# Suivi des chanteurs de rainette (*Hyla* arborea L., 1758) entre Estavayer-le-Lac et le canal de la Broye

# Éléments à intégrer dans le rapport de synthèse 1995-2001



GEG Grande Cariçaie Champ-Pittet 1400 Cheseaux-Noréaz Jérôme Pellet septembre 2001

# Table des matières

1. Introduction	3
1.1 Biologie de la rainette verte	3
1.2 Répartition suisse et situation de la Rive Sud	6
2. Méthodes	8
2.1 Comptages des mâles chanteurs	8
2.2 Effort d'échantillonnage	9
2.3 Cartographie	9
2.4 Barrières d'interception	9
2.5 Evaluation du succès de reproduction	10
2.6 Méthodes alternatives d'étude des populations	10
3. Résultats	11
3.1 Comptages de chanteurs en 2001	11
3.2 Evolution 1995-2001	12
3.3 Météorologie	14
3.4 Localisation des chanteurs	16
3.5 Occupation des sites aménagés	18
3.6 Statut de la population de la Rive Sud en Suisse	18
4. Discussion	20
4.1 Méthodes de comptages	20
4.2 Estimations des populations	20
4.3 Effort d'échantillonnage et méthode de comptage	21
4.4 Validité des résultats	22
4.5 Comptages 2001	22
4.6 Evolution comparée 1995-2001	22
5. Conclusions et recommandations	24
5.1 Evolution de la population de la Rive Sud	24
5.2 Recommandations pour le suivi	24
6. Bibliographie	25
6.1 Littérature citée	25
6.2 Littérature générale	27
7. Annexe	28
7.1 Fiche de terrain pour l'écoute des rainettes	28

## 1. Introduction

#### 1.1 Biologie de la rainette verte

#### Généralités et protection

Emblématique de la protection des amphibiens, la rainette reste actuellement une des espèces de batracien la plus menacée de Suisse. Avec un degré 2 de menace sur la Liste Rouge (DUELLI, 1994), *Hyla arborea* Linné, 1758 est une espèce pionnière dite "parapluie" puisque la conservation de son habitat entraîne le maintien d'un cortège faunistique et floristique particulièrement rare. Espèce caractéristique des zones alluviales à forte dynamique, la rainette s'est retranchée ces dernières décennies dans des habitats à physionomie similaire tels que les gravières ou glaisières. Occupant également des zones marécageuses à végétation dense, la rainette a trouvé sur la Rive Sud du lac de Neuchâtel et aux Grangettes de Noville des habitats idéaux. En forte régression en raison de la disparition de ses sites de reproduction et habitats terrestres, la rainette occupe actuellement quatre secteurs en Suisse Romande dont la Rive Sud.

Espèce d'origine tropicale (Fam. Hylidés), la rainette est particulièrement sensible aux conditions météorologiques durant la période de reproduction. Le développement pré- et post-métamorphique est fortement conditionné par la chime-physique des plans d'eau de reproduction. La survie adulte est dépendante entre autres choses de l'offre en habitats terrestres. L'abaissement du niveau des nappes, l'assèchement des plans d'eau, la disparition des structures buissonnantes et arbustives sont autant de facteurs de déclin pour cette espèce. La fragmentation de l'habitat et l'isolement de populations concourt d'autre part au déclin observé depuis plusieurs décennies.

La protection de cette espèce reste un objectif prioritaire dans la conservation des espèces d'amphibiens suisses et au delà sur toute son aire de répartition. Le Conseil de l'Europe recommandant même que la Suisse assure "la protection, la gestion de tous les sites de reproduction de la rainette et [...] mette en œuvre un programme visant [...] à améliorer les échanges entre étangs".

#### Période de reproduction

Étalée de mars à juillet, la période de reproduction de la rainette verte est caractérisée par la formation de chœurs de mâles chantant dans le but d'attirer les femelles reproductrices. Placés sur les berges des plans d'eau (gouilles du site néolithique de Gletterens p. ex.) ou répartis dans les prairies inondées (grèves de Champmartin ou Cudrefin p. ex.), les mâles commencent à chanter à la tombée de la nuit lorsque la température de l'air est de 10 à 15°C. Le chant d'une rainette isolée porte par

temps calme jusqu'à 1000 m tandis qu'un chœur composé d'une douzaine d'individus porte dans des conditions similaires à 2000 m (TESTER, 1990). Les femelles s'approchent des mâles chanteurs et plusieurs observations (GIACOMA *in* STUMPEL &TESTER, 1994; TESTER, comm. pers.) semblent indiquer que ce soient les femelles qui choisissent leur partenaire en fonction de leur taille. Une fois l'amplexus formé, la femelle va pondre des grappes de la taille d'une noix contenant quelques douzaines d'œufs (NÖLLERT, 1992) qui seront ensemencés par le mâle. Une femelle pourra ainsi pondre en une saison de reproduction une moyenne d'environ 700 œufs (TESTER, 1990). Ces œufs éclosent environ une semaine après la ponte selon la température de l'eau. Les têtards, dont la nourriture est exclusivement végétale, se développent rapidement en comparaison avec d'autres espèces. A une température d'environ 20-25°C, la métamorphose se produit en 60 jours environ (TESTER, 1990). Un abaissement de la température de l'eau durant la croissance des têtards en dessous de 15°C inhibe complètement leur développement. La marge comprise entre un plan d'eau se réchauffant rapidement (donc peu profond et/ou de faible surface) et un plan d'eau ne s'asséchant pas avant la fin du développement est donc très réduite. Le marais de la Rive Sud présente des caractéristiques potentiellement idéales de ce point de vue.

Certains mâles, dits mâles satellites, adoptent une stratégie de reproduction alternative. Ces derniers se postent à proximité immédiate d'un territoire occupé par un chanteur (quelques m²) et interceptent les femelles en déplacement (BORGULA, 1990; TESTER, 1990). Il est actuellement difficile d'évaluer le succès reproducteur des individus adoptant cette stratégie mais il est important de savoir que ces individus mâles reproducteurs ne chantent pas, tout comme les mâles en amplexus d'ailleurs.

La maturité sexuelle semble être atteinte lors de la deuxième année post-métamorphique (TESTER, 1990); il est toutefois possible qu'une partie non-négligeable des sub-adultes d'une année atteigne un poids leur permettant de prétendre à la reproduction. La survie au premier hiver est estimée à 24% tandis que la survie hivernale adulte approche les 30%. L'espérance de vie des individus est de 5 à 8 ans (maximum en captivité de 14 ans), toutefois seuls 3% des individus atteignent 4 ans (TESTER 1990).

Il est indispensable d'autre part de faire la distinction entre les sites de chants (*Rufgewässer*) et les sites de reproduction (*Laichgewässer*) ou le succès reproducteur (*Fortplanzungerfolg*) est avéré. En effet, il se peut qu'un ou plusieurs mâles colonisent ou occupent un plan d'eau et y chantent sans qu'aucune femelle ne soit présente ou qu'aucune reproduction n'ait lieu.

