le Rhin, elle a déjà gagné Karlsruhe, en Allemagne. Elle atteindra probablement la Suisse dans un avenir relativement proche. Les deux espèces peuvent se propager sous la forme d'adultes fixés sur la coque des navires ou sous la forme de larves pélagiques transportées dans les eaux de cale ou de refroidissement des bateaux. L'Eawag a mené une étude pour tenter de déterminer le rôle joué par la circulation des bateaux de plaisance dans la dispersion des es-

pèces envahissantes aquatiques dans les eaux suisses. Les résultats de cette étude doivent aider à réduire et à quantifier les risques de propagation et servir à mettre en place des mesures de prévention visant à éviter la progression des invasions biologiques.

### Sur quoi l'étude a-t-elle porté?

En Suisse, les espèces aquatiques envahissantes progressent principalement à la faveur des activités de loisir et la circulation des bateaux de plaisance est probablement celle qui contribue le plus fortement à la dissémination des organismes invertébrés. L'étude présentée ici avait pour objectif de déterminer l'influence de cette circulation sur la propagation de espèces invasives entre les lacs, canaux et cours d'eau et s'est concentrée sur les bivalves exotiques. Nous avons étudié trois facteurs susceptibles d'influencer le potentiel de dispersion :

- le nombre de bateaux infestés par les moules
- la fréquence à laquelle les bateaux sont transportés d'un milieu à un autre et
- la durée de survie des moules à l'air libre

Pour les évaluer, nous avons prélevé des échantillons sur la coque de nombreux bateaux au moment de leur mise à l'eau ou à sec au niveau des rampes et sur celles de bateaux amarrés dans différents ports. Par ailleurs, grâce à une collaboration efficace avec neuf services cantonaux de la navigation, nous avons adressé des questionnaires à plus de 10 000 propriétaires de bateaux de plaisance choisis au hasard. En réponse, 3561 d'entre eux nous ont livré leurs observations sur le degré de colonisation des coques par les moules et nous ont indiqué leurs habitudes relatives au transport et au nettoyage des bateaux. Etant donné que les bateaux étaient souvent infestés par des individus très jeunes et très petits (stade juvénile), nous avons également étudié les probabilités de survie des jeunes moules à l'air libre.

### Quelle est la proportion de bateaux infestés par les moules ?

Notre sondage a montré que le degré de colonisation des bateaux varie selon les lacs ou cours d'eau, certains étant plus concernés que d'autres par le problème (Fig. 3). Mais

le **lieu de stationnement des bateaux** est également un paramètre décisif. En effet, tous les bateaux de plaisance ne sont pas affectés de la même manière : les embarcations entreposées à terre étaient très rarement colonisées alors que de 40 à 60% des bateaux disposant d'une place d'amarrage saisonnière ou annuelle étaient porteurs de moules (Fig. 4). De grandes différences ont également été observées entre les types d'écosystèmes concernées : les bateaux présents dans le canal de Nidau-Büren et dans les grands lacs sont ainsi plus souvent colonisés que les autres.

Les prélèvements effectués directement sur les coques de bateaux à la mise à l'eau ou à la sortie de l'eau ou sur les embarcations amarrées dans cinq lacs différents ont livré des résultats similaires à ceux du sondage (Fig. 5). Aucune colonisation n'a été constatée sur les 119 bateaux examinés à la mise à l'eau ou à sec étant donné qu'ils sont en général entreposés à terre.

Des moules ont en revanche été observées sur la coque de environ 40% des bateaux amarrés lorsque les prélèvements étaient effectués dans l'eau. Dans les lacs de Zurich, de Hallwil et de Constance c'étaient plus que 50%. D'après le sondage, les bateaux non motorisés comme les weidlings ou les barques à rames sont moins souvent colonisés. Ces embarcations constituent cependant une part très faible de la flotte de plaisance, contrairement aux voiliers et bateaux à moteur qui, eux, sont affectés de façon équivalente.

### A quelle fréquence les bateaux sont-ils transportés d'un milieu à un autre ?

D'après le sondage, 11,4% des propriétaires de bateaux de plaisance transportent leur embarcation par voie de terre au moins une fois par an, en moyenne 1,2 fois par an. Un cinquième des bateaux entreposés à terre transitent ainsi entre plusieurs milieux (lacs, rivières, canaux et mers) . Mais un bateau entreposé dans l'eau sur vingt est également transporté de temps à autre (6%). Ces bateaux sont les plus fortement colonisés et ils présentent donc la plus forte capacité de transport des moules zébrées et autres espèces invasives (gammare du Danube, formes de résistance de la peccinelle etc.) d'un milieu à un autre.

