Analyse des migrations de batraciens à la route des paysans (Jorat, Suisse) entre 1995-2005

Autor(en): **Leresche, Pierre-Alain / Cherix, Daniel / Pellet, Jérôme**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **91 (2008-2009)**

Heft 4

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-282159

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 91.4: 389-406 ISSN 0037-9603

Analyse des migrations de batraciens à la *Route des Paysans* (Jorat, Suisse) entre 1995-2005

par

Pierre-Alain LERESCHE [1], *Daniel CHERIX* [2, 3] *et Jérôme PELLET* [4]

Résumé.–LERESCHE P.-A., CHERIX D. & PELLET J., 2009. Analyse des migrations de batraciens à la *Route des Paysans* (Jorat, Suisse) entre 1995-2005. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 91.4: 389-406.
Aménagé en 1988 dans une zone de chablis de la forêt des Vuargnes au Chalet-à-Gobet (Lausanne), l'étang de la Bressone est rapidement devenu un site d'importance régionale pour les batraciens. Chaque année, ce sont plusieurs milliers de batraciens (*Bufo bufo*, *Rana temporaria* et *Mesotriton* [*Triturus*] *alpestris*) qui traversent la *Route des Paysans* pour aller s'y reproduire. Dès 1993, une opération de sauvetage et de suivi des migrateurs a été mise en place là où une forte mortalité amphibienne était observée. Le suivi sur plus de 10 ans a permis de clarifier la démographie des espèces migratrices et d'évaluer leur viabilité. L'analyse phénologique des migrations a également permis d'identifier une avance de deux semaines des dates de migrations, évolution compatible avec un réchauffement climatique. En 2005, un passage inférieur permanent (ou crapauduc) a été aménagé par la ville de Lausanne dans le cadre de sa politique de développement durable Agenda 21. Plus de 75% des batraciens migrant au travers de la *Route des Paysans* empruntent désormais ce passage qui assure la pérennité des populations d'amphibiens.

Mots clés: Crapaud commun, grenouille rousse, triton alpestre, crapauduc, migration, réchauffement climatique, Jorat, faune-trafic.

Abstract.–LERESCHE P.-A., CHERIX D. & PELLET J., 2009. Analysis of amphibian migrations across the *Route des Paysans* (Jorat, Switzerland) between 1995-2005. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 91.4: 389-406.

[1]Service des forêts, domaines et vignobles, Au Boscal, Route des Corbessières 4, CP 63, 1000 Lausanne 26.
[2] Musée cantonal de zoologie, Palais de Rumine, Place de la Riponne 6, 1014 Lausanne.
[3]Département d'écologie et d'évolution, Quartier UNIL-Sorge, Bâtiment Biophore, 1015 Lausanne.
[4]A. Maibach Sàrl, Ch. de la Poya 10, CP 99, 1610 Oron-la-Ville.

CODEN: BSVAA6
2009 © Société vaudoise des Sciences naturelles
Droits de reproduction réservés

Created in 1988 in a windfall area in the Vuargnes forest north of Chalet-à-Gobet (Lausanne), the Bressone pond has quickly become a regionally important amphibian breeding pond. Every year, several thousand amphibians (*Bufo bufo*, *Rana temporaria* et *Mesotriton* [*Triturus*] *alpestris*) cross the *Route des Paysans* to breed there. Since 1993, a conservation and monitoring operation has taken place where amphibian mortality was most apparent. 10 year monitoring data has allowed clarifying the demography of migrating species and evaluating their viability. The phenological analysis also allowed identifying a 2-week shift of the migrations, an evolution compatible with climate warming. In 2005, a toad-tunnel was built by the city of Lausanne under its Agenda 21 sustainable development policy. More than 75% of amphibians migrating across the *Route des Paysans* now use this underpass, thus securing the viability of the migrating amphibian population.

Keywords: Conmon toad, common frog, alpine newt, toad-tunnel, migration, climate warming, Jorat, fauna-traffic.

Introduction

En 1988, suite à plusieurs coups de vent dans la forêt des Vuargnes, le service des forêts de la Ville de Lausanne a créé l'étang artificiel de la Bressonne. D'une surface d'un hectare et demi (15'000 m^2), entouré d'une zone de 15 hectares, il avait pour but de favoriser les espèces locales de batraciens. Rapidement, les populations de crapauds communs (*Bufo bufo*), de grenouilles rousses (*Rana temporaria*) et de tritons alpestres (*Mesotriton* [*Triturus*] *alpestris*) se sont développées, entraînant des migrations importantes entre ce nouveau site de reproduction et les forêts alentours. La présence de la *Route des Paysans* a d'emblée entraîné de lourdes pertes au sein des populations de batraciens (figure 1).

Aussi, dès 1993, le service lausannois des forêts a posé chaque année, de février à avril, une barrière provisoire le long de la route. Durant les dix années qui ont suivi, quelque 36'000 bêtes ont ainsi été transportées, dans des seaux, d'un côté à l'autre de la route. Cette mesure a permis de réaliser certains travaux scientifiques (Musée cantonal de zoologie et Institut d'écologie de l'Université de Lausanne) mais aussi de suivre l'évolution des différentes populations de batraciens.

En 2003, la Ville de Lausanne a décidé, dans le cadre de sa politique de développement durable Agenda 21, de créer des installations fixes pour assurer la pérennité de ces espèces protégées. Depuis l'hiver 2004-2005, cinq tuyaux de 70 cm de diamètre sont disposés en travers de la route. Ce dispositif est complété par des éléments bétonnés en L et en U placés le long de la route et destinés à guider les animaux, les conduisent de l'autre côté de la *Route des Paysans*. Ainsi, non seulement les batraciens, mais également le reste de la faune régionale, bénéficient de «routes de déplacement» à l'abri des véhicules. Le coût total des travaux s'élève à 280'000 francs, dont 35% ont été pris en charge par des subventions fédérales et cantonales.

Figure 1.–L'étang des Vuargnes (au centre) attire les amphibiens ayant hiberné dans les forêts alentours. Leur migration printanière les amène à traverser la route de Berne (en bas à droite) et la *Route des Paysans* (en clair au centre). C'est sur cette route que des barrières d'interception sauvent les individus depuis 1993. Dès 2005, une installation permanente sous la route (crapauduc) permet de sauver annuellement plusieurs milliers de batraciens. Orthophotos © 2008 Tele Atlas via Google Earth.

