4.3

Département des infrastructures du canton de Vaud (DINF) – Service des routes et des autoroutes (SRA)

Projet définitif A1 Genève – St Margrethen
Tronçon Yverdon-les-Bains - Arrissoules
Mesure de compensation 20

Installations de protection des amphibiens de la RC 402 entre Yverdon-les-Bains et Yvonand

Contrôle de l'efficacité des installations – Printemps 1999

Rapport de suivi biologique

Juin 1999

ECONAT

Bureau d'études
en écologie appliquée

□ Rue du Lac 6 • CH-1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 / 425 92 63 • Fax 024 / 426 20 63

□ Rue de la Fonderie 8c • CH-1700 Fribourg
Tél. 026 / 429 07 40 • Fax 026 / 429 07 41

ARV-R-22

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION 3

1.1 SUIVI DES BATRACIENS ENTRE YVERDON ET YVONAND 3
1.2 CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS DE BATRACIENS 3
1.3 CARACTÉRISTIQUES DES INSTALLATIONS DE PROTECTION 3
1.4 EVOLUTION DU PEUPLEMENT AMPHIBIEN ENTRE 1972 ET 1998 4

2. MÉTHODES DE TRAVAIL 5

2.1 MÉTHODE DE PIÉGEAGE, MATÉRIEL UTILISÉ 5
2.2 ECHANTILLONNAGE 5
2.3 PÉRIODE DE CONTRÔLE 5
2.4 EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES INSTLLATIONS 5
2.5 ETAT DES INSTALLATIONS 7

3. RESULTATS 7

3.1 AMPHIBIENS CAPTURÉS 7
3.2 DÉROULEMENT DE LA MIGRATION 7
3.3 RÉPARTITION DES AMPHIBIENS DANS LES INSTALLATIONS 7
3.4 CONTRÔLE DE LA MORTALITÉ SUR LA ROUTE 7
3.5 ETAT DES INSTALLATIONS 8
3.5.1 Contrôle technique 8
3.5.2 Entretien 8

4. INTERPRETATION DES RESULTATS 8

4.1 PEUPLEMENT AMPHIBIEN 8
4.1.1 Nombre de captures et diversité 8
4.1.2 Répartition par espèces 9
4.1.3 Déroulement de la migration prénuptiale 9
4.2 EFFICACITÉ DES INSTALLATIONS 11
4.2.1 Répartition des amphibiens dans les installations 11
4.2.2 Contrôle de la mortalité sur la route 11

5. BILAN ET PERSPECTIVES 11

5.1 COMPLÉMENTS AUX INSTALLATIONS LE LONG DE LA RC 402 11
5.2 ETAT DES INSTALLATIONS 11
5.3 EFFICACITÉ DES INSTALLATIONS DE PROTECTION 11
5.4 CONCLUSION 13

5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 14

7. ANNEXES 15

Figure 1: Situation des installations de protection (16 ouvrages) et des tronçons routiers contrôlés (secteurs 1 à 7)

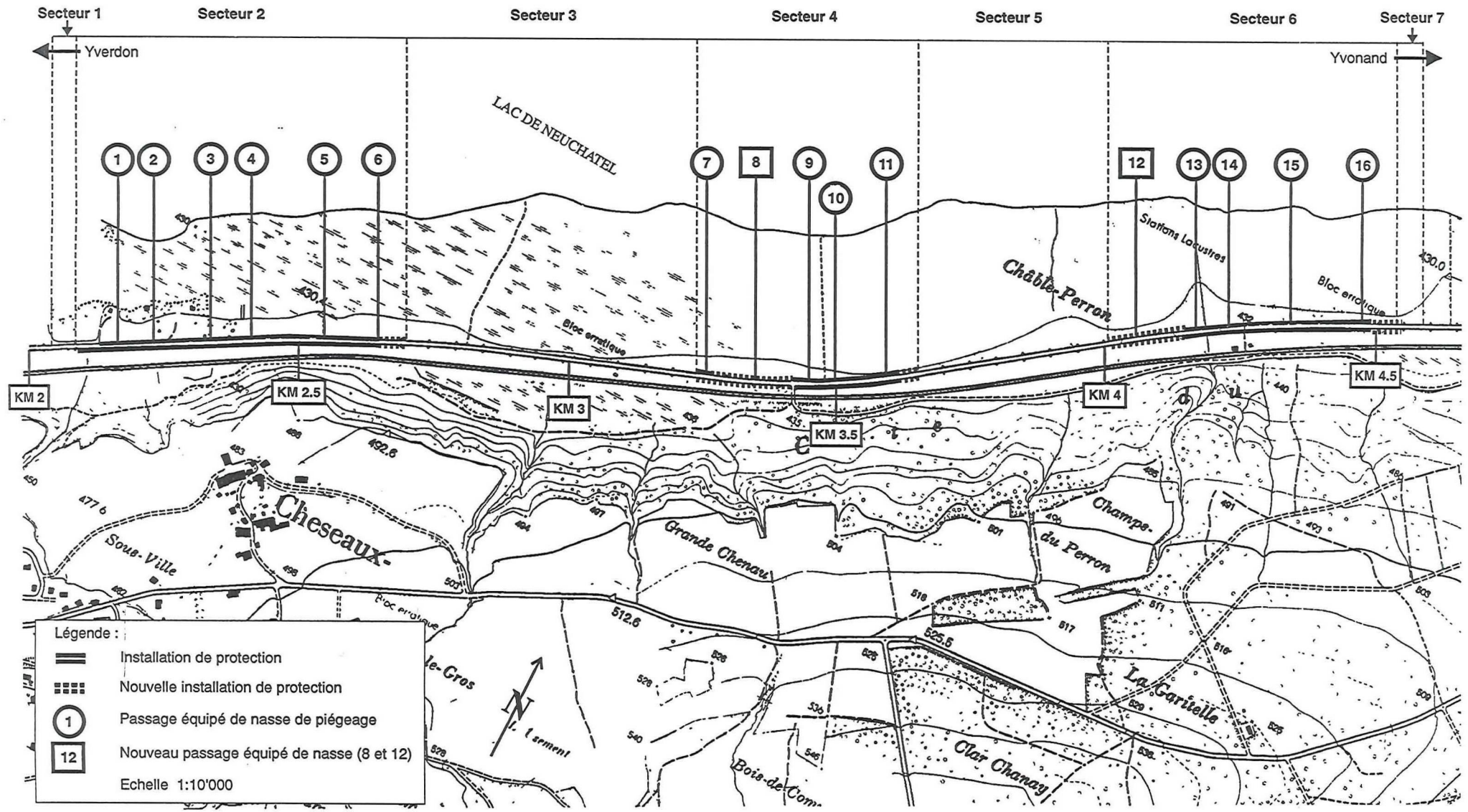


Figure 1: Plan de situation des installations de protection le long de la RC 402b

1. INTRODUCTION

1.1 SUIVI DES BATRACIENS ENTRE YVERDON ET YVONAND

Depuis 1972, les migrations printanières des batraciens traversant la route cantonale entre Yverdon et Yvonand ont été suivies régulièrement. Entre 1973 et 1975, des observations par marquage des animaux ont permis d'évaluer la taille de ces populations, de définir les zones de chasse et les sites de reproduction ainsi que de décrire le phénomène migratoire (réf.1 et 2).