#### Habitats d'été

Au terme de la période de reproduction, les individus se dispersent dans un rayon de 1000 m autour des sites de chants (STUMPEL *in* STUMPEL & TESTER, 1992). Une partie de la population se place alors dans les buissons (en particulier les ronciers: *Rubus sp.*), arbustes et arbres. Il n'existe aucun

indice actuel pour connaître la structure de la population adoptant ce comportement. Il semble toutefois que tous les sexes et toutes les classes d'âge (y. c. juvéniles et sub-adultes) y soient représentés. La hauteur maximale où une rainette a été observée est de 15 m (STUMPEL *in* STUMPEL & TESTER, 1994). Les habitats terrestres sont souvent constitués de haies orientées au Sud, abritées des vents dominants et à forte humidité relative (Vos, 1999). Durant la journée, les individus se positionnent sur les branches et les feuilles exposées au soleil en position recroquevillée afin de limiter les pertes hydriques. La chasse aux insectes et arachnides qui constitue l'essentiel du régime alimentaire des adultes est nocturne (GEIGER, 1995). Les chants d'automne émis brièvement par les mâles depuis la canopée pourraient avoir un rôle d'orientation pour les individus en migration (TESTER & Vos, comm. pers.). Ces chants peuvent éventuellement servir à identifier des habitats d'été.

#### Habitats d'hiver

Les connaissances actuelles sur les habitats d'hiver de la rainette sont extrêmement lacunaires. Plusieurs observations (STUMPEL *in* STUMPEL & TESTER, 1993) semblent indiquer que l'espèce hiberne sur terre ferme dans le Nord Ouest de l'Europe tandis que l'hibernation se fait sous l'eau dans le Centre et l'Est de l'Europe, avec bien entendu toutes les transitions possibles sur la Rive Sud. Il n'existe actuellement aucune observation directe d'une hibernation aquatique en Europe. Plusieurs observations hivernales de la rainette indiquent que celle-ci peut être trouvée dans des amas de branches et d'herbe de fauche ou encore sous l'écorce de certains arbres. Des recherches menées aux Grangettes durant l'hiver 2000-2001 (FIVAT, 2001) n'ont permis d'observer aucun individu. La prospection s'est portée sur les tas de fla constitués à proximité des plans d'eau ayant accueilli des chanteurs au printemps 2000. Il semblerait que les chanteurs d'automne soient déjà à proximité de leur site d'hivernage (TESTER, comm. pers.). Seule la mise au point de méthodes de suivi par télémétrie ou transpondeur permettrait de connaître les lieux d'hivernage sur la Rive Sud.

#### Déplacements et migrations

La rainette est une espèce pionnière et ses capacités migratrices sont impressionnantes. Les déplacements journaliers peuvent atteindre 800 m pour des individus adultes (Tester, 1990). Cette capacité de déplacement permet aux individus de quitter immédiatement un plan d'eau après son assèchement pour coloniser d'autres secteurs encore inondés.

Les migrations de juvéniles colonisateurs ont été suivies dans l'année de leur métamorphose par divers auteurs dont les résultats sont compilés par Fog *in* Stumpel & Tester (1993). Les données indiquent des distances de 400 m à 1000 m pour un jeune migrant. Il est probable que des distances supérieures soient parcourues par de jeunes colonisateurs.

Les données sur les migrations annuelles de la rainette adulte indiquent que les individus peuvent se déplacer d'un maximum de 14 km (Vos, 1999). Cet auteur a toutefois observé que 80% des

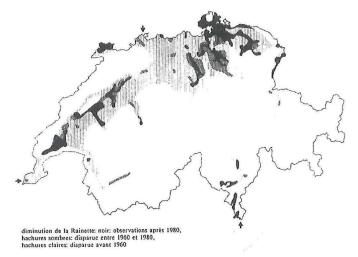
individus migrants parcourent des distances inférieurs à 2000 m. D'autres auteurs décrivent des recaptures à des distances inférieures à 2500 m. Il semblerait également que les migrations soient dirigées par le chant de congénères et/ou de crapauds calamites (*Bufo calamita*) (STUMPEL *in* STUMPEL &TESTER, 1992). En cas d'expansions de populations, ou d'excellentes années de comptage, il est donc indispensable d'assurer une prospection dans un rayon de 2 km autour des derniers sites occupés.

#### Détermination

La détermination des individus adultes de cette espèce ne pose aucun problème avec les autres espèces indigènes: la présence d'un seul sac vocal et de pelotes adhésives aux extrémités étant caractéristiques. La distinction d'avec *Hyla intermedia* (présente uniquement au Tessin) se fait par le dessin de la ligne latérale noire, courte chez cette dernière et continue de la commissure des lèvres aux membres inférieurs chez *Hyla arborea*. Les pontes sont relativement difficiles à observer, en particulier dans les vastes étendues marécageuses, mais sont elles aussi caractéristiques. Accrochées à la végétation, elles ont la forme d'une grosse noix et réunissent entre 10 et 50 œufs à coloration noire sur la face supérieure. Les larves végétariennes se distinguent des autres espèces par une queue effilée et un spiracle situé sur le côté gauche (NÖLLERT, 1992).

#### 1.2 Répartition suisse et situation de la Rive Sud

En Suisse, la rainette occupait un continuum sur tout le plateau durant les années 60 (GROSSENBACHER, 1988). L'abaissement du niveau des nappes, la disparition des plans d'eau et des structures arbustives constituant l'habitat d'été de l'espèce sont autant de causes du déclin spectaculaire intervenu depuis.



<u>Figure 1</u>: Distribution de la rainette verte en Suisse. Les populations de la Côte et de la Rive Sud ont régressé depuis 1980. Extrait de Grossenbacher (1988).

Actuellement en Suisse Romande, seuls quatre secteurs abritent encore la rainette: La Côte vaudoise, Les Grangettes de Noville, la région de Farvagny (FR) et la Rive Sud entre Estavayer-le-Lac

et le canal de la Broye. Aucun échange naturel d'individus n'est envisageable entre ces populations en raison de leur éloignement. Elles fonctionnent donc chacune en vase clos sans que l'apport d'individus migrants ne puisse diminuer les probabilités d'extinction des populations. Les effectifs récents (printemps 2001) sont présentés à titre de comparaison dans le tableau suivant.

Tableau 1: Effectifs des populations romandes de rainette en 2001. Sources: J. Pellet, Fondation des Grangettes, A. Aebischer.

Côte	420
Grangettes	120
Farvagny	100

La proximité des populations du Seeland et de l'Auried (distantes de 10 et 20 km respectivement) indique une possibilité pour des individus migrants de lier ces populations entre elles. Le canal de la Broye pourrait éventuellement constituer une barrière aux déplacements de la rainette vers le Seeland, mais aucune étude ne mets en évidence le rôle des cours d'eau comme barrière dans les déplacements d'individus de cette espèce. Vers l'Auried, seule l'existence de plans d'eau intermédiaires permettra à des émigrants de la Rive Sud d'atteindre les réserves de Kleinbösingen. Si cela était le cas, la population de la Rive Sud pourrait être mise en réseau avec les populations de la basse Sarine et ainsi participer au projet d'extension mené par Pro Natura le long de cette rivière (Projekt Laubfrosch Auried-Saanetal).

Dans le reste de la Suisse, seules quelques populations intéressantes survivent, malgré des efforts d'aménagements ciblés importants. Le Seeland et la région de l'Auried, le lac de Constance, la vallée de la Reuss (AG) et la vallée du Rhin (ZH) restent les parcelles où la survie des populations à moyen terme est assurée. La Rive Sud du lac de Neuchâtel représente donc un sanctuaire de rainettes dont la sauvegarde doit rester une priorité absolue pour la survie régionale de l'espèce.

