

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/326838275>

Plan opérationnel de sauvegarde des crapauds communs (*Bufo bufo*) et autres amphibiens du Val-Suzon

Technical Report · July 2018

CITATION

1

READS

391

1 author:



David Beaune

University of Burgundy

63 PUBLICATIONS 570 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



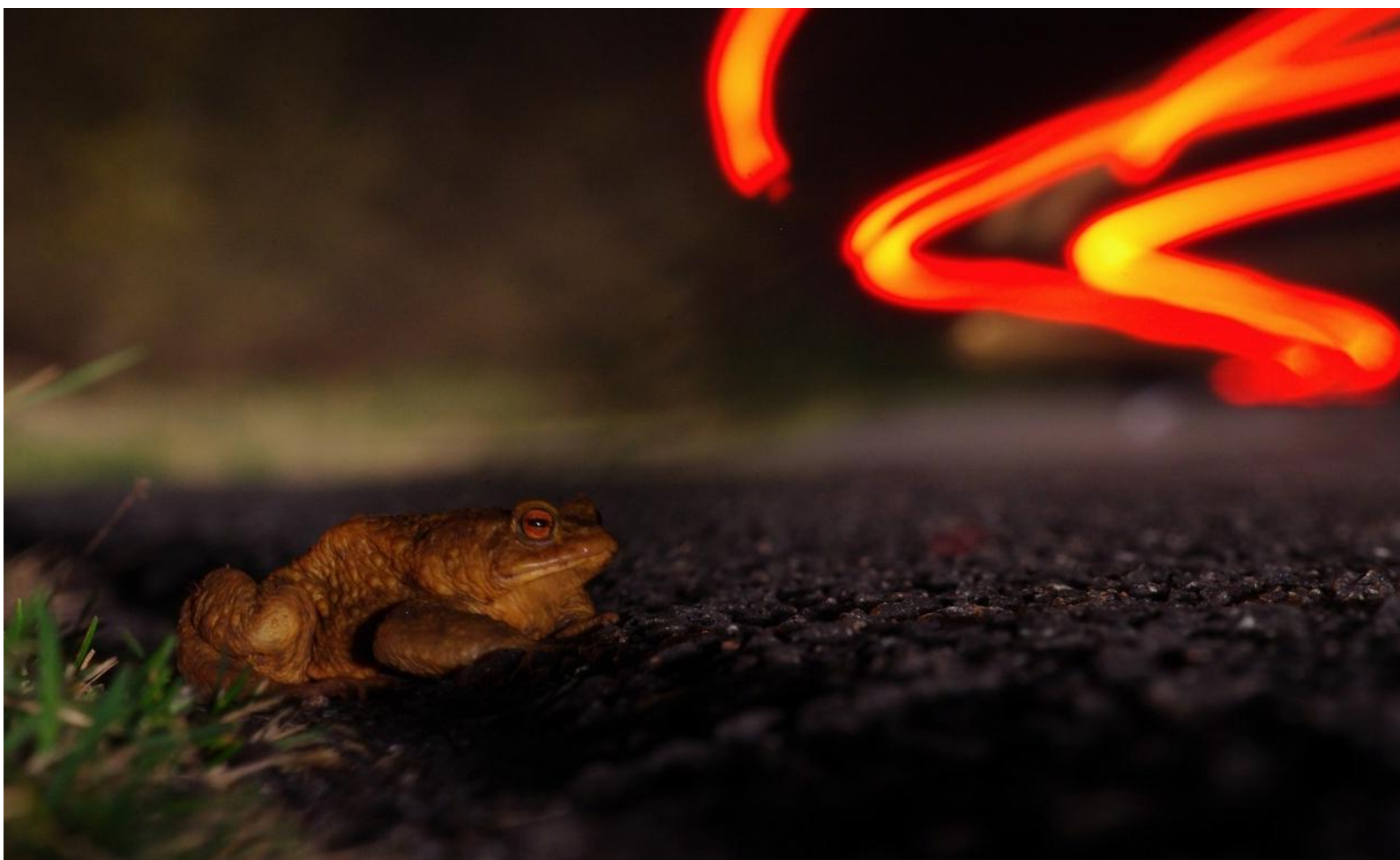
Wasmannia auropunctata in Polynesia [View project](#)



Réserve naturelle du Pinail [View project](#)



Plan Opérationnel



Sauvegarde des crapauds communs (*Bufo bufo*) et
autres amphibiens du Val-Suzon

Juin 2018



Titre : Plan opérationnel de sauvegarde des crapauds communs (*Bufo bufo*) et autres amphibiens du Val-Suzon

Auteur : David BEAUNE

Chercheur associé au Laboratoire Biogéosciences, UMR 6282 CNRS, Université Bourgogne Franche-Comté. 6 Boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France ;

Membre du Groupe Naturaliste Universitaire de Bourgogne, Université Bourgogne Franche-Comté. 6 Boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France ;

Biologiste Consultant à HPE consulting, 8c rue roulotte 21110 Pluvault. ;

david.beaune@gmail.com

Relecteurs :

BOLLACHE Loïc. Professeur, Université de Bourgogne

DELAPLACE Camille. Animatrice Natura 2000, Pays Seine-et-Tilles

GnuB (Alexis VELDEMAN, Lorène GARNIER, Etienne COLLIAT-DANGUS)

JANVIER Jean-Yves. Chef de service, Conseil Départemental de la Côte-d'Or

MOREAU Jérôme. Maître de conférence, Université de Bourgogne

SAVIER Henri-Pierre. ONF, spécialiste Eau/Amphibiens

TRECA Marlène. ONF, conservatrice RNR du Val-Suzon

Photo : Crapaud commun (*Bufo bufo*) qui va tenter sa chance © Etienne Colliat-Dangus/GnuB

Citation :

Beaune David (2018) Plan opérationnel de sauvegarde des crapauds communs (*Bufo bufo*) et autres amphibiens du Val-Suzon. HPE consulting, Dijon. 64 pp.

Financement :

ONF, Région Bourgogne Franche-Comté, Europe



Date d'accomplissement :

31/07/2018

Table des matières

RÉSUMÉ	10
ABSTRACT.....	10
1. Contexte	11
2. Objectifs	12
I LES RISQUES DE LA ROUTE POUR LA SURVIE DES AMPHIBIENS ET DES AMÉNAGEMENTS POUR Y REMÉDIER : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	13
1. Présentation du crapaud commun	14
Classification.....	14
Clé d'identification	14
2. Enjeux de conservation du crapaud commun.....	16
3. Mortalité routière	18
4. Le cas des salamandres	19
5. Exemples d'aménagements dans la littérature.....	20
Patrouilles de bénévoles	20
Crapauduc+crapaudrome	21
6. Les retours d'expériences : Attention !	22
Prédation.....	22
Zoonose.....	22
Pollution dans les voies de passage.....	23
II LES « OPÉRATIONS CRAPAUDS » ET APPORTS SUR LA CONNAISSANCE DES POPULATIONS DU VAL-SUZON	24
1. Introduction.....	25
2. Matériel et méthode.....	26
Portion de la RD7 concernée	26
Suivis et comptage.....	27
Statistiques et analyse de viabilité des populations	27
3. Résultats.....	28
Les autres amphibiens	28
Taille de la population de crapauds migrants	30
Effets des opérations crapauds	31
Analyse de viabilité de la population.....	32
Les zones prioritaires de migration pré-nuptiale	34
4. Discussion.....	34

5. Conclusion	36
En bref.....	36
III PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS AU VAL-SUZON	37
1. Les différents aménagements possibles	38
2. Option nouveau crapauduc.....	38
Coût matériel.....	38
Crapauduc ou batrachoduc?	38
Coût chantier	39
3. Option buse détournée en crapauduc.....	40
4. Actions potentielles	42
5. Opérations.....	42
Contraintes techniques du terrain	42
Contraintes liées la sécurité routière et l'entretien	43
Choix des crapaudromes.....	43
Longueur des crapaudromes	44
Crapaudrome sur le passage du parking de la combe Goa	45
Suivi de la fonctionnalité.....	45
Les crapauds font-ils demi-tour si l'obstacle est trop long?	46
Entretien	47
Valorisation	47
Calendrier.....	47
Exemple de devis pour cet aménagement	47
CONCLUSION.....	48
REMERCIEMENTS.....	49
RÉFÉRENCES	49
Annexes 1.....	53
Protections et statut de Bufo bufo	53
Annexes 2.....	54
Statut IUCN de Bufo bufo.....	54
Annexes 3.....	55
Script pour modèle de viabilité des populations	55
Annexes 4.....	59
Zones prioritaires pour les salamandres	59

Annexes 5.....	60
Exemple de chantier	60
Glossaire.....	63
Abréviations	64

Liste des figures

Figure 1 Carte de la RNR du Val Suzon. La flèche indique la zone de mortalité routière de la RD7 entre le hameau de Sainte-Foy et le village de Val Suzon, sur une portion d'environ 1,6 km.	11
Figure 2 Questions auxquelles répondront les 3 parties/chapitres du Plan opérationnel	12
Figure 3 Cycle biologique du crapaud commun. Sens de migration entre le milieu aquatique et terrestre: les couleurs des flèches indiquent le risque de mortalité routière (ex. rouge= risque maximal lors des déplacements de masse où les véhicules peinent à éviter les individus. Voir glossaire pour les définitions.	15
Figure 4 Carte de distribution du complexe <i>Bufo bufo</i> avec <i>Bufo spinosus</i> en rouge, <i>B. bufo</i> en bleu, <i>B. verrucosissimus</i> en marron et <i>B. eichwaldi</i> en vert. La flèche noire pointe le Val-Suzon. D'après (Arntzen et coll., 2013b).	16
Figure 5 Le crapaud doré (<i>Bufo periglenes</i> Savage, 1967) éteint dans les années 1990. Classé EX en 2001. © US FWS.....	17
Figure 6 Pourcentages d'amphibiens par pays qui sont listés dans la liste rouge IUCN comme en danger critique (CR), en danger (EN) et menacé (VU) d'extinction. Visualisation des pays basés sur la méthode 'density-equalizing cartograms' (Wake & Vredenburg, 2008)	17
Figure 7 Probabilité de mortalité routière d'animaux avec différentes vitesses de traversée en fonction du trafic d'après (Hels & Buchwald, 2001). Une moyenne de 1 500 véhicules/jour passent par la RD7.....	19
Figure 8 Les bénévoles relâchent les crapauds dans leur zone de reproduction du Suzon après les avoir interceptés dans l'accotement par un crapaudrome qui les dirige dans des seaux enterrés où les animaux tombent pour les empêcher de traverser la route ©DB	20
Figure 9 Exemples d'effectifs de crapauds traversés par les bénévoles au Royaume-Uni (barres bleues) et effectifs écrasés sur ces mêmes tronçons de route malgré le dispositif (barres rouges). (Données Froglife, 2018)	21
Figure 10 Exemples de crapauducs + crapaudromes © images wiki & ACO.....	22
Figure 11 Un des principaux lieux de ponte du Val-Suzon et le plus proche de la RD7, et donc de la zone de forte mortalité routière des crapauds communs (zone 3). RNR du Val-Suzon, Côte d'Or © DB.....	25
Figure 12 Carte du dispositif "Opération crapaud" depuis 2013. RD7, Val-Suzon, Côte d'Or. Les buses du secteur 3 et 5 sont figurées par les flèches blanches.	26
Figure 13 Valeurs moyennes, médianes des populations de salamandres tachetées migrantes (vivants+morts) dans la zone des opérations crapauds comptabilisées par le GnuB (2006-2018). La boîte à moustache de droite montre la moyenne/médiane/IC ₉₅ /quartiles du nombre de salamandres compté par année. RD7, Val-Suzon, Côte d'Or.	29
Figure 14 Total des amphibiens comptabilisés sur les 5 zones par le GnuB depuis 2006 (sans la représentation de <i>Bufo bufo</i> à droite). RD7, Val-Suzon, Côte d'Or.....	29
Figure 15 Valeurs moyennes, médianes des populations de crapauds communs migrants (vivants+morts) dans la zone des opérations crapauds comptabilisés par le GnuB (2006-2018). La boîte à moustache de droite montre la moyenne/médiane/IC ₉₅ /quartiles du nombre de crapauds compté par année. RD7 , Val-Suzon, Côte d'Or.	30
Figure 16 Évolution du sex-ratio des crapauds communs migrants sur la zone. RD7, RNR Val-Suzon, Côte d'Or. Moyenne=2♂ pour 1♀.	31

Figure 17 Effectifs des crapauds vivants traversés (colonnes bleues) et morts (rouges) lors des opérations crapauds du GnuB (2006-2018). %Mortalité = (Nb morts/total)× 100. RD7 , Val-Suzon, Côte d'Or.....	31
Figure 18 Taille de populations théoriques selon 4 scénarii de mortalité : pas de mortalité routière (courbe bleue); mortalité routière de 10% correspondant aux actions efficaces des bénévoles (rouge); 20% correspondant à de mauvaises années malgré les efforts des bénévoles (verte) et 40% correspondant à la probabilité d'écrasement sans action aucune sur la RD7 du Val-Suzon (violet). Les barres indiquent les écarts-types (pour 100 simulations).	33
Figure 19 Probabilités de survie de populations théoriques sur 100 ans selon 4 scénarii de mortalité: pas de mortalité routière (courbe bleue); mortalité routière de 10% correspondant aux actions efficaces des bénévoles (rouge); 20% correspondant à de mauvaises années malgré les efforts des bénévoles (verte) et 40% correspondant à la probabilité d'écrasement sans action aucune sur la RD7 du Val-Suzon (violet). Les barres indiquent les écarts-types (pour 100 simulations).	33
Figure 20 Nombre absolu de crapauds en migration pré-nuptiale sur les zones des opérations crapauds du GnuB (=individus morts + vivants comptabilisés). HZ= hors zone, amont et aval. RD7 , Val-Suzon, Côte d'Or.....	34
Figure 21 Catalogue ACO pour équipement crapauduc (http://www.aco.fr/catalogues-pro)	39
Figure 22 Buse du secteur 3 de la zone forte mortalité routière des crapauds communs du Val-Suzon. 11 m de longueur et 50 cm de diamètre. (les flèches indiquent le sens de migration pré-nuptiale vers le Suzon). À noter la présence de litière dans le fond de la buse, favorable au passage des grenouilles et urodèles © DB.....	40
Figure 23 Caractéristiques de la buse béton du secteur 3 de la RD7: 11 m de longueur, 50 cm de diamètre. Un crapaud commun de 12 cm est représenté. ©DB	41
Figure 24 Depuis février 2012, l'efficacité du passage dans la buse est testée. Ici les premiers crapauds sont passés et collectés à la sortie de la buse et relâchés dans le Suzon ©DB	41
Figure 25 Vue virtuelle de l'aménagement d'un crapaudrome de part et d'autre de la buse du secteur 3. Val-Suzon, Côte d'Or © DB	43
Figure 26 Vue virtuelle de l'aménagement d'un crapaudrome en L permettant un passage unidirectionnel. Val-Suzon, Côte d'Or © DB	43
Figure 27 Emplacements des buses pouvant faire office de crapauduc et proposition des limites des crapaudromes sur les zones prioritaires 3 et 5 en fonction de la configuration terrain. RD7, Côte d'Or.	44
Figure 28 Zone 5 avec localisation de la buse béton (représentation bleue), de la barrière-gouttière de 14 m permettant l'accès au parking en gravier de la combe Goa (schéma du principe de fonctionnement à droite). L'emplacement proposée des barrières-crapaudrome est représenté en marron (80 m).	45
Figure 29 Nombre absolu de salamandres en migration sur les zones des opérations crapauds du GnuB (=individus morts + vivants comptabilisés). HZ= hors zone, amont et aval. NA=non attribué. RD7 , Val-Suzon, Côte d'Or.....	59

Liste des tableaux

Tableau 1 Les cinq catégories de perte de biodiversité et la sensibilité de crapauds communs à ces menaces (Becker et coll., 2016, Berger et coll., 2016, Duffus & Cunningham, 2010, Hayes et coll., 2010, Lawler et coll., 2010, Li et coll., 2013, Tylanakis et coll., 2008, Van Rooij et coll., 2015, Beebee & Griffiths, 2005, Blaustein & Kiesecker, 2002, Carey & Alexander, 2003, Collins & Storfer, 2003, Denoel & Winandy, 2015, Dornelles & Oliveira, 2016, Eck et coll., 2014, Fahrig et coll., 1995, Fasola et coll., 2015, Préau et coll., 2017, Stuart et coll., 2004)	18
Tableau 2 Caractéristiques de tunnels pour amphibiens (bratrachoducs dont crapauducs), d'après (Beebee, 2013).....	22
Tableau 3 Coordonnées des 5 zones de migration des 'opérations crapauds' du GnuB	26
Tableau 4 Synthèse des paramètres populationnels théoriques selon 4 scénarii de mortalité 'VORTEX'. Avec taux de croissance déterministe (det-r), et stochastique (stoch-r), écarts-types (SD), probabilité d'extinction (PE), taille de la population théorique au bout de 100 ans (N-all), diversité génétique (GeneDiv), hétérozygotie (AlleleN), les temps moyen et médian d'extinction (TE).	32
Tableau 5 Pourcentage des passages de migration pré-nuptiale (vivants+morts) sur les 5 zones des opérations crapauds du GnuB. RD7, RNR du Val-Suzon, Côte d'Or.....	34
Tableau 6 Exemples de coûts associés à des chantiers de crapauducs + crapaudromes	39
Tableau 7 Caractéristiques des buses de la RD7 comparés aux tunnels pour amphibiens d'après (Beebee, 2013).....	41
Tableau 8 Comparaison des options estimées pour l'aménagement d'une solution pérenne contre la mortalité d'une population de crapauds et salamandres tachetés du Val-Suzon sur la RD7. Les travaux pour le crapaudrome indispensable aux deux options seraient similaires: soit environ 95€ HT/m.	42
Tableau 9 Nombre absolu de salamandres en migration sur les zones des opérations crapauds du GnuB (=individus morts + vivants comptabilisés).	59
Tableau 10 Pourcentage des passages de salamandres (vivantes+mortes) sur les 5 zones des opérations crapauds du GnuB. RD7, RNR du Val-Suzon, Côte d'Or.	59

RÉSUMÉ

Les amphibiens représentent 2/3 des animaux écrasés sur la route. Le comportement migratoire des crapauds lors de la reproduction les rend particulièrement vulnérables à cette mortalité routière. Au Val-Suzon, plus d'1.6 km de route départementale (RD7) sépare une zone forestière d'un bras du Suzon servant à la reproduction d'une population de crapauds communs (et dans une moindre mesure de salamandres tachetées, tritons palmés, grenouilles rousses et alytes accoucheurs). Avec 1 500 véhicules/jour, la probabilité d'écrasement d'un crapaud traversant est de 40% et cette mortalité pourrait faire décliner les effectifs de la population et affaiblir sa diversité génétique jusqu'à une probable extinction locale. Depuis 2010 le GnuB installe un crapaudrome (barrière) de >300 m pour collecter environ un millier d'adultes qui migrent au début du printemps afin de les faire traverser manuellement la RD7 en sécurité. Malgré cela >10% des crapauds sont écrasés. L'analyse de viabilité des populations montre que ce taux n'est pas viable. Des exemples d'aménagements de crapauducs avec crapaudrome semblent avoir fait leurs preuves pour pérenniser la sauvegarde de populations en Europe. Au Val-Suzon l'utilisation de buses béton d'évacuation des eaux de pluie de 50 cm de diamètre déjà en place sur le tronçon avec la construction d'un crapaudrome permanent de 450 m dans l'accotement, pourrait être un bon compromis en termes de fonctionnalité, de coût, de délai et d'acceptabilité.

Mots-clefs : Bourgogne, *Bufo*, crapaudrome, crapauduc, ingénierie écologique, mortalité routière, *Salamandra*

ABSTRACT

Two third of the animal killed on the road are amphibians. The reproductive behavior of the common toad with their prenuptial migration induce a high mortality rate on the road. In the 'Val-Suzon', more than 1.6 km of county road (route départementale (RD7)) split a forest from a stream (the Suzon). This stream is used by toads for local reproduction (and by fire salamanders, palmate newt, common frog & common midwife toad). With 1 500 vehicles/day, the mortality rate of a toad crossing this road is 40%; This rate could decrease the density & genetic diversity until local extinction. Since 2010 the Naturalist Group of the University of Burgundy (GnuB) install a removable barrier (>300 m) for collecting a thousand reproducers in early spring. Thus, they are manually crossed apart the road with the help of volunteers. However, 10% of the adults are still killed. This rate is not sustainable for the population (VPA). Many examples of road ecology engineering proved efficiency to sustain local amphibian populations. At Val-Suzon, three tunnels (50 cm diameter) for water evacuation are still in place. With the building of a permanent barrier (450 m) this option could be a good compromise: costless, useable, ready make & more acceptable for local drivers.