La présente étude documente l'évolution des populations de batraciens migrateurs et discute de leur démographie en regard de divers facteurs intrinsèques (densité-dépendance) et extrinsèques (météorologie). L'efficacité du passage inférieur (crapauducs) est également discutée.

MÉTHODES

Interception des batraciens migrateurs

Les données de bases ont été récoltées le long d'une barrière d'interception entre 1995 et 2005 (figure 2). Cette barrière, longue d'approximativement 500 m était accompagnée de seaux dans lesquels les animaux en migration étaient récoltés. Durant les migrations printanières de 1995 à 2005, les bénévoles ont systématiquement relevé le nombre et le sexe des individus de chaque espèce capturée. Ces données de migration ont été récoltées de manière presque quotidienne durant environ 60 jours par année entre février et avril. Le suivi quotidien débutait dès les premières migrations et s'interrompait lorsque le flux migratoire devenait nul. Il est à noter qu'une étude préliminaire de la migration 1994 avait été réalisée par SARRIÀ & ZUFFEREY (1994).

Les données retenues concernent les adultes migrateurs (mâles, femelles et couples en amplexus). Le taux d'accroissement d'une population l'année t se calcule comme $\lambda_t = \ln(N_{t+1}/N_t)$, où N_t est la taille de la population l'année t.

Lors de chaque recensement, le nombre d'individus écrasés sur la *Route des Paysans* (de part et d'autre de la barrière d'interception) a également été relevé le matin. Ces données permettent de connaître, annuellement, la mortalité résiduelle due au trafic routier (LANGEN *et al.* 2006, ORLOWSKI 2007, RUSSEL *et al.* 2005).

Figure 2.–La barrière d'interception en plastique était placée le long de la *Route des Paysans*, du côté des territoires d'hivernage des batraciens (c'est-à-dire à l'est).

Données météorologiques

Les données météorologiques locales ont été obtenues de Météosuisse et concernent la station de Pully, distante d'environ 6.5 km à vol d'oiseau. Il s'agit des moyennes de température (°C au sol) et des sommes de précipitations (mm) journalières. De ces données de base sont calculées des valeurs mensuelles. Des relevés météorologiques réalisés chaque année au moment et à l'emplacement des migrations de batraciens ont permis d'établir une courbe d'étalonnage des températures entre le site de la Bressone (855 m) et la station de Météosuisse à Pully (455 m).

Biologie des espèces migratrices

Les trois espèces migratrices à la *Route des Paysans* sont, par ordre d'abondance décroissant, le crapaud commun (*Bufo bufo*), le triton alpestre (*Mesotriton*

[*Triturus*] *alpestris*) et la grenouille rousse (*Rana temporaria*). Ces trois espèces, pour lesquelles le tableau 1 donne quelques valeurs démographiques importantes (NÖLLERT & NÖLLERT 1992), sont les plus abondantes sur le Plateau suisse (GROSSENBACHER 1988).

Tableau 1.–Quelques caractéristiques biologiques des espèces migratrices à la *Route des Paysans*.

Nom commun	Crapaud commun	Grenouille rousse	Triton alpestre
Nom latin	*Bufo bufo*	*Rana temporaria*	*Mesotriton alpestris*
Maturité sexuelle	3-4 ans (mâles) 3-6 ans (femelles)	1-2 ans	2-3 ans
Pontes	5000-7000 oeufs	1000-4000 oeufs	150-200 œufs isolés
Longévité	10-15 ans	10-15 ans	10-15 ans
Statut Liste Rouge en Suisse	VU (vulnérable)	LC (non menacé)	LC (non menacé)

Modélisation de la démographie

Les populations de batraciens sont en général régulées par des phénomènes intrinsèques (densité-dépendance dans les habitats aquatiques et terrestres) et des phénomènes extrinsèques (météorologie, mortalité sur les voies de migration…). Notre démarche consiste à évaluer la vraisemblance de 7 scénarios d'évolution des populations des 3 espèces présentes (tableau 2).

Chacun de ces scénarios est évalué en calculant sa vraisemblance compte tenu des observations récoltées (en utilisant l'AICc - critère d'information d'Akaike - comme indice de parcimonie, BURNHAM & ANDERSON, 2002; JOHNSON & OMLAND, 2004). Les indicateurs statistiques pour comparer les scénarios entre eux sont l'AICc d'une part, et le poids du scénario w_{AICc} d'autre part. On considère que plus le poids d'un scénario est élevé, plus il est vraisemblable et parcimonieux comparé aux autres. La somme des poids est égale à 1.

RÉSULTATS

Evolution des effectifs de batraciens interceptés

Les populations migratrices et les taux d'accroissement des trois espèces interceptées ont largement fluctué durant les 11 années de suivi. Les figures 3 à 5 illustrent la dynamique des populations interceptées ainsi que celle de leur taux d'accroissement.

Tableau 2.–Les différents *scenarii* d'évolution des 3 espèces de populations migratrices.

	Scénario	Explication	Formulation de l'hypothèse
1.	Population stable.	La population fluctue autour d'une taille d'équilibre. Le taux d'accroissement fluctue autour de 0.	$\lambda_t = 0$
2.	Population en déclin ou en accroissement.	La taille de la population évolue linéairement. Le taux d'accroissement est différent de 0.	λ_t = constante
3.	Population subissant une densité-dépendance au stade adulte.	La population se régule en raison d'une limitation des capacités d'accueil de l'habitat terrestre. Le taux d'accroissement dépend de la taille de la population reproductrice.	$\lambda_t \sim N_{t-1}$
4.	Population subissant une densité-dépendance au stade aquatique.	La population se régule en raison d'une limitation des capacités d'accueil de l'habitat aquatique. Le taux d'accroissement de l'année t dépend de la taille de la population adulte 2 ans avant.	$\lambda_t \sim N_{t-2}$
5.	La survie des individus est affectée par le gel hivernal	La mortalité des amphibiens dépend des températures hivernales. Un hiver rigoureux aura un impact négatif sur le taux d'accroissement.	$\lambda_t \sim$ Température minimale en janvier et février de l'année *t*
6.	La population interceptée dépend de la pluie automnale de l'année précédente	Les individus migreront avant le printemps et hiverneront du côté étang de la *Route des Paysans*. Le taux d'accroissement de la population migratrice dépend des pluies de l'automne précédent.	$\lambda_t \sim$ Pluie totale en octobre et novembre de l'année *t*-1
7.	La population interceptée dépend du nombre de victimes de l'année précédente	La population évolue en fonction des impacts du trafic routier sur les migrateurs. Le taux d'accroissement dépend du nombre d'individus écrasés l'année précédente (ELZANOWSKI *et al.* 2008).	$\lambda_t \sim$ Nombre d'individus écrasés au temps *t*-1