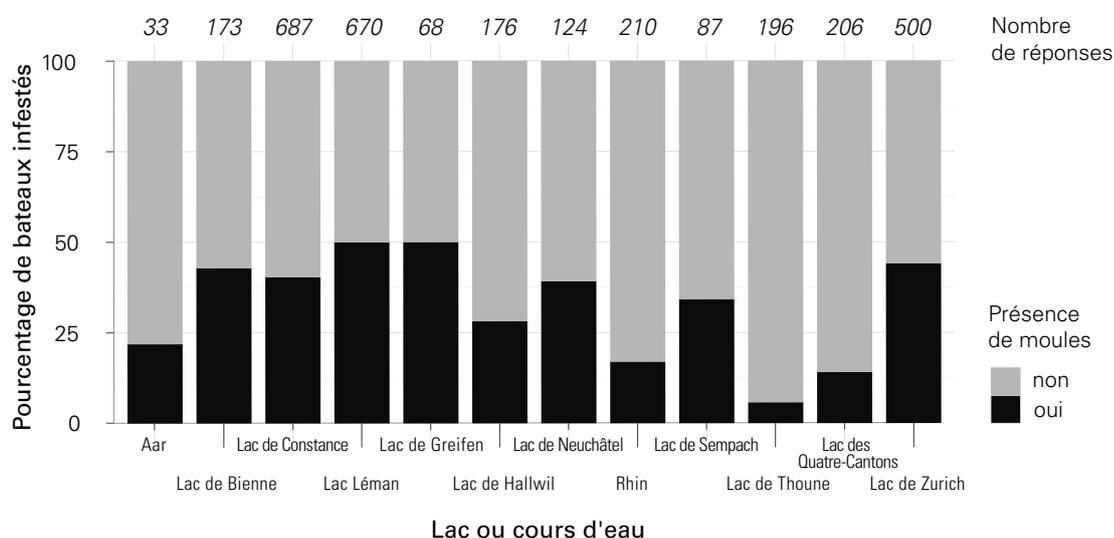


Fig. 3. Pourcentage de bateaux colonisés par les moules (en noir) et nombre de réponses de propriétaires dans chaque lac ou cours d'eau.

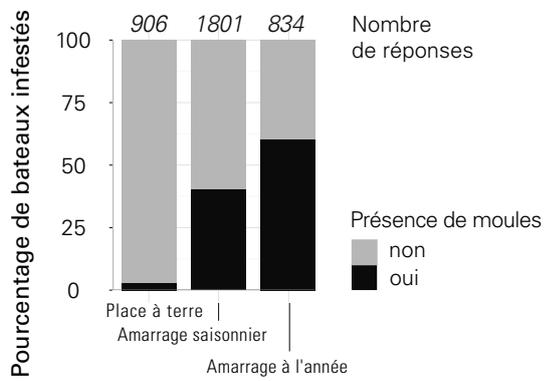


Fig. 4. Pourcentage de bateaux infestés par les moules (en noir) selon le lieu de stationnement (à terre, dans l'eau de façon saisonnière, dans l'eau à l'année).

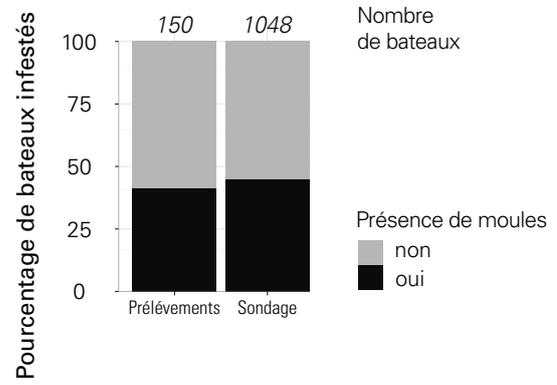


Fig. 5. Les résultats des prélèvements directs sur la coque des bateaux (dans 5 lacs) confirment ceux du sondage corrélatif.