Keywords: Burgundy, *Bufo*, ecological engineering, ecopassage, road ecology, road mortality, *Salamandra*

1. Contexte

Dans le Val-Suzon (site classé, Natura 2000, forêt d'exception et Réserve Naturelle Régionale), une population de crapauds communs se reproduit dans le cours d'eau en début de printemps, mais la route départementale 7 (RD7) traverse leur chemin migratoire. Plus d'un millier d'adultes à l'est du Suzon converge vers plusieurs zones où forêt et cours d'eau sont les plus proches, seulement séparés par la RD7. C'est sur ce tronçon de route de plusieurs centaines de mètres que la mortalité routière des crapauds est la plus élevée et fut constaté. Depuis 2006 le Groupe Naturaliste Universitaire de Bourgogne (GnuB) organise des 'opérations crapauds' avec patrouilles nocturnes puis met en place un système de barrière provisoire (c.-à-d. crapaudrome) pour retenir, guider et collecter les crapauds à faire traverser dans des seaux (2010-2018). Ce moyen répandu en Europe est relativement efficace, limité dans le temps et coûteux en moyen humain (≥ 11 bénévoles/nuit). Un aménagement pérenne est envisagé afin d'optimiser la conservation des amphibiens de cette zone naturelle.

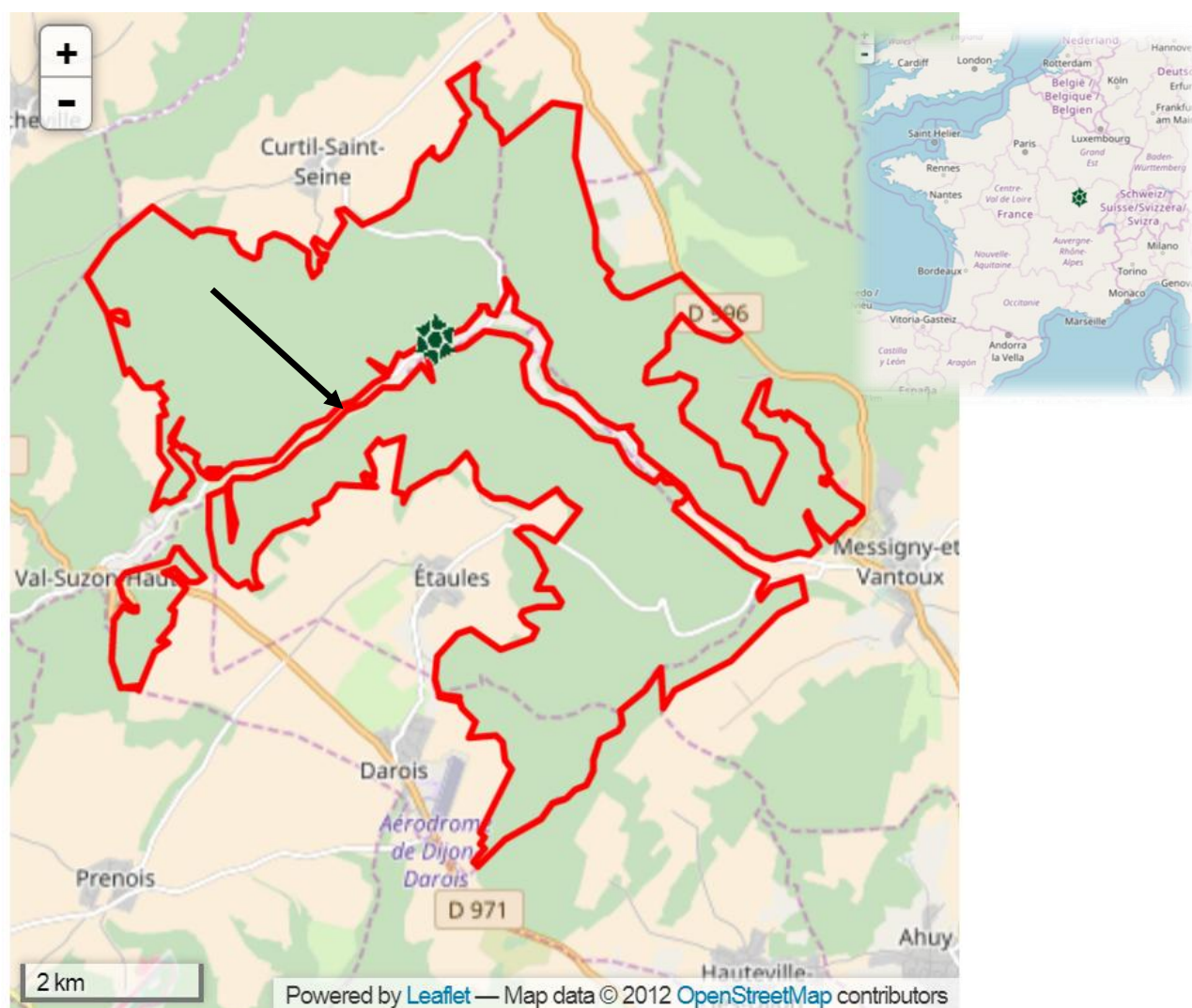


Figure 1 Carte de la RNR du Val Suzon. La flèche indique la zone de mortalité routière de la RD7 entre le hameau de Sainte-Foy et le village de Val Suzon, sur une portion d'environ 1,6 km.

2. Objectifs

Le présent plan opérationnel vise à 1) synthétiser les informations disponibles dans la littérature sur la mortalité routière des crapauds et les retours d'expériences d'aménagements ; 2) analyser les données collectées par les bénévoles du GnuB afin d'en extraire un maximum d'information sur la conservation et la biologie de cette population du Val-Suzon et enfin de 3) proposer un aménagement SMART (Simple, Mesurable, Atteignable, Réaliste et Temporellement défini).

Ces trois parties/chapitres répondront ainsi aux principales questions de ce projet relatif à la sauvegarde des amphibiens du Val-Suzon (Figure 1)

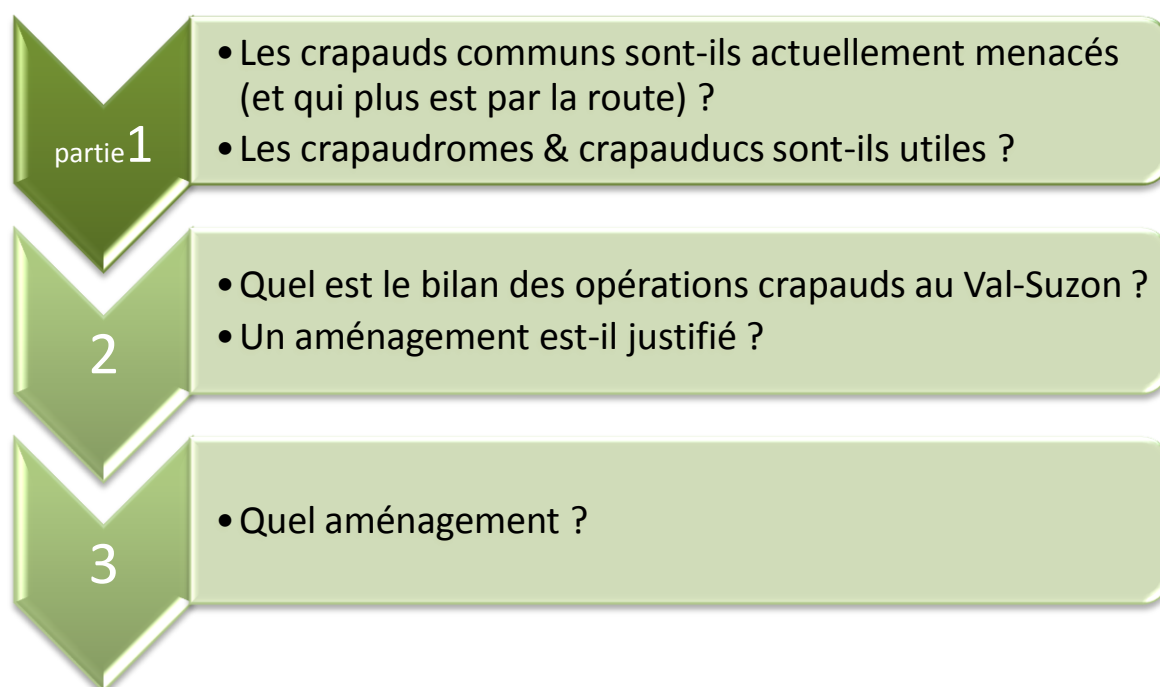


Figure 2 Questions auxquelles répondront les 3 parties/chapitres du Plan opérationnel

I LES RISQUES DE LA ROUTE POUR LA SURVIE DES AMPHIBIENS ET DES AMÉNAGEMENTS POUR Y REMÉDIER : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE



La zone 5, RD7

1. Présentation du crapaud commun

Classification

- **Domaine** : Biota
- **Règne** : Animalia Linnaeus, 1758
- **Sous-Règne** : Eumetazoa Bütschli, 1910
- **Infra-Règne** : Bilateria Haeckel, 1874
- **Infra-Règne** : Deuterostomia Karl Grobben, 1908
- **Phylum** : Chordata Haeckel, 1874
- **Sous-Phylum** : Craniata Janvier, 1981
- **Infra-Phylum** : Vertebrata
- **Super-Classe** : Gnathostomata
- **Cladus** : Euteleostomi
- **Cladus** : Sarcopterygii Romer, 1955
- **Super-Classe** : Tetrapoda Goodrich, 1930
- **Classe** : Amphibia Linnaeus, 1758
- **Ordre** : Anura Duméril, 1805
- **Famille** : Bufonidae Gray, 1825
- **Genre** : *Bufo* Garsault, 1764
- **Espèce** : *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758)

Clé d'identification

Face dorsale recouverte de verrues
Yeux à pupille horizontale et iris doré ou cuivré
Glandes parotoïdes volumineuses et légèrement obliques
Orteils presque entièrement palmés
Pas de sac vocal



Espèce de taille moyenne atteignant une dizaine de centimètres chez les mâles et une quinzaine de centimètres pour les plus grosses femelles.

Diagnose : Corps trapu, avec une tête large et aplatie ; les membres sont courts et robustes. L'iris est doré ou cuivré, parfois rougeâtre ; la pupille est horizontale. La peau est épaisse et très verruqueuse, avec la présence de deux volumineuses glandes parotoïdes en arrière des yeux. La coloration dorsale est très variable, en général brunâtre (noirâtre chez les juvéniles), parfois vert olive, parfois plutôt rougeâtre, avec des taches sombres plus ou moins marquées ; le ventre est gris marbré de sombre.

Espèces proches : Les crapauds communs (*Bufo bufo* (Linnaeus, 1758)) et épineux (*B. spinosus* Daudin, 1803) furent souvent considérés comme des sous-espèces ou faisant partie du complexe *Bufo bufo*. Elles peuvent être considérées comme deux espèces distinctes (Arntzen et coll., 2013). L'espèce du Val-Suzon est *B. bufo* (Figure 4) *sensu stricto*. Le Crapaud commun peut être confondu avec une espèce proche, le Crapaud calamite. Ce dernier se distingue toutefois très facilement du premier par la coloration jaune citron ou verdâtre de son iris et par la présence d'un liseré clair longitudinal au milieu du dos.

Période d'observation : La période d'activité du Crapaud commun va de février-mars à octobre-novembre. Son activité est crépusculaire et nocturne, et peut s'étendre dans la journée lorsqu'il est dans l'eau au moment de la reproduction ou par temps orageux. Pendant la période hivernale, il trouve refuge à terre, parfois simplement enfoui dans le sol sous les feuilles ou alors dans des anfractuosités, dans des souches ou des terriers de rongeurs (hibernation).

Biologie-éthologie : Le Crapaud commun migre vers ses habitats de reproduction (migration prénuptiale) entre février et avril selon les endroits, sur des distances de quelques centaines

de mètres jusqu'à >2 km. Les œufs sont déposés dans l'eau, attachés les uns aux autres en un cordon. Prolifique, chaque femelle peut ainsi produire 5000 à 7000 œufs supposément tous les deux ans. Cette espèce chasse à l'affût toute sorte de petits invertébrés, essentiellement des arthropodes (insectes, mille-pattes, araignées).

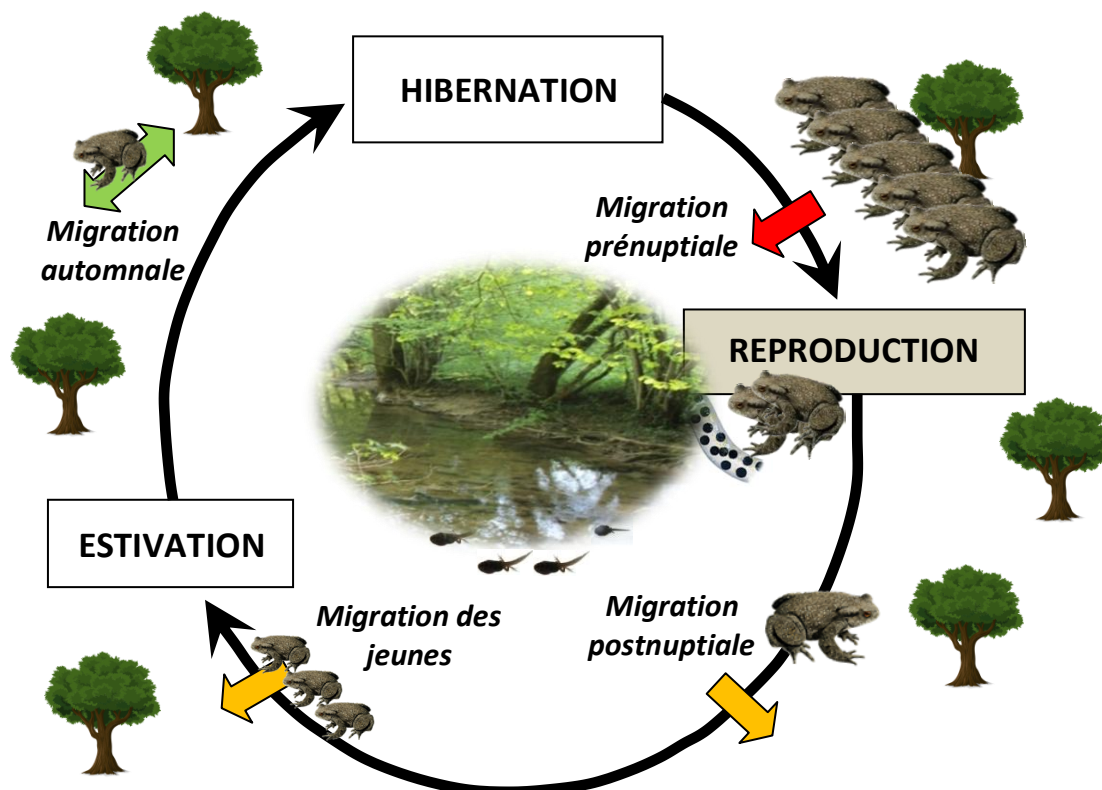


Figure 3 Cycle biologique du crapaud commun. Sens de migration entre le milieu aquatique et terrestre: les couleurs des flèches indiquent le risque de mortalité routière (ex. rouge= risque maximal lors des déplacements de masse où les véhicules peinent à éviter les individus. Voir glossaire pour les définitions.

Biogéographique et écologie : Cette espèce est présente dans presque toute l'Europe, très au nord jusqu'en Finlande. On la rencontre aussi dans le nord-ouest de l'Afrique et dans une partie de l'Asie. Cette espèce est nettement inféodée au milieu forestier, mais on peut la rencontrer dans une grande variété de paysages, jusque dans le milieu urbain. Ses habitats de reproduction peuvent être assez variés.

Plus de détails et d'après : Site INPN https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/774678 ; (Duguet et coll., 2003, Lescure & De Massary, 2012)

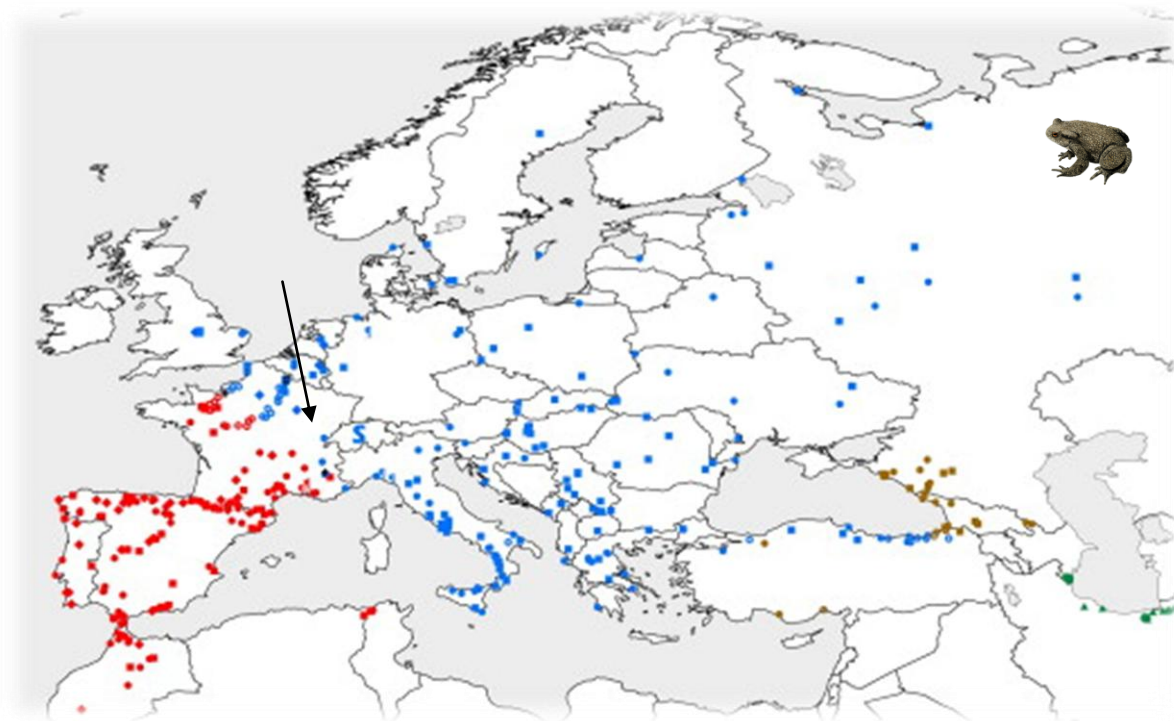


Figure 4 Carte de distribution du complexe *Bufo bufo* avec *Bufo spinosus* en rouge, *B. bufo* en bleu, *B. verrucosissimus* en marron et *B. eichwaldi* en vert. La flèche noire pointe le Val-Suzon. D'après (Arntzen et coll., 2013b).

2. Enjeux de conservation du crapaud commun

Le crapaud commun est parmi les amphibiens les mieux représentés en France et plus largement en Europe (Figure 4). Cette espèce "commune" du fait de sa large répartition bénéficie de peu de mesures de protection. Il n'est pas listé par l'IUCN sur la liste rouge des espèces menacées, n'est pas listé sur la convention de Berne, ni la directive habitats de l'Europe (voir Annexes 1 & 2). Le crapaud est protégé en France par l'arrêté du 19 novembre 2007 comme tous les amphibiens.

Le crapaud commun est un représentant typique de la "biodiversité commune". Mais comme la plupart des espèces "communes" les populations semblent être aussi en déclin (Carrier & Beebee, 2003, Petrovan & Schmidt, 2016). Certaines études révèlent un déclin dans plusieurs pays ces dernières décennies, et arguent que l'espèce pourrait apparaître sur la liste rouge de l'IUCN comme vulnérable (VU) selon ses critères, avec 30% de déclin en 10 ans pour des populations étudiés en Suisse et Grande-Bretagne (Petrovan & Schmidt, 2016). Mais globalement il n'y a pas assez de données d'autres pays pour réévaluer le statut ; la dernière évaluation du statut IUCN date de 2004 (Annexes 2).



Figure 5 Le crapaud doré (*Bufo perigrinus* Savage, 1967) éteint dans les années 1990. Classé EX en 2001. © US FWS

Globalement les amphibiens sont en déclin (crise globale appelée crise d'extinction des amphibiens), c'est le groupe où les risques et l'extinction sont les plus sévères (Wake & Vredenburg, 2008, Beebee & Griffiths, 2005, Zippel & Mendelson, 2008, Stuart et coll., 2004). Dans la famille des Bufonidés, une centaine d'espèces sont en "déclin rapide" dont 80% avec des causes non déterminées et classées comme "déclin énigmatique" (Stuart et coll., 2004). Ce n'est pas encore le cas de *Bufo bufo*, quoique certains chercheurs s'inquiètent là où les données sont disponibles et ont été analysés (Petrovan & Schmidt, 2016). En Grande-Bretagne, l'espèce en déclin fut ajoutée comme espèce prioritaire de l'UK Biodiversity Action Plan' en 2007 puis à la '2020 biodiversity strategies' (Beebee, 2012, Froglife, 2018).