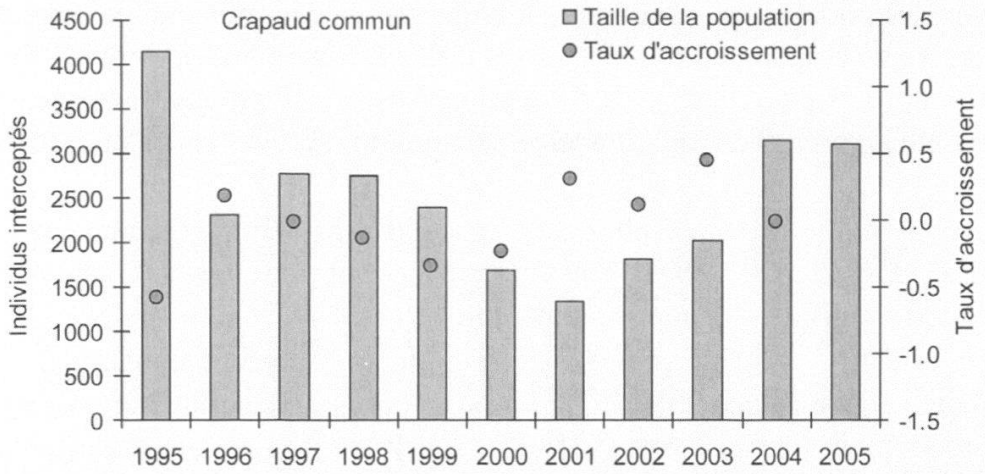

Figure 3.–Variation de l'effectif des crapauds communs interceptés en migration prénuptiale (axe de gauche) et taux d'accroissement annuel de la population (axe de droite).

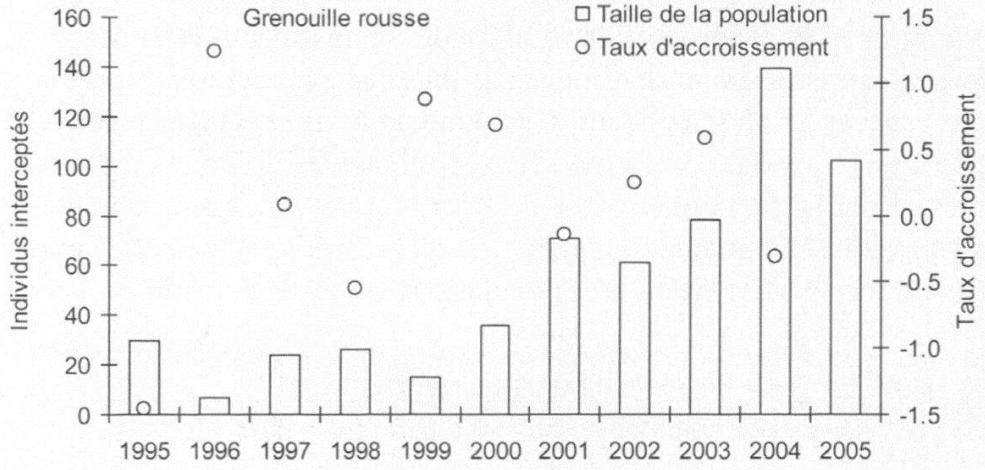

Figure 4.–Variation de l'effectif des grenouilles rousses interceptés en migration prénuptiale (axe de gauche) et taux d'accroissement annuel de la population (axe de droite).

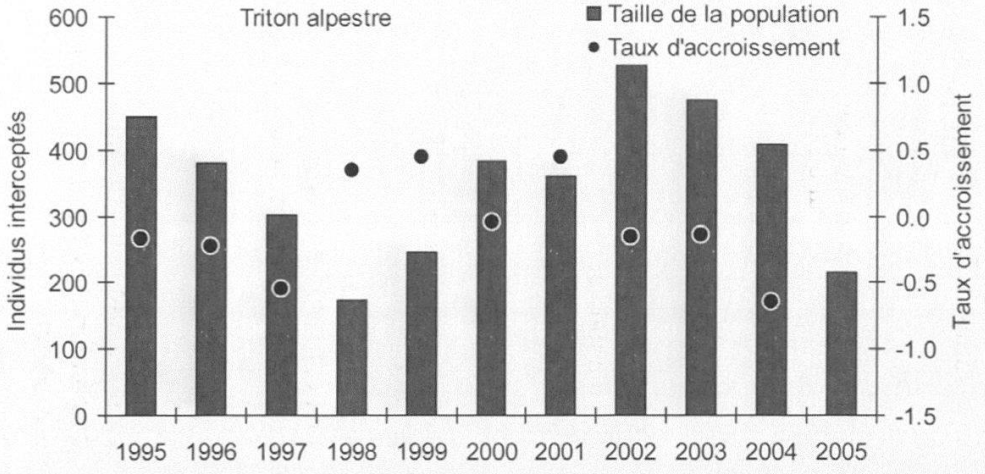

Figure 5.–Variation de l'effectif des tritons alpestres interceptés en migration prénuptiale (axe de gauche) et taux d'accroissement annuel de la population (axe de droite).

Avec des populations qui dominent largement la communauté de batraciens migrateurs, le crapaud commun a vu ses effectifs absolus varier entre 1'500 et 4'000 individus interceptés. C'est toutefois l'espèce dont la dynamique est la plus stable au regard du taux d'accroissement qui n'a que peu fluctué (de -0.6 à 0.4).

La dynamique observée chez la grenouille rousse est largement positive durant l'intervalle 1995-2005. Les effectifs restent toutefois très faibles avec en général moins de 100 adultes interceptés (figure 4).