Suite au constat d'une mortalité importante des amphibiens due à l'augmentation du trafic routier sur la route cantonale, des installations de protection des amphibiens ont été mises au point. Ce type d'installations est aujourd'hui utilisé en Europe et aux Etats-Unis (réf.3).

La construction d'installations de protection a été limitée aux trois couloirs d'échanges principaux des amphibiens répartis le long de la grève d'Yvonand, devant permettre de sauver les populations résiduelles existantes. La réalisation des ouvrages a été effectuée entre 1987 et 1991.

Le suivi du fonctionnement des installations a été effectué les années suivantes (réf.5). Il a été montré que la mortalité restait importante à proximité des ouvrages réalisés et que les principales zones d'échanges n'étaient que partiellement protégées (Rapport de gestion du GEG n° 39, réf. 5). Le prolongement des installations a été réalisé en automne 1998 dans le cadre des mesures de compensation de l'autoroute A1 (réf. 6). Ce complément devrait permettre de réduire de manière sensible la mortalité sur la route.

1.2 CARACTERISTIQUES DES POPULATIONS DE BATRACIENS

Les populations de batraciens entre Yverdon et Yvonand sont caractérisées par le fait qu'elles se composent d'espèces migratrices, le crapaud commun, la grenouille rousse, le triton palmé, le triton lobé et le triton alpestre. Ces espèces ont leur territoire de chasse dans les forêts parfois éloignées de plusieurs kilomètres de la rive. Il a été vérifié par marquage des animaux que les Crapauds communs et les Grenouilles rousses se reproduisant à Châble-Perron occupaient pendant la belle saison l'ensemble des forêts avoisinantes jusqu'à une dizaine de kilomètres des lieux de ponte (réf.2).

En automne déjà, puis au printemps, ces espèces effectuent une migration depuis les forêts de pente jusqu'aux étangs de la rive du lac qui sont leurs lieux de reproduction. Une fois la ponte terminée, ces espèces regagnent les forêts où elles vivent l'essentiel de l'année.

1.3 CARACTERISTIQUES DES INSTALLATIONS DE PROTECTION

Le principe de fonctionnement des installations de protection des amphibiens est rappelé brièvement ci-après: les ouvrages collecteurs sont des caniveaux en béton situés parallèlement à la route. Les batraciens en migration tombent dans ces caniveaux puis les parcourent jusqu'à des tuyaux de 40 cm de diamètre, situés tous les 100 m environ qui les obligent à traverser sous la route. Les caniveaux sont aménagés de part et d'autre de la route et reliés à un tuyau pour la migration aller, ainsi qu'à un autre tuyau pour la migration retour. Description complète des ouvrages, réf. 3 et 4.

Entre Yverdon-les-Bains et Yvonand, sur 6 km environ de route situés le long du lac, 3 tronçons de 600, 420 et 550 m ont été équipés de caniveaux collecteurs pour amphibiens protégeant au total 1,570 km de chaussée. Consulter le plan de situation (fig. 1). Ces ouvrages sont reliés à 16 traversées souterraines. La part réalisée en automne 1998 correspond à l'équipement de 440 m de chaussée et 2 nouvelles traversées (réf. 7 et 8). Les installations de protection sont localisées entre les km routiers 200 et 450.

1.4 EVOLUTION DU PEUPLEMENT AMPHIBIEN ENTRE 1972 ET 1998

L'évolution du peuplement amphibien de la zone considérée (réf. 1 et 5) a révélé une rapide baisse des effectifs, succédée par une phase de stabilisation, malgré la poursuite de l'augmentation du trafic routier. Selon ces sources, l'estimation totale des populations adultes migratrices de batraciens en 1972 était de l'ordre de 15'000 individus ; les estimations de 1983 de 5'000-6'000 individus, alors qu'en 1995 il ne reste au mieux que 4'000 individus, soit une réduction des populations en 20 ans de 2/3 environ provoquée essentiellement par l'augmentation du trafic automobile sur la RC 402. Ces données sont résumées dans la fig. 2.

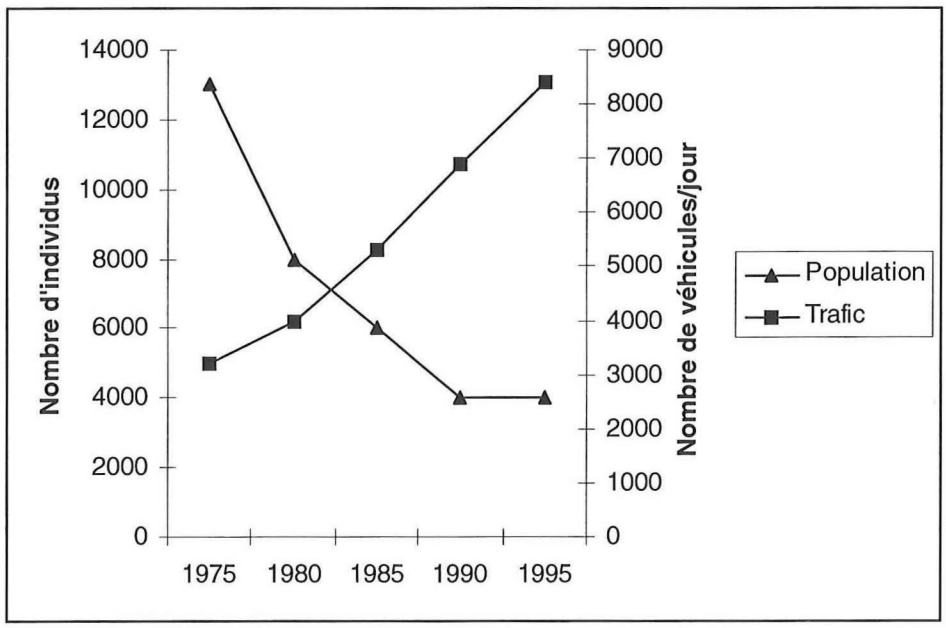


Figure 2: Evolution de la population migratrice d'amphibiens entre 1972 et 1995 (selon réf. 5)

2. METHODES DE TRAVAIL

2.1 METHODE DE PIEGEAGE, MATERIEL UTILISE

Par capture des amphibiens à la sortie des installations (côté lac), identification de l'espèce et du sexe, contrôle du nombre d'individus chaque matin lorsque les conditions météorologiques sont favorables (périodes humides). Après comptage, les amphibiens sont directement relâchés sur place, sans marquage des individus.