Il est pragmatique/judicieux/optimal de préserver les espèces qui ne sont pas encore vulnérables; c'est pour l'instant le cas du crapaud commun en France. C'est la meilleure stratégie de conservation pour une espèce.

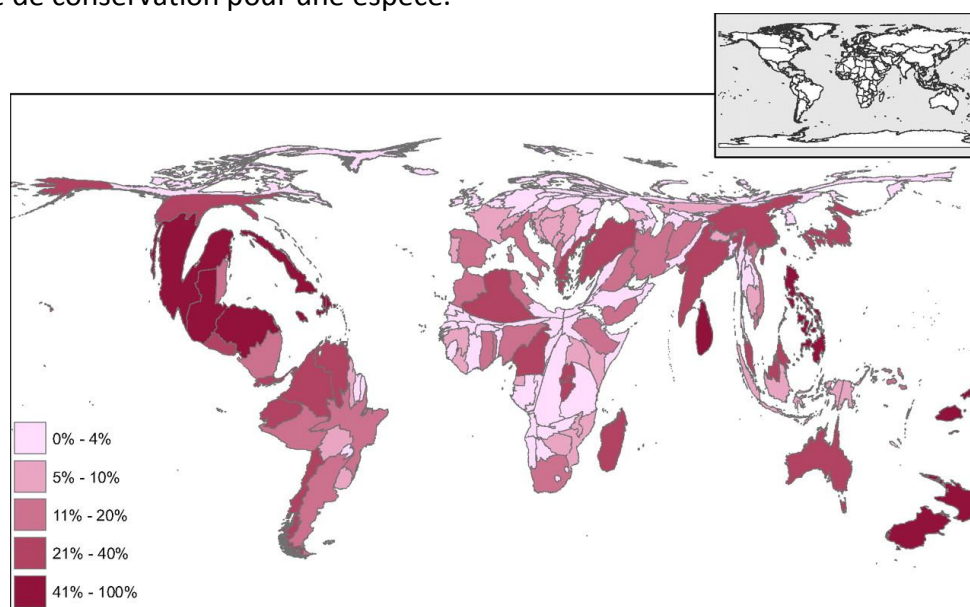


Figure 6 Pourcentages d'amphibiens par pays qui sont listés dans la liste rouge IUCN comme en danger critique (CR), en danger (EN) et menacé (VU) d'extinction. Visualisation des pays basés sur la méthode 'density-equalizing cartograms' (Wake & Vredenburg, 2008)

Aujourd'hui les menaces affectant les crapauds communs sont multiples (voir Tableau 1). Ces menaces sont communes à la majorité des amphibiens (ex : *Batrachochytrium dendrobatidis* agent de la Chytridiomycose ; anthropisation/destruction/dégradation/pollution des habitats (Duffus & Cunningham, 2010, Hayes et coll., 2010, Van Rooij et coll., 2015) mais le caractère migratoire et philopatrique des crapauds lors de la reproduction font qu'ils sont aussi potentiellement impactés par la mortalité routière (Figure 3).

Tableau 1 Les cinq catégories de perte de biodiversité et la sensibilité de crapauds communs à ces menaces (Becker et coll., 2016, Berger et coll., 2016, Duffus & Cunningham, 2010, Hayes et coll., 2010, Lawler et coll., 2010, Li et coll., 2013, Tylanakis et coll., 2008, Van Rooij et coll., 2015, Beebee & Griffiths, 2005, Blaustein & Kiesecker, 2002, Carey & Alexander, 2003, Collins & Storfer, 2003, Denoel & Winandy, 2015, Dornelles & Oliveira, 2016, Eck et coll., 2014, Fahrig et coll., 1995, Fasola et coll., 2015, Préau et coll., 2017, Stuart et coll., 2004)

Menaces affectant les amphibiens	<i>Bufo bufo</i>	Explication
Changement climatique	X	Effet sur la physiologie et modification des interactions
Dégradation de l'habitat	X	Destruction des zones humides, fragmentation (routes)
Invasion biologique	X	Chytridiomycose, Ranavirus
Pollution	X	Modification de l'habitat et de la physiologie
Surexploitation		

Les crapauds communs fournissent plusieurs services écosystémiques : Services culturels (espèce patrimoniale européenne); services de soutien et de régulation (prédation sur les invertébrés (ex. limaces; proies de nombreux vertébrés d'intérêt patrimonial).

3. Mortalité routière

La première description de mortalité routière sur amphibiens date des années 1930 avec *Rana temporaria* près de Londres (Savage, 1935). Depuis et surtout ces dernières décennies, nombreuses sont les recherches qui documentent les effets négatifs :

Le premier effet visible est l'impact négatif sur la densité des anoues (Fahrig et coll., 1995). L'impact sur la densité des populations est détectable dès la présence d'une route à moins de 0.50 km en moyenne d'un site de reproduction (Beebee, 2013). Plusieurs taux de mortalité ont été estimés allant de 2% à >90% selon la densité des voitures et la qualité des zones humides (Van Gelder, 1973, Orłowski, 2007, Santos et coll., 2007, Lesbarrères et coll., 2004, Beebee, 2013), et ces taux de mortalité sont probablement sous-estimés (disparition rapide des carcasses (Slater, 2002); jusqu'à 60% en 24h (Brzeziński et coll., 2012). La probabilité d'un crapaud d'être écrasé sur la route traversée perpendiculairement a été modélisée par (Hels & Buchwald, 2001) à partir de la vitesse de traversée des animaux (0.75m/min), de leur comportement journalier, comportement face au danger et en fonction de la fréquentation de la route. La RD7 est une route de Côte d'Or de catégorie B (=itinéraire de desserte) avec une fréquentation moyenne de 1 500 véhicules /jour entre le Val-Suzon et Messigny (donnée 2012 ; J-Y Janvier : Département 21, Com. Pers.). La probabilité d'écrasement des crapauds qui traversent serait alors de 40% sur cette route départementale (Figure 7). De plus, les routes fragmentent l'habitat, les populations et

conséquemment appauvrissent la diversité génétique de ces dernières (Hitchings & Beebee, 1998, Holderegger & Di Giulio, 2010).

Mais *in fine*, y a-t-il des exemples documentés de populations éteintes localement à cause de la route ?

Peu de cas sont publiés, car soit la société civile a réagi à temps, soit l'extinction est passée inaperçue ou encore le manque de donnée n'a pas permis de publication. Par ailleurs, il faut plusieurs décennies d'absence pour avérer une extinction. Cependant en Grande-Bretagne Cooke décrit un cas où le nombre de crapauds a chuté sur la route et dans des mares suivies depuis 1974, pour atteindre 0 depuis 2010. L'absence d'aménagement, le manque d'implication et le découragement des volontaires ont fait que la mortalité routière a probablement mené à une extinction locale (Cooke, 2011). D'autres exemples illustrent une chute des effectifs, sans plus aucune augmentation depuis des lustres (Beebee, 2013).

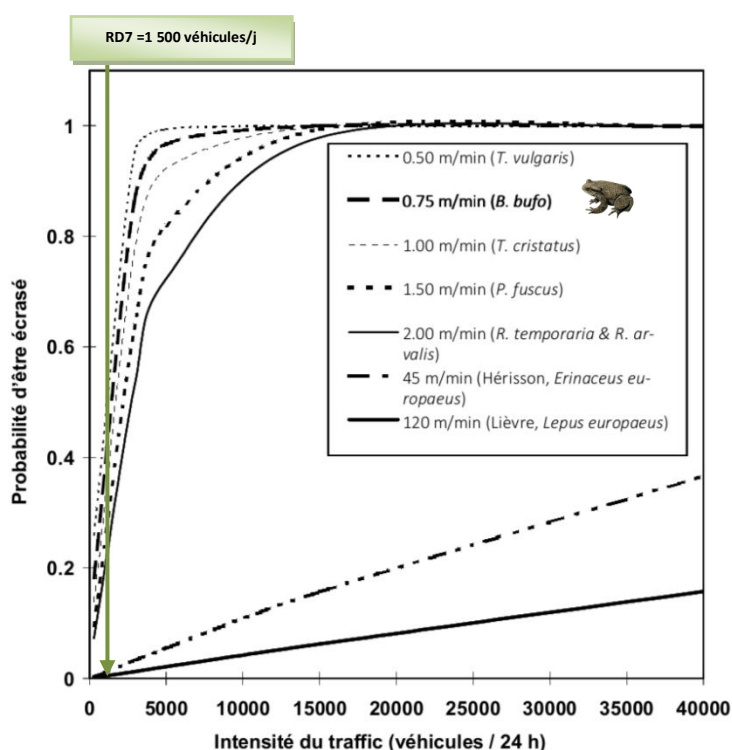


Figure 7 Probabilité de mortalité routière d'animaux avec différentes vitesses de traversée en fonction du trafic d'après (Hels & Buchwald, 2001). Une moyenne de 1 500 véhicules/jour passent par la RD7.

4. Le cas des salamandres

La salamandre tachetée (*Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758); Caudata; Salamandridae) est un autre amphibien recensé et le deuxième plus important en termes d'effectif dans le Val-Suzon et collecté lors des 'opérations crapauds' du GnuB sur le secteur (voir deuxième partie).

L'impact de la route sur les salamandres est moins documenté que pour les crapauds, car l'urodèle est moins abondant sur les routes. Cependant la mortalité sur les adultes reproducteurs a un impact négatif plus sévère sur la densité des populations du fait du taux de reproduction plus faible que celui des anoues (Beebee, 2013). Ainsi une mortalité

routière de plus de 10% peut mener une population de salamandre à l'extinction (Gibbs & Shriver, 2005). Bien que cette espèce ne soit pas la cible de l'aménagement, ce dernier serait assurément bénéfique pour la sauvegarde de la population locale de salamandre tachetée (ex : 50 individus traversés manuellement et 20 écrasés lors de l'opération 2018).

Dans une moindre mesure, des tritons palmés, grenouilles rousses et alytes accoucheurs sont aussi traversés manuellement par le GnuB (respectivement moins de 7, 13 et 5/an,. Voir deuxième partie).

5. Exemples d'aménagements dans la littérature

Il existe deux principaux types d'interventions pour réduire la mortalité routière lors de migration pré-nuptiale de crapauds : 1) patrouilles de bénévoles avec ou non mise en place de barrières ou crapaudrome, 2) crapaudrome + crapauduc.

La signalisation pour les usagers de la route étant inefficace, elle n'est pas incluse (Beebee, 2013). À noter l'exemple de construction en Allemagne d'un nouveau site de reproduction artificiel de l'autre côté de la route avec la capture et la translocation des crapauds migrants a permis de détourner 99% des crapauds de leur voie de migration sur la route en 5 ans (Schlupp & Podlucky, 1994).

Patrouilles de bénévoles

La mortalité de masse des crapauds sur les routes au printemps est spectaculaire et conduit d'abord à la mobilisation de bénévoles qui font traverser les animaux. Très souvent ils installent des filets/barrières faisant office de crapaudrome pour stopper les amphibiens et les dévier vers des collecteurs (ex. seaux) pour enfin les faire traverser manuellement jusqu'au point d'eau. C'est ce que fit le GnuB dès 2006 (Figure 8) sous l'impulsion du Professeur Loïc Bollache de l'université de Bourgogne (avec installation de bâches barrières + seaux dès 2010). Il faut noter que ce type d'aménagement n'évite pas la mortalité (mort dans les seaux ou crapauds qui arrivent à passer la barrière et se font écraser). Chaque année une moyenne de 10% de crapauds est malgré tout écrasée sur tous les tronçons de routes surveillées du Royaume-Uni (Froglife, 2018) ou localement sur d'autres sites (Leresche et coll., 2009, Brzeziński et coll., 2012, Orłowski, 2007).



Figure 8 Les bénévoles relâchent les crapauds dans leur zone de reproduction du Suzon après les avoir interceptés dans l'accotement par un crapaudrome qui les dirige dans des seaux enterrés où les animaux tombent pour les empêcher de traverser la route ©DB

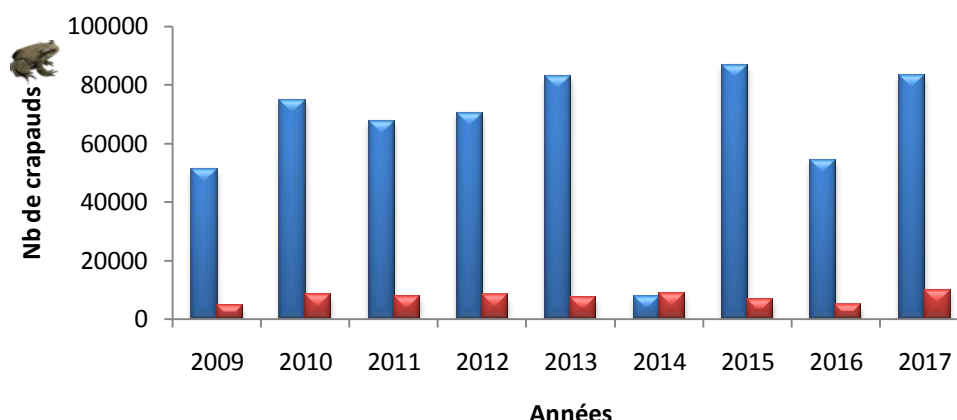


Figure 9 Exemples d'effectifs de crapauds traversés par les bénévoles au Royaume-Uni (barres bleues) et effectifs écrasés sur ces mêmes tronçons de route malgré le dispositif (barres rouges). (Données Froglife, 2018)

Crapauduc et crapaudrome

Les ponts aériens au-dessus des routes ne sont pas adaptés aux amphibiens (Beebee, 2013). Le premier tunnel pour crapauds (crapauduc) fut installé près de Zürich en 1969 (Puky, 2005). Les crapauds et salamandres traversent particulièrement bien les tunnels et passent peu par-dessus les crapaudromes ($\geq 40\text{cm}$) comparativement aux grenouilles. Les tunnels sont empruntés par 4 à 100% des populations locales suivant l'emplacement (Beebee, 2013). Pour *Bufo bufo* les traversées sous route peuvent être particulièrement efficaces comme un exemple anglais documenté où 98% de la population locale traverse via les crapauducs (Langton, 1989). Les crapauds communs sont peu sujets à l'"hésitation du tunnel" et passent sans trop de réticence dans les installations avec un minimum de caractéristiques favorables: suffisamment large et le plus court possible (jusqu'à 44 m dans la littérature). La nature du substrat tant qu'il n'est pas trop asséchant et permet une température similaire à l'extérieur affecte peu cette espèce. Les crapauds passent aussi bien sur le béton nu (alcalin) que sur un substrat naturel tapissant le fond de tunnel (Lesbarrères et coll., 2004). *Bufo bufo* est probablement l'amphibien qui passe le plus facilement dans tout type de tunnels sous la route.

N. B. Les salamandres, tritons et grenouilles rousses sont plus sensibles à un milieu asséchant type béton nu, alcalin et préfèrent passer sur un substrat de litière (Lesbarrères Com. Pers.) (Litière partiellement présente dans les buses de la RD7; Figure 22).

Les caractéristiques des tunnels à amphibiens qui fonctionnent sont très variables : voir Tableau 2, Figure 10. Mais il n'existe pas d'étude qui compare leur efficacité relative pour l'instant (Lesbarrères & Fahrig, 2012). À noter que les crapauducs seuls ne sont pas à considérer, car ils ne sont pas empruntés naturellement sans y être forcés via un crapaudrome (Cunnington et coll., 2014).

Tableau 2 Caractéristiques de tunnels pour amphibiens (bratrachoducs dont crapauducs), d'après (Beebee, 2013)

	Moyenne	Médiane	Fourchette
% individus utilisant le tunnel	50.7	42.5	4-100
Longueur du tunnel (m)	14.7	10.0	7-44
Largeur du tunnel (m)	0.48	0.20	0.1-2.5
Hauteur du tunnel (m)	0.51	0.40	0.3-1.2
Longueur crapaudrome (km)	2.14	0.4	0.36-4.0
Hauteur crapaudrome (m)	0.69	0.4	0.4-4.0



Figure 10 Exemples de crapauducs + crapaudromes © images wiki & ACO

6. Les retours d'expériences : Attention !

Prédation:

Le problème majeur de crapauduc, batrachoduc et autres écopassages serait les prédateurs (hérons, blaireaux, etc.) qui utiliseraient les sorties de tunnels pour capturer les amphibiens. Les bénéfices d'un crapauduc sur la mortalité routière seraient alors annihilés (Beebee, 2013). Cependant les exemples sont très rares et concernent plutôt des cas de prédation dans les seaux le long des crapaudromes (Little et coll., 2002).

Pour le cas du Val-Suzon, aucun cas de prédation dans les seaux n'a été constaté par les bénévoles du GnuB pour l'instant. Aucune observation directe ou trace de prédateur d'amphibiens n'a été constatée dans le secteur sensible de la RD7.

Zoonose:

La concentration d'individus sur un même passage pourrait être un risque de contagion pour les zoonoses d'amphibiens (ex.: Ranavirus, chytridiomycose avec premiers cas constatés en 2016 par le GnuB dans le Val-Suzon. Veldeman, Com. Pers.). Les contagions sur les voies de

migration et dans les seaux sont-elles supérieures aux contagions dans les zones de reproduction avec forte densité d'individus? Il n'y a pas pour l'instant de recherches/publications permettant de répondre à cette question ou d'évaluer le risque. Par précaution, les suivis à l'aide de seau (pitfall trap) seraient à éviter (privilégier les télé-suivis type détecteurs/compteurs lasers ou pièges photographiques qui évitent les contacts et concentration d'individus).

Pollution dans les voies de passage:

La concentration d'individus dans des tunnels où des eaux de ruissellement passent peut être un problème pour les amphibiens en cas de salaison de la route (impact jusqu'à 50 m, (Karraker et coll., 2008) et en cas de fort trafic routier induisant un ruissellement de polluants type métaux lourds (Westerlund & Viklander, 2006). Un nouvel aménagement peut amener ces écoulements polluants dans le milieu.

II LES « OPÉRATIONS CRAPAUDS » ET APPORTS SUR LA CONNAISSANCE DES POPULATIONS DU VAL-SUZON



Opération crapaud 2012

1. Introduction

Depuis 1999, le secteur entre le bourg de Val-Suzon Bas et Sainte Foy a été identifié comme zone de forte mortalité routière pour les crapauds communs due à la migration pré-nuptiale de cette population entre la forêt et le cours d'eau séparés par la RD7. Environ 200 crapauds avaient été trouvés écrasés sur la route en une soirée de prospection (GnuB, 2009). Dès lors il fut suspecté qu'une population de *Bufo bufo* (et d'autres amphibiens) au nord du Val-Suzon hibernent et estivent dans le milieu forestier et migrent à la saison de reproduction dans le cours d'eau (NB: les crapauds au sud du Suzon qui viennent du sud et ne traversent pas la RD7 font partie de la même population, mais par simplicité dans ce document la 'population' se référera aux individus qui estivent au nord du Suzon et qui sont donc affectés par la RD7 à traverser). Depuis 2006, le GnuB suit bénévolement cette population (et d'autres amphibiens) lors d'"opérations crapauds" en comptabilisant les individus vivants et morts dans le secteur. Ces suivis permettent de répondre en partie aux questions suivantes:

- Quelles autres espèces migrent sur ce secteur?
- Quelle est la taille de cette population de crapauds communs reproducteurs?
- Quel est l'impact des opérations crapauds?
- Quels sont les tendances populationnelles et les risques d'extinction?
- Quelles sont les zones de migration à prioriser?



Figure 11 Un des principaux lieux de ponte du Val-Suzon et le plus proche de la RD7, et donc de la zone de forte mortalité routière des crapauds communs (zone 3). RNR du Val-Suzon, Côte d'Or © DB

2. Matériel et méthode

Portion de la RD7 concernée

La route migratoire de la population locale de crapauds communs a été déterminée en fonction de la densité de carcasses retrouvées sur la route depuis 2006 par le GnuB. La route migratoire ou plutôt les zones sensibles (plusieurs voies de migration probables) sont divisées en 5 zones (Figure 1). La portion de route de la RD7 concernée par une forte mortalité d'amphibiens s'étire sur 1.6 km. C'est cette portion identifiée qui doit être aménagée pour la conservation des amphibiens.