Les effectifs de tritons alpestres migrateurs fluctuent également, sans qu'aucune tendance générale à long terme se dessine. Les fluctuations du taux d'accroissement (entre -0.6 et 0.5) sont relativement faibles et traduisent une relative stabilité de la population (figure 5).

Batraciens écrasés

Les variations de la proportion d'individus écrasés sur la route (nombre d'individus écrasés / nombre d'individus interceptés + écrasés, figure 6) pour les deux espèces les plus abondantes (crapauds communs et triton alpestre) varie entre 5 et 15%, avec des hécatombes exceptionnelles (1996 avec plus de 600 victimes). Pour la grenouille rousse, les fluctuations sont essentiellement dues à la petite taille de la population (entre 1 et 10 victimes par année). L'impact de ces hécatombes sur les différentes populations est testé plus loin.

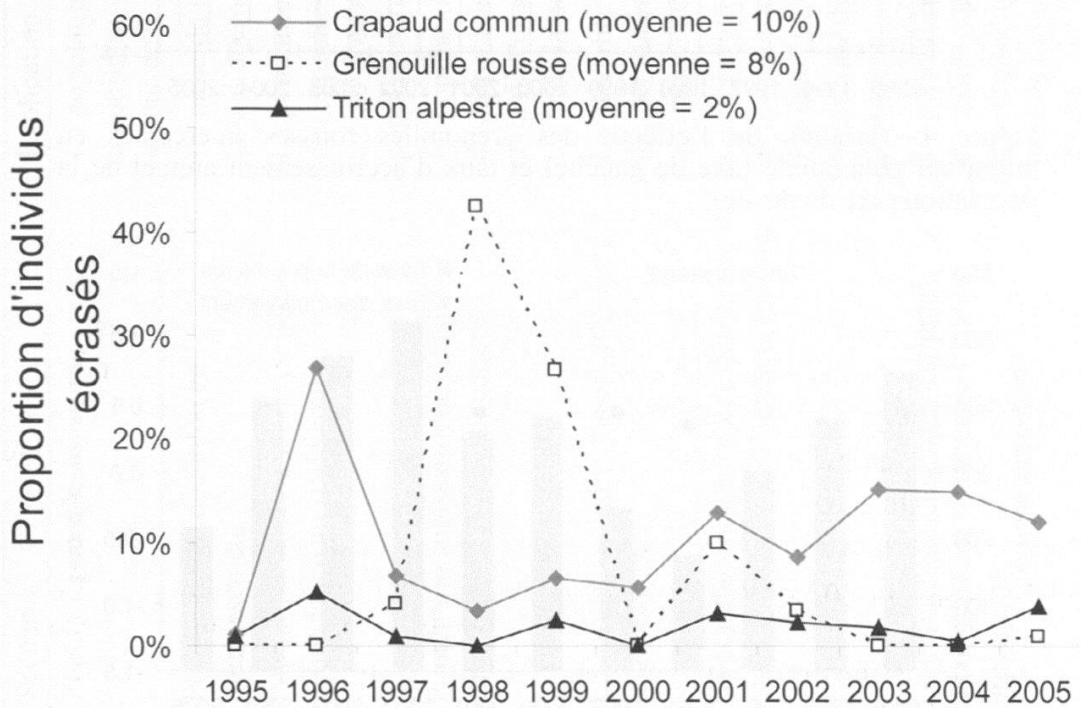

Figure 6.–Variation de la proportion d'individus écrasés le long de la *Route des Paysans*.

Sex-ratio

Le sex-ratio des migrateurs (nombre de mâles/nombre de femelles) est extrêmement variable chez les espèces présentes à la *Route des Paysans*. Il est toujours biaisé en faveur des mâles chez le crapaud commun, tandis qu'il fluctue autour de l'équilibre chez la grenouille rousse et le triton alpestres (figure 7).

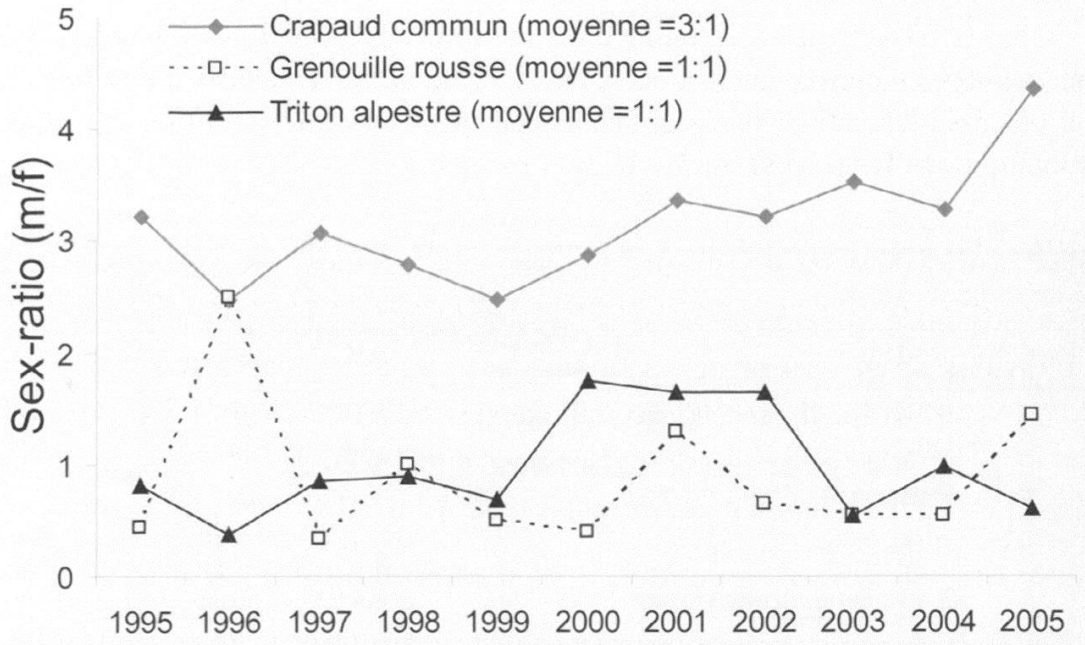

Figure 7.–Evolution du sex-ratio chez les 3 batraciens migrateurs à la *Route des Paysans*.