Les dispositifs de piégeage sont des nasses en treillis fin placées à la sortie des tuyaux sous la chaussée côté lac.

Il y a deux types de nasses: le premier est pourvu d'une chambre de capture et est utilisé depuis 1992, le second utilisé depuis 1997 en est dépourvu (illustration des systèmes de captures utilisés à l'annexe 1).

2.2 ECHANTILLONNAGE

En 1999, l'échantillonnage a porté sur 16 nasses (soit 4 ouvrages supplémentaires par rapport aux suivis saisonniers précédants), en équipant l'ensemble des ouvrages aménagés. Les résultats sont stockés dans une base de données Excell.

2.3 PERIODE DE CONTROLE

Elle correspond à la période de la migration prénuptiale. Il faut distinguer 2 phases de contrôle: le suivi de la migration vers les sites de reproduction, correspondant à la recherche sur le terrain des premiers indices de déplacement des amphibiens (dès la fonte de la neige et lorsque les températures nocturnes dépassent 0°C): début le 1er février. La période de contrôle proprement dite correspond à l'équipement des installations de protection par les dispositifs de capture. Pendant la période favorable à la migration printanière, comprise cette année entre le 20 février et le 5 avril, les nasses ont été contrôlées 20 fois, lorsque l'hygrométrie et la température étaient favorables au déplacement des animaux. Les nasses ont été enlevées le 5 avril.

2.4 EVALUATION DE L'EFFICACITE DES INSTALLATIONS

Au cours des soirées de fortes migrations, les secteurs routiers protégés par les installations (secteurs pairs) ainsi que les secteurs voisins non protégés (secteurs impairs), contrôlés comme témoins, ont été parcourus afin d'évaluer le nombre d'amphibiens ayant péri sur la chaussée. Les secteurs situés dans le prolongement de la zone protégée (1 et 7) ont une longueur de 50 m. Consulter le plan de situation des installations, fig. 2.

La mortalité sur la route a été suivie lors de deux soirées pluvieuses (nuit du 1er au 2 mars et nuit du 21 au 22 mars). Ces résultats ont été comparés au nombre de captures effectuées à la sortie des installations pendant la même période.

Tab. 1 et 2

								Passages transversaux									
Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Totaux
Rana temporaria M	4		6		15	11	3	13	29	23	33	8	6	28	21	3	203
Rana temporaria F	3	2	4	2	12	6	3	9	18	18	30	10	4	22	23	3	169
Bufo bufo M	15	3	41	20	128	62	2	2	23	13	21	5	3	5	29	11	383
Bufo bufo F	4	1	23	11	73	33			12	5	6	2	1	5	11	7	194
Triturus helveticus M									1		2						3
Triturus helveticus F							1		6	2	5	1	1		2		18
Triturus alpestris M											1			1			2
Triturus alpestris F														1			1
Totaux	26	6	74	33	228	112	9	24	89	61	98	26	15	62	86	24	973

Tableau 1 : Récapitulatif des captures effectuées en 1999 sur 16 passages contrôlés

Espèces	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Grenouille rousse	605	583	648	492	2984	1075	876	372
Crapaud commun	323	285	282	338	1107	480	519	577
Triton palmé	54	62	41	30	31	15	27	21
Triton alpestre	7	2	2	2	2	2	2	3
Triton lobé	6	12	7	6	5	0	1	0
Petite grenouille verte	3	6	0	0	0	4	2	0
Total espèces	998	950	980	868	4129	1576	1427	973

Tableau 2 : Animaux capturés pendant les migrations prénuptiales entre 1992 et 1999

2.5 ETAT DES INSTALLATIONS

Le fonctionnement des installations a été contrôlé avant le début (21 février), pendant (contrôle hebdomadaire) et à la fin (le 7 juin) de la période de migration par vérification de l'état d'entretien des caniveaux et des chambres d'accès et par l'inventaire de l'état de l'ouvrage.

3. RESULTATS

3.1 AMPHIBIENS CAPTURES

L'effectif total des amphibiens capturés en 6 semaines est de 973 individus réparti en 4 espèces différentes : le crapaud commun, la grenouille rousse, le triton palmé et le triton alpestre. Les espèces sont citées dans l'ordre décroissant de leur abondance, les 2 premières citées étant très nettement les plus fréquentes (98% de l'effectif total). Les résultats sont présentés au tableau 1.

3.2 DEROULEMENT DE LA MIGRATION

La migration a débuté la nuit du 21 au 22 février et le maximum des passages a eu lieu le 1er et le 30 mars. Le maximum du passages de la grenouille rousse et du triton palmé ont eu lieu dès fin février jusqu'au 10 mars. Cette espèce précède le crapaud commun dont les échanges se déroulent en nombre entre le 11 mars et le 30 mars.

3.3 REPARTITION DES AMPHIBIENS DANS LES INSTALLATIONS

L'ensemble des 16 passages transversaux construits ont été empruntés par les amphibiens en déplacement vers les rives du lac. Trois passages (les ouvrages 5, 6 et 11) ont subi une fréquentation importante, soit 45 % de l'effectif total (respectivement 23%, 12% et 10%, moyenne 6% pour l'ensemble des passages). Les tritons se sont concentrés sur les ouvrages 9 à 15 (exception: 1 individu pour l'ouvrage 7). Consulter le tableau 1.

3.4 CONTROLE DE LA MORTALITE SUR LA ROUTE

Pour les 2 nuits de mars durant lesquelles un nombre important d'amphibiens ont été capturés (N=128, soit 13% de l'effectif total), 60 animaux péris ont été comptés sur la chaussée dans les 4 secteurs entourant les installations.

Secteur	1	2	3	4	5	6	7	Total
Animaux tués sur la route	0	1	20	5	27	5	2	60
Captures dans les nasses	-	50	-	32	-	46	-	128

Tab.3: Comparaison par secteur du nombre d'amphibiens péris sur la chaussée avec l'effectif des animaux capturés dans les nasses

Secteurs non équipés: 1, 3, 5 et 7, secteurs protégés: 2, 4, et 6

3.5 ETAT DES INSTALLATIONS

3.5.1 CONTROLE TECHNIQUE

Le contrôle de l'état des installations a révélé que de nombreux profilés en béton étaient fendus ou cassés, et que plusieurs dalles de couverture de chambres d'entrées manquaient ou étaient cassées. L'essentiel des éléments dégradés est situé au secteur 2. Le décompte exact des éléments à réparer a été effectué par le voyer du 6ème arrondissement, Monsieur Thoeni, avant la période de migration printanière. Les installations ont malgré tout été considérées comme fonctionnelles pour la saison de migration.

Les secteurs de route (440 m au total) équipés de nouvelles installations (caniveaux neufs et 2 traversées) sont complètes et en parfait état, sous réserve des finitions programmées dans le courant du printemps.