Tableau 3 Coordonnées des 5 zones de migration des 'opérations crapauds' du GnuB

Nom-Localisation	Coordonnée N	Coordonnée E
<- Zone 5	47.427610	4.937715
<- Zone 4 / Zone 5 ->	47.426367	4.934350
<- Zone 3 / Zone 4 ->	47.424055	4.929210
<- Zone 2 / Zone 3 ->	47.422583	4.925533
<- Zone 1 / Zone 2 ->	47.420383	4.921850
Zone 1 ->	47.419117	4.916783



Figure 12 Carte du dispositif "Opération crapaud" depuis 2013. RD7, Val-Suzon, Côte d'Or. Les buses du secteur 3 et 5 sont figurées par les flèches blanches.

Suivis et comptage

D'après (Colliat-Dangus, 2014): "Depuis 2010, un dispositif de barrières provisoires (environ 300 m) est mis en place côté forêt durant la période de migration des amphibiens, entre début mars et fin avril. Les amphibiens contraints de longer cet obstacle, tombent dans des seaux placés régulièrement tous les 10 m. Ceux-ci sont vidés quotidiennement de l'autre côté de la route, au bord du Suzon.

En complément de ce dispositif, des soirées de patrouilles sont organisées quand les conditions météorologiques semblent favorables à une sortie massive d'amphibiens (température douce et humidité importante). Ces sorties sont organisées le jour même afin de s'adapter au mieux aux conditions météorologiques et aux résultats des amphibiens récupérés le matin même dans les seaux.

Elles rassemblent au minimum 11 bénévoles (5 équipes de 2 + 1 coordinateur), tous équipés de gilets de sécurité et de lampes. Chaque équipe patrouille de la tombée du jour à 00h sur une zone d'environ 300m pour récupérer et comptabiliser les amphibiens qui traversent la route. Lors de ces soirées, une limitation de la vitesse à 50 km/h sur l'ensemble du tronçon est mise en place grâce à une autorisation de la préfecture et la participation de la Direction départementale de l'Équipement de St-Seine-l'Abbaye."

Les données suivantes sont ainsi collectées au moins depuis 2010: zone (1 à 5, Hors zone (HZ), Non Attribuée (NA)), espèces, nombres, sexes, statut (mort/vivant).

Statistiques et analyse de viabilité des populations

La mortalité routière est estimée lors des comptages des opérations crapauds:

$$\% \text{Mortalité} = (\text{Nb morts} / \text{total}) \times 100$$

Le taux d'accroissement d'une population l'année t se calcule comme suit:

$$\lambda_t = \ln(N_{t+1}/N_t), \text{ où } N_t \text{ est la taille de la population l'année } t.$$

Les tests statistiques *ad hoc* sous R (R Development Core Team, 2011) sont précisés dans les résultats.

Le modèle de viabilité des populations est effectué avec le logiciel VORTEX 10 (Lacy, 1993) avec les paramètres biologiques de l'espèce trouvés dans la littérature et disponibles en annexe 3. Certains des paramètres non disponibles ont été ajustés en amont des scénarii pour un taux de croissance naturelle positif. Tous les paramètres sont communs aux populations virtuelles sauf la mortalité routière (4 pourcentages de mortalité=4 scénarii) affectant les crapauds de ≥ 4 ans. Ainsi des simulations de mortalité routière seront appliquées avec des taux de 0%, 10%, 20% et 40% correspondant respectivement à une absence de route, une mortalité minimale malgré les efforts de bénévoles du GnuB, une mortalité moyenne malgré les bénévoles, et un taux théorique de mortalité sans action bénévole sur la zone étudiée (probabilité d'écrasement estimée dans la partie 1). Pour chaque scénario un total de 100 simulations est effectué pour une durée de 100 ans. La population est considérée comme éteinte s'il un des deux sexes a disparu. La taille initiale de population est de 500 individus (378 adultes reproducteurs en 2018 + femelles en repos) avec une distribution classique des classes d'âges 1-12 ans (12 ans étant la longévité maximale (AnAge, 2018)), maturité sexuelle fixée à partir de 4 ans pour les deux sexes. Les

femelles pondront en moyenne 5000 œufs avec un taux de survie de 0.00342 (avec sex-ratio de la progéniture équilibré). Une femelle se reproduit en moyenne une année sur deux, mais certaines peuvent se reproduire l'année suivante lorsque les conditions le permettent (taux de femelle ne se reproduisant pas chaque année: 41% (Loman & Madsen, 2010). La mortalité annuelle est de $48 \pm 3\%$ à partir de 2 ans (légèrement plus élevé pour les mâles la première année) puis plus importante chez les femelles à partir de 4 ans ($60 \pm 3\%$ (Leresche et coll., 2009, Loman & Madsen, 2010, Gittins, 1983)). La mortalité routière s'ajoute à cette mortalité annuelle à partir de 4 ans. Exemple de mortalité annuelle pour une femelle ≥ 4 ans qui migre avec 10% de mortalité routière pendant la migration prénuptiale = $60\% + (10\% \times 40\%) = 64$ ($\pm 3\%$ correspondant à la variabilité interannuelle). Des événements stochastiques de mortalité sont ajoutés avec une fréquence de 5 et 1% (c.-à-d. catastrophe naturelle, type gelées hivernales ou zoonoses). Les populations sont closes (pas de mouvement d'émigration ou d'immigration). La dépression de consanguinité est réglée par défaut à 6.29 comme pour la majorité des espèces (O'Grady et coll., 2006).

3. Résultats

Les autres amphibiens

Dès 2007 d'autres amphibiens que les crapauds communs furent comptabilisés sur la zone. Les salamandres tachetées (*Salamandra salamandra*) sont la deuxième espèce d'amphibien la plus importante qui traverse (2.8% des individus), loin derrière les crapauds 96.9%; Figure 14). Viennent ensuite (<0.01%) les grenouilles rousses (*Rana temporaria*); les tritons palmés (*Lissotriton helveticus*) et les Alytes accoucheurs (*Alytes obstetricans*).

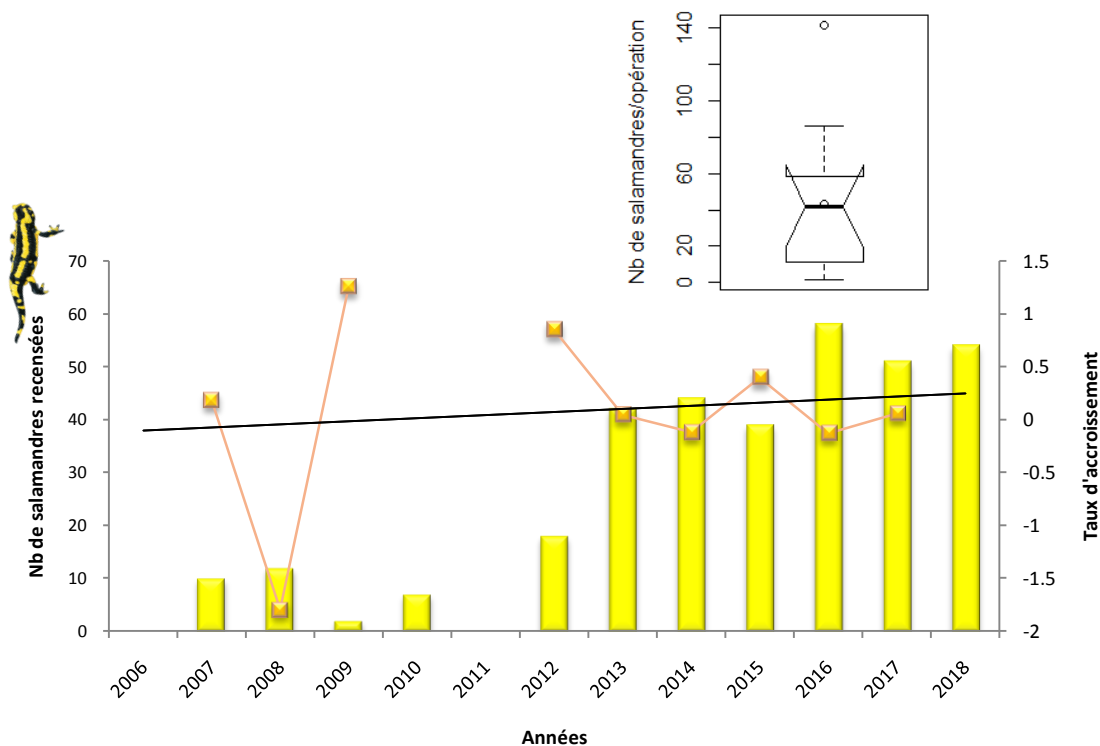


Figure 13 Valeurs moyennes, médianes des populations de salamandres tachetées migrantes (vivants+morts) dans la zone des opérations crapauds comptabilisées par le GnuB (2006-2018). La boîte à moustache de droite montre la moyenne/médiane/IC₉₅/quartiles du nombre de salamandres compté par année. RD7, Val-Suzon, Côte d'Or.

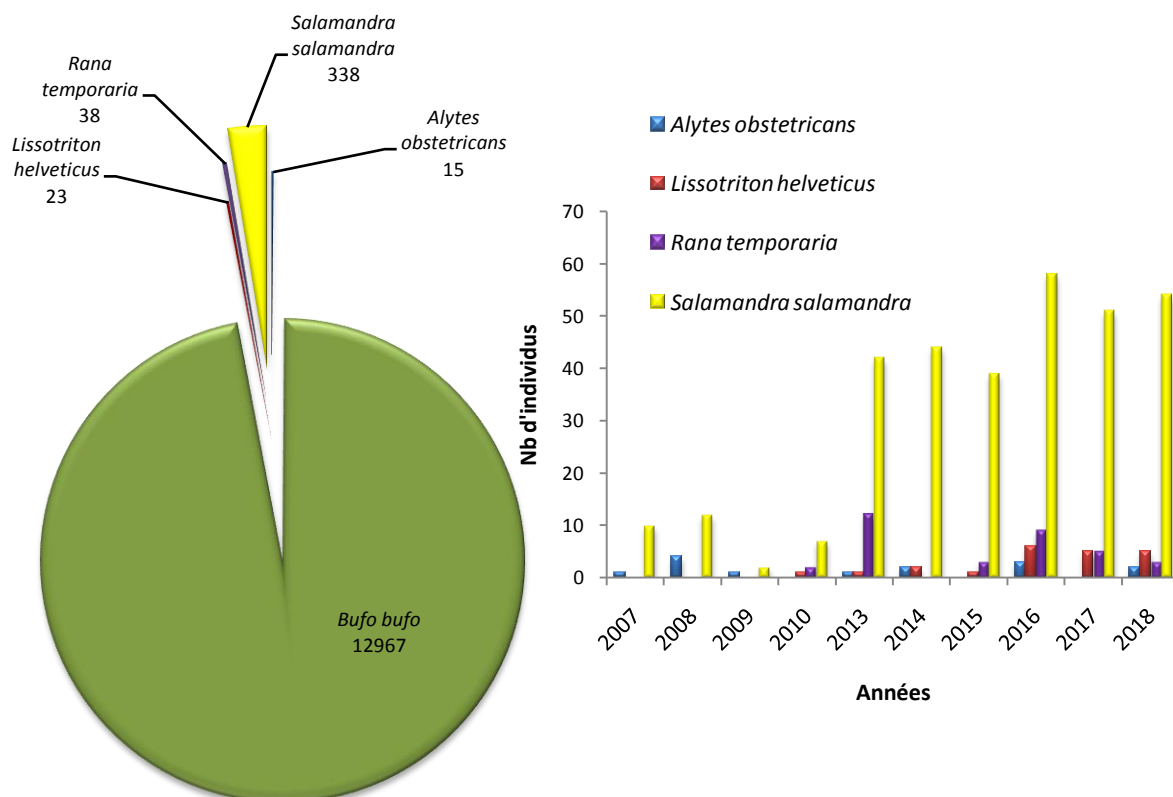


Figure 14 Total des amphibiens comptabilisés sur les 5 zones par le GnuB depuis 2006 (sans la représentation de *Bufo bufo* à droite). RD7, Val-Suzon, Côte d'Or.

Taille de la population de crapauds migrants

Depuis 2006, 13 377 amphibiens (vivants et morts) ont été comptabilisés dans la zone des opérations crapauds (601 ont été comptabilisés hors de la zone c.-à-d. en amont ou en aval de la zone sur la RD7). 12 964 sont des crapauds communs.

Les effectifs annuels de crapauds communs reproducteurs sur la zone sont très variables: moyenne= 997 $\pm$ SD 721; IC₉₅ [561-1 433]; médiane=1 069 individus (vivants et morts, cf. Figure 15).

Le sex-ratio est déséquilibré en faveur des mâles. Avec au moins deux mâles pour une femelle (Figure 16). De nombreux crapauds ne sont pas sexés pendant les suivis (21% en moyenne depuis 2010, jusqu'à 44% en 2012) biaisant l'estimation du sex-ratio.

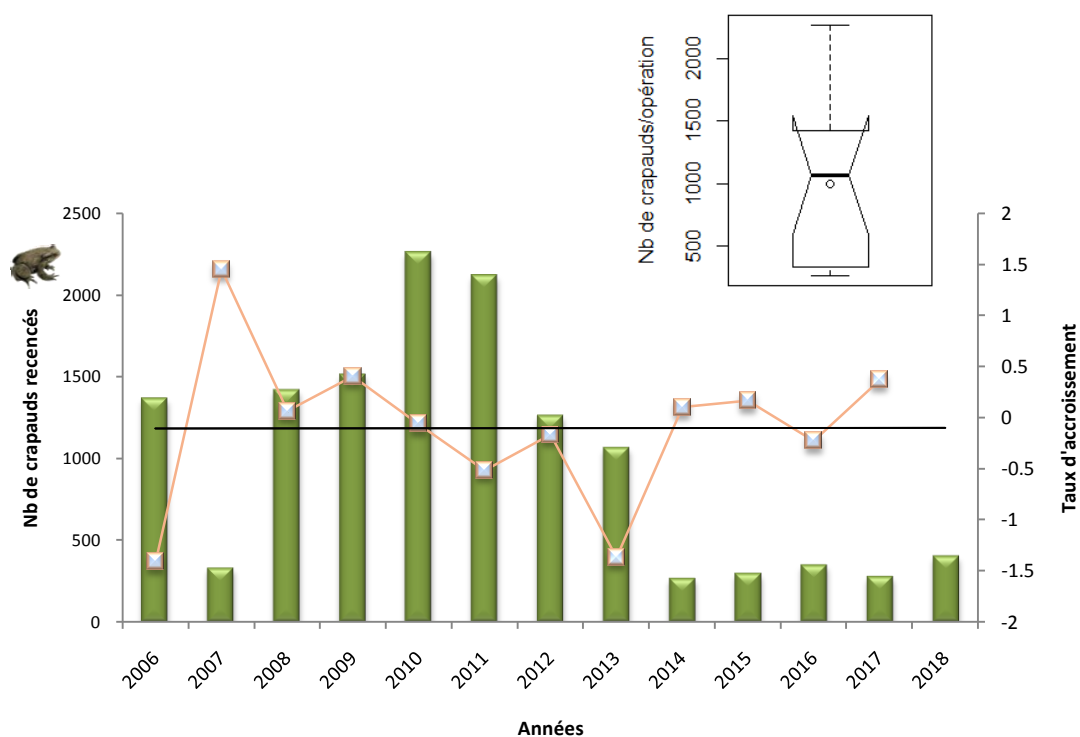


Figure 15 Valeurs moyennes, médianes des populations de crapauds communs migrants (vivants+morts) dans la zone des opérations crapauds comptabilisés par le GnuB (2006-2018). La boîte à moustache de droite montre la moyenne/médiane/IC₉₅/quartiles du nombre de crapauds compté par année. RD7, Val-Suzon, Côte d'Or.

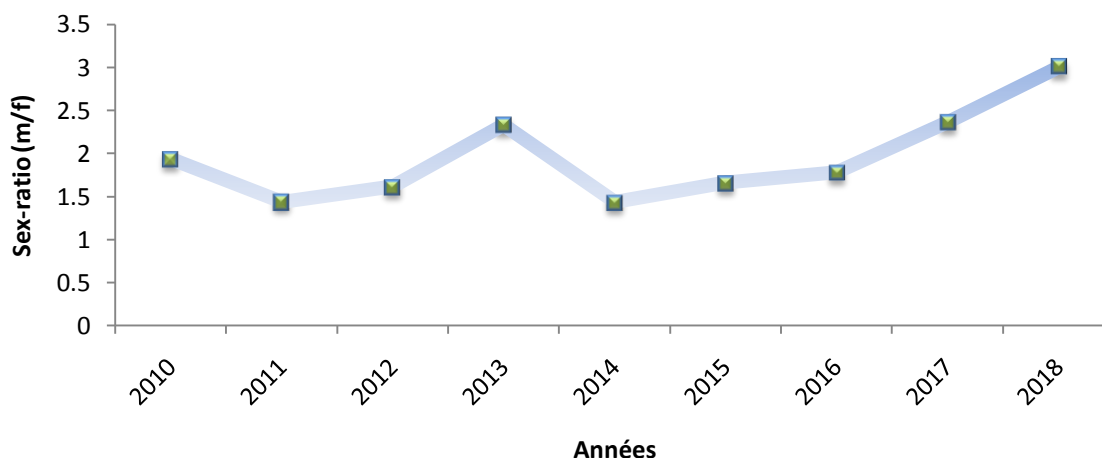


Figure 16 Évolution du sex-ratio des crapauds communs migrants sur la zone. RD7, RNR Val-Suzon, Côte d'Or. Moyenne=2♂ pour 1♀

Effets des opérations crapauds

Depuis 2006 les effectifs annuels de crapauds communs reproducteurs traversés par les bénévoles du GnuB sur la zone sont très variables: de 145 à 2 116 crapauds sont traversés (Figure 15). Parmi l'ensemble des crapauds en migration pré-nuptiale (morts+vivants) il y a une mortalité très variable d'une année à l'autre de 56% à 7% sans stabilisation autour d'une valeur moyenne de 20% ($R^2=0.229$, Test Fisher=NS). Depuis 2010 et la mise en place des filets, c'est environ 15% des crapauds de la zone qui sont écrasés. Globalement les bénévoles permettent la traversée de $837 \pm SD 671$ individus en moyenne; IC_{95} [431-1 243]; médiane= 870 individus.

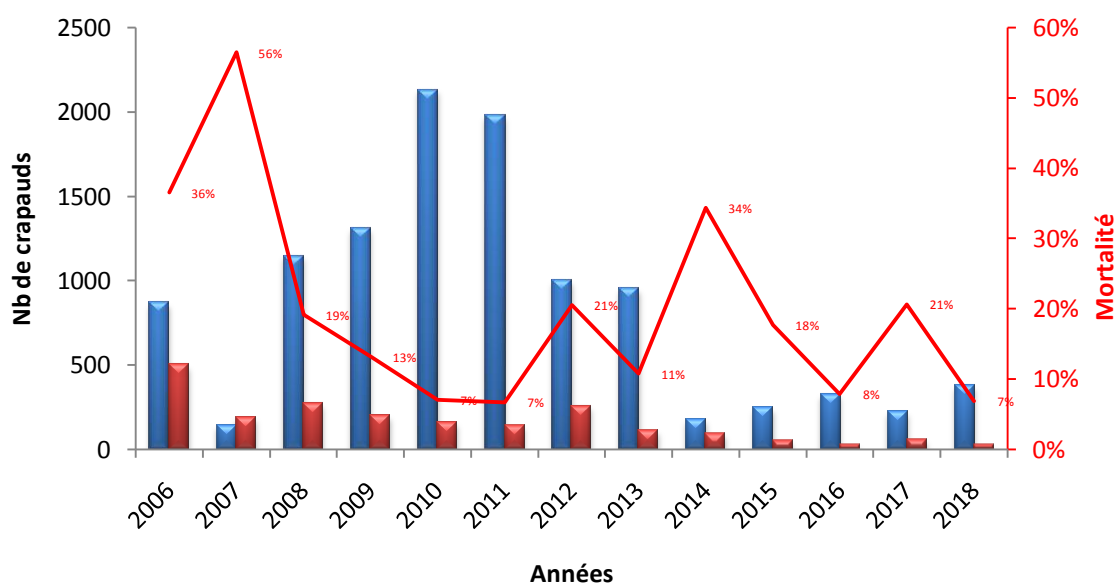


Figure 17 Effectifs des crapauds vivants traversés (colonnes bleues) et morts (rouges) lors des opérations crapauds du GnuB (2006-2018). %Mortalité = (Nb morts/total) × 100. RD7, Val-Suzon, Côte d'Or.