Dynamique de populations

L'analyse démographique ne permet pas d'identifier un facteur expliquant la dynamique des populations migratrices (tableau 3). Pour chaque espèce, les différents scénarios testés ont des poids équivalents (entre 0.19 pour le meilleur et 0.12 pour le moins bon). On s'aperçoit néanmoins que certains modèles expliquent une part importante de la variance.

Le modèle incluant une limitation des populations de crapauds communs dues à une saturation du milieu terrestre ressort du lot (modèle 3), avec plus de 40% de variance expliquée. Ceci signifie que les populations de crapauds communs qui migrent au travers de la *Route des Paysans* saturent le massif des Censières qui est situé en amont de la barrière. On peut donc s'attendre à voir les populations de crapauds migranteurs à la *Route des Paysans* fluctuer autour des 2500 adultes. Au-delà de cette valeur, le taux d'accroissement de la population diminue, en deçà, il augmente. Pour rappel, cela représente une population totale de crapauds bien plus importante puisque tous les individus

ne se reproduisent pas chaque année. La prévalence de ce scénario permet d'expliquer pourquoi la population ne semble pas souffrir particulièrement des hécatombes massives qui sont survenues (plus de 600 écrasés en 1996).

La taille de la population de grenouilles rousses étant trop faible, il n'est pas possible de privilégier un scénario par rapport à un autre. Les différents scénarios n'expliquent qu'une faible variance des variations observées. Seul un scénario, incluant le gel hivernal, explique plus du tiers des variations observées.

Chez le triton alpestre, comme chez les autres espèces, il n'est pas possible de privilégier clairement un scénario par rapport à un autre. Toutefois, le modèle incluant une densité-dépendance au stade larvaire (saturation du milieu aquatique par les larves) est privilégié (avec un R^2 de 46%).

Tableau 3.–Evaluation des différents scénarios d'évolution des populations des 3 espèces migratrices.

Espèce	Modèle	AICc	w_{AICc}	R^2
Crapauds communs	3. Densité-dépendance au stade adulte.	5.748	0.18	42%
	4. Densité-dépendance au stade aquatique.	6.332	0.17	22%
	2. Population en déclin ou accroissement.	7.817	0.14	28%
	1. Population stable.	8.253	0.13	0%
	7. Impact du trafic routier	8.419	0.13	26%
	6. Impact de la pluie automnale.	9.045	0.13	19%
	5. Impact du gel hivernal.	9.276	0.12	17%
Espèce	Modèle	AICc	w_{AICc}	R^2
Grenouilles rousses	4. Densité-dépendance au stade aquatique.	18.118	0.19	5%
	5. Impact du gel hivernal.	25.550	0.14	34%
	1. Population stable.	26.838	0.14	0%
	3. Densité-dépendance au stade adulte.	29.227	0.13	5%
	7. Impact du trafic routier	29.426	0.13	5%
	2. Population en déclin ou accroissement.	29.432	0.13	3%
	6. Impact de la pluie automnale.	29.747	0.13	0%
Espèce	Modèle	AICc	w_{AICc}	R^2
Tritons alpestres	4. Densité-dépendance au stade aquatique.	10.708	0.17	46%
	1. Population stable.	12.311	0.15	0%
	3. Densité-dépendance au stade adulte.	12.937	0.15	20%
	6. Impact de la pluie automnale.	14.657	0.13	5%
	5. Impact du gel hivernal.	14.890	0.13	3%
	2. Population en déclin ou accroissement.	15.126	0.13	1%
	7. Impact du trafic routier	15.423	0.13	0%

L'analyse des habitats terrestres des batraciens aux alentours de l'étang des Vuargnes (figure 8) indique que le flux de batraciens interceptés à la *Route des Paysans* ne correspond qu'à une petite fraction des populations qui se reproduisent aux Vuargnes. En effet, les habitats terrestres abritant des batraciens se reproduisant aux Vuargnes couvrent un secteur angulaire de près de 300°, alors que la barrière d'interception ne couvrait qu'un secteur angulaire d'environ 60°.

Figure 8.–Habitats terrestres probables des espèces de batraciens se reproduisant à l'étang des Vuargnes (en clair). Orthophotos © 2008 Tele Atlas via Google Earth.

Phénologie migratoire et météorologie

On considère ici que la migration a démarré lorsque 5% de la population migratrice totale a été interceptée et que le pic de migration est atteint lorsque 50% de la population migratrice a passé la barrière d'interception. Les figures 9 et 10 illustrent les variations temporelles du démarrage et du pic de la migration entre 1995 et 2005.

Aucune de ces tendances n'est statistiquement significative (régression linéaire: *P*-value entre 0.09 et 0.45). Toutefois, il est surprenant de voir que les trois espèces ont une tendance à migrer de plus en plus tôt dans la saison (en moyenne une précocité d'une semaine).

Les dates de démarrage de migration coïncident avec les jours où, par temps sec, la température remonte au-delà des 12-13 °C (température journalière

moyenne à la station de Pully alt. 455 m). Par temps pluvieux les migrations débutent lorsque les températures journalières moyennes mesurées à cette même station sont de 7-8 °C. En corrigeant les températures de 0.6 °C par tranche de 100 m d'altitude cela donne les conditions météorologiques suivantes à la hauteur de la *Route des Paysans* (alt. 855):

- Par temps sec, ~10-11 °C de température journalière moyenne à la *Route des Paysans*;
- Par temps de pluie, ~5-6 °C de température journalière moyenne à la *Route des Paysans*.

Ces facteurs de déclenchement des migrations sont extrêmement proches de ceux obtenues par le KARCH (2009) lors de leurs analyses des migrations de crapauds communs sur le Plateau suisse.

Efficacité du passage inférieur (crapauduc)

L'installation mixte (permanente et temporaire) mise en place en 2005 (figure 11) a permis le suivi des batraciens migrateurs, après la mise en place du passage inférieur (crapauduc). Il s'agissait de compter les individus passant sous chaque passage inférieur ainsi que ceux débordant de part et d'autre de l'installation.

Parmi les 3426 individus interceptés en 2005, 2562 (75%) avaient utilisé les passages inférieurs nouvellement installés. Le taux d'individus usant des passages inférieurs varie entre les espèces (tableau 4, figure 12). Le passage est particulièrement efficace pour les crapauds communs (76% de passages), intermédiaire pour les tritons alpestres (64% de passages) et minimal pour les grenouilles rousses (52 individus sur 102).