3.5.2 ENTRETIEN

L'entretien est effectué périodiquement par le Service de la voirie des routes cantonales; pas de problèmes à signaler concernant l'efficacité des installations. La présence d'eau a été toutefois observée régulièrement dans certains ouvrages transversaux (passages 2 à 9 et 16) et localement dans les caniveaux «côté Alpes»; cette inondation partielle des ouvrages n'a pas empêché le franchissement des installations par les amphibiens.

4. INTERPRETATION DES RESULTATS

4.1 PEUPLEMENT AMPHIBIEN

4.1.1 NOMBRE DE CAPTURES ET DIVERSITE

L'évaluation de l'effectif total des amphibiens de la zone de rive située entre Yverdon et Yvonand ne peut être déterminée avec précision dans le cadre de cette étude. Toutefois la comparaison du nombre de captures dans les installations avec les résultats de 1992 à 1998 (réf. 5) permet de se faire une bonne idée de l'évolution des populations en tenant compte des hypothèses suivantes :

- les méthodes de sondage ont une efficacité constante,
- le flux migratoire à l'extérieur du tronçon routier étudié est resté faible (réf. 1 et 9),
- le taux de migration d'automne est faible pour la grenouille rousse et négligeable pour les autres espèces (réf. 1),
- le tronçon de route étudié n'a pratiquement pas changé. Les 4 ouvrages supplémentaires contrôlés en 1999 ont représenté 12 % des captures.

En 1999, le total des captures est de 973, soit un effectif total sensiblement identique à ceux des saisons 1992 à 1995. On constate que les résultats de la saison 1996 sont restés exceptionnels, faisant sans doute suite à des conditions de reproduction particulièrement favorables.

4.1.2 REPARTITION PAR ESPECES

Grenouille rousse

Capture de seulement 372 individus (203 ♂ et 169 ♀) cette année, contre 876 captures en 1998 et 1075 en 1997. On retombe au niveau de 1995 où il y a eu 492 captures. L'augmentation spectaculaire de 1996 ne s'est pas reproduite. On peut en déduire que l'espèce est sujette à de fortes fluctuations ou qu'une part variable de la population migre l'automne déjà. Jusqu'en 1998, c'était l'espèce la plus fréquemment capturée, elle est dépassée en 1999 par le crapaud commun.

Crapaud commun

Avec 577 amphibiens récoltés (383 ♂ et 194 ♀), le nombre de captures a faiblement augmenté cette saison, confirmant la tendance de ces dernières années, si l'on excepte le pic exceptionnel de 1996. La population n'est pas menacée et utilise sans problèmes les installations.

Triton palmé

Avec 21 captures (21 ♀ et 3 ♂), le nombre de passages, quoique régulier, reste très faible et inférieur à celui des années 1992-1994. Force est de constater qu'il n'y a aucune amélioration pour le groupe de tritons ces dernières années. Sans doute, la difficulté de franchir les deux obstacles successifs, à savoir la voie CFF puis la route, réduit le nombre des échanges vers le lac. Il a été constaté que les tritons (les 3 espèces) n'empruntaient qu'une partie des installations (passages 9 à 15). Cette utilisation confirme les observations faites les 3 années précédentes.

Triton lobé

Aucune capture cette année. L'espèce est toujours faiblement représentée, la population est peu importante entre Yverdon et Yvonand (réf. 10).

Triton alpestre

Seulement 3 captures, soit 2 ♂ et 1 ♀, cet effectif étant sans changement ces 8 dernières années. Une partie de la population utilise les étangs situés en amont de la route comme lieu de reproduction.

Petite Grenouille verte

Aucune capture cette année. Seule une toute petite partie de la population est migratrice, car l'espèce est probablement abondante dans les étangs des rives lacustres (réf. 1).

4.1.3 DEROULEMENT DE LA MIGRATION PRENUPTIALE

Une comparaison des migrations vers les sites de reproduction de 1992 à 1999 est présentée à la figure 3. Les principales caractéristiques pour 1999 sont un début tardif des déplacements, puis un flux relativement régulier des échanges sur une période de 6 semaines. Ce déroulement peut être corrélé avec les conditions météorologiques: fonte d'une couche importante de neige et relèvement des températures nocturnes assez tardives, suivie d'une période de précipitations régulières sous forme d'averses peu importantes.