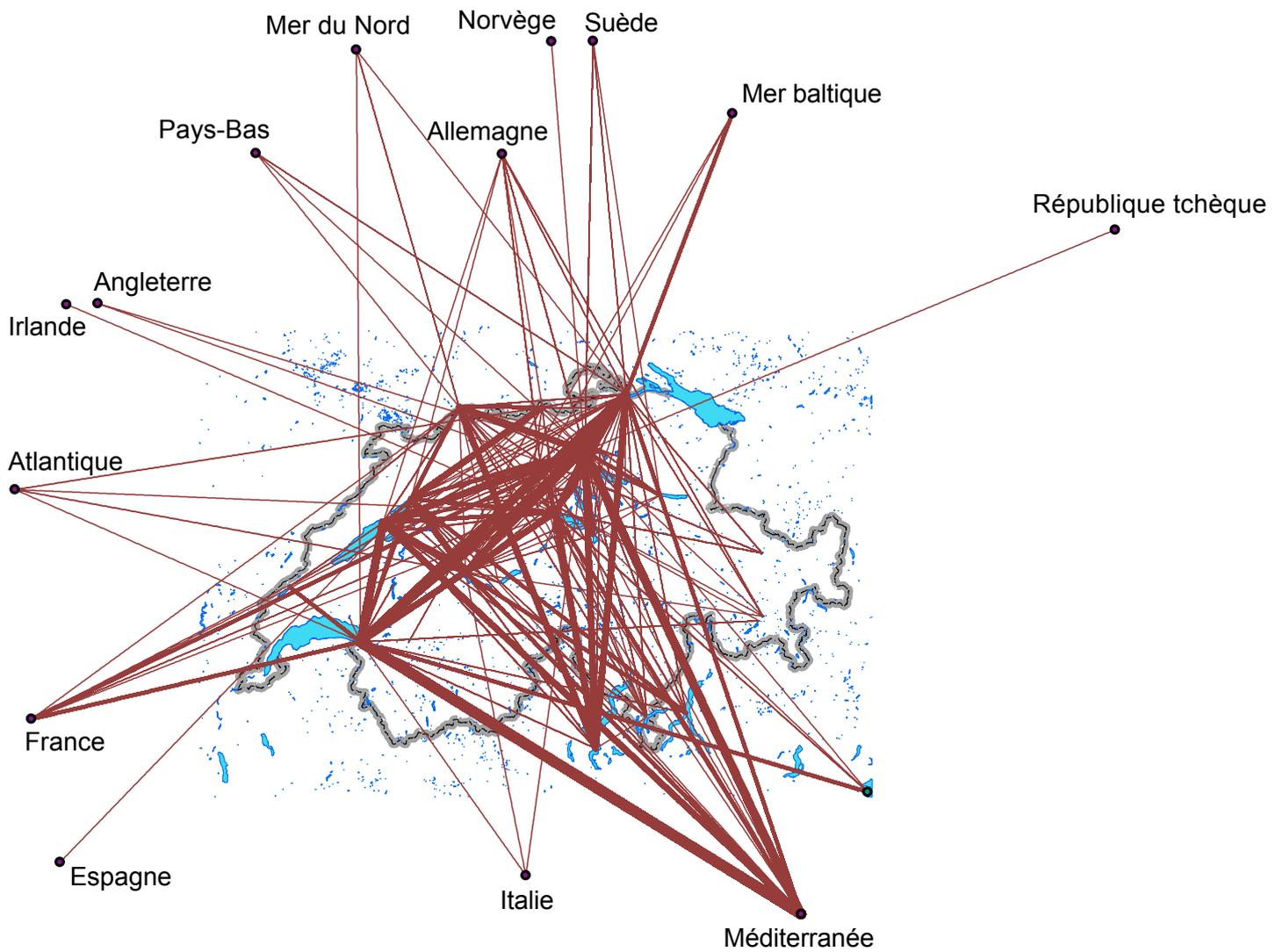


Fig. 6. Transferts de bateaux effectués par les Suisses (données récoltées par sondage dans neuf cantons). Les voies de transfert les plus fréquentes sont indiquées par les traits les plus épais.

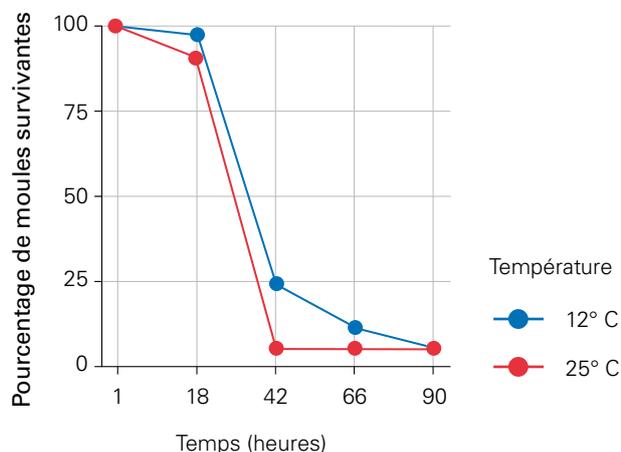


Fig. 7. Pourcentage moyen de moules survivantes au bout de 18, 42, 66 et 90 heures à 12 °C (en bleu) et à 25 °C (en rouge).