# 2. Méthodes

#### 2.1 Comptages des mâles chanteurs

A la suite du travail de PAQUET (1994), l'estimation des populations de rainette verte sur la Rive Sud s'est basée sur des comptages de mâles chanteurs. Cette méthode est largement employée en Suisse (Tester,1990; Barandun et Zumbach, comm. pers.) et en Europe (Corn, 1990; Edenhamm, 1996; Geiger, 1995; Grosse, 1994; Heyer, 1994; Vos, 1999) en raison du faible investissement nécessaire pour obtenir un bonne évaluation des populations présentes. Bien que basée uniquement sur les mâles chanteurs, un tel suivi sur plusieurs années permet de saisir l'évolution d'une population en limitant les biais. Il faut être toutefois particulièrement attentif au fait que cette méthode ne donne d'indications, ni sur les femelles, ni sur les mâles non-chanteurs. Également dépendante des conditions météorologiques, cette méthode de comptage ne s'effectue idéalement que lorsque les conditions de température et de météorologie sont réunies. Ces conditions sont les suivantes (PAQUET, 1994): température de l'air de 10 °C minimum, pas de vent. La pluie peut également empêcher la bonne écoute, sans toutefois réellement gêner les chanteurs.

Dès 1996 (Tourette, 1996a) des tournées nocturnes de comptages de chanteurs ont été effectuées entre mai et juin. Effectué par une seule personne de 1996 à 2000, l'effort de comptage a été multiplié par 3 en 2001 pour tenter d'obtenir une évaluation précise des effectifs et de la répartition des chanteurs. La méthode utilisée à chaque fois est la suivante. Chaque secteur de la zone est délimité géographiquement et l'on s'attache chaque soir à un secteur défini. La prospection peut se faire à pied ou à vélo selon la surface et l'accessibilité de celui-ci. Chaque chœur est alors identifié et délimité puis reporté sur une photocopie de l'orthophoto au 1:5'000 du secteur. La précision de la localisation est de quelques 10-20 m. A distance, il est parfois possible de compter le nombre d'individu sans s'approcher (si le nombre de chanteurs est inférieur à 6-10). Dans le cas contraire, on s'approche lentement du chœur en écoutant les individus les plus proches se taire brusquement. Proche de la removal method sur le principe, cette méthode permet de comptabiliser le nombre de mâles cessant de chanter jusqu'au silence complet du chœur. On associe par la suite le nombre de chanteurs pour chaque chœur en précisant la date, l'auteur du comptage ainsi que les conditions météorologiques. Répété plusieurs fois durant la saison de chant (mi-avril à juillet au plus), on ne retiendra du comptage pour un chœur que le nombre maximal de chanteur entendu le soir du meilleur comptage pour le secteur en entier, ceci afin d'éviter un double comptage d'individu s'étant déplacés d'un site à l'autre à l'intérieur d'un secteur.

TESTER (1990) a développé une méthode de comptage par microphone. Cette méthode est relativement lourde, peu précise avec de grands chœurs et surtout peu applicable à la Rive Sud.

#### 2.2 Effort d'échantillonnage

Les comptages de rainettes effectués de 1996 à 2000 ont occupé une seule personne durant 7 à 11 soirées (Tourette, 1996, 1997; Catenazzi, 1998; Tourette, 1999; Jeannerat, 2000). Entre 2 et 3 passages par secteur ont été effectués. Au printemps 2001, l'effort de comptage à été sensiblement augmenté sur la Rive Sud. Trois personnes ont participé aux comptages totalisant quelques 20 soirées. Parfois effectué seul, parfois à plusieurs, tous les secteurs ont été parcouru au minimum 3 fois par un minimum de 2 personnes différentes afin de tester la validité des méthodes de comptages. Il est clair que lorsque les chœurs comporte plus de 10 individus, le comptage tient de l'approximation. Il est alors difficile d'assurer que deux compteurs obtiendront un résultat similaire, en particulier si les conditions météorologiques lors des comptages sont sensiblement différentes.

#### 2.3 Cartographie

Comme décrit plus haut, l'emplacement des chœurs peut être reporté sur une orthophoto avec une relativement bonne précision. Ces données peuvent éventuellement être digitalisées sur SIG comme cela a été le cas en 2001 afin d'extraire des données depuis les bases de végétation et d'entretien. Deux approches de digitalisation sont possibles: la digitalisation par polygone (contour des chœurs) ou par point (centroïde des chœurs). La première approche semble plus intéressante puisqu'elle conserve plus d'information à moindre coût, la validité des contours ainsi dessinés restant toutefois limitée en raison de la précision de la localisation sur le terrain.

Une nouvelle méthode de localisation par GPS (Global Positioning System) à été testée en 2001 par Catherine Strehler-Perrin sur le secteur de Cudrefin. La méthode consiste à traverser un chœur en relevant les coordonnées de chaque chanteur. Les données ainsi produites peuvent alors être directement extraites vers un PC et valorisées dans un Système d'Information Géographique (SIG). La précision de la localisation, une fois l'instrument calé, peut être estimée à quelques mètres.

#### 2.4 Barrières d'interception

Les barrières d'interception de batraciens permettent également d'obtenir des indications sur la phénologie des migrations de l'espèce ainsi que sur les effectifs présents dans un secteur donné. Les barrières n'étant placées que sur certains tronçons, elles ne permettent pas de faire un suivi systématique des populations, mais indiqueront, là où les barrières sont présentes, les dates de migration. Il faut prendre note du fait que la rainette, dotée de capacités d'escalade exceptionnelles peut s'extraire facilement d'un seau si ce dernier ne possède pas un couvercle adéquat. Il paraît en conséquence peu prudent de tenter d'extraire d'autres informations que celles d'ordre phénologique de ce type d'installation. Les données de captures dans les seaux munis d'un couvercle donnent des résultats indicatifs sur les effectifs de chanteurs que l'on peut attendre dans un secteur. Une

corrélation entre ces données et les données de comptages serait à établir sur plusieurs années pour valider éventuellement la méthode comme alternative aux comptages sur le noyau de la population. L'application des barrières d'interception à la problématique des chœurs de rainette pourrait se faire en ceinturant des plans d'eau bien délimitables avant et après la période de chant. Ceci permettrait d'obtenir des données sur le sex-ratio, les effectifs totaux entrants et sortant avec la phénologie associée. Il est pour l'heure impossible de quantifier le biais qu'un tel dispositif pourrait introduire.

#### 2.5 Evaluation du succès de reproduction

L'évaluation du succès reproducteur (*Fortplanzungerfolg*) dans un plan d'eau peut s'effectuer de différentes manières. La recherche et l'identification des pontes est certainement un excellent indice de la présence de femelles, mais difficilement applicable dans le cas de la Grande Cariçaie à l'exception des sites bien délimités comme les étangs de jardin ou les gouilles néolithiques. La recherche de têtards et de juvéniles permet également d'avoir une évaluation grossière du succès de la reproduction dans un plan d'eau. L'utilisation d'une passoire pour filtrer l'eau d'un plan d'eau permet d'échantillonner les larves d'amphibiens présentes dans un site (FIVAT, 2000). Là encore, la méthode est difficilement applicable aux prairies inondées de la Rive Sud où la surface à prospecter est trop importante. Elle peut néanmoins être tentée sur des sites précis et géographiquement limités.