Fig 3. Déroulement des migrations printanières

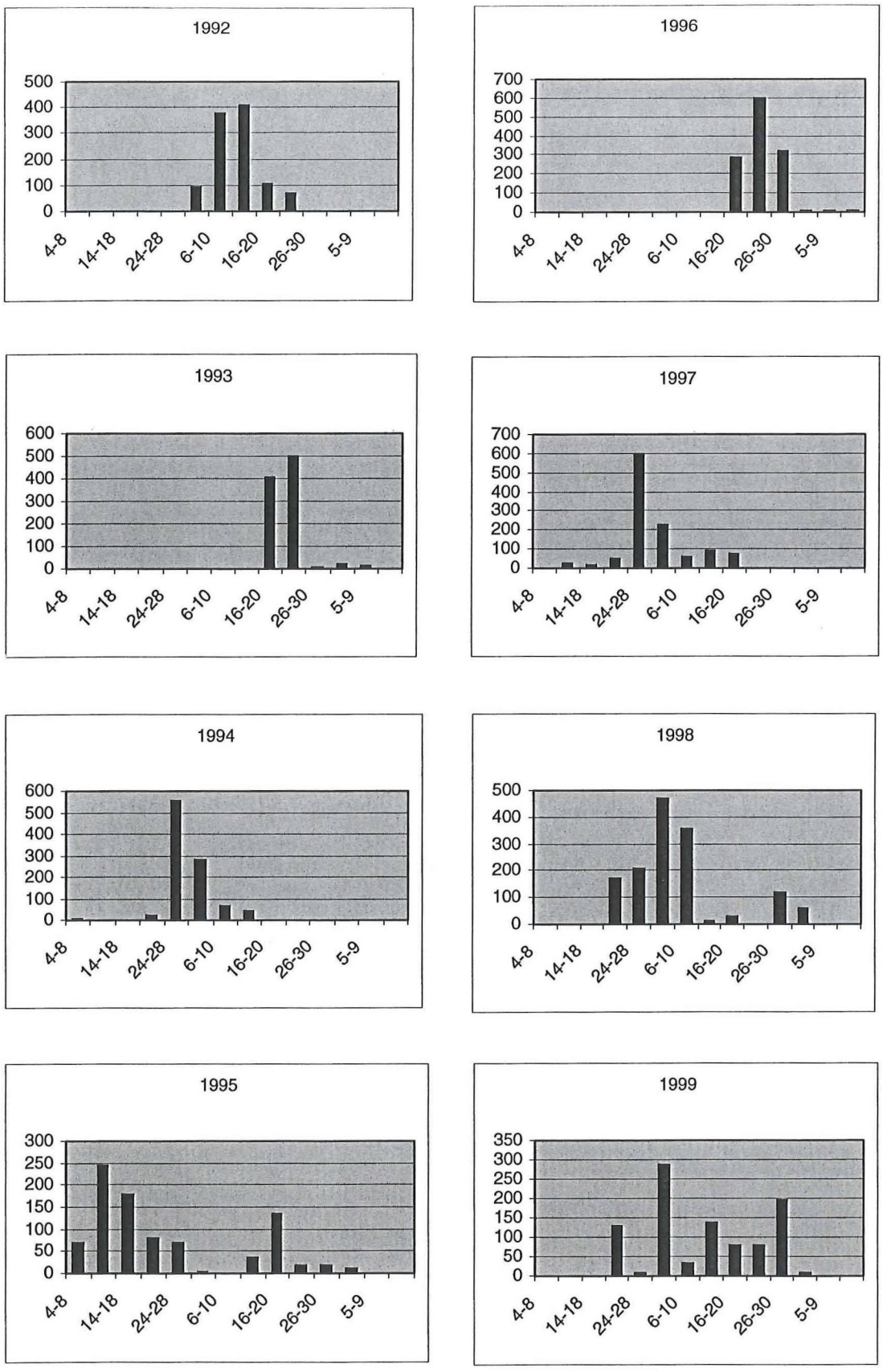


Figure 3 : Déroulement des migrations printanières.

Comparaison des résultats de la saison 1999 avec les années 1992-1998. Y = nombre de captures, X = dates des relevés: périodes de 5 jours, de février à mi-avril. Effectifs saisonniers, voir tab. 2

Note: les nombres de captures ont été limités arbitrairement à 600. Maximas 1996: 3507, 1997: 1030

4.2 EFFICACITE DES INSTALLATIONS

4.2.1 REPARTITION DES AMPHIBIENS DANS LES INSTALLATIONS

Les passages 3, 5, 6, 9, 10, 11 et 15 ont été empruntés préférentiellement par les amphibiens en 1999 (tab.1). L'analyse de la fréquentation des installations les 3 précédantes saisons montre une fidélité à l'utilisation des mêmes passages 5, 9 10 et 11 en particulier. Tous les passages ont cependant été utilisés et la répartition des ouvrages très fréquentés s'est élargie. Les 2 nouveaux passages ont récolté 50 individus, soit 5% de l'effectif total des captures.

4.2.2 CONTROLE DE LA MORTALITE SUR LA ROUTE

On constate qu'au droit des installations (secteurs 2, 4 et 6), le nombre d'animaux écrasés sur la chaussée est faible (de l'ordre de 10% comparé aux amphibiens capturés).

L'effectif des amphibiens péris sur les secteurs non protégés (secteurs 3 et 5) reste toutefois assez élevé. Le nombre d'animaux comptés sur les secteurs 1 et 7 non protégés est faible. Ces secteurs peuvent être considérés comme situés en dehors ou en limite de la zone d'échanges. Ce fait est corrélé par la faible fréquentation des ouvrages 1 et 16 voisins de ces secteurs.

5. BILAN ET PERSPECTIVES

5.1 COMPLEMENTS AUX INSTALLATIONS LE LONG DE LA RC 402

Les installations complémentaires réalisées cette année ont participé à réduire les pertes sur la route, les nouvelles traversées ayant été bien fréquentées par les animaux. Celle-ci demeure encore importante au niveau des secteurs 3 et 5 qui sont non protégés.

5.2 ETAT DES INSTALLATIONS

Les installations sont fonctionnelles et n'ont pas présenté d'obstacles aux échanges des animaux pendant la période de suivi, grâce en particulier à l'entretien périodique effectué par la voirie. De nombreux éléments de caniveaux cassés devront être réparés en cours d'année. La cause principale de cette dégradation des installations est liée aux chocs avec des véhicules et semble-t-il aux vibrations dues au trafic poids lourds important. L'utilisation de profilés plus solides (pour les nouvelles installations), la réduction du trafic poids lourds avec l'ouverture prochaine de l'autoroute A1, ainsi que le complément de signalisation aux extrémités des caniveaux par des piquets devraient permettre de réduire à moyen terme l'importance des travaux de réparation.

5.3 EFFICACITE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION

L'efficacité des installations a été confirmée cette année par les constats du faible nombre d'animaux tués sur la chaussée au droit des secteurs protégés, ainsi que par les effectifs des amphibiens capturés à la sortie des installations. Les principales sources de mortalité résiduelle constatées dans les secteurs équipés concernent les interruptions des caniveaux au droit des ouvrages hydrauliques et des débouchés des chemins d'accès.

Ce résultat favorable reste toutefois dépendant d'un suivi technique régulier des installations (entretien et remplacement des éléments défectueux).

Dans le cadre de l'entretien habituel effectué par le service de voirie (voir la fiche en annexe), les actions suivantes sont prioritaires:

- vider l'eau du caniveau «Alpes»: nettoyage et curage des échappatoires pour laisser l'eau s'écouler en direction des fossés collecteurs; entretien et reprofilage des fossés
- curer et dégager (sédiments) les entrées des passages transversaux pour améliorer l'écoulement de l'eau
- réparer ou remplacer les éléments de caniveaux détériorés (selon liste établie par le voyer)
- achever les finitions prévues au printemps 1999 pour les nouvelles installations (selon PV de réception des travaux du 7.12.98)

Du point de vue de la sauvegarde des espèces dans le secteur de rive entre Yverdon et Yvonand, l'efficacité des installations à plus long terme dépend de plusieurs facteurs :

- la répartition des couloirs d'échanges traversant la RC; si ces derniers ont subi peu de modifications ces dernière années, des aménagements le long des rives (concernant les lieux de reproduction) ou dans le milieu forestier en amont de la route peuvent amener les animaux à modifier leur axe de déplacement
- l'obstacle existant créé par la voie ferrée et un système d'entretien inapproprié (bourrage du ballast) ont été identifiés comme une cause de mortalité importante et surtout comme un ralentissement non négligeable du déroulement des migrations (réf. 5). Les tritons sont plus particulièrement concernés par cet obstacle.