Passages inférieurs

L'installation permanente permet d'intercepter une large part de la population migratrice totale (75%). Il est surprenant de voir que les voies de migration des grenouilles rousses sont légèrement décalées vers le sud, à travers les Prés de Bressonne (seaux S1 et S2). Ce phénomène pourrait être en partie du à un autre flux migratoire en provenance des massifs forestiers situés au sud de la Route de Berne. Pour les tritons alpestres, il semble également qu'une partie non négligeable du flux passe au sud de la lisière forestière. Ce résultat est peut être amplifié par l'absence de déflecteurs (figure 13) en début de saison 2005. L'installation de déflecteurs à l'entrée des passages inférieurs permet en effet d'augmenter le taux d'entrée dans les tubes. En effet, en l'absence de ceux-ci, il n'est pas rare de voir les batraciens longer le mur sans s'apercevoir d'une ouverture sur le côté et s'accumuler dans les seaux situés aux extrémités de la barrière.

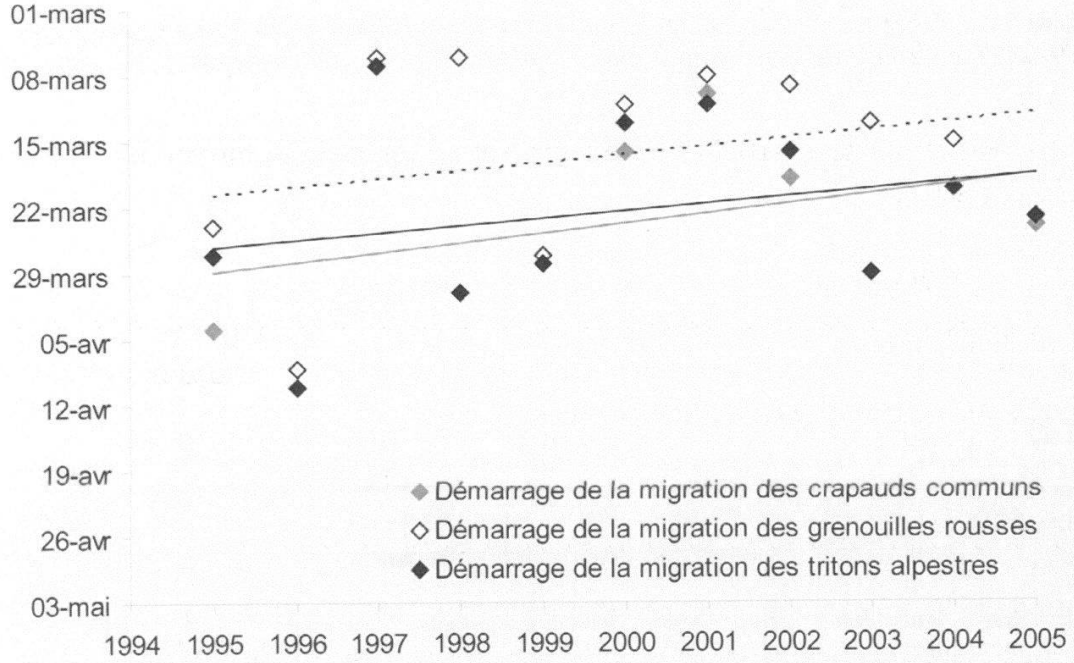

Figure 9.–Evolution des dates de démarrage des migrations (date à laquelle 5% des individus ont migré).

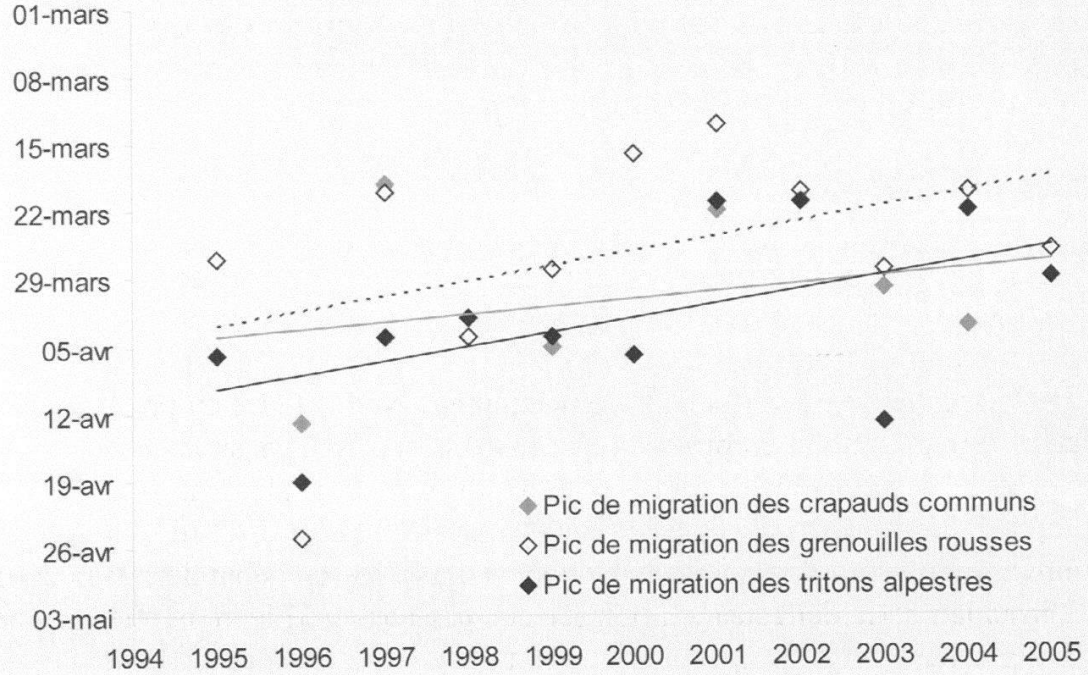

Figure 10.–Evolution des dates de pics de migrations (date à laquelle 50% des individus ont migré).

Tableau 4.–Nombre et pourcentage d'individus ayant emprunté les 5 passages inférieurs (P1 à P5) en 2005. En grisé sont indiqués les nombres et pourcentages d'individus qui ont passé de part de part et d'autre des passages inférieurs.