#### 2.6 Méthodes alternatives d'étude des populations

Employée par Tester (1990) pour l'étude des populations de rainette, la capture-recapture par identification de la ligne latérale (*linea marginalis*) permet d'obtenir un grand nombre de paramètres de populations, en particulier si les campagnes sont menées sur plusieurs années successivement. La reconnaissance s'opère sur des photographies prises sur le terrain. Le motif noir de la ligne latérale apparaît de manière définitive dès l'âge de deux mois après la métamorphose, il reste alors constant chez l'individu adulte. La méthode nécessite l'utilisation d'un objectif macro 100 mm et éventuellement un flash annulaire. Aucune méthode standard de reconnaissance ne permet de garantir que deux images peuvent être attribuées à un seul et même individu.

Méthode alternative dans le cadre de campagnes de capture-recapture, l'implantation de transpondeur (ou *microchips*) permet de déterminer rapidement l'identité de l'individu capturé. L'identification se fait en appliquant contre l'individu (distance maximale de lecture ~ 30 cm) un émetteur et en lisant le signal retourné par le transpondeur porté par l'individu. Cette méthode nécessite toutefois une anesthésie générale de courte durée afin d'implanter l'appareil dans la cavité abdominale. Les plus petit modèle pèsent actuellement 0.5 g et ne devrait en conséquence pas influencer sur la survie des individus ainsi marqués.

# 3. Résultats

#### 3.1 Comptages de chanteurs en 2001

Les comptages effectués entre le 27.4.01 et le 21.5.01 par Catherine Strehler-Perrin, Antoine Gander et Jérôme Pellet ont permis de totaliser 1083 chanteurs répartis dans le marais et l'arrière pays comme décrit dans le tableau suivant. Pour chaque secteur, un minimum de 3 passages a été effectué par un, deux, ou trois compteurs et seul le nombre maximal de chanteur par secteur pour une soirée est indiqué.

Tableau 2: Répartition des mâles chanteurs de rainette sur la Rive Sud du lac de Neuchâtel au printemps 2001.

Total	1083
Arrière-pays	74
Cudrefin-Canal de la Broye	163
Chabrey-Cudrefin	656
Portalban-Chabrey	49
Gletterens-Portalban	99
Forel-Gletterens	22
Estavayer-Forel	20

On observe que le noyau de la population se situe entre Champmartin et Cudrefin, cette seule zone regroupant près de la moitié des chanteurs pour l'année 2001. Le reste des chœurs est réparti de manière relativement homogène de Chevroux jusqu'au canal de la Broye. Au Sud Ouest de Chevroux, quatre chœurs sont relativement isolés avec des distances entre eux de près de 2 km, comme l'illustre la figure suivante. D'Yverdon à Estavayer-le-Lac, aucune rainette n'est signalée.



Figure 2: Répartition des chœurs de chanteurs de rainette sur la Rive Sud du lac de Neuchâtel au printemps 2001.

Six sites de l'arrière pays abritaient la rainette. Le nombre de mâles chanteurs entendus pour chacun est présenté plus bas. Il est à noter que la prospection des chœurs dans l'arrière pays s'est faite sur une bande de 2 km environ depuis le bord du marais. Il est tout à fait possible que des individus isolés ou des petits chœurs aient échappé à notre attention lors de la prospection non-

systématique effectuée sur l'arrière-pays. Ceci en particulier si les chanteurs se trouvent dans des zones où le chant ne porte pas (dépression, massif forestier, zone d'habitation).

Tableau 3: Répartition des mâles chanteurs de rainette dans l'arrière-pays au printemps 2001.

Total	74
Ancien Marais de Cudrefin	6
Champmartin-Village	7
Etangs piscicoles de Chabrey	26
Chabrey-Village	6
Portalban-Village	21
Vallon	8

#### 3.2 Evolution 1995-2001

Le tableau suivant reprend les valeurs de comptage depuis 1995 (PAQUET, 1994 et 1997; TOURETTE, 1996b, 1997, 1999, 2000; CATENAZZI, 1998) et présente l'évolution détaillée pour chaque secteur de la rive. On observe la stabilisation des deux secteurs les plus occidentaux de la rive tandis que le tous les secteurs situés au Nord Est de Gletterens évolue favorablement depuis 5 ans.

Tableau 4: Évolution des effectifs de chanteurs de rainette par secteur depuis 1995 et tendance générale.

Secteur	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	tend.
Estavayer-Forel	15	3	1	0	13	4	20	=/+
Forel-Gletterens	1	29	29	18	44	69	22	=/-
Gletterens-Portalban	8	23	33	71	90	123	99	+
Portalban-Chabrey	17	14	11	18	55	55	49	=/+
Chabrey-Cudrefin	69	186	77	156	193	115	656	+
Cudrefin-Canal de la Broye	39	78	60	11	27	43	163	+
Arrière-pays	0	0	1	5	1	46	74	+
Total	149	333	212	279	423	455	1083	+

La figure suivante illustre graphiquement l'évolution globale du nombre de mâles chanteurs sur la Rive Sud depuis 1995.

L'absence de la rainette au sud d'Estavayer ne s'explique que difficilement. Parmi les hypothèses expliquant cette absence citons: (i) le manque de zone riveraine, (ii) la présence d'une barrière dont l'identité reste à définir (urbanisation ?), (iii) une éventuelle acidité du sol empêchant un succès de reproduction (TESTER, 1990) et (iv) la simple absence de sites appropriés à l'espèce (structure végétale inappropriée, fraîcheur excessive,...).

#### 3.3 Météorologie

Ce chapitre tente de mettre en évidence des relations entre les effectifs entendus et les données météorologiques et lacustres. Les analyses présentées plus bas sont basées sur les hypothèses suivantes:

- en cas de fortes précipitations et/ou de forte inondation du marais, les rainettes mâles ont plus de territoires de chant à disposition et le nombre de chanteurs entendus en sera augmenté (diminution de la proportion de mâles satellites);
- 2. en cas d'inondation du marais les rainettes vont se poster dans les prairies inondées où elles trouvent de meilleures conditions de chant et de reproduction;
- 3. en cas de précipitations élevées ou d'inondation prolongée du marais durant la période de développement pré-métamorphique la survie juvénile augmente et les effectifs entendus l'année suivante (ou deux ans plus tard selon l'âge de maturité sexuelle) seront augmentés.

Ce passage étudie (hypothèses 1. et 2.) les relations entre:

- les effectifs de chanteurs entendus sur la Rive Sud (N\_TOT);
- le pourcentage de chanteurs entendus dans les prairies inondées (%\_PRAIRIE);

et les données météorologiques et lacustres de l'intervalle correspondant à la période de chant:

- total des précipitations en mm entre début mars et fin mai de chaque année (PREC\_TOT);
- moyenne du niveau du lac entre les mois de mars et mai de chaque année (LAC\_MOY).

L'hypothèse 3. est testée en évaluant la relation entre:

- les effectifs de chanteurs entendus sur la Rive Sud à t<sub>an 0</sub> (N\_TOT);
   avec les données météorologiques et lacustres concernant la période de développement prémétamorphique des deux années précédentes:
  - total des précipitations en mm entre début juin et fin août à  $t_{an-1}$  et  $t_{an-2}$  (PREC\_TOT\_ETE\_1 et PREC\_TOT\_ETE\_2 resp.);
  - moyenne du niveau du lac entre les mois de juin et août à  $t_{an-1}$  et  $t_{an-2}$  (LAC\_MOY\_ETE\_1 et LAC\_MOY\_ETE\_2 resp.).