Analyse de viabilité de la population

Seule la population virtuelle sans mortalité routière a un taux de croissance >0 (0.036 et 0.011 avec événements stochastiques; Tableau 4). Sa probabilité d'extinction (PE) en 100 ans n'est que de 2%. La diversité génétique est relativement élevée.

La population avec 10% de mortalité routière se maintient avec un taux de croissance nulle, mais la stochasticité (événements aléatoires type gelées ou maladies) fait décroître la densité de population jusqu'à une probable extinction au cours du siècle (stoch-r=-0.019; PE=28%).

Avec 20% de mortalité routière, le nombre d'individus décline dès les premières années (Figure 18), la probabilité d'extinction est plus élevée (78%) et interviendra au bout de 74 ans. La diversité génétique est relativement faible.

Avec 40% de mortalité routière, la population périclité et s'éteint au bout de 52 ans (PE=99%; Figure 19).

Tableau 4 Synthèse des paramètres populationnels théoriques selon 4 scénarii de mortalité 'VORTEX'. Avec taux de croissance déterministe (det-r), et stochastique (stoch-r), écarts-types (SD), probabilité d'extinction (PE), taille de la population théorique au bout de 100 ans (N-all), diversité génétique (GeneDiv), hétérozygotie (AlleleN), les temps moyen et médian d'extinction (TE).

#Runs	Population	det-r	stoch-r	SD(f)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	AlleleN	SD(A)	MedianTE	MeanTE
100	0 mortalité routière	0.0360	0.0111	0.1295	0.0200	2233.74	1602.07	2189.11	1616.60	0.9260	0.0406	30.95	13.35	0	89.0
100	10% mortalité routière	0.0226	-0.0188	0.2211	0.2800	612.36	670.40	440.96	631.37	0.8689	0.0703	17.88	9.93	0	82.6
100	20% mortalité routière	0.0094	-0.0523	0.3090	0.7800	194.45	261.65	42.78	145.18	0.7511	0.1604	10.23	7.50	82	74.0
100	40% mortalité routière	-0.0160	-0.0911	0.3874	0.9900	4.00	0.00	0.04	0.40	0.4688	0.0000	2.00	0.00	51	52.3

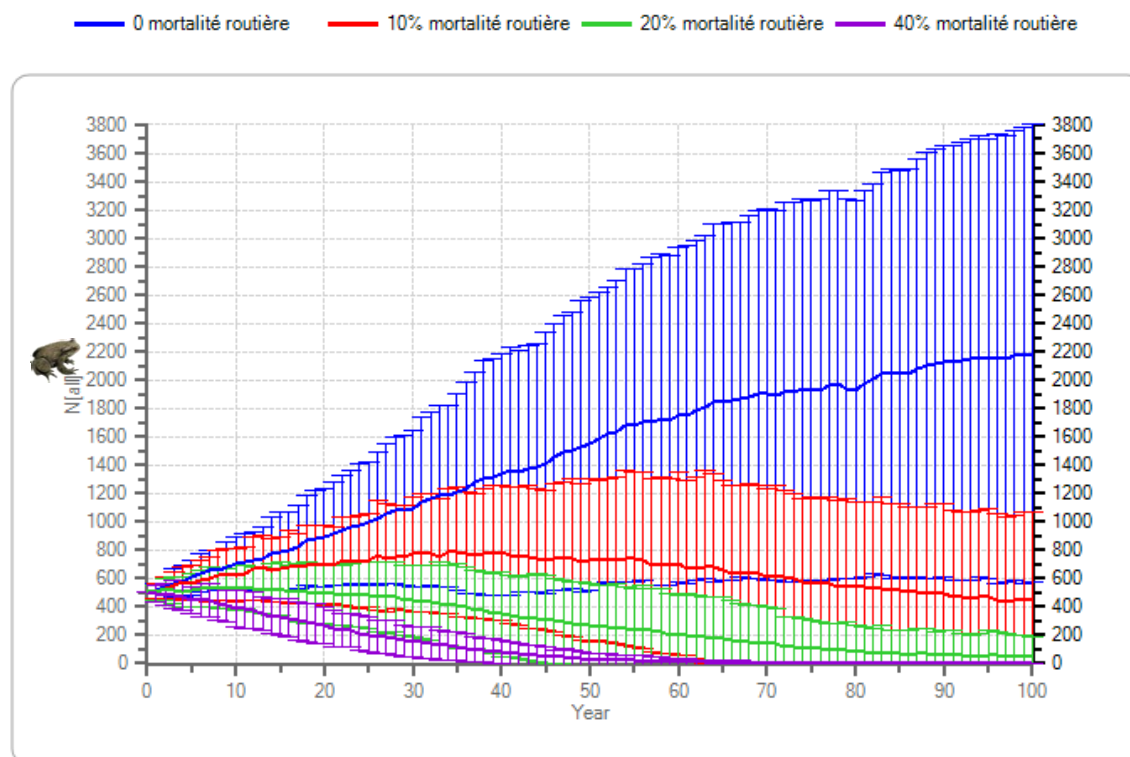


Figure 18 Taille de populations théoriques selon 4 scénarii de mortalité : pas de mortalité routière (courbe bleue); mortalité routière de 10% correspondant aux actions efficaces des bénévoles (rouge); 20% correspondant à de mauvaises années malgré les efforts des bénévoles (verte) et 40% correspondant à la probabilité d'écrasement sans action aucune sur la RD7 du Val-Suzon (violette). Les barres indiquent les écarts-types (pour 100 simulations).

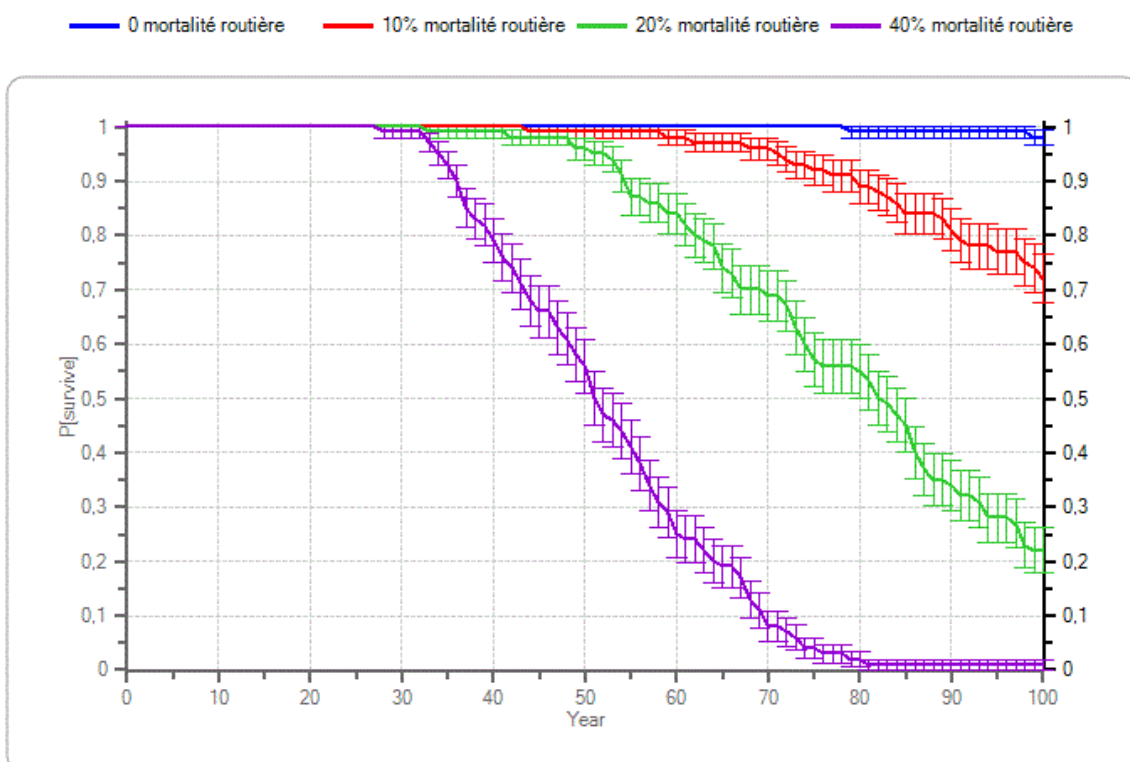


Figure 19 Probabilités de survie de populations théoriques sur 100 ans selon 4 scénarii de mortalité: pas de mortalité routière (courbe bleue); mortalité routière de 10% correspondant aux actions efficaces des bénévoles (rouge); 20% correspondant à de mauvaises années malgré les efforts des bénévoles (verte) et 40% correspondant à la probabilité d'écrasement sans action aucune sur la RD7 du Val-Suzon (violette). Les barres indiquent les écarts-types (pour 100 simulations).

Les zones prioritaires de migration prénuptiale

Les zones de passage sont par ordre d'importance: la zone 3, 5, 4, 2, 1. Globalement c'est plus d'un tiers de la population migratrice de la RD7 qui passe sur la zone 3. La zone 5 est empruntée par presque un autre tiers. Sur ces deux zones, c'est 65.1% des crapauds qui ont été comptabilisés depuis 2010 par le GnuB (Figure 20, Tableau 5).

Tableau 5 Pourcentage des passages de migration prénuptiale (vivants+morts) sur les 5 zones des opérations crapauds du GnuB. RD7, Val-Suzon, Côte d'Or.

Année	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5
2010	3,8%	12,0%	38,1%	19,9%	26,2%
2011	3,9%	3,3%	54,5%	20,5%	17,9%
2012	5,1%	8,7%	20,6%	29,1%	36,4%
2013	2,6%	6,5%	33,8%	24,0%	33,0%
2015	8,8%	10,6%	28,5%	13,9%	38,3%
2016	4,2%	12,1%	34,2%	10,7%	38,7%
2017	2,9%	6,1%	38,4%	30,8%	21,9%
2018	5,9%	6,7%	44,1%	19,0%	24,4%
Global (±SD)	4,7±2.0%	8,2±3.2%	36,5±10.1%	21,0±6.9%	29,6±8.0%

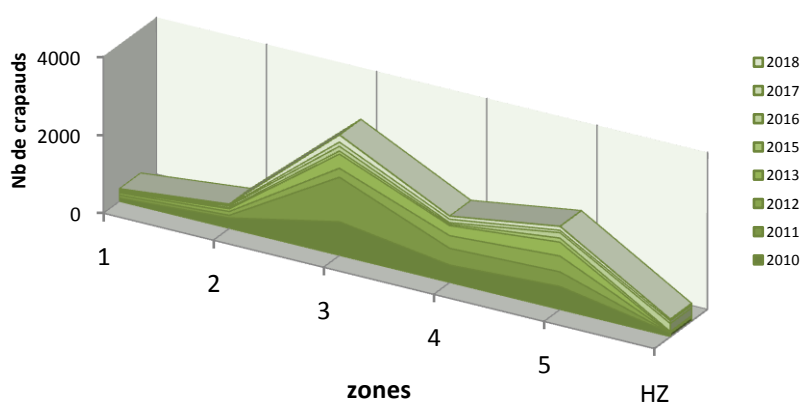


Figure 20 Nombre absolu de crapauds en migration prénuptiale sur les zones des opérations crapauds du GnuB (=individus morts + vivants comptabilisés). HZ= hors zone, amont et aval. RD7, Val-Suzon, Côte d'Or.

4. Discussion

Depuis 2006 des opérations crapauds du GnuB permettent de réduire la mortalité routière des crapauds (et d'autres amphibiens comme une quarantaine de salamandres tachetées en moyenne, des grenouilles rousses, tritons palmés, et alytes accoucheurs) sur une portion de la RD7 au milieu de la RNR du Val-Suzon. Ces suivis permettent de mieux connaître ces crapauds du Val-Suzon.

En moyenne, au moins un millier de crapauds communs reproducteurs ($997 \pm SD 721$) traverse ou tente de traverser la RD7 qui les sépare de leur lieu de reproduction du Suzon pendant la migration prénuptiale de mars. Le sex-ratio de ces crapauds est biaisé en faveur des mâles (2 mâles pour une femelle). Il s'agit là d'un phénomène connu, qui est lié au fait que les femelles se reproduisent une année sur deux en moyenne alors que c'est chaque année pour les mâles. De plus la maturité sexuelle des femelles est plus tardive que chez les mâles (3-6 ans) versus (3-4 ans) (Schmidt & Anholt, 1999). Les valeurs moyennes obtenues sont plus faibles que celle de la littérature (2:1 vs 3:1), ceci peut être dû aux nombreux

individus non sexés chaque année. Le sexage le plus complet (2018) est de 3:1. Par conséquent, il faudrait ajouter le pourcentage estimé de femelles qui sautent une année de reproduction (41%, Loman & Madsen, 2010) au nombre de femelles comptabilisées pour estimer plus précisément les effectifs d'adultes reproducteurs. Mais le nombre important d'individus non sexés ne permet pas une estimation pertinente.

De plus, les périodes de migration semblent fluctuer d'une année sur l'autre probablement due à des facteurs environnementaux de température. Ce qui fait que certaines années, de nombreux reproducteurs plus précoces, n'ont pas été comptabilisés dans les suivis (ex. 2014, (Colliat-Dangus, 2014)). Tout ceci rend difficile l'estimation des effectifs des adultes reproducteurs au plus près de la réalité et une analyse multivariée d'autres facteurs qui pourraient influencer la démographie de cette population (NB : une densité-dépendance au stade adulte ou saturation de l'habitat semblait être le facteur déterminant la démographie d'une population suisse (Leresche et coll., 2009)).

Cependant, cet échantillonnage de plusieurs années montre que le taux de croissance de cette population est négatif. Ce taux correspond au scénario 'Mortalité routière de 20%' de l'analyse de viabilité des populations VORTEX.

En effet, malgré les efforts croissants des nombreux bénévoles du GnuB et des améliorations d'aménagement comme la pose dès 2010 de 300 m de filets (ou crapaudrome) qui guident les animaux jusqu'à des seaux, un pourcentage variable, mais important d'amphibiens est écrasé chaque année (de 7 à 34% pour la période avec crapaudrome 2010-2018). Ces pertes inévitables se retrouvent dans toutes les autres actions de ce type dans le monde ($\approx 10\%$; (Froglife, 2018, Leresche et coll., 2009, Brzeziński et coll., 2012, Orłowski, 2007)). L'analyse de viabilité des populations montre qu'une mortalité routière minime de 10% affecte la population qui a un taux de croissance nulle (voir négatif en cas d'événements stochastiques type zoonose ou événement climatique exceptionnel). La probabilité d'extinction est de 28% pour 100 ans. Avec 20% de mortalité routière, les effectifs baissent, comme la diversité génétique et la probabilité d'extinction est de 78% (extinction estimée dans 82 ans). Sans actions bénévoles, avec 40% de mortalité routière, la population s'éteindrait au bout de 51 ans en moyenne avec une probabilité de 99%. Les modèles d'analyse de viabilité de populations d'amphibiens et leurs résultats sont à prendre avec précaution pour des espèces à fort taux de reproduction comme les amphibiens. Cependant ils permettent de comparer des populations avec les mêmes paramètres démographiques, soumises à différents effets de la route. De conclure que la pérennité de la population de crapauds est sérieusement menacée à partir de 10% de mortalité routière. Le déclin apparent constaté lors des suivis du GnuB depuis 2006 correspondrait aux effets négatifs de mortalité routière sur la démographie. Il faut aussi souligner l'apparition de zoonose exogène (Chytridiomycose et ranavirus ces dernières années).

Les deux tiers des migrations prénuptiales s'effectuent sur les zones 3 et 5 et sont les secteurs à prioriser pour un aménagement pérenne et visant une réduction de la mortalité routière ($<10\%$) pour la sauvegarde des crapauds du Val-Suzon. L'aménagement de ces zones sera aussi bénéfique aux autres espèces d'amphibiens comme les salamandres tachetées (voir annexe 4).

5. Conclusion

En bref

- Quelles autres espèces migrent sur ce secteur?
Salamandre tachetée, triton palmé, grenouille rousse, alytes accoucheur
- Quelle est la taille de cette population de crapauds communs reproducteurs?
 $997 \pm \text{SD } 721$; IC_{95} [561-1 433] (+41% des femelles qui ne migrent pas annuellement)
- Quel est l'impact des opérations crapauds?
Les bénévoles permettent la traversée de $837 \pm \text{SD } 671$; IC_{95} [431-1 243] crapauds. Plus de 10% se font écraser malgré les efforts.
- Quels sont les tendances populationnelles et les risques d'extinction?
Au-delà de 10% de mortalité routière sur les reproducteurs, il existe une probabilité d'extinction locale dans les 100 ans. Sans action aucune, l'extinction interviendrait en moins de 60 ans.
- Quelles sont les zones de migration à prioriser?
3 et 5. $\approx 66\%$ des migrants

III PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENTS AU VAL-SUZON



La RD7, vitesse limitée à 80 km/h

1. Les différents aménagements possibles

Pour un aménagement pérenne permettant de faire traverser la RD7 par les amphibiens tout en évitant leur mortalité, il n'existe que l'installation d'un tunnel sous la route (appelé crapauduc s'il cible les crapauds). Comme précisé dans la partie 1 et la littérature dans le domaine, il n'y a pas d'autre alternative efficace pour le moment (voir Beebee, 2013 pour une synthèse plus complète).

Crapauduc ou batrachoduc?

Passage à crapauds ou à amphibiens en général? Les deux termes seraient corrects pour l'aménagement du Val-Suzon. Mais la migration printanière massive des crapauds communs et leur sur-représentativité (96.8% des amphibiens comptabilisés sur les 5 zones) justifieraient d'appeler l'ouvrage : crapauduc.

2. Option nouveau crapauduc

Plusieurs crapauducs ont été construits en France et dans le monde. Les coûts varient en fonction des caractéristiques locales (nature du sol, catégorie de route, longueur à traverser, nombre d'opérateurs de chantier concurrents, choix du crapauduc, etc. Tableau 6); mais en moyenne, le prix est de 20 000€HT/crapauduc + coût variable du crapaudrome (≈ 95 €HT/m). Le chantier dure globalement plusieurs jours à plusieurs semaines impliquant la mise en place d'un itinéraire bis ou une circulation alternée. Des polémiques autour du coût et du choix politique d'allocation des fonds et de la gêne occasionnée sur les usagers de la route accompagnent souvent les chantiers (cf. articles de la presse en ligne pour des exemples du Tableau 6).

Coût matériel

Des industriels de l'équipement routier fournissent des produits pour crapauduc et crapaudrome. Les matériaux des barrières seront en contact permanent avec le sol pour la moitié de leur surface et doivent donc résister à ces conditions (ex. matériaux galvanisés).

Deux exemples commerciaux sur devis et catalogue (prix HT):

ACO : <http://www.aco.fr/aco-crapauduc>

Pour 11 m de **crapauduc** (KT500) = $(407.58\text{€} \times 9\text{ m}) + (621.61\text{€} \times 2\text{ entrées de } 1\text{ m}) = \mathbf{4\ 911.44\text{€}}$

Pour 280 m de **crapaudrome** = $(49.0\text{€} \times 280\text{ m}) + (6.9\text{€} \times 2\text{ entrées}) = \mathbf{13\ 733.8\text{€}}$

Sodilor : <http://www.sodilor.fr/documentation>. Sur Devis:

Pour 11 m de **crapauduc** (250 large-60H) = $(295.0\text{€} \times 11\text{ m}) = \mathbf{3\ 245\text{€}}$

Pour 280 m de **crapaudrome** (40H) = $(45.0\text{€} \times 280\text{ m}) + (6.9\text{€} \times 2\text{ entrées}) = \mathbf{12\ 613.8\text{€}}$

Pour transport/livraison = 1 400€HT

ACO Crapauduc
Caniveaux et accessoires

ACO Crapauduc
Caniveaux et accessoires

ACO Crapauduc

Informations produits

Avantages

- Béton Polymère
- Caniveau monolithique avec ou sans fond
- Pour le passage sous terrain des batraciens
- Avec ou sans ouverture sur la partie supérieure (tunnel ouvert ou fermé enterré sous la chaussée)
- Conserve la température et le niveau d'humidité ambiants
- Large complément de gamme : muret d'entrée, plaque de sol, pans de guidage
- Supporte une charge de 400KN

» Éléments de caniveau conformes à la norme NF EN 1433

Caniveaux avec fond et sans fond

Descriptif

	Réf. Article	Long [mm]	Larg [mm]	Ht [mm]	Poids net [kg]	Prix [Eur HT pc]
Caniveau KT 500 avec ouverture						
	11120	1 000	580	520	258,0	387,19
	11121	500	580	520	130,5	204,05
Caniveau KT 500 fermé						
	11122	1 000	580	520	269,0	407,58
	11123	500	580	520	134,0	211,12
Caniveau KST 500-700 sans fond						
	11131	500	580	720	129,0	408,82
Entrée KP 1000-700						
	11124	1 000	1 000	720	284,0	621,61
Caniveau d'arrêt avec grille caillabois fonte, Classe D400						
	11133	1000	630	600	192,0	Sur devis

Accessoires pour caniveaux sans fond et avec fond

Descriptif

	Réf. Article	Long [mm]	Larg [mm]	Ht [mm]	Poids [kg]	Prix [Eur HT pc]
Muret d'entrée droit pour KP 1000-700						
	11125	1 080	330	720	67,5	112,42
Muret d'entrée gauche pour KP 1000-700						
	11126	1 080	330	720	66,5	110,76
Plaque de sol 480x480 avec ouverture						
	11127	480	480	30	16,0	30,06
Élément de compensation pour KP 1000-KT 500						
	11129	50	580	300	6,9	42,74
Pans de guidage LEP 100						
	17845	1 000	470	450	49,0	88,71

Figure 21 Catalogue ACO pour équipement crapauduc (<http://www.aco.fr/catalogues-pro>)

Coût chantier

D'après Jean-Yves Janvier (responsable du service départemental d'entretien de la RD7) le coût du chantier pour la mise en place d'un seul crapauduc est estimé à 5 500 €TH 5 (Location de matériel (Minipelle + batterie feux) 3400 €+Matériaux (GNT, sables, ciment) 2 100 €), avec 2-3 jours de chantier, dont autant de jours d'interruption de la circulation sur zone de la RD7.