Les actions suivantes peuvent être proposées pour le renforcement de l'efficacité des installations de protection existantes:

- compléter les installations de protection dans les secteurs intermédiaires 3 et 5 de manière à relier les 3 tronçons de caniveaux existants. Ces 2 secteurs correspondent aux derniers tronçons routiers non protégés à être franchis en nombre important par les amphibiens
- de traiter les points de faiblesse du dispositif existant (interruption du caniveau collecteur) au franchissement d'un chemin d'accès à la RC (km 441) et du ruisseau de Champ-Perron (km 418, côté «Alpes»)
- de régler le problème des grilles qui équipent 5 dessertes (km 243, côté «Alpes», km 348 et 416 côté «Jura» et km 425 des 2 côtés) dans les secteurs protégés et qui sont trop facilement franchies par les amphibiens; il serait recommandé de les enlever pendant la période de migration ou de les remplacer par des dispositifs à mailles plus larges (à tester)

Concernant la voie CFF, les solutions envisageables ont été présentées dans le rapport de suivi des installations de protection de 1994 (réf. 5) . A savoir:

- le réglage du bourrage du ballast laissant un espace suffisant entre le rail et le remblai
- la pose de butoirs métalliques fixés à la base du rail obligeant les animaux à descendre
- la construction d'installations de traversée analogues à celles construites sous la route cantonale

5.4 CONCLUSION

L'importance de la migration prénuptiale d'amphibiens en 1999 a été comparable aux années 1992 à 1995. L'augmentation spectaculaire des effectifs en 1996 ne s'est pas reproduite, malgré des conditions climatiques favorables pendant la période de migration. Si le peuplement amphibien reste stable, il peut être considéré comme faible en comparaison des populations observées sur les autres régions de la rive sud du lac de Neuchâtel (réf 10, 11 et 12), et si l'on tient compte aussi de la forte diminution observée durant les années précédant la construction des installations de protection. Le suivi saisonnier a permis de constater le fonctionnement correct des nouvelles installations qui ont été empruntées par les animaux, participant ainsi à la réduction des pertes liées au trafic.

La fréquentation des ouvrages de protection de la RC reste toujours faible pour les tritons avec seulement une vingtaine d'individus capturés. La conjonction des deux obstacles successifs (voie CFF et route) ne permet sans doute pas à une majorité de tritons de les traverser pour aller frayer dans la roselière lacustre et tend ainsi à isoler les peuplements résiduels.

Bureau ECONAT, Yverdon-les-Bain, Bernard Kreis et Vincent Antoniazza, le14 juin 1999

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1.	ANTONIAZZA V. 1984	Evolution du peuplement des batraciens entre Yverdon et Yvonand. Comparaison des effectifs migrateurs 1972 et 1983. Plan de protection des rives du lac de Neuchâtel. Etude n° 20. Pro Natura Helvetica
2.	BERTHOUD G. 1973	Recherches sur la biologie des batraciens et applications à leur protection le long des routes. Travail de licence. Université de Neuchâtel.
3.	BERTHOUD G, MULLER S. 1986	Protection des batraciens le long des routes. Rapport final. Commission des recherches en matière de construction des routes. Mandat de recherche N° 26/74.
4.	BERTHOUD G, MULLER S. 1997	Sécurité faune-trafics. Manuel pratique à l'usage des ingénieurs civils. LAVOC - EPF-Lausanne.
5.	ECONAT, 1992 - 1998	Estimation des populations d'amphibiens utilisant les passages aménagés sous la route Yverdon-Yvonand. Rapports de gestion n° 25, 27, 30, 32, 39, 48, 52. GEG (Groupe d'étude et de gestion de la Grande Cariçaie), Cheseaux-Noréaz
6.	URBAPLAN, 1991	Rapport d'impact de l'autoroute A1, tronçon Yverdon-Arrissoules. SRA, Lausanne
7.	ECONAT SA, 1996	Complément aux installations de protection des batraciens de la RC 402c entre Yverdon-les-Bains et Yvonand. Projet d'aménagement. SRA, Lausanne.
8.	DIVISION DES ROUTES NATIONALES, 1998	Dossier d'exécution des installations de protection des batraciens de la RC 402 – Yverdon – Yvonand. Lot 1767.3
9.	TOURRETTE M., 1996	Etude sur les cadavres de batraciens relevés sur la RC 402 lors de la migration prénuptiale de 1996
10.	ANTONIAZZA M., et coll., 1999	Journal des grèves n° 33 et 42. Bulletin d'information sur la gestion de la Grande Cariçaie. GEG, Cheseaux-Noréaz
11.	TOURRETTE M., 1996	Inventaire des amphibiens de la rive sud du lac de Neuchâtel. Rapport de gestion 42. GEG, Cheseaux-Noréaz
12.	CATENAZZI A., 1998	Inventaire des amphibiens de la rive sud du lac de Neuchâtel. Rapport de gestion 50. GEG, Cheseaux-Noréaz

7. ANNEXES

Figures et documents insérés dans le texte du rapport :

- Plan de situation des installations de protection des amphibiens de la RC 402. (dans le texte)
- Evolution des populations comparée au trafic routier. (dans le texte)
- Tableaux des résultats des captures. Amphibiens capturés dans les nasses (dans le texte)
- Déroulement des migrations printanières. Diagrammes saisonniers 1992-1999. (dans le texte)

Documents en annexe :

- Fiche d'entretien des installations de protection des amphibiens
- Illustration des systèmes de captures utilisés pour le dénombrement des amphibiens
- Dénombrement des amphibiens dans les ouvrages transversaux. Tableaux des résultats

ENTRETIEN DES INSTALLATIONS

CALENDRIER:

- les interventions sont organisées de manière à rendre les installations fonctionnelles pour le début de la période de migration des batraciens : le **1er février** (1)

ORGANISATION:

- l'entretien des installations peut être coordonné avec les interventions périodiques de la voirie sur les bas côtés de la chaussée
- le suivi scientifique des installations est placé sous la responsabilité du SFFN (Conservation de la faune). Le contrôle initial du bon fonctionnement des installations après construction est effectué sous la direction du SRA.

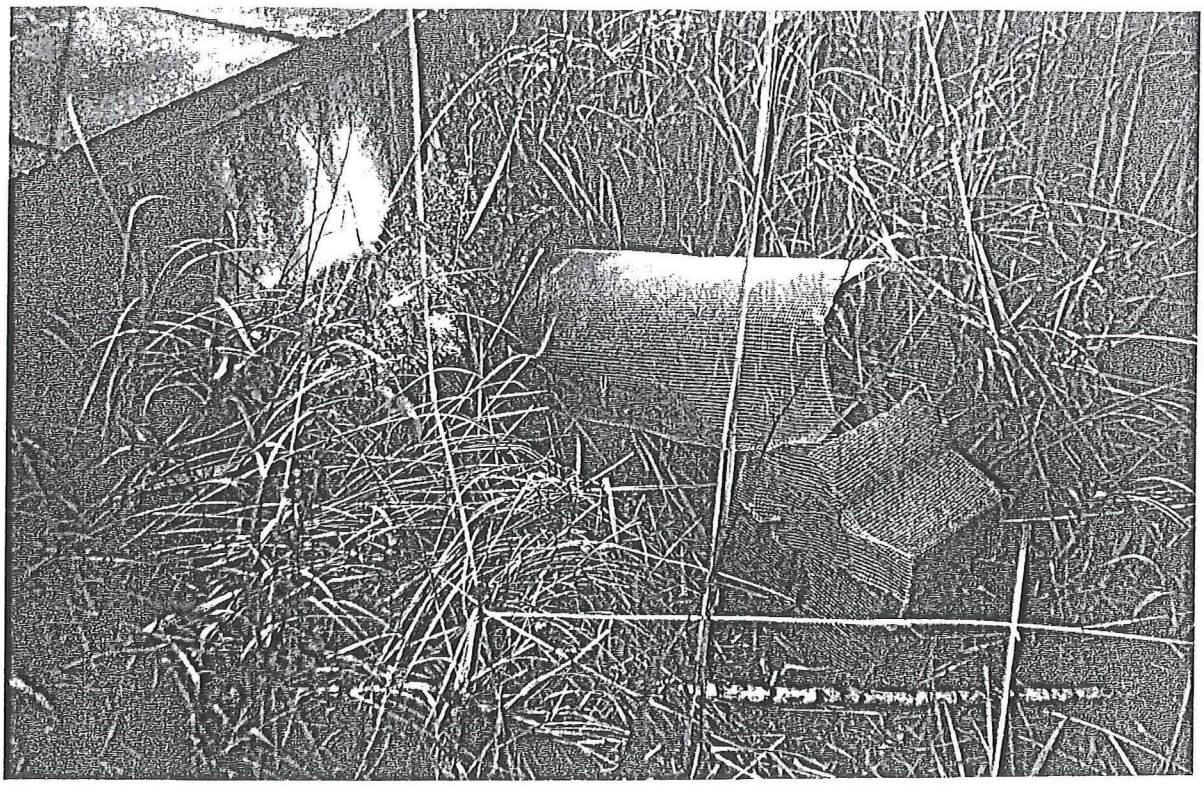
ENTRETIEN PÉRIODIQUE:

Intervention	Fréquence
1. Fauchage de la végétation des accotements (2)	plusieurs fois par an
- l'arrachage de la végétation encombrant les caniveaux	1 fois par an
- l'élimination des racines qui envahissent les caniveaux	
- le nettoyage des caniveaux après fauchage (3)	au moins 1 fois par an (4)
2. Contrôle du fonctionnement des installations	1 fois par an (5)
- évacuation de l'eau dans les tuyaux transversaux (6)	
- nivellement du terrain à l'extérieur des caniveaux (7)	
- raccordements et extrémités des caniveaux (8)	
3. Contrôle de l'état des installations: réfections	selon inventaire annuel
- espacement entre éléments béton des caniveaux (9)	
- remplacement des éléments cassés ou détériorés	
- remplacement de la signalisation marquant l'extrémité des caniveaux (10)	

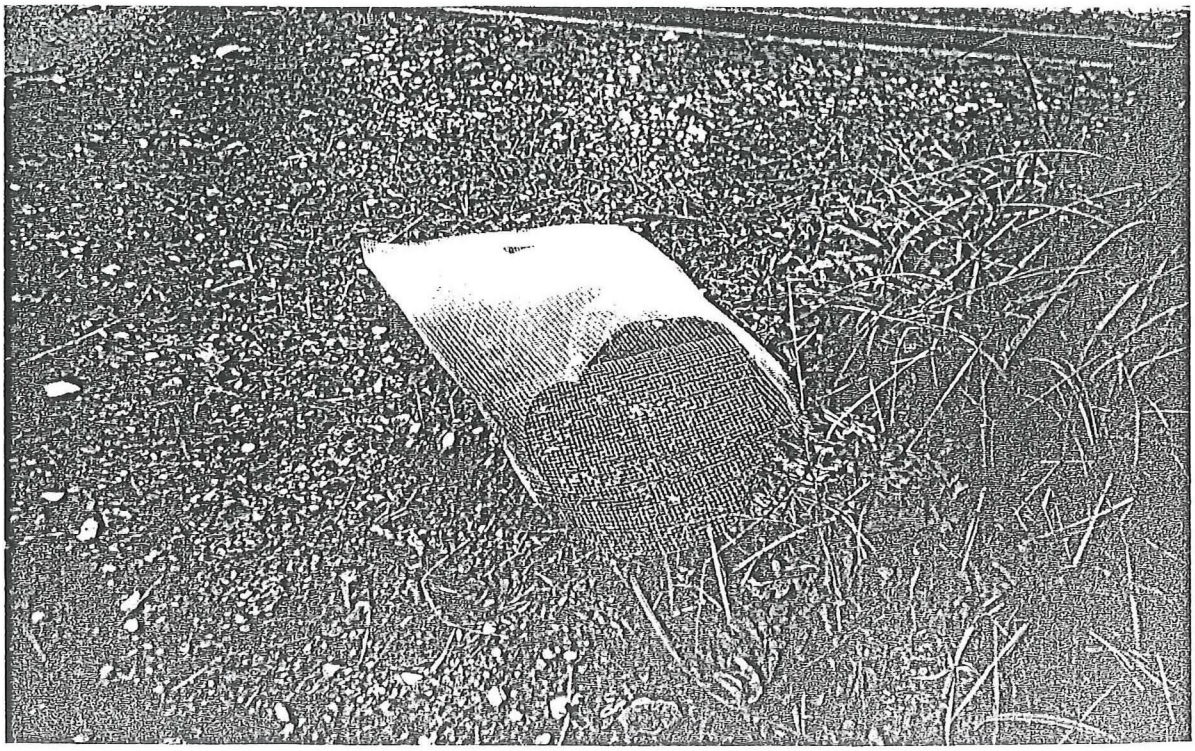
Notes

1. La majorité des échanges de batraciens ont lieu en 2 périodes, entre février et mi-avril et entre septembre et début novembre.
2. Des accotements de la route et de la piste cyclable; la bande fauchée dépasse de 1 m le caniveau. Un fauchage fréquent n'est pas nécessaire.
3. Végétaux, branchages, pierres, etc.
4. L'entretien des caniveaux est effectué lors des fauchages
5. Avant la période de migration: en automne après la chute des feuilles ou en hiver
6. Nettoyage de la chambre d'entrée, ôter les bouchons de terre à la sortie du tuyau, curage du tuyau.
7. Le terrain doit être au niveau du bord du caniveau (écart inférieur à 5 cm)
8. Contrôle des ouvertures non protégées (permettant l'accès des animaux vers la chaussée); aux endroits des chemins d'accès (forêt et roselière) et ruisseaux
9. Réfection des joints si l'écartement est supérieur à 1-2 cm
10. Marques et poteaux (amovibles) situés aux extrémités des installations (et en particulier au bord des chemins d'accès)

Type A: Piège avec chambre de capture



Type B: Piège nasse



DÉNOMBREMENT DES AMPHIBIENS DANS LES OUVRAGES TRANSVERSAUX

Ouvrage 1

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
22.2	1											1
3.3			1									1
4			1									1
6		1										1
7		1										1
11		1	3	1								5
12			1									1
13	1											1
15			1	1								2
16			1									1
17			1									1
22			1	1								2
23			1	1								2
27			2									2
28	2		1									3
29			1									1
Totaux:	**4**	**3**	**15**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**26**

Ouvrage 2

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
4.3			1									1
5		2	1									3
23			1	1								2
Totaux:	**0**	**2**	**3**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**