Ceci représente 8 analyses effectuées sur les données de 1995 à 2001 qui sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 5: Paramètres des régressions linéaires effectuées sur les données lacustres et météorologiques.

variable dépendante		variable indépendante	pente	t-value	r <sup>2</sup>	p¹
N_TOT	VS	PREC_TOT	0.207	3.014	0.645	0.030*
N_TOT	VS	LAC_MOY	885.667	0.710	0.091	0.509
<b>%_PRAIRIE</b>	VS	PREC_TOT	0.003	1.031	0.210	0.360
<b>%_PRAIRIE</b>	VS	LAC_MOY	-38.410	-0.965	0.189	0.389
N_TOT	VS	PREC_TOT_ETE_1	0.519	0.204	0.008	0.846
N_TOT	VS	PREC_TOT_ETE_2	0.307	0.114	0.003	0.915
N_TOT	VS	LAC_MOY_ETE_1	-314.108	-0.372	0.034	0.729
N_TOT	VS	LAC_MOY_ETE_2	1026.703	0.483	0.045	0.650
1 *: significatif à 5%.						

On voit clairement dans le tableau précédent qu'une seule relation analysée est statistiquement significative au seuil de 5%. Il s'agit de la relation entre la pluviométrie totale (début mars à fin mai) et le nombre de chanteurs entendus. Les figures suivantes illustrent cette relation.

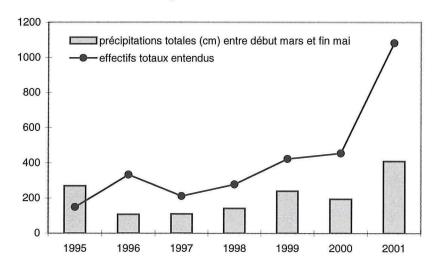


Figure 4: Évolution des effectifs en rapport avec les précipitations durant la période de reproduction (mars, avril et mai).

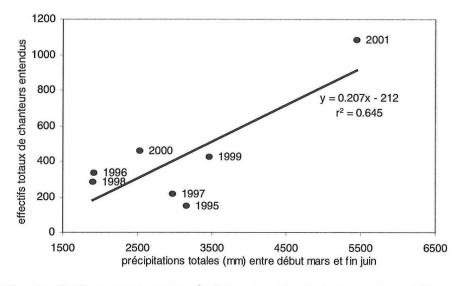


Figure 5: Évolution des effectifs en rapport avec les précipitations durant la période de reproduction (début mars à fin mai).

Calculée seulement avec 7 points, la significativité de la relation illustrée plus haut disparaît lorsque l'année 2001 est retirée des analyses. En effet, la situation de 2001 (fortes précipitations et effectifs en explosion) influence cette apparente relation. De même, le taux de précipitations durant le mois de mars uniquement semble être corrélé avec le nombre de chanteurs entendus sur la rive (régression linéaire: pente=0.301, t-value=4.107, p=0.009\*\*). Mais là encore, les données de 2001 influencent la relation.

#### 3.4 Localisation des chanteurs

Durant les campagnes de comptage de 1996 à 2000, le type de milieu dans lequel les chanteurs se trouvaient a été systématiquement relevé. Ces données permettent d'obtenir une moyenne de la répartition des chanteurs dans les différents types de milieux qui composent la Rive Sud. Le tableau suivant présente la distribution des chanteurs par milieu.

Tableau 5: Répartition des chanteurs dans les différents milieux de la Rive Sud.

Milieu	1996	1997	1998	1999	2000	2001	moy.
Prairies inondées	52%	57%	70%	59%	71%	75%	64%
Roselières	37%	15%	5%	7%	9%	2%	13%
Gouilles / Etangs	8%	7%	7%	7%	7%	12%	8%
Ornières	3%	14%	13%	26%	9%	2%	11%
Fossés d'irrigation	0%	7%	2%	0.5%	3%	1%	0%
Champs / Zone agricole	0%	0%	3%	0.5%	1%	8%	4%

NB: En 2001, un grand chœur situé au lieu-dit "les polonais" était dans un champ inondé. Plusieurs chanteurs, à Portalban et Gletterens étaient situés dans des ornières.

On peut également s'attendre à ce que les conditions météorologiques influencent la répartition des chanteurs dans les différents milieux de la Rive Sud (hypothèse 2). Les conditions étant idéales dans le marais, les rainettes abandonnent les plans d'eau tels que gouilles ou étangs pour aller se positionner dans les prairies et roselières inondées. La figure suivante illustre le lien existant entre pluviométrie (et niveau du lac) et proportion de chanteurs dans les prairies inondées. Là encore, il n'est pas possible de mettre en évidence une relation statistiquement significative (voir tableau 5).

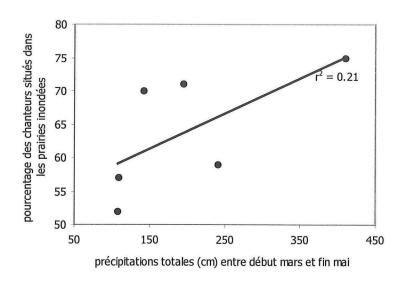


Figure 6: Effet de la pluviométrie sur la répartition des chanteurs dans les prairies inondées (%\_PRAIRIE vs PREC\_TOT).

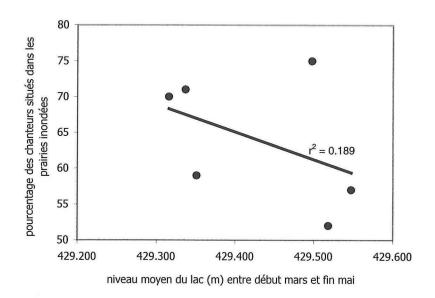


Figure 7: Effet du niveau du lac sur la répartition des chanteurs dans les prairies inondées (%\_PRAIRIE vs LAC\_MOY).

Dans un objectif de gestion ciblée, il est semble-t-il plus important de connaître la répartition des chanteurs par parcelle d'entretien. Il est clair sur le terrain que les chanteurs affectionnent plus les parcelles où l'ensoleillement est important (parcelles fauchées de l'année ou d'une année) aux zones à végétation trop dense. Le traitement des données par SIG (Système d'Information Géographique) a permis de déterminer la répartition des chanteurs par parcelle d'entretien. Parmi les 53 chœurs (ou individus isolés) entendus durant le printemps 2001, plus des 2/3 des chanteurs sont présents sur des parcelles fauchées durant la période d'entretien 2000-2001 comme l'indique le tableau suivant.

Tableau 6: Répartition des chanteurs en 2001 sur les parcelles entretenues.

Entretien	nombre de chœurs	nombre de chanteurs
Parcelles fauchées 2000-2001	18	738 (68%)
Parcelles débroussaillées mécaniquement	1	8 (1%)
Parcelles en zone agricole	5	131 (12%)
Parcelles hors convention ou construites	29	206 (19%)
Total	53	1083

#### 3.5 Occupation des sites aménagés

Sur les 53 chœurs entendus durant le printemps 2001, seuls 4 étaient situés à l'emplacement d'aménagements réalisés par le GEG. Le tableau 6 présente les aménagements réalisés ainsi que le nombre de chanteurs entendus dans les chœurs comprenant les sites créés.