Tableau 6 Exemples de coûts associés à des chantiers de crapauducs + crapaudromes

Lieux	Travaux	Coût	Déviaton
Ahuy (2017)	2 tunnels + 122 m	21 269€	NA
Aiguebelle (2013)	2 tunnels + 250 m	82 900€	NA
Bois Gaumont (2012)	14 tunnels + 1600 m	548 676€	NA
Condé-Sur-Vesgre (2012)	2 tunnels	48 000€	NA
Cussey sur l'Ognon (2013)	9 tunnels + 670 m	212 000€	NA
Détrier (2013)	2 Buses en place + 132 m	37 135€	NA
Estimation mondiale (Beebe, 2013)	1 tunnel	20 000€	NA
Gambais (projet)	2 tunnels + 140 m	56 000€	NA
Lac du Der-Chantecoq (2011)	17 tunnels + 800 m	535 000€	92 j
Lainville-en-Vexin (2012)	2 Buses en place + 400 m	14 491€	NA
Lausanne (forêt des Vuargnes (2005)	5 tunnels + 500 m	236 780€	NA
Moisdon-la-Rivière (2013)	6 buses sur 300 m	180 000€	47 j
Saint Nom la Bretèche (2010)	2 tunnels	34 000€	NA

Pour conclure : Le crapauduc coûte en moyenne 4 000 €HT qui s'additionne au coût du chantier. Le coût total (matériel, transport, travaux) est estimé à 20 000 €HT/tunnel au regard de différents retours d'expériences (Tableau 6). Voir annexe 5 pour exemple de chantier en Bourgogne Franche-Comté.

Le coût du crapaudrome est estimé à 95 €HT/m en moyenne (50% matériel+transport & 50% chantier) au regard des retours d'expériences (Tableau 6). Voir annexe 5 pour exemple de chantier en Bourgogne Franche-Comté.

À cela peut s'ajouter l'aménagement d'un caniveau pour le passage de véhicule à 795 €/m sur 14 m (voir plus bas).

3. Option buse détournée en crapauduc



Figure 22 Buse du secteur 3 de la zone forte mortalité routière des crapauds communs du Val-Suzon. 11 m de longueur et 50 cm de diamètre. (les flèches indiquent le sens de migration prénuptiale vers le Suzon). À noter la présence de litière dans le fond de la buse, favorable au passage des grenouilles et urodèles © DB

Les premiers crapauducs utilisèrent les matériaux disponibles et beaucoup utilisèrent des tunnels de béton type buse d'évacuation des eaux. Ce matériel détourné est fonctionnel, cependant des crapauducs plus spécifiques à l'usage des amphibiens furent plus tard conçus par des industriels. Ils sont souvent transversalement rectangulaires de dimension parfois supérieure à 50 cm pour permettre le passage de plus grande faune (ex. petits mammifères). L'utilisation de buse béton déjà en place fut expérimentée par la commune de Lainville-en-Vexin qui aménagea 200 m de crapaudrome de part et d'autre de la buse (coût de l'opération 14 491 €) ou encore à Détrier où deux buses en place furent cernées de barrières en L de 132 m, 37 135 €). Les passages bien que non optimaux pour les amphibiens semblent effectifs, même dans les buses de 20 et 35 m de longueur! (Rameaux C., DDE Isère Com. Pers.). De plus, le passage de crapauds communs dans des buses béton de 50 cm de diamètre a été testé positivement par des chercheurs lors d'expériences d'hésitation aux tunnels (Lesbarrères et coll., 2004). Des buses d'évacuation des eaux en béton similaire à toutes ces expériences traversent la RD7 dans les zones sensibles de migration des crapauds 3 & 5. Ces buses sont en béton, rondes, de diamètre égal à 50 cm et d'une longueur de 11 m (Figure 22) correspondant aux caractéristiques des tunnels à amphibiens de la littérature (Tableau 7). Les buses en place de la RD7 peuvent donc être utilisées comme crapauduc.

L'utilisation de la buse du secteur 3 de migration fut testée depuis février 2012 avec l'installation d'un seau de collecte à la sortie de la buse. Des crapauds mâles, femelles, en amplexus sont collectés depuis 2012 et chaque année, attestant du passage effectif dans ce tunnel (Figure 24; effectifs non disponibles).

Tableau 7 Caractéristiques des buses de la RD7 comparés aux tunnels pour amphibiens d'après (Beebee, 2013)

	Buse RD7	Moyenne	Médiane	Fourchette
Longueur du tunnel (m)	11	14.7	10.0	7-44
Largeur du tunnel (m)	0.50	0.48	0.20	0.1-2.5
Hauteur du tunnel (m)	0.50	0.51	0.40	0.3-1.2
Longueur crapaudrome (km)	0.45	2.14	0.4	0.36-4.0
Hauteur crapaudrome (m)	≥0.40	0.69	0.4	0.4-4.0



Figure 23 Caractéristiques de la buse béton du secteur 3 de la RD7: 11 m de longueur, 50 cm de diamètre. Un crapaud commun de 12 cm est représenté. ©DB



Figure 24 Depuis février 2012, l'efficacité du passage dans la buse est testée. Ici les premiers crapauds sont passés et collectés à la sortie de la buse et relâchés dans le Suzon ©DB

4. Actions potentielles

Quelle que soit l'option choisie, l'aménagement d'un crapaudrome pour diriger les animaux vers le crapauduc ou la buse sera nécessaire. Le crapaudrome n'est donc pas à inclure dans la comparaison. L'utilisation d'une buse déjà en place comme crapauduc est peut-être moins optimale qu'un crapauduc spécifiquement conçu à cet effet; cependant le compromis pour utiliser les buses est avantageux. Voir Tableau 8. Les opérations nécessaires à cette option 'buse détournée en crapauduc' seront donc décrites dans la partie suivante.

Tableau 8 Comparaison des options estimées pour l'aménagement d'une solution pérenne contre la mortalité d'une population de crapauds et salamandres tachetés du Val-Suzon sur la RD7. Les travaux pour le crapaudrome indispensable aux deux options seraient similaires: soit environ 95€ HT/m.

	buse détournée en crapauduc	nouveau crapauduc
Coût estimé pour 1 crapauduc	0 €	20 000 €
Durée de travaux	0	3j
Durée blocage RD7	0	3j

5. Opérations

Trois buses sont en place sur les zones 3, 4 et 5 (Figure 12). Les buses des zones 3 et 5 (47°25'24.44"N 4°55'41.31"E et 47°25'39.75"N 4°56'16.76"E) sont des buses béton de 50 cm de diamètre et 11 m de longueur sous la RD7 (Figure 22, Figure 23). La buse de la zone 4 est une buse de 40 cm de diamètre et 11 m de longueur sous la route qui finit dans un puits avec regard. Une autre buse dans ce puits, sous le niveau de la première débouche vers le Suzon en passant 22 m de longueur sous la prairie qui sépare la RD7 du Suzon. Cette configuration (étroitesse, longueur excessive et nécessité de combler le puits au niveau de la seconde buse) est moins intéressante que celle des buses des zones 3 et 5. Ces buses sont donc à privilégier dans le prochain aménagement. De plus les zones 3 et 5 sont les zones prioritaires de conservation avec $\frac{2}{3}$ des passages lors des migrations prénuptiales (partie 2). L'option 'buses détournées en crapauduc' ne réduit plus l'aménagement qu'à l'installation de crapaudrome qui stopperont les animaux venant de la forêt et de la combe Goa pour les guider vers les buses des zones 3 et 5. Soit 280 m (200 + 85 m) de barrières.

Les contraintes sont:

- Hauteur ≥ 40 cm pour ne pas être escaladé par les amphibiens.
- Distance de 1.8 m à la route pour permettre la fauche par les services d'entretien de la RD7.
- Stoppe les amphibiens dans le sens forêt--> Suzon, mais pas dans le sens Suzon--> forêt
- Intégration dans le paysage du Val-Suzon
- Durabilité au contact du sol argilo-humique

Contraintes techniques du terrain

Pas de coupure de la circulation routière. Pas de canalisations (GDF, EDF, Télécom, etc.). Forêt gérée par l'ONF et accotement géré par le département de Côte d'Or. Sol argilo-humique de plusieurs centimètres avec quelques zones rocheuses d'affleurements. Un fossé

d'évacuation des eaux est présent sur l'accotement. De 5 à 20cm de profondeur, sa pente est dirigée vers les buses d'évacuation. Sous les arbres, le fossé est comblé par une litière de feuilles, de branchages et par des plantes. Il est curé tous les ans par le service départemental. Il peut être utilisé pour l'aménagement du crapaudrome. Cependant...

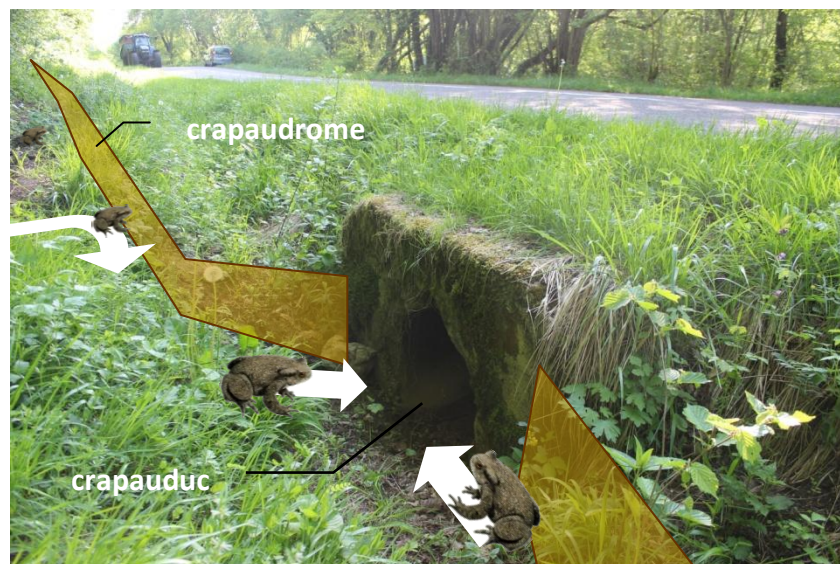


Figure 25 Vue virtuelle de l'aménagement d'un crapaudrome de part et d'autre de la buse du secteur 3. Val-Suzon, Côte d'Or © DB

Contraintes liées la sécurité routière et l'entretien

Pour la sécurité routière, l'accotement qui ne doit pas être reforesté naturellement (buissons ligneux) doit être fauché annuellement par les services départementaux. Le crapaudrome ne doit donc pas dépasser le niveau de fauche. Il doit être sous le niveau de la route et de l'accotement pour empêcher l'accumulation d'eau entre la route et la barrière (Figure 26). Le crapaudrome ne doit pas être trop proche de la route. Sur certaines zones l'accotement est trop étroit (affleurement rocheux vertical à proximité). L'aménagement de crapaudrome sera compliqué dans ces accotements.

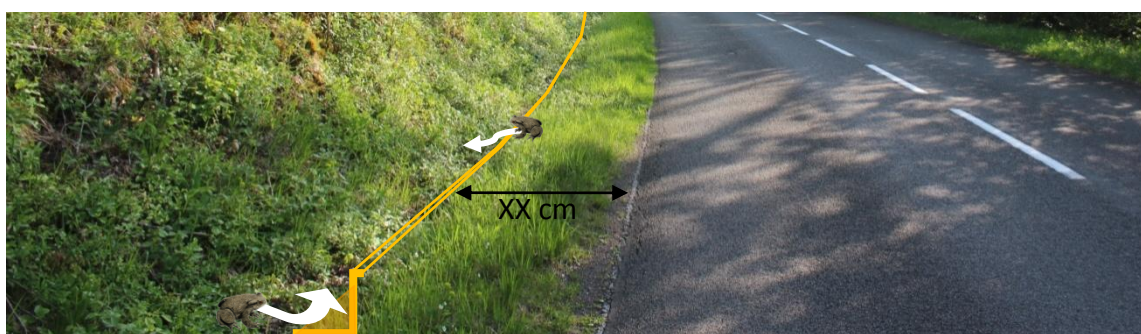


Figure 26 Vue virtuelle de l'aménagement d'un crapaudrome en L permettant un passage unidirectionnel. Val-Suzon, Côte d'Or © DB

Choix des crapaudromes

Les crapaudromes doivent empêcher les animaux de passer sur la route mais ne doivent pas arrêter les animaux venant de la route (migration postnuptiale, migration des jeunes, Figure

3). La pente qui se dirige vers les buses devrait guider les animaux préférentiellement vers la buse (Figure 25, voir Annexe 5 pour exemple). Les extrémités des crapaudromes doivent empêcher les crapauds qui ont choisi de les longer du mauvais côté de passer sur la route. Les extrémités devraient utiliser les fortes pentes rocheuses pour créer un cul-de-sac. Les barrières du commerce en L sont ≥ 40 cm et devraient empêcher les crapauds et urodèles d'escalader (semble aussi efficace pour les grenouilles).



Figure 27 Emplacements des buses pouvant faire office de crapauduc et proposition des limites des crapaudromes sur les zones prioritaires 3 et 5 en fonction de la configuration terrain. RD7, Côte d'Or.

Longueur des crapaudromes

Crapauduc zone 3: 200 m.

Limite ouest: 47°25'22.50"N 4°55'36.67"E; Limite est: 47°25'25.95"N 4°55'44.63"E

Crapauduc zone 5: 80 m.

Limite ouest: 47°25'39.28"N 4°56'14.26"E; Limite est: 47°25'40.07"N 4°56'17.47"E

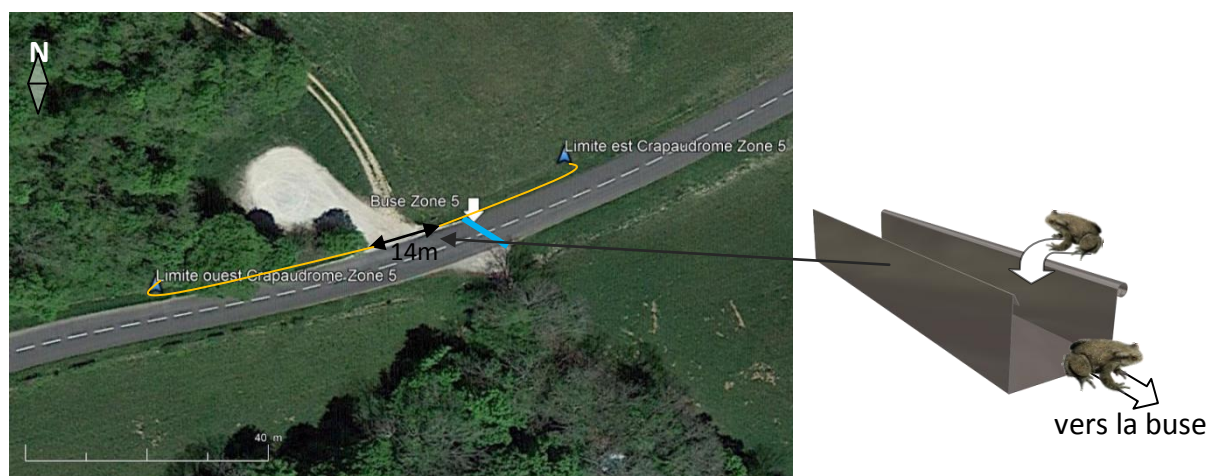


Figure 28 Zone 5 avec localisation de la buse béton (représentation bleue), de la barrière-gouttière de 14 m permettant l'accès au parking en gravier de la combe Goa (schéma du principe de fonctionnement à droite). L'emplacement proposé des barrières-crapaudrome est représenté en marron (80 m).

Crapaudrome sur le passage du parking de la combe Goa

Le parking de la combe Goa et l'accès en gravier est situé sur la zone prioritaire 5 et à moins de 4 m de la buse béton exploitable. Un crapaudrome en barrière n'est pas ici envisageable. Il faudrait au lieu d'une barrière, aménager une gouttière de 14 m qui stopperait les crapauds qui tomberaient ou longeraient la gouttière sans empêcher le passage de véhicules à roues (Figure 28). La gouttière aurait une pente douce vers la buse pour diriger les crapauds vers ce passage sous la RD7. Cet aménagement nécessiterait 1 à 2 jours de chantier sans entraver la circulation. La gouttière doit faire plus de 10 cm d'écartement pour ne pas être franchie par les crapauds et urodèles et >15 cm de profondeur. Exemple commercial (Sodilor): CANIVEAU béton ASR 550 de 100 cm de long x 55 cm de haut x 70 cm de large, avec grille = 795,00 € HT le mètre linéaire. Transport = 1 camion à 1 800,00 € HT. Voir Annexe 5. 3/Gouttière pour exemple et détails techniques.

Suivi de la fonctionnalité

Prévoir l'installation de piège photographique qui fonctionne de nuit pour le comptage des crapauds empruntant le tunnel. L'utilisation de 'pitfall trap' carré ou rectangle à la sortie de la buse pour vérifier la fonctionnalité du passage et continuer de suivre la densité de reproducteurs sur plusieurs années est une autre option qui elle, permettra le sexage des individus, mais attention à la problématique zoonose et risques de transmission. Ce 'piège' saisonnier s'il est choisi, devra pouvoir être fermé par un couvercle adapté hors des périodes de suivis (plus efficace et permettra d'éviter les multiples enterrements-déterrement-rebouchages).

Exemple de protocole de suivi:

Matériel et méthode: Installation sur un piquet à la sortie de la buse (distance: 1.5-2 m) d'un piège photographique (ex. avec fonctionnement nocturne). Réglage sensibilité 80%. Mise en service batterie dès le 15 février, jusqu'au 2 mai (ou plus pour évaluer les passages d'autres espèces). Placer éventuellement un décimètre étalon dans le champ pour estimer les tailles et vérifier le passage de grosses femelles, mais le sexage individuel ne pourra pas être pris en compte.

Passage à pied le matin et le soir sur les zones 3 et 5 pour compter les individus écrasés sur la RD7. NB: le passage en véhicule biaise les comptages. 60% des carcasses disparaissent en 24h (voir partie 1. §3).

Exemple de Tableau pour les deux pièges photographiques:

Zone (3 ou 5)	Date (jj/mm/aa hh:mm)	Espèce	Statut	Remarque
			vivant	
			vivant	
			vivant	

Exemple de Tableau pour le suivi route:

Zone (1-5)	Date (jj/mm/aa hh:mm)	Espèce	Statut	Remarque
			mort	
			mort	
			mort	

Ces données pourront être utilisées avec les données GnuB pour :

1/estimer la densité d'individus migrants (Figure 15) et répondre à la question "Quelle est la tendance populationnelle?", Hypothèse= déclin encore 4 ans puis amélioration après recrutement des générations post-aménagements;

2/ évaluer l'efficacité de l'aménagement sur la survie des migrants pré-nuptiaux (Figure 17) et répondre à la question "Quelle est la mortalité routière sur zone aménagée?", Hypothèse= mortalités routières des zones 3 et 5 proches de 0.

Autres :

3/ évaluer l'utilisation par d'autres espèces. (allonger la période d'installation du piège photographique). Question "Y a-t-il d'autres espèces qui utilisent cet écopassage?", Hypothèse= passage de petits mammifères.

Coût matériel:

Piège photographique avec mots-clefs 'caméra de surveillance avec détection infrarouge et vision nocturne' X 1 + fixation= 69.9-120€

Les crapauds font-ils demi-tour si l'obstacle est trop long?