	Seaux sud			Passages inférieurs					Seaux nord	
	S1	S2	S3	P1	P2	P3	P4	P5	S4	S5
Crapauds communs	72	42	168	315	465	452	712	430	197	257
		9%				76%			15%	
Grenouilles rousses	27	1	3	16	4	3	26	3	12	7
		30%				51%			19%	
Tritons alpestres	34	8	29	19	25	30	44	18	4	3
		33%				64%			3%	
Total des individus		11%				75%			14%	

Figure 11.–Localisation des passages inférieurs (P) et des seaux aux extrémités des caniveaux (S). La ligne noire indique la position de l'installation permanente. Orthophotos © 2008 Tele Atlas via Google Earth.

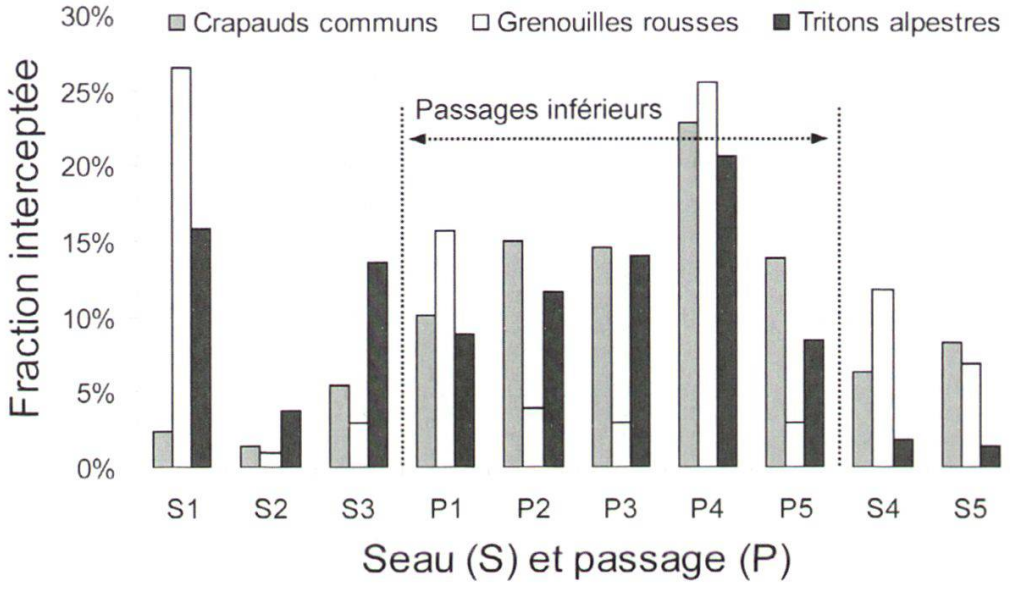

Figure 12.–Répartition spatiale des individus en migration le long du tronçon de route équipé de passages inférieurs (P1 à P5) et de seaux au deux extrémités (S1 à S5). Les traitillés indiquent la position des passages inférieurs.

Figure 13.–Un déflecteur (ici en bois) mis en place à l'entrée de chaque passage (des deux côtés de la route) dès 2006 et permettant de maximiser le taux de pénétration des batraciens dans les passages inférieurs.

Discussion

Evolution des effectifs de batraciens interceptés

On observe une asynchronie dans les dynamiques des espèces considérées qui suggère qu'il n'y a pas un facteur général qui guide l'évolution des populations de batraciens interceptés à la *Route des Paysans*.

Les variations d'effectifs du crapaud commun sont lentes et en grande partie «tamponnées» par l'importante taille de la population et par la relative longévité de cette espèce. Cette stabilité se reflète également par de faibles variations du taux d'accroissement de la population (toujours situé entre - 0.5 et 0.5). Par ailleurs, le sex-ratio des crapauds communs en migration est fortement biaisé en faveur des mâles. Il s'agit là d'un phénomène connu qui est lié à (i) une maturité sexuelle qui est plus tardive chez les femelles (3-6 ans) que chez les mâles (3-4 ans) et (ii) au fait que les femelles ne se reproduisent pas chaque année, contrairement aux mâles (Schmidt & Anholt 1999, Fretey *et al.* 2004). Les valeurs moyennes obtenues sont similaires à celles que l'on trouve dans la littérature. Les fluctuations de sex-ratio sont dans des fourchettes observées naturellement, et ce pour les 3 espèces étudiées. Il n'y a donc aucun déséquilibre de sex-ratio chez ces espèces. Un tel déséquilibre illustre parfois des échecs successifs de la reproduction.

La dynamique de la grenouille rousse est, quant à elle, largement positive, la population étant passée de quelques dizaines de migrateurs à plus de 100 individus. La moyenne du taux d'accroissement est largement positive (0.122) sur les 10 ans. Il est à relever que certaines grenouilles rousses peuvent hiverner dans ou à proximité immédiate de l'étang (Nöllert & Nöllert 1992; Meyer *et al.* 2009). Pour cette espèce, la barrière d'interception reflète donc moins bien la dynamique réelle de la population. Par ailleurs, l'expérience montre que c'est l'espèce qui aura le plus de facilité à franchir une barrière d'interception sans être retenue.

Les fluctuations de population du triton alpestres sont relativement importantes pour une population de quelques centaines de migrateurs (entre 200 et 500). L'analyse démographique suggère qu'une forte densité-dépendance au stade larvaire (aquatique) influe sur la population. Selon ce scénario, les populations de tritons alpestres sont limitées par leur survie dans l'étang de la Bressone (celui-ci ne pouvant, selon ce *scenario*, accueillir les larves que de 350 adultes provenant de la *Route des Paysans*). La survie larvaire est un facteur clé chez plusieurs amphibiens et c'est d'autant plus le cas dans les étangs empoissonnés comme l'étang de la Bressonne. Les crapauds communs ne sont pas affectés puisqu'ils ne sont en général pas ou peu prédatés par les poissons. Il ne faut pas perdre de vue que chaque triton femelle provenant de la *Route des Paysans* pourra pondre en moyenne 150-200 larves et que l'étang est colonisé par des tritons provenant de plusieurs autres secteurs boisés (figure 8).