Tableau 7: Sites aménagés occupés par des mâles chanteurs.

Secteur et num.		date	aménagement	mâles
Estavayer-Chevroux	2	1992-1993	création d'un biotopes pour migrateurs et batraciens	10
Chevroux-Portalban	4	1996-1997	création d'une gouille à batraciens et didactique	11
Portalban-Cudrefin	1	1990-1991	création d'un étang	*167
Portalban-Cudrefin	4	1997-1998	création d'une gouille à batraciens	*234

NB: (\*) indique que le chœur en question avait une surface sensiblement plus grande que celle de l'aménagement en question et qu'en conséquence seule une fraction des mâles chantant étaient situés dans le périmètre de l'objet aménagé.

#### 3.6 Statut de la population de la Rive Sud en Suisse

La Rive Sud du lac de Neuchâtel représente un habitat idéal pour la rainette en Suisse. L'inondation annuelle du marais garantit des surfaces de reproduction importante, en particulier dans les parcelles fauchées récemment, où l'ensoleillement est maximal. D'autre part, l'abondance de milieux d'estivage à proximité des sites de reproduction garantit à la fois aux adultes et aux juvéniles des conditions idéales de développement.

Une règle utilisée en conservation prédit qu'une population ne peut survivre à court terme qu'avec plus de 50 individus et ne peut garantir une diversité génétique à long terme qu'avec un minimum de 500 individus (dite règle des 50/500). Selon cette règle, la population de la rainette de la Rive Sud est la seule à avoir à avenir à long terme assuré en Suisse occidentale. Elle représente donc un réservoir dont la survie est indispensable au maintien de l'espèce dans toute la région. Les populations de rainette subissant plus que d'autres espèces de batraciens les effets du climat, elles

connaissent des fluctuations d'effectifs très importantes. Le recul important de l'espèce durant les dernières décennies ne peut s'expliquer uniquement par la disparition de certains sites de reproduction. Des études récentes (EDENHAMM, 1996; Vos, 1999) ont démontré que cette espèce fonctionnait en métapopulation. La disparition de quelques sites peut donc entraîner des déclins dans toute une métapopulation si la connectivité entre les plans d'eau diminue et les échanges ne sont plus possibles. L'apport d'individus migrants (*rescue effect*) est souvent le seul moyen de garantir la présence de l'espèce dans certains sites. La liaison de la population de la Rive Sud vers les populations des cantons de Berne (Seeland) et Fribourg (Auried, Farvagny, la Sarine) ne sera possible que si la population de la Rive Sud conserve des effectifs suffisamment important pour que le départ d'individus migrants garantisse la colonisation de nouveaux sites dans l'arrière-pays.

Il faut encore signaler plusieurs cas (Hollande, Allemagne, Suède, Suisse) où des populations isolées ont survécu plusieurs années avec des effectifs inférieurs à ceux indiqués plus haut. Aux Grangettes de Noville également, la population a résisté durant près de 10 ans avec des effectifs proches des 50 individus (FIVAT, comm. pers.). A Thoune également, une population de moins de 50 individus a résisté durant plusieurs années (ZUMBACH, comm. pers.).

# 4. Discussion

#### 4.1 Méthodes de comptages

La méthode du comptage des mâles chanteurs est très certainement la plus utilisée en Suisse et dans le reste de l'Europe. Elle fournit à moindre effort une évaluation rapide des effectifs présents. Les méthodes alternatives, basées sur le principe des captures-recaptures sont bien plus contraignantes. Appliquée par TESTER (1990), la reconnaissance individuelle par la structure de la ligne latérale photographiée permet d'obtenir des estimations des effectifs et du sex-ratio. Cette méthode présuppose toutefois que la capture des individus soit assurée sans biais. Il est en effet possible que la capture des mâles soit plus aisée que celle des femelles en raison de leur chant qui permet de les repérer à distance.

La surface de la Rive Sud à prospecter implique un temps de comptage important. La règle consistant à faire un minimum de 3 passages par site ne peut être respectée qu'à grand renfort de ressources humaines, en particulier si l'on compte faire un comptage individu par individu. Une méthode moins contraignante consiste à parcourir le terrain à la recherche des chœurs de mâles et de catégoriser ceux-ci par leur taille (0-10; 10-20; 20-50; 50 et +). Cette méthode permet de parcourir une plus grande surface par soirée tout en garantissant une évaluation satisfaisante des effectifs. De plus, il peut être important de choisir les soirées propices (température élevée, pas de vent, humidité relative élevée sans pluie) pour le comptage.

En prenant le nombre de chanteurs par chœur le soir du maximum du secteur, on évite de recompter les individus s'étant déplacés d'un site à l'autre à l'intérieur du secteur d'un soir à l'autre. Une fiche de terrain en annexe comporte tous les éléments à relever lors des comptages.

#### 4.2 Estimations des populations

Partant du principe que les mâles chanteurs sont une image relativement bonne de la population totale, le calcul suivant (1) a été appliqué aux anciens comptages pour estimer la population de rainettes vertes sur la Rive Sud.

(1) nombre maximum de chanteurs x 1.67 = nombre total de mâles

Ce facteur de correction calculé sur la base de captures-recaptures (identification individuelle par le dessin de la ligne latérale) (BORGULA, 1990; TESTER, 1990) a été calculé dans plusieurs populations de la vallée de la Reuss (AG). Ceci indique qu'une proportion relativement importante des mâles ne chantent pas (mâles satellites et mâles en amplexus en particulier). Il est difficile de garantir que cette

valeur soit applicable aux marais et roselières de la Rive Sud. En effet, l'offre en sites de chant semble être bien plus importante que dans des milieux à plans d'eau épars. On peut donc raisonnablement imaginer que le nombre de mâles chanteurs sur la Rive Sud représente plus fidèlement le nombre de mâles total que dans les conditions où le facteur de 1.67 a été calculé, les mâles pouvant tous avoir accès à un territoire de chant. Seule l'application d'une méthode d'estimation des effectifs totaux permettra d'obtenir une valeur précise pour les populations reproductrices et pour le type de milieux que l'on rencontre sur la Rive Sud (valeur probablement située entre 1.2 et 1.7). Tester (comm. pers. à Catherine Strehler-Perrin) indique que ce paramètre semble être en réalité très variable d'une année à l'autre et d'un site à l'autre.

La seconde partie du calcul (2) permet d'évaluer la population totale en ajoutant les effectifs des femelles.

Ce facteur de correction de 1.6 est basé sur les estimations du sex-ratio de l'espèce par TESTER (1990). Ce dernier a en effet trouvé un sex-ratio biaisé en faveur des mâles dans un rapport de 1:0.6. Il est toutefois possible que ce sex-ratio ne soit qu'un artefact dû à un piégeage biaisé en faveur des mâle. PAQUET (1994) a calculé, sur la base de barrières d'interception, le sex-ratio des populations en migration et obtient des valeurs de 1.67 et 1.55. Proches de celle de TESTER (1990), il n'existe semble-t-il pas de raison de penser que ce sex-ratio soit sensiblement différent.

Il est à noter toutefois que si l'on s'en tient strictement aux effectifs de mâles chanteurs, le suivi de ceux-ci doit permettre de connaître l'évolution des populations sans y appliquer de calculs tels que décrit plus haut. Cela peut également éviter les confusions fréquentes, en particulier avec la presse, entre effectifs (sous-entendu totaux) et nombre de chanteurs. En conséquence de ce qui précède, je suggère que tous les textes ne mentionnent que le nombre de mâles chanteurs.