Il n'y a apparemment pas d'expérience publiée permettant de répondre à cette question. Il serait intéressant lors des suivis de mortalité routière, de marquer des individus vivants capturés en migration, avec un trait de 1 cm de rouge à lèvres non toxique sur le dos (ex. L'Oréal Paris® Colour Riche Intense Lipcolour: (marron, jaune, ou autre couleur non attractive pour les prédateurs); Cramp et coll. 2014) et le déposer à 50 m du crapauduc (réplicats à 80, 100 m voir moins selon les résultats préliminaires). Ne pas poursuivre le crapaud ou être visible pour ne pas altérer son comportement. Puis attendre à la sortie du crapauduc ou vérifier les images du piège photographique. Si les crapauds de l'expérience ne passent pas, on peut conclure que certains font demi-tour et qu'il n'y aura pas assez de crapauds sur la distance de crapaudrome.

Entretien

Vérifier en début de saison si l'aménagement est opérationnel : pas d'obstruction du tunnel, sol toujours au niveau de la gueule du tunnel, pas d'interruption du crapaudrome (trou sous la barrière, branche tombée en travers, etc.). Considérer l'ajout de litière dans le fond du crapauduc pour accroître l'efficacité de passage des urodèles et grenouilles.

Valorisation

Cet aménagement entre dans le contexte de la continuité écologique des milieux (trame verte et bleue). L'expérience pourrait être valorisée ici :

<http://www.trameverteetbleue.fr/recensement-experiences>

Calendrier

Pour respecter le cycle biologique des amphibiens –c.-à-d. ne pas gêner la migration et le retour des reproducteurs post-reproduction + arrivée des jeunes de l'année), les travaux devront être réalisés en automne ou début hiver.

Exemple de devis pour cet aménagement

Par Gaudry BTP. Entreprise local ayant installé les crapauducs+crapaudromes à Ahuy (21).
sasgaudry.be@hotmail.fr; Tél : 03 80 47 59 70; Site internet : www.gaudry-btp.fr

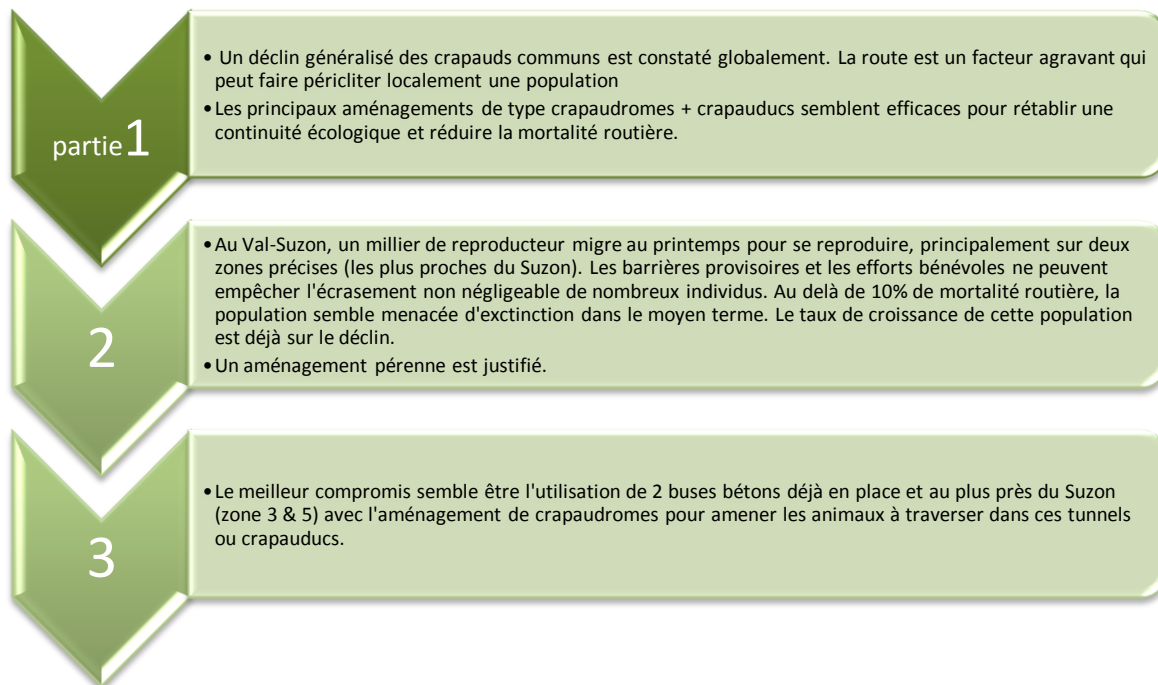
	Quantité/Unité P.U.		Total
Installation de chantier	1,00	forfait	1 260,00 €
Signalisation de chantier par feux tricolore	15,00	jours	50,00 €
Terrassement et mise à niveaux	294,00	ml	18,00 €
Fourniture et pose de crapaudrome	280,00	ml	105,00 €
Passage de parking	14,00	ml	440,00 €
Remise en état de la terre végétale	294,00	ml	11,00 €

TOTAL HT 46 096,00 €

TVA 20,0% 9 219,20 €

TOTAL TTC 55 315,20 €

CONCLUSION



REMERCIEMENTS

Ce plan opérationnel est financé par l'ONF gestionnaire de la RNR du Val Suzon. Les nombreux bénévoles du GnuB qui ont participé à la conservation des amphibiens du Val-Suzon sur ce secteur depuis 2006 doivent être remerciés. Merci au GnuB et Lorène Garnier pour la gestion et la compilation des données. Merci aux relecteurs et experts pour leurs apports éclairés.

RÉFÉRENCES

- AnAge (2018) *AnAge Database of Animal Ageing & Longevity*; http://genomics.senescence.info/species/entry.php?species=Bufo_bufo (Accessed: 18/05/2018 2018).
- Arntzen, J. W., McAtear, J., Recuero, E., Ziermann, J. M., Ohler, A., van Alphen, J. & Martínez-Solano, I. (2013a) 'Morphological & genetic differentiation of Bufo toads two cryptic species in Western Europe (Anura, Bufonidae)', *Contributions to Zoology*, 82(4).
- Arntzen, J. W., Recuero, E., Canestrelli, D. & Martínez-Solano, I. (2013b) 'How complex is the Bufo bufo species group?', *Molecular phylogenetics & evolution*, 69(3), pp. 1203-1208.
- Becker, C. G., Rodriguez, D., Longo, A. V., Toledo, L. F., Lambertini, C., Leite, D. S., Haddad, C. F. B. & Zamudio, K. R. (2016) 'Deforestation, host community structure, & amphibian disease risk', *Basic & Applied Ecology*, 17(1), pp. 72-80.
- Beebee, T. (2012) 'Decline & flounder of a Sussex common toad (Bufo bufo) population', *Herpetological Bulletin*, 121, pp. 6-16.
- Beebee, T. J. (2013) 'Effects of road mortality & mitigation measures on amphibian populations', *Conservation Biology*, 27(4), pp. 657-668.
- Beebee, T. J. & Griffiths, R. A. (2005) 'The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology?', *Biological Conservation*, 125(3), pp. 271-285.
- Berger, L., Roberts, A. A., Voyles, J., Longcore, J. E., Murray, K. A. & Skerratt, L. F. (2016) 'History & recent progress on chytridiomycosis in amphibians', *Fungal Ecology*, 19, pp. 89-99.
- Blaustein, A. R. & Kiesecker, J. M. (2002) 'Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations', *Ecology Letters*, 5(4), pp. 597-608.
- Brzeziński, M., Eliava, G. & Żmihorski, M. (2012) 'Road mortality of pond-breeding amphibians during spring migrations in the Mazurian Lakeland, NE Poland', *European Journal of Wildlife Research*, 58(4), pp. 685-693.
- Carey, C. & Alexander, M. A. (2003) 'Climate change & amphibian declines: is there a link?', *Diversity & Distributions*, 9(2), pp. 111-121.
- Carrier, J.-A. & Beebee, T. J. (2003) 'Recent, substantial, & unexplained declines of the common toad Bufo bufo in lowland England', *Biological Conservation*, 111(3), pp. 395-399.
- Cramp, R. L., McPhee, R. K., Meyer, E. A., Ohmer, M. E., & Franklin, C. E. (2014). 'First line of defence: the role of sloughing in the regulation of cutaneous microbes in frogs'. *Conservation physiology*, 2(1).

- Colliat-Dangus, E. (2014) *Migration pré-nuptiale du Crapaud commun dans le Val Suzon. Bilan de l'opération 2014.*, Dijon: GnuB uB. ONF.
- Collins, J. P. & Storfer, A. (2003) 'Global amphibian declines: sorting the hypotheses', *Diversity & Distributions*, 9(2), pp. 89-98.
- Cooke, A. (2011) 'The role of road traffic in the near extinction of Common Toads (*Bufo bufo*) in Ramsey & Bury', *NatCambridgesh*, 53, pp. 45-50.
- Cunnington, G. M., Garrah, E., Ewen, E. & Fahrig, L. (2014) 'Culverts alone do not reduce road mortality in anurans', *Ecoscience*, 21(1), pp. 69-78.
- Denoel, M. & Winandy, L. (2015) 'The importance of phenotypic diversity in conservation: Resilience of palmate newt morphotypes after fish removal in Larzac ponds (France)', *Biological Conservation*, 192, pp. 402-408.
- Dornelles, M. F. & Oliveira, G. T. (2016) 'Toxicity of atrazine, glyphosate, & quinclorac in bullfrog tadpoles exposed to concentrations below legal limits', *Environmental Science & Pollution Research*, 23(2), pp. 1610-1620.
- Duffus, A. L. & Cunningham, A. A. (2010) 'Major disease threats to European amphibians', *The Herpetological Journal*, 20(3), pp. 117-127.
- Duguet, R., Melki, F. & Association, A. (2003) *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope.
- Eck, B., Byrne, A., Popescu, V. D., Harper, E. B. & Patrick, D. A. (2014) 'Effects of water temperature on larval amphibian predator-prey dynamics', *Herpetological Conservation & Biology*, 9(2), pp. 301-308.
- Fahrig, L., Pedlar, J. H., Pope, S. E., Taylor, P. D. & Wegner, J. F. (1995) 'Effect of road traffic on amphibian density', *Biological conservation*, 73(3), pp. 177-182.
- Fasola, E., Ribeiro, R. & Lopes, I. (2015) 'Microevolution due to pollution in amphibians: A review on the genetic erosion hypothesis', *Environmental Pollution*, 204, pp. 181-190.
- Froglife (2018) *Toads on roads*. Froglife, Peterborough, Cambridgeshire. <https://www.froglife.org/what-we-do/toads-on-roads/facts-figures/> (Accessed: Mai 2018).
- Gibbs, J. P. & Shriver, W. G. (2005) 'Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians?', *Wetlands Ecology & Management*, 13(3), pp. 281-289.
- Gittins, S. (1983) 'Population dynamics of the common toad (*Bufo bufo*) at a lake in mid-Wales', *The Journal of Animal Ecology*, pp. 981-988.
- GnuB 2009 Bilan des années 2006 à 2009. Protection de la migration pré-nuptiale de la population de Crapaud commun (*Bufo bufo*) du Val Suzon. GnuB, uB, Dijon. 9p.
- Hayes, T. B., Falso, P., Gallipeau, S. & Stice, M. (2010) 'The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective', *The Journal of Experimental Biology*, 213(6), pp. 921-933.
- Hels, T. & Buchwald, E. (2001) 'The effect of road kills on amphibian populations', *Biological Conservation*, 99(3), pp. 331-340.
- Hitchings, S. & Beebee, T. (1998) 'Loss of genetic diversity & fitness in common toad (*Bufo bufo*) populations isolated by inimical habitat', *Journal of Evolutionary Biology*, 11(3), pp. 269-283.
- Holderegger, R. & Di Giulio, M. (2010) 'The genetic effects of roads: a review of empirical evidence', *Basic & Applied Ecology*, 11(6), pp. 522-531.
- Karraker, N. E., Gibbs, J. P. & Vonesh, J. R. (2008) 'Impacts of road deicing salt on the demography of vernal pool-breeding amphibians', *Ecological Applications*, 18(3), pp. 724-734.

- Lacy, R. C. (1993) 'VORTEX: a computer simulation model for population viability analysis', *Wildlife research*, 20(1), pp. 45-65.
- Langton, T. (1989) *Amphibians & Roads: Toad Tunnel Conference Proceedings*. Shefford, p. 202.
- Lawler, J. J., Shafer, S. L. & Blaustein, A. R. (2010) 'Projected Climate Impacts for the Amphibians of the Western Hemisphere', *Conservation Biology*, 24(1), pp. 38-50.
- Leresche, P. A., Cherix, D. & Pellet, J. (2009) 'Analysis of amphibian migrations across the Route des Paysans (Jorat, Switzerland) between 1995-2005', *Bulletin Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 91, pp. 389-406.
- Lesbarreres, D. & Fahrig, L. (2012) 'Measures to reduce population fragmentation by roads: what has worked & how do we know?', *Trends in ecology & evolution*, 27(7), pp. 374-380.
- Lesbarrères, D., Lodé, T. & Merilä, J. (2004a) 'What type of amphibian tunnel could reduce road kills?', *Oryx*, 38(02), pp. 220-223.
- Lescure, J. & De Massary, J.-C. c. (2012) *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*. Biotope edn. Paris: Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (collection inventaires et biodiversité).
- Li, Y. M., Cohen, J. M. & Rohr, J. R. (2013) 'Review & synthesis of the effects of climate change on amphibians', *Integrative Zoology*, 8(2), pp. 145-161.
- Little, S. J., Harcourt, R. G. & Clevenger, A. P. (2002) 'Do wildlife passages act as prey-traps?', *Biological Conservation*, 107(2), pp. 135-145.
- Loman, J. & Madsen, T. (2010) 'Sex ratio of breeding Common toads (*Bufo bufo*)—influence of survival & skipped breeding', *Amphibia-Reptilia*, 31(4), pp. 509-524.
- Orłowski, G. (2007) 'Spatial distribution & seasonal pattern in road mortality of the common toad *Bufo bufo* in an agricultural landscape of south-western Poland', *Amphibia-Reptilia*, 28(1), pp. 25-31.
- O'Grady, J. J., Brook, B. W., Reed, D. H., Ballou, J. D., Tonkyn, D. W. & Frankham, R. (2006) 'Realistic levels of inbreeding depression strongly affect extinction risk in wild populations', *Biological Conservation*, 133(1), pp. 42-51.
- Petrovan, S. O. & Schmidt, B. R. (2016) 'Volunteer conservation action data reveals large-scale & long-term negative population trends of a widespread amphibian, the common toad (*Bufo bufo*)', *PloS one*, 11(10), pp. e0161943.
- Préau, C., Dubech, P., Sellier, Y., Cheylan, M., Castelnau, F. & Beaune, D. (2017) 'Amphibian response to the non-native fish, *Lepomis gibbosus*: the case of the Pinail Nature Reserve, France', *Herpetological Conservation & Biology*, 12(3), pp. 616-623.
- Puky, M. (2005) 'Amphibian road kills: a global perspective'.
- R core team (2011) *R: A Language & Environment for Statistical Computing*. Available at: <http://www.R-project.org>.
- Santos, X., Llorente, G. A., Montori, A., Carretero, M., Franch, M., Garriga, N. & Richter-Boix, A. (2007) 'Evaluating factors affecting amphibian mortality on roads: the case of the Common Toad *Bufo bufo*, near a breeding place', *Animal biodiversity & conservation*, 30(1), pp. 97-104.
- Savage, R. M. (1935) 'The Influence of External Factors on the Spawning Date & Migration of the Common Frog, *Rana temporaria temporaria* Linn', *Proceedings of the Zoological Society of London*, 105(1), pp. 49-98.

- Schlupp, I. & Podlousky, R. (1994) 'Changes in breeding site fidelity: a combined study of conservation & behaviour in the common toad *Bufo bufo*', *Biological Conservation*, 69(3), pp. 285-291.
- Schmidt, B. R. & Anholt, B. R. (1999) 'Analysis of survival probabilities of female common toads, *Bufo bufo*', *Amphibia Reptilia*, 20, pp. 97-108.
- Slater, F. (2002) 'An assessment of wildlife road casualties—the potential discrepancy between numbers counted & numbers killed', *Web Ecology*, 3(1), pp. 33-42.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L. & Waller, R. W. (2004) 'Status & trends of amphibian declines & extinctions worldwide', *Science*, 306(5702), pp. 1783-1786.
- Tylianakis, J. M., Didham, R. K., Bascompte, J. & Wardle, D. A. (2008) 'Global change & species interactions in terrestrial ecosystems', *Ecology Letters*, 11(12), pp. 1351-1363.
- Van Gelder, J. (1973) 'A quantitative approach to the mortality resulting from traffic in a population of *Bufo bufo* L', *Oecologia*, 13(1), pp. 93-95.
- Van Rooij, P., Martel, A., Haesebrouck, F. & Pasmans, F. (2015) 'Amphibian chytridiomycosis: a review with focus on fungus-host interactions', *Veterinary Research*, 46, pp. 22.
- Wake, D. B. & Vredenburg, V. T. (2008) 'Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(Supplement 1), pp. 11466-11473.
- Westerlund, C. & Viklander, M. (2006) 'Particles & associated metals in road runoff during snowmelt & rainfall', *Science of the Total Environment*, 362(1-3), pp. 143-156.
- Zippel, K. C. & Mendelson III, J. R. (2008) 'The amphibian extinction crisis: a call to action', *Herpetological Review*, 39(1), pp. 23-29.

Annexes 1

Protections et statut de Bufo bufo

Protection nationale (crapaud commun = annexe 3)

En France métropolitaine, les amphibiens et les reptiles sont protégés par l'arrêté du 19 novembre 2007 « fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ». Ainsi, les espèces inscrites à l'article 2 sont protégées ainsi que leurs habitats de reproduction et de repos, leur protection est donc intégrale. A contrario, les habitats de vie des animaux inscrits à l'article 3 ne sont pas protégés. En complément, la capture, le transport, le colportage et la vente de ces animaux sont interdits (lire le texte officiel pour plus de détails). Le crapaud commun est en annexe 3.

[Lire le texte officiel](#)

(<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000017876248>)

Directive européenne (crapaud commun = non listé)

La France s'est également engagée à préserver l'herpétofaune à travers une directive adoptée par la Communauté européenne en 1992. Il s'agit de la Directive Habitats-Faune-Flore qui vise à contribuer au maintien de la biodiversité en permettant la mise en place du réseau Natura 2000. Les niveaux de protection dépendent de l'annexe dans laquelle l'espèce est inscrite. [Lire la directive européenne](#)

(<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:FR:PDF>)

Convention de Berne (crapaud commun = non listé)

Cette convention a été adoptée par la France en 1979, elle est relative à la conservation de la vie sauvage et des milieux naturels. De cette manière, la France s'est engagée à mettre en œuvre des politiques nationales de conservation de la flore et de la faune sauvages ainsi que des habitats naturels. Les espèces inscrites à l'annexe 2 sont protégées et doivent faire l'objet de dispositions législatives ou réglementaires appropriées.

Un comité permanent en charge de son application est en place.

Statuts de conservation IUCN (crapaud commun = non listé)

Les listes rouges des espèces menacées s'appuient sur une série de critères précis définis par l'IUCN (Union internationale pour la conservation de la nature) dont l'objectif est d'évaluer le risque d'extinction de chaque espèce ou sous-espèce de manière objective sur la base des meilleures connaissances disponibles. Des listes rouges sont donc réalisées et régulièrement actualisées à l'échelle mondiale nationale et régionale.

À noter qu'à travers le monde, 32% des espèces d'amphibiens sont menacées d'extinction ce qui en fait le groupe de vertébrés le plus menacé au monde. En France métropolitaine, 7 des 34 espèces évaluées en 2008 sont menacées. Le crapaud commun n'est pas sur la liste rouge, il est catégorisé comme LC : préoccupation mineure.