Les résultats du sondage ont permis de reconstituer le réseau de transport des bateaux pour les neuf cantons étudiés (Fig. 6). Les transferts les plus fréquents s'effectuent entre les grands lacs suisses ; ce sont également ceux qui présentent le plus fort pourcentage de bateaux infestés. Le lac Léman et les lacs de Constance, de Zurich et des Quatre-Cantons pourraient donc à l'avenir constituer des plaques tournantes dans la dissémination de la moule quagga. Mais les bateaux sont en fait transférés à un moment ou à une autre vers tous les lacs ou cours d'eau navigables de Suisse, même les lacs de petite taille ou d'altitude qui n'ont pas encore été colonisés par les moules. Plus de la moitié des bateaux transportés passaient moins de deux jours à l'air libre entre la sortie d'un milieu et la remise à l'eau.

### Combien de temps les moules peuvent-elles survivre hors de l'eau ?

En fermant leur coquille, les moules sont en mesure de survivre un certain temps à l'air libre et donc de supporter un transport d'un milieu à un autre. Nous avons donc cherché à savoir combien de temps et à quelles températures elles pouvaient survivre hors de l'eau. Les moules découvertes sur les coques des bateaux étaient en général très petites (0,5 - 4 mm). Ces juvéniles ont été collectés puis maintenus à deux températures différentes (12 et 25 °C) à l'air libre ou dans l'eau (groupe témoin). A 25 °C, la majorité des moules maintenues hors de l'eau étaient encore en vie au bout de 18 heures ; leurs chances de survie ne s'annulaient qu'au bout de 42 heures. A 12 °C, le taux de survie au bout de 42 heures était

cependant encore de 25% (Fig. 7). A ce stade juvénile, les moules sont très difficiles à déceler à l'œil nu ; il est donc particulièrement important de bien nettoyer les bateaux avant de les déplacer.

### En résumé...

Les résultats de cette étude montrent qu'une petite partie des bateaux de plaisance sont fortement susceptibles de contribuer à la dispersion des moules envahissantes. Sur les 100 000 bateaux enregistrés en Suisse, 1,6 % ont une place d'amarrage et sont transportés au moins une fois par an en restant moins de deux jours hors de l'eau. Environ 1600 de ces transferts « à haut risque » se produisent ainsi chaque année, autant d'occasions pour les moules zébrées et bientôt les moules quagga de se déployer dans les eaux suisses. Pour éviter les risques de propagation, les bateaux, et en particulier ceux qui ont stationné dans l'eau de façon prolongée, doivent être soigneusement nettoyés avant tout transport. Certains propriétaires sont déjà conscients de leur possible implication dans les invasions biologiques mais déplorent un manque d'infrastructures pour nettoyer les coques au jet d'eau à haute pression. Un travail supplémentaire d'information et d'explication pourrait sensibiliser une plus grande partie des détenteurs de bateaux et les inciter, par un meilleur équipement, à participer à la lutte contre les espèces invasives aquatiques. Même si elle ne permettra probablement pas d'empêcher l'intrusion de la moule quagga dans les eaux suisses, la lutte contre la propagation des moules envahissantes par le transport des bateaux de plaisance réduira fortement les risques et retardera la progression des invasives.

### Remerciements

Cette étude est le résultat d'une collaboration entre l'Eawag et l'EPF de Zurich et a bénéficié du soutien financier de l'Office fédéral de l'environnement. Les services de la navigation des cantons de Thurgovie, de Zurich, de Lucerne, de Berne, d'Argovie, de Vaud, de Schaffhouse, de Bâle (BL/BS) et de Glaris ont permis l'envoi des questionnaires pour notre enquête.

**Nous remercions chaleureusement toutes et tous les propriétaires de bateaux qui ont bien voulu remplir notre questionnaire ou qui nous ont permis d'effectuer des prélèvements dans les ports.**

#### Contact

Département écologie aquatique: Lukas De Ventura, +41 58 765 68 54, lukas.deventura@eawag.ch  
Relation médias: Andri Bryner, +41 58 765 51 04, andri.bryner@eawag.ch

#### Adresse

Eawag, Überlandstrasse 133, Case postale 611, 8600 Dübendorf, Suisse, +41 (0)58 765 55 11, info@eawag.ch, www.eawag.ch