#### 4.3 Effort d'échantillonnage et méthode de comptage

Durant la saison 2001, l'effort d'échantillonnage a été sensiblement augmenté par rapport au suivi qui a été pratiqué de 1995 à 2000, celui-ci étant basé sur le travail de PAQUET (1994). Ce suivi prévoyait des comptages sur toute la surface comprise dans la convention, ainsi que de Cudrefin au canal de la Broye et quelques sites de l'arrière-pays. Cette méthode occupait une personne pendant environ 20-30 heures (CATENAZZI, 1998). En 2001, trois personnes ont participé aux comptages: il s'agit de Catherine STREHLER-PERRIN, Antoine GANDER et Jérôme PELLET pour un total de quelques 130 heures. Le comptage à plusieurs a permis de mettre en évidence que, face à des chœurs de petite taille (2 à 10 chanteurs), les comptages individuels sont identiques ou proche. Au delà, les variations dans les estimations sont de l'ordre de 10 à 20%.

#### 4.4 Validité des résultats

Il est difficile d'évaluer si les comptages sont une représentation précise de la réalité. Il ressort dans tous les cas (BORGULA, 1990; TESTER, 1990) que plus le nombre de comptages est élevé, plus le nombre de chanteurs maximum obtenu est précis et stable. On peut toutefois ajouter que les soirées où le nombre maximum sera obtenu peuvent être connues à l'avance en observant l'évolution de la température et de la météorologie. Le suivi d'un secteur particulier permet également de prévoir un pic dans le nombre de chanteur entendus.

Il ressort que l'évaluation des petits chœurs est relativement facile et reproductible. Pour les grands chœurs dispersés dans le marais, bien qu'imprécise, la méthode fournit des approximations comparables.

#### **4.5 Comptages 2001**

L'année 2001, comme 1999, a été sans conteste possible une excellente année pour les rainettes, et ce dans toute la Suisse. Bien que l'effort de comptage ait été augmenté cette année, il ne permet certainement pas, à lui seul, d'expliquer l'évolution positive des effectifs. Les comptages effectués aux Grangettes, sur la Côte, à Farvagny, au Seeland et sur les rives du lac de Constance ont montré également des populations en explosion apparente.

Bien que les effectifs entendus sur la Rive Sud soient excellents, il faut être particulièrement vigilant avec des espèces présentant des dynamiques de populations à fort taux de renouvellement (*turn-over*) telle que la rainette (EDENHAMM, 1996). Bien que tout semble indiquer une population en expansion, cette dernière reste extrêmement sensible, d'une part à l'inondation du marais et d'autre part aux conditions météorologiques lors du développement larvaire. Quelques mauvaises années peuvent suffire à anéantir des populations.

#### 4.6 Evolution comparée 1995-2001

Évoluant favorablement depuis quelques années, il semble que la population de rainettes de la Rive Sud du lac de Neuchâtel soit à l'abri d'une extinction à long terme. Le fauchage et le débroussaillage ne sont certainement pas étrangers à cette situation puisque ces entretiens permettent de remettre en lumière des zones qui seraient fermées sans cela. Favorisant les chanteurs, les plans d'eau ainsi réchauffés permettent également aux larves de se développer rapidement en réduisant les prélèvements par prédation.

L'analyse comparée de l'évolution de diverses métapopulations en Suisse indique que les variations annuelles observées sur la Rive Sud concordent relativement bien avec celles des autres

populations pour lesquelles les données de comptages ont pût être obtenues. Aux Grangettes et à Farvagny, les comptages sont en général validés par un minimum de 2 à 3 comptages par site et par saison. Le suivi comparé de ces trois secteurs permet de voir que les variations observées sont comparables.

Il serait intéressant de comparer l'évolution avec la rive du lac de Constance, où les conditions sont similaires avec la Rive Sud. Malheureusement, aucun suivi standardisé n'a été fait durant l'intervalle 1995-2001. Dès 2002, un tel suivi devrait être mis en place et dirigé par Jonas BARANDUN. Les résultats pourront alors être exploités pour comparer les évolutions respectives, à la condition que les aménagements et/ou entretiens destinés à la rainette se soit fait dans les deux populations dans une même mesure.

# 5. Conclusions et recommandations

#### 5.1 Evolution de la population de la Rive Sud

Il est toujours difficile de mettre en évidence une tendance générale d'évolution chez des espèces à forte dynamique. Dans le cas présent toutefois, les effectifs de la Rive Sud semblent avoir favorablement évolués depuis 1995. Les entretiens des parcelles par fauchage ne sont certainement pas étrangers à l'abondance de chanteurs entendus comme le démontre l'analyse de la répartition des chœurs. La mise en lumière des plans d'eau et leur assèchement hivernal sont en effet deux facteurs importants favorisant la présence de l'espèce. Les excellents résultats des évaluations des effectifs en 2001 indiquent clairement que le potentiel d'accueil de rainettes sur la Rive Sud est énorme. Les effectifs pour les années à venir resteront probablement proches ou au dessus de la barre des 500 chanteurs et permettront éventuellement le départ d'individus migrants qui coloniseront de nouveaux sites dans l'arrière pays.

En conclusion, les rainettes vertes de la Rive Sud représentent sans conteste une population dont la sauvegarde est d'importance non seulement régionale mais nationale. Il s'agit d'un réservoir d'individus, d'une source de diversité génétique dont la survie a long terme de l'espèce dépend.

#### 5.2 Recommandations pour le suivi

Les résultats présentés ici semblent donc indiquer que les résultats exceptionnels obtenus en 2001 ne sont pas issus d'un effort de comptage augmenté mais bien d'une augmentation sensible des effectifs de rainette sur la Rive Sud. Ceci indique également qu'une seule personne est capable de fournir des données de qualité sur les effectifs de la Rive Sud à la condition de limiter ses comptages aux seules soirées où les conditions météorologiques sont réunies pour entendre un maximum de mâles. La portée du chant des rainettes associés à des conditions météorologiques calmes permettent de prospecter rapidement de grandes surfaces à la recherche de chœurs.

Selon l'évolution des effectifs et le temps à disposition, une catégorisation des chœurs peut être envisagée sous la forme suivante: chœurs de 1 à 10 chanteurs, 10 à 20 chanteurs, 20 à 50 et 50 et plus. Appliquée dans les noyaux de la population (Champmartin, Cudrefin,...), cette méthode devrait permettre un gain de temps appréciable avec une perte raisonnable de l'information. En revanche, il serait recommandé de poursuivre un suivi "chanteur par chanteur" sur les bords de la population ainsi que sur les sites de l'arrière-pays afin de saisir précisément l'évolution géographique de la distribution des chanteurs et de ne pas manquer l'apparition de nouveaux sites de chant. L'application de cette méthode occupera une personne pendant une douzaine de soirées au plus.