(<http://www.iucnredlist.org/details/54596/0>)

Annexes 2

Statut IUCN de Bufo bufo

<http://www.iucnredlist.org/details/54596/0> (accès le 30/4/2018)

[Home](#) » Bufo bufo (Common Toad)



Bufo bufo

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T54596A11159939.en>

Scope: Global
Language: English
[Download assessment](#)

© Lars Bergendorf

NOT EVALUATED DATA DEFICIENT **LEAST CONCERN** NEAR THREATENED VULNERABLE ENDANGERED CRITICALLY ENDANGERED EXTINCT IN THE WILD EXTINCT
NE DD LC NT VU EN CR EW EX

Assessment Information [\[top\]](#)

Red List Category & Criteria:	Least Concern ver 3.1
Year Published:	2009
Date Assessed:	2008-12-14
Assessor(s):	Aram Agasyan, Aziz Avisi, Boris Tuniyev, Jelka Crnobrnja Isailovic, Petros Lymberakis, Claes Andrén, Dan Cogalniceanu, John Wilkinson, Natalia Ananjeva, Nazan Üzümlü, Nikolai Orlov, Richard Podlucky, Sako Tuniyev, Uğur Kaya
Reviewer(s):	Cox, N. and Temple, H.J. (Global Amphibian Assessment)
Justification:	Listed as Least Concern in view of its wide distribution, tolerance of a broad range of habitats, presumed large population, and because it is unlikely to be declining fast enough to qualify for listing in a more threatened category.
Previously published Red List assessments:	2004 – Least Concern (LC)

Threats [\[top\]](#)

Major Threat(s):	There are generally no major threats to this widespread and common species. Populations might be locally impacted through deforestation, drainage of wetlands, pollution, agricultural intensification, urbanization, desertification, mortality on roads (migrating animals), and persecution. In parts of the former Soviet Union it is collected in small numbers for the pet trade. This species can be affected by the increase of UV-B radiation (Lizana and Pedraza 1998). Relict populations in montane areas in Lebanon might be threatened by the impacts of global warming. Chytridiomycosis is a potential threat to the species and has been reported in some Spanish and UK populations. It has declined extensively in Spain due to habitat loss and aridity. One subspecies in Spain, <i>B.b. gredosicola</i> , is threatened by predation by otters and competition with the frog <i>Rana perezi</i> , both of which appear to have moved into higher altitudes as a result of climatic warming. In the United Kingdom the species is increasingly suffering from habitat fragmentation and some unexplained declines have occurred.
-------------------------	---

Annexes 3

Script pour modèle de viabilité des populations

VORTEX 10.2.17 -- simulation of population dynamics
4 populations simulated for 100 years for 100 iterations

Sequence of events in each time cycle:

EV
Breed
Mortality
Age
Disperse
Harvest
Supplement
rCalc
Ktruncation
UpdateVars
Census

Extinction defined as no males or no females.

Inbreeding depression with a genetic load consisting of
6,29 total lethal equivalents per individual, of which
50% are due to recessive lethals,
& the remainder are lethal equivalents not subjected to removal by selection.

Populations:

0 mortalité routière
10% mortalité routière
20% mortalité routière
40% mortalité routière

Correlation of EV among populations = 0,5

Dispersal Notes: pas de moove entre les pop (ben oui ce sont des ex de pop séparées)

Both sexes disperse, from age 1 to age 2

Survival during dispersal: 50

Dispersal rates (as percents), from source (row) to destination (column):

	0 mortalité routière	10% mortalité routière	20% mortalité routière	40% mortalité routière
0 mortalité routière	0	0	0	0
10% mortalité routière	0	0	0	0
20% mortalité routière	0	0	0	0
40% mortalité routière	0	0	0	0

Reproductive System:

Polygyny, with new selection of mates each year
Females breed from age 4 to age 12
Males breed from age 4 to age 12
Maximum age of survival: 12
Sex ratio (percent males) at birth: 50

Correlation of EV between reproduction & survival = 0,5

EV sampled from binomial distributions.

Reproductive Rates Notes: une année sur deux pour les femelles

19 têtards / 5000 = OK

Mortality Notes: mortalité constante d'année en année!

Male=48%

Femelles 60%

Gittins, S. P. (1983). Population dynamics of the common toad (*Bufo bufo*) at a lake in mid-Wales. *The Journal of Animal Ecology*, 981-988.

Si j'ajoute 10% de mortalité routière pour les femelle par exemple:

Mortalité après 4 ans= 60% + (10% $\times$ 40%)= 64%

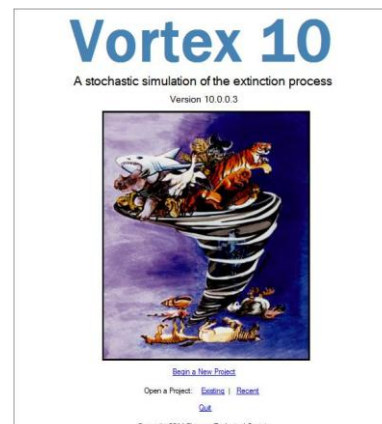
0% 10% 20% 40%

60 64 68 76 pour femelles

48 53 59 69 pour males

10% de mortalité sur les 19 têtards restant = OK

Initial Population Size Notes: 500 pour avoir 300 adultes



Population specific rates for 0 mortalité routière

Percent of adult females breeding each year: 100
 with EV(SD): 10
 Percent of adult males in the pool of breeders: 100
 Distribution of number of broods per year:
 41 percent 0 broods
 59 percent 1 broods
 Normal distribution of brood size with mean: 19 with SD: 5

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 10 with EV(SD): 3
 Age 1 to 2: 48 with EV(SD): 3
 Age 2 to 3: 48 with EV(SD): 3
 Age 3 to 4: 48 with EV(SD): 3
 After age 4: 60 with EV(SD): 3

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 10 with EV(SD): 3
 Age 1 to 2: 50 with EV(SD): 3
 Age 2 to 3: 48 with EV(SD): 3
 Age 3 to 4: 48 with EV(SD): 3
 After age 4: 48 with EV(SD): 3

Catastrophe 1: gelée hivernale

Local impact
 Frequency (%): 5
 Reproduction reduced by severity multiplier: 1
 Survival reduced by severity multiplier: 1

Catastrophe 2: Catastrophe2

Local impact
 Frequency (%): 1
 Reproduction reduced by severity multiplier: 1
 Survival reduced by severity multiplier: 1

Initial population size:

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Females	0	127	64	32	16	7	2	1	0	0	0	0	0	249
Males	0	127	62	31	15	8	4	2	1	0	0	0	1	251

Carrying capacity: 5000

with EV(SD): 0

Population specific rates for 10% mortalité routière

Percent of adult females breeding each year: 100
 with EV(SD): 10
 Percent of adult males in the pool of breeders: 100
 Distribution of number of broods per year:
 41 percent 0 broods
 59 percent 1 broods
 Normal distribution of brood size with mean: 19 with SD: 5

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 10 with EV(SD): 3
 Age 1 to 2: 48 with EV(SD): 3
 Age 2 to 3: 48 with EV(SD): 3
 Age 3 to 4: 48 with EV(SD): 3
 After age 4: 64 with EV(SD): 3

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 10 with EV(SD): 3
 Age 1 to 2: 50 with EV(SD): 3
 Age 2 to 3: 48 with EV(SD): 3
 Age 3 to 4: 48 with EV(SD): 3
 After age 4: 53 with EV(SD): 3

Catastrophe 1: gelée hivernale

Local impact
 Frequency (%): 5
 Reproduction reduced by severity multiplier: 1
 Survival reduced by severity multiplier: 1

Catastrophe 2: Catastrophe2

Local impact
 Frequency (%): 1
 Reproduction reduced by severity multiplier: 1
 Survival reduced by severity multiplier: 1

Initial population size:

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Females	0	127	64	33	17	6	2	1	0	0	0	0	0	250
Males	0	127	62	31	16	8	3	2	1	0	0	0	0	250

Carrying capacity: 5000
with EV(SD): 0

Population specific rates for 20% mortalité routière

Percent of adult females breeding each year: 100
with EV(SD): 10

Percent of adult males in the pool of breeders: 100

Distribution of number of broods per year:

41 percent 0 broods

59 percent 1 broods

Normal distribution of brood size with mean: 19 with SD: 5

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 10 with EV(SD): 3

Age 1 to 2: 48 with EV(SD): 3

Age 2 to 3: 48 with EV(SD): 3

Age 3 to 4: 48 with EV(SD): 3

After age 4: 68 with EV(SD): 3

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 10 with EV(SD): 3

Age 1 to 2: 50 with EV(SD): 3

Age 2 to 3: 48 with EV(SD): 3

Age 3 to 4: 48 with EV(SD): 3

After age 4: 58 with EV(SD): 3

Catastrophe 1: gelée hivernale

Local impact

Frequency (%): 5

Reproduction reduced by severity multiplier: 1

Survival reduced by severity multiplier: 1

Catastrophe 2: Catastrophe2

Local impact

Frequency (%): 1

Reproduction reduced by severity multiplier: 1

Survival reduced by severity multiplier: 1

Initial population size:

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Females	0	126	65	34	17	6	2	0	0	0	0	0	0	250
Males	0	126	63	32	17	7	3	1	0	1	0	0	0	250

Carrying capacity: 5000
with EV(SD): 0

Population specific rates for 40% mortalité routière

Percent of adult females breeding each year: 100
with EV(SD): 10

Percent of adult males in the pool of breeders: 100

Distribution of number of broods per year:

41 percent 0 broods

59 percent 1 broods

Normal distribution of brood size with mean: 19 with SD: 5

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 10 with EV(SD): 3

Age 1 to 2: 48 with EV(SD): 3

Age 2 to 3: 48 with EV(SD): 3

Age 3 to 4: 48 with EV(SD): 3

After age 4: 76 with EV(SD): 3

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 10 with EV(SD): 3

Age 1 to 2: 50 with EV(SD): 3

Age 2 to 3: 48 with EV(SD): 3

Age 3 to 4: 48 with EV(SD): 3

After age 4: 69 with EV(SD): 3

Catastrophe 1: gelée hivernale

Local impact

Frequency (%): 5

Reproduction reduced by severity multiplier: 1

Survival reduced by severity multiplier: 1

Catastrophe 2: Zoonose

Local impact

Frequency (%): 1

Reproduction reduced by severity multiplier: 1

Survival reduced by severity multiplier: 1

Initial population size:

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Females	0	125	67	35	18	5	1	0	0	0	0	0	0	251
Males	0	125	64	34	18	5	2	1	0	0	0	0	0	249

Carrying capacity: 5000

with EV(SD): 0

Annexes 4

Zones prioritaires pour les salamandres

Tableau 9 Nombre absolu de salamandres en migration sur les zones des opérations crapauds du GnuB (=individus morts + vivants comptabilisés).

Saison	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5	Total général
2010		1	3		3	7
2013	1		12	16	12	41
2015	1	4	5	8	21	39
2016	2		13	22	21	58
2017	2	1	14	17	17	51
2018	2		17	28	7	54
Total général	8	6	64	91	81	250

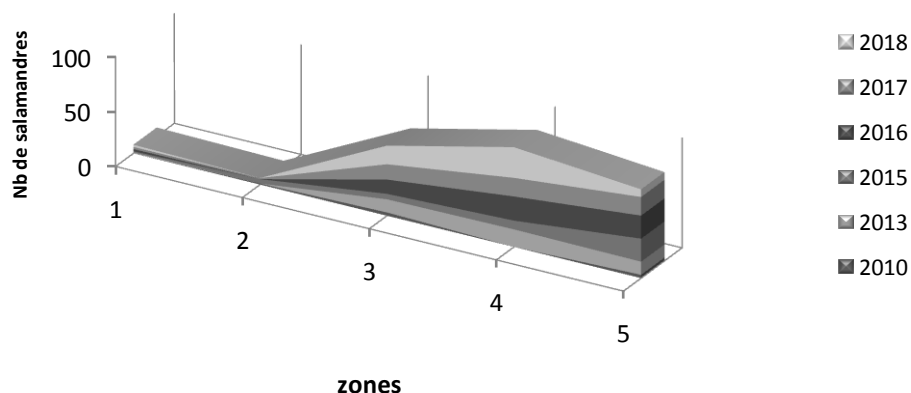


Figure 29 Nombre absolu de salamandres en migration sur les zones des opérations crapauds du GnuB (=individus morts + vivants comptabilisés). HZ= hors zone, amont et aval. NA=non attribué. RD7 , Val-Suzon, Côte d'Or.

Tableau 10 Pourcentage des passages de salamandres (vivantes+mortes) sur les 5 zones des opérations crapauds du GnuB. RD7 , Val-Suzon, Côte d'Or.

Saison	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5
2010	0,0%	14,3%	42,9%	0,0%	42,9%
2013	2,4%	0,0%	29,3%	39,0%	29,3%
2015	2,6%	10,3%	12,8%	20,5%	53,8%
2016	3,4%	0,0%	22,4%	37,9%	36,2%
2017	3,9%	2,0%	27,5%	33,3%	33,3%
2018	3,7%	0,0%	31,5%	51,9%	13,0%
Total (±SD)	2,7±1,4%	4,4±6,3%	27,7±10,0%	30,4±18,0%	34,7±13,7%

Annexes 5

Exemple de chantier Sodilor : 1/Crapaudrome

Etape 1 – Préparation du Terrain

SODILOR



Etape 1 – Préparation du Terrain

SODILOR



Etape 2 – Installation des profils

SODILOR



Etape 2 – Installation des profils

SODILOR



Etape 2 – Installation des profils

SODILOR



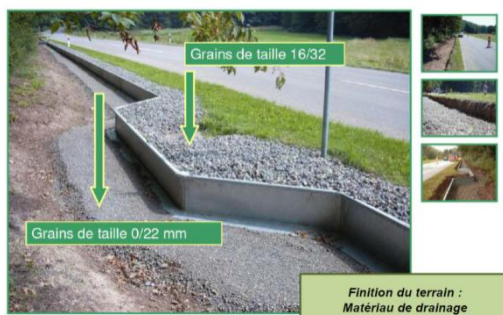
Etape 2 – Installation des profils

SODILOR



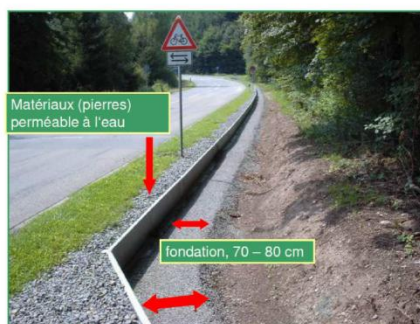
Etape 3 – Finition du Terrain

SODILOR



Etape 3 – Finition du Terrain

SODILOR



2/Crapauduc

Installation des tunnels

SODILOR



La mise en place s'effectue en utilisant les 4 ancrs incluses dans les éléments.



Installation des tunnels

SODILOR



Poser les tunnels sur des **bandes de mortier de ciment** (environ 5-10 cm), basés sur de la terre compactée $EV_2 > 45 \text{ MPa}$ (ou N/mm^2).



Installation des tunnels

SODILOR



Remplissage avec du béton maigre.

3/Gouttière



Gouttière pour passage amphibiens

Description:

Rigoles en béton : (profile en U)

béton armé, massif, C 35/45, revêtement en béton BstIV
4 cm, gris béton, coffrage lisse,
avec des angles en acier galvanisés, incl. 4 chevilles
pour fixation aux grilles en acier
transport et possibilité de fixation par 2 ancrages RD 12

Grilles en acier

galvanisé suivant DIN EN ISO 1461
construction en angles avec traverses soudées,
épaisseur 12mm

Supports traverses en acier, épaisseur environ 10 mm
Dimension des maillons de env. 288 mm en longueur et
de env. 70mm en largeur

4 trous de forage $\varnothing$ environs 16 mm en profile d'angle
pour fixer à la rigole en béton

Dimensions conformes à la rigole en béton:

Poids total: +/- 500 kg / m

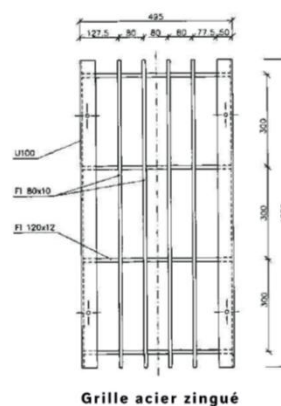
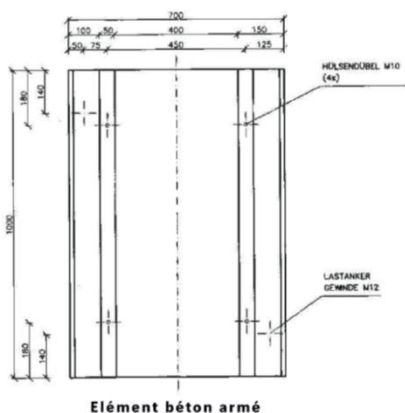
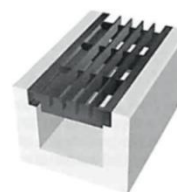
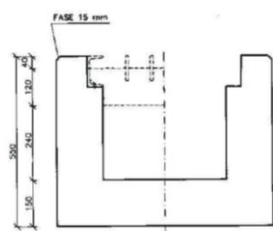
Classe de charge: SLW 60

Dimension extérieur: 1000 x 700 x 550

Dimension intérieur: 1000 x 400 x 240



Détails techniques



Glossaire

Amphibien : classe de vertébrés tétrapodes amphibies, à température variable, dont la larve est munie de branchies, qui respirent principalement par leur peau nue, molle, humide et pourvue de glandes à sécrétion visqueuse. Autrefois appelés batraciens, les amphibiens se répartissent en trois superordres, les urodèles, les anoures et les apodes.

Amplexus : Technique d'accouplement des anoures où le mâle agrippe la femelle avec ses pattes.

Anoure : Anura = ordre d'amphibiens. C'est un groupe, diversifié et principalement carnivore, d'amphibiens sans queue comportant notamment des grenouilles et des crapauds.

Batracien : terme regroupant les amphibiens actuels et taxons disparus.

Batrachoduc : terme parfois utilisé pour qualifier un conduit aménagé pour permettre le passage des amphibiens afin d'éviter la zone de danger (route, rails). Aussi appelé écopassage plus largement ou crapauduc lorsque les crapauds sont visés.

Chytridiomycose : maladie infectieuse fatale affectant les amphibiens (anoures, urodèles et gymnophiones) qui contribue au déclin des amphibiens dans le monde. C'est une maladie émergente provoquée par le chytridiomycète *Batrachochytrium dendrobatidis*.

Crapaudrome: barrière physique installée volontairement par les humains pour diriger les amphibiens, souvent hors de voie de passage dangereux (ex. route). Les animaux peuvent être dirigés vers des crapauducs ou jusqu'à des puits de collecte pour être traversés manuellement, afin d'éviter la zone de danger.

Crapauduc: conduit aménagé pour permettre le passage des amphibiens (crapauds) afin d'éviter la zone de danger (route, rails). Aussi appelé batrachoduc pour tous les batraciens ou écopassage plus largement.

Migration automnale : Il s'agit de la migration du lieu de séjour d'été vers le lieu d'hibernation.

Migration des jeunes : Consécutive à la métamorphose, les jeunes quittent l'eau et se dispersent, parfois en grand nombre au même moment.

Migration pré-nuptiale : Elle se passe en fin d'hiver ou au début du printemps. Les adultes se déplacent de leur lieu d'hibernation vers leur lieu de reproduction. C'est la migration la plus spectaculaire, car elle est assez concentrée dans le temps. Les migrations les plus importantes sont celles du crapaud commun qui peut parcourir plusieurs kilomètres.

Migration post-nuptiale : Après la ponte, les adultes quittent l'eau pour rejoindre leur site terrestre d'été. Cette phase migratoire est plus étalée, car tous les adultes ne quittent pas le lieu de reproduction dans les mêmes délais.

Philopatrise : tendance à revenir sur son lien de naissance.

Ranavirus : virus à ADN causant des nécroses hématopoïétiques épizootiques.

Réintroduction : généralement utilisé pour le déplacement d'un organisme du milieu captif au milieu naturel. Mais aussi utilisé pour l'introduction d'un organisme historiquement présent dans l'habitat.

Service écologique/écosystémique : bénéfice que les humains tirent de l'écosystème : Services d'approvisionnement (ex. : nourriture, eau, etc.) ; services de régulation, liés aux processus des écosystèmes (ex. : effet tampon sur les inondations, inertie climatique) ; Services culturels ; Services de soutien aux conditions favorables à la vie sur Terre ; Puits de carbone ; etc.

Stochastique : qui se produit par l'effet du hasard.

Translocation : capture, transport et relâché/introduction d'un organisme d'un lieu à un autre.

Urodèles = Caudata: ordre d'amphibiens, à corps allongé portant des membres propres à la reptation, habitant dans l'hémisphère Nord et conservant leur queue à la métamorphose. Les tritons, les salamandres et les protées sont des urodèles.

Zoonose : maladie touchant les animaux. Ex. Chytridiomycose.

Abréviations

AVP: Analyse de Viabilité des Populations

GnuB: Groupe Naturaliste Universitaire de bourgogne. <https://www.asso-gnub.fr>

HT: Hors Taxes

IC₉₅: Indice de Confiance à 95%

PE: Probabilité d'Extinction

RD7: Route Départementale 7

RNR: Réserve Naturelle Régionale

SD: Standard Déviation = écart-type