Ouvrage 3

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
22.2			1									1
3.3		1		1								2
4			9	1								10
5	5	3	5	2								15
9	1											1
11			1									1
15			1									1
16			6	2								8
17			2	2								4
22			2	1								3
27			6	6								12
28			7	8								15
29			1									1
Totaux:	**6**	**4**	**41**	**23**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**74**

Ouvrage 4

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
1.3			1									1
4			2									2
5		1	2	1								4
6			1	1								2
12		1	1	1								3
16			3	1								4
22			1	1								2
23			1	1								2
24			2	1								3
27			3	2								5
28			1	1								2
29			2	1								3
Totaux:	**0**	**2**	**20**	**11**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**33**

Ouvrage 5

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
22.2	4		6									10
1.3			1									1
3	5	4	10									19
4	2	2	16	4								24
5	3	4	5	1								13
6			2	2								4
7	1		3									4
11			8	3								11
12			3	1								4
13			1	1								2
15			6	4								10
16			5	5								10
17			1	1								2
19				2								2
22		2	10	3								15
24			2	2								4
27			14	15								29
28			27	22								49
29			7	6								13
30			1	1								2
Totaux:	**15**	**12**	**128**	**73**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**228**

Ouvrage 6

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.I.	Nb. captures
22.2	2	1	3									6
3.3	1											1
4	4		7	1								12
5	2	4	3	1								10
6			1	1								2
9	1	1										2
11			7	3								10
12	1		3	2								6
15			6	3								9
16			5	2								7
17			3	1								4
21			1									1
22			3	2								5
23			2	2								4
24			1									1
27			8	9								17
28			5	4								9
30			1									1
31			2	2								4
4.4			1									1
Totaux:	**11**	**6**	**62**	**33**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**112**

Ouvrage 7

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.I.	Nb. captures
20.2			1									1
21	1	1										2
1.3	1											1
3			1									1
4	1	1				1						3
6		1										1
Totaux:	**3**	**3**	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9**

Ouvrage 8

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.I.	Nb. captures
20.2	1	1										2
21	4	2										6
22	1	1										2
4.3	4	3	1									8
5	2	1	1									4
9		1										1
19	1											1
Totaux:	**13**	**9**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**24**

Ouvrage 9

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
20.2	3											3
22	5	4			1							10
28						1						1
1.3						1						1
3	4	3	2			2						11
4	4	3	2	2								11
5	4	1	1									6
6	2	1										3
11	2	2	4	1		1						10
12			1			1						2
15			2	1								3
16		1	7	3								11
19			1	1								2
22	2											2
24	2	1										3
27			2	4								6
28	1	2	1									4
Totaux:	**29**	**18**	**23**	**12**	**1**	**6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**89**

Ouvrage 10

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
20.2	1	1										2
21	1	1										2
22	8	4										12
3.3	1		1									2
4	6	5	1									12
5	4	4	3	1		1						13
6						1						1
9		1										1
11		1	2									3
13		1	1	1								3
15			1	1								2
16	1		1	1								3
17	1											1
27			3									3
2.4				1								1
Totaux:	**23**	**18**	**13**	**5**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**61**

Ouvrage 11

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
20.2	5	2	1									8
21	8	3										11
22	6	4			2	1						13
28			1			1						2
1.3	1	1										2
3	4	7	2			1						14
4	8	7	5						1			21
5	1	3	3	1								8
6			1	1								2
11		1	2			1						4
12			1									1
13		1										1
16		1	1	1								3
17			1	1								2
19			1	1								2
27			1									1
28			1	1		1						3
Totaux:	**33**	**30**	**21**	**6**	**2**	**5**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**98**

Ouvrage 12

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
21.2	3		1									4
22	1	1										2
28			1									1
1.3						1						1
5	3	4										7
7	1	1										2
11		1										1
12		1										1
22			2	2								4
27			1									1
2.4		2										2
Totaux:	**8**	**10**	**5**	**2**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**26**

Ouvrage 13

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
21.2	1											1
25	1	1										2
28	1	1										2
3.3	1											1
4	2	2	1									5
12			1									1
15						1						1
27			1	1								2
Totaux:	**6**	**4**	**3**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**15**

Ouvrage 14

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
21.3		4										4
22	3	2	1									6
28	1									1		2
3	10	6										16
4	4	1										5
5	3	3										6
6	1	1										2
7	1											1
12	1	1										2
13	1	3										4
15	1	1		1					1			4
16			2	2								4
22	1			1								2
27			1	1								2
28	1											1
2.4			1									1
Totaux:	**28**	**22**	**5**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**62**

Ouvrage 15

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
21.2	5	5	1	1								12
22	5	5										10
3.3	4					1						5
4	4	5	2									11
5		2										2
9		1				1						2
11	3	3	5	2								13
12		1	2									3
13			4	1								5
15			3									3
16			2	1								3
22		1	8	5								14
24			1	1								2
28			1									1
Totaux:	**21**	**23**	**29**	**11**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**86**

Ouvrage 16

Date	R.t. M	R.t. F	B.b. M	B.b. F	T.h. M	T.h. F	T.v.M	T.v. F	T.a. M	T.a.F	R.l.	Nb. captures
15.3		1	2									3
16			2	1								3
19	1	2										3
22	1		2	2								5
24	1		1	1								3
27			4	3								7
Totaux:	**3**	**3**	**11**	**7**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**24**

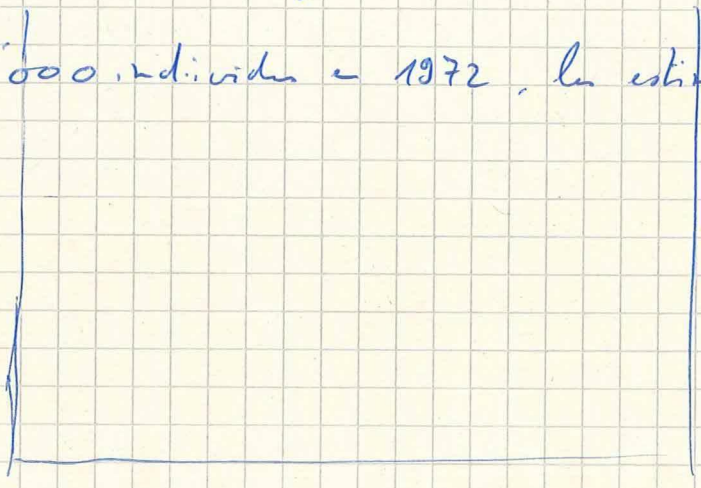
Crapaudues C/Vonand - C/Verdon

longueurs: 1,570km / 6km

3 tronçons de 600, 420, 550 m

en 1998 440 m supplémentaires

Construction des cannivaux: 1987 - 1991 - 1998

Evolution du trafic/ population d'amphibiens

15'000 individus en 1972, les estimations de 1983