# 6. Bibliographie

#### 6.1 Littérature citée

- Borgula A., 1990. Naturschutzorientierte Untersuchungen beim Laubfrosch (*Hyla arborea* L.):

  Bestandesentwicklung, Laichhabitat, Verhalten während der Laichperiod, Gefährdung und Schutz. Thèse de doctorat, Université de Berne, Berne. 100 p.
- CATENAZZI A., 1998. Inventaire des amphibiens, printemps 1998. Rapport de gestion 50, GEG Grande Cariçaie, Yverdon. 59 p.
- CORN S. et BURY B., 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-256. Portland, OR. 34 p.
- DUELLI, P., 1994. Liste Rouge des espèces animales menacées de Suisse. Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Birmensdorf. 97 p.
- EDENHAMM P., 1996. Spatial dynamics of the European tree frog (*Hyla arborea* L.) in an heterogenous landscape. Thèse de doctorat, SLU Band 31, Uppsala. 132 p.
- FIVAT J.-M., 1993. Evolution de la population de rainettes vertes (*Hyla arborea*): propositions de sauvegarde. Rapport 11, Fondation des Grangettes, Villeneuve. 39 p.
- FIVAT J.-M., 1997. Influence de la gestion du marais sur la population de rainettes (*Hyla arborea*): bilan après cinq ans d'entretien. Rapport 18, Fondation des Grangettes, Villeneuve. 28 p.
- FIVAT J.-M., 2001. Suivi de l'évolution des populations de rainettes vertes dans les réserves gérées par la Fondation des Grangettes. Rapport 34, Fondation des Grangettes, Villeneuve. 33 p.
- JEANNERAT, 2000. Inventaire des amphibiens, printemps 2000. Rapport de gestion GEG Grande Cariçaie, Yverdon. 64 p.
- GEIGER A., 1995. Der Laubfrosch (*Hyla arborea* L.): Ökologie und Artenschutz. Mertensiella 6, Bonn. 196 p.
- GROSSE W.R., 1994. Der Laubfrosch. Neue Brehm-Bücherei Bd. 615, Magdeburg. 211 p.

- GROSSENBACHER K., 1988. Atlas de distribution des amphibiens de Suisse. Documenta Faunistica Helvetiae, LSPN-CSCF, Bâle. 207 p.
- HEYER, R., 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution, Washington. 364 p.
- PAQUET G., 1994. Concept d'inventaire et de surveillance des batraciens de la rive sud du lac de Neuchâtel. Travail de diplôme, UNIL-IZEA, Lausanne. 76 p.
- PAQUET G. et Antonniazza M., 1997. Dénombrement des populations de batraciens de deux régions de la Rive Sud du lac de Neuchâtel. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 84.3: 213-221.
- Pellet, J. (2001). La rainette verte dans le canton de Vaud: un état des lieux. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. (sous presse).
- STUMPEL A. & TESTER U., 1993. Ecology and Conservation of the European Tree Frog. Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Workshop on Hyla arborea, 13-14 February 1992, Potsdam. Scweizerische Bund für Naturschutz, Basel. 105 p.
- TESTER, U., 1990. Artenschuetzerisch relevante Aspekte zur Oekologie des Laubfroschs (*Hyla arborea* L.). Thèse de doctorat, Université de Bâle, Bâle. 291 p.
- TOURETTE M., 1996a. Création de biotopes de reproduction pour la rainette verte (*Hyla arborea* L.), inventaire des sites potentiels et programme de réalisation. Rapport de gestion 43, GEG Grande Cariçaie, Yverdon. 40 p.
- Tourette M., 1996b. Inventaire des amphibiens, printemps 1996. Rapport de gestion 42, GEG Grande Cariçaie, Yverdon. 66 p.
- TOURETTE M., 1997. Inventaire des amphibiens, printemps 1997. Rapport de gestion 46, GEG Grande Cariçaie, Yverdon. 63 p.
- TOURETTE M., 1999. Inventaire des amphibiens, printemps 1999. Rapport de gestion 55, GEG Grande Cariçaie, Yverdon. 74 p..
- Vos C., 1999. Quantifying connectivity for fragmented amphibian populations. Thèse de doctorat, IBN Scientific Contribution 18, Wageningen. 144 p.

#### 6.2 Littérature générale

- BARANDUN J., 1998. Der Laubfrosch als Leitart. Wildbiologie 4.26: 1-20.
- BERTHOUD G et PERRET-GENTIL C.,1976. Les lieux humides et les batraciens du canton de Vaud. Mém. Soc. vaud. Sc. nat., 16.1: 1-31.
- BORGULA A., FALLOT P. et RYSER J., 1994. Inventaire des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale, rapport final. Cahier de l'environnement 233, BUWAL, Berne. 74p.
- BORGULA A., 1999. Der Laubfrosch im Kanton Luzern. http://www.pronatura.ch/lu/T\_Laubfrosch.htm.
- Brodmann P., 1982. Les Amphibiens de Suisse. LSPN, Bâle. 49 p.
- CARLSON A. et EDENHAMM P., 2000. Extinction dynamics and the regional persistance of a tree frog metapopulation. Proc. R. Soc. Lond. 267: 1311-1313.
- DUFOUR B et DUFOUR-FALLOT B., 1992. Biotopes à amphibiens de la plaine de l'Orbe. Bio-Eco Conseils, Cossonay-la-Ville. 32 p.
- ECONAT, 1991: Amphibiens et reptiles du canton de Fribourg. Musée d'histoire naturelle de Fribourg, Fribourg. 67 p.
- FLORY C., 1999. Amphibens des Kantons Aargau. Aarg. Naturf. Ges. Mitt, Band 35. 39 p.
- HANSKI I. et GILPIN M., 1997. Metapopulation biology: ecology, genetics and evolution. Academic Press, San Diego. 512 p.
- OFEFP, 1981. Etangs naturels: comment les projeter, les aménager, les recréer. OFEFP, Berne. 80 p.
- RAY N., 1999. Etude de la migration des amphibiens et de la connectivité entre étangs à l'aide d'un SIG., Université de Genève, LEBA, Genève. 127 p.
- Tester, U. & Flory, C. 1995. Le "projet rainette": un exemple de protection des amphibiens en Suisse. Bull. Soc. Herp. Fr. 73-74: 41-47.
- Vos C., Ter Braak C. et Nieuwenhuizen W., 2000. Incidence function modelling and conservation of the tree frog *Hyla arborea* in the Netherlands. Ecological Bulletin 48: 165-180. Copenhagen.

# 7. Annexe

7.1 Fiche de terrain pour l'écoute des rainettes

### Fiche de suivi des chœurs de rainettes (Hyla arborea, L. 1758) Auteur(s): Date: ..... / 20..... Remplir une fiche par chœur Heure de l'écoute: Nombre de chanteurs: ou individu isolé T(°C): Conditions météo: Hr(%): Remarques: Entretien hiver précédent: OUI / NON Secteur: Numéro parcelle: Si entretien: quel type? ☐ fauche manuelle ☐ fauche mécanique □ débroussaillage □ autre:..... Localisation du chœur: ☐ Prairie inondée □ Roselière ☐ Gouille □ Ornière ☐ Fossé d'irrigation □ Champs ☐ Étang privé □ Autre: ..... Autres amphibiens présents: ☐ Grenouille rieuse (.....) □ Triton alpestre (.....) ☐ Grenouille de Lessona (.....) ☐ Triton lobé (.....) ☐ Crapaud sonneur (.....) ☐ Triton palmé (.....) ☐ Triton crêté ☐ Crapaud accoucheur (.....) (.....) □ Autres: .....(.....) **CROQUIS DU SITE ET LOCALISATION DES CHANTEURS**