On note par ailleurs une diminution marquée des taux d'accroissement depuis 3 ans. La population migratrice a atteint son niveau le plus bas depuis 1998. A cette époque, la population avait rebondi assez vigoureusement, témoignant d'une certaine vitalité. Par ailleurs, il n'est pas exclu que la chute brutale de l'effectif observée en 2005 est probablement liée au fait que de nombreux tritons ont été capables de franchir les installations plastiques posées à la sortie des passages. On notera enfin que la végétalisation des berges de l'étang a pu contribuer à rendre les abords immédiats du plan d'eau attractif comme territoire d'hivernage, limitant ainsi les déplacements migratoires d'une fraction de la population de tritons alpestres.

Les populations de batraciens migrateurs à la *Route des Paysans* étaient globalement saines entre 1995 et 2005. Plusieurs éléments permettent d'arriver à ce diagnostic:

1. Les taux d'accroissement des populations migratrices ont des amplitudes proches de celles décrites dans la littérature pour des populations non soumises à des événements catastrophiques;

2. Il n'y a pas eu d'échec de la reproduction, l'étang des Vuargnes restant en eau toute l'année;

3. Les sex-ratios sont équilibrés et conformes à la biologie des espèces considérées;

4. L'installation des passages inférieurs permanents permet de pérenniser l'effort de sauvegarde qui a contribué, pendant plus de 10 ans, à amener les populations des 3 espèces au niveau qu'elles avaient en 2005.

Efficacité des passages inférieurs installés en 2005

Les passages inférieurs (crapauducs) installés en 2005 couvrent une partie large du flux des batraciens qui migrent au travers de la *Route des Paysans* et sauvent 75% des batraciens migrateurs. L'installation fonctionne en outre 12 mois par année (contre 2 mois en moyenne pour les campagnes 1995-2004), permettant ainsi d'assurer la survie des individus en migration automnale (y.c. les jeunes métamorphosés). L'installation permet également à toute la petite et moyenne faune terrestre (micromammifères, mustélidés, renards, blaireaux…) d'échapper aux risques d'une traversée de la *Route des Paysans*.

En première analyse, on s'aperçoit toutefois que 25% des batraciens passe au-delà des installations permanentes (caniveaux et passages inférieurs). Ce taux est supérieur au taux d'individus écrasés lors des campagnes 1995-2005 (en moyenne 10%). On peut toutefois penser que ce taux reste acceptable en terme d'impact sur les populations en raison du fait que tous les batraciens traversant une route ne se font pas nécessairement écraser (GIBBS & SHRIVER 2005, GEISE *et al.* 2008). Les données à disposition ne permettent toutefois pas de déterminer si les impacts résiduels sont significatifs pour les populations migratrices.

Remerciements

Pierre-Alain Leresche et Daniel Cherix remercient tout particulièrement Catherine Cherix, Anne Freitag, Arnaud Maeder, Gilbert Matthey, les collaborateurs de Fodovi (Lausanne) et tous ceux qui, occasionnellement ou plus, ont participé au comptage et transport de batraciens de part et d'autre de la *Route des Paysans* lors de nuits souvent assez humides. Merci aussi à la Gendarmerie vaudoise, prompte à nous surprendre comme braconniers, mais tout aussi rapidement prête à nous aider en modérant le trafic sur cette route la nuit. Nous tenons également à remercier Michel Genoud, Jean-Claude Monney et Jacques Thiébaud pour leurs commentaires constructifs sur une précédente version du manuscrit.

Bibliographie

Burnham K. P. & Anderson D. R., 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer Verlag, Berlin. 488 p.

Elzanowski A., Ciesiolkiewicz J., Kaczor M., Radwnaska J. & Urban R., 2008. Amphibian road mortality in Europe: a meta-analysis with new data from Poland. *European Journal of Wildlife Research* 55: 33-43.

Frétey T., Cam E., Le Garff B. & Monnat J.-Y., 2004. Adult survival and temporary emigration in the common toad. *Canadian Journal of Zoology* 82: 859-872.

Geise U., Zurmöhle H. J., Borgula A., Geiger A., Gruber H.-J., Krone A., Kye, M., Laufer, H. Lüneburg, H., Podloucky R., Schneeweiss N., Schweimanns M., Smole-Wiener K. & Zumbach S., 2008. Akzeptanzkontrollen für stationäre Amphibien-Durchlassanlagen an Straßen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 40: 248-256.

Gibbs J. P. & Shriver W. G., 2005. Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians? *Wetlands Ecology and Management* 13: 281-289.

Grossenbacher K., 1988. Atlas de distribution des amphibiens de Suisse. CSCF, Bâle. 207 p.

Johnson J. B. & Omland K. S., 2004. Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 19: 101-108.

karch (Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse), 2009. Les migrations d'amphibiens. http://www.karch.ch/karch/f/ath/zaun/zaunfs2.html.

Langen T. A., Machniak A., Crowe E. K., Mangan C., Marker D. F., Liddle N. & Roden B., 2006. Methodologies for surveying herpetofauna mortality on rural highways. *Journal of Wildlife management* 71: 1361-1368.

Meyer A., Zumbach S., Schmidt B. & Monney J.-C. Les amphibiens et reptiles de Suisse. Haupt Verlag, Berne. 336 p.

Nöllert A. & Nöllert C., 1992. Die Amphibien Europas. Kosmos Stuttgart. 382 p.

Orlowski G., 2007. Spatial distribution and seasonal pattern in road mortality of the common toad in an agricultural landscape of south-western Poland. *Amphibia-Reptilia* 28: 25-31.

Russell A. P., Bauer A. M. & Johnson M. K., 2005. Migration in amphibians and reptiles: An overview of patterns and orientation mechanisms in relation to life history strategies. *In*: Elewa A. (Ed) Migration of Organisms. Springer Berlin Heidelberg. pp.151-203.

Sarrià J.-C. & Zufferey M., 1994. Etude des migrations printanières de trois espèces d'amphibiens: crapaud commun, grenouille rousse et triton alpestre. Analyse de la structure de populations dans le Jorat, sex-ratio et effet de la route des Paysans sur ces populations. Travail de certificat, Institut de Zoologie et d'Ecologie Université de Lausanne.

Schmidt B. R. & Anholt B. R., 1999. Analysis of survival probabilities of female common toads *Bufo bufo*. *Amphibia-Reptilia* 20: 97-108.

Manuscrit reçu le 12 octobre 2009