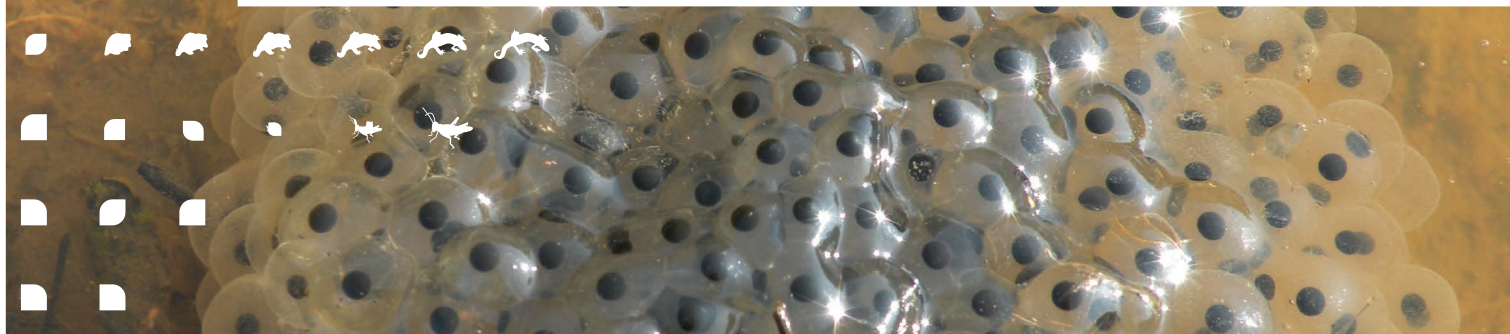


INTEGRITE DU PEUPELEMENT D'AMPHIBIENS



Domaine d'application

(3), (5), 6, 7.b, 9, 10, 11
() au cas par cas

Fonction

biologique



Compétences :



Coût :

€ € / € €

Description et principes de l'indicateur

SEWELL et GRIFFITHS en 2009 et SMITH et *al.* en 2008 ont réalisé des analyses bibliographiques sur le caractère indicateur. Dans ce groupe, la présence des différentes espèces sur un site n'apporte pas toujours la même indication sur le milieu. Il existe des espèces peu exigeantes quant à la qualité ou au type de milieux qui sont fréquentés (espèces ubiquistes) ; à l'inverse, il existe des espèces inféodées à quelques

types d'habitats, voire un seul. Ce sont sur ces espèces, apportant le plus d'informations sur la zone humide et son fonctionnement (espèces sténoèces), que repose l'indicateur amphibiens. Il vise à comparer un peuplement observé à une liste d'espèces sténoèces de référence (peuplement attendu).



FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR



Une des critiques faite sur cet indicateur réside dans le fait que le cycle biologique de ces animaux présente une phase terrestre et une phase aquatique et que leur présence sur un site apporte à la fois des informations sur le milieu terrestre et sur le milieu aquatique. Cependant, le rayon d'action des espèces n'est pas très important et certaines d'entre elles résident à l'année dans la partie terrestre de la zone humide.

La biphasie du cycle de reproduction des amphibiens présente l'intérêt, pour la bio-indication, d'intégrer les contraintes du milieu aquatique pour les têtards et celles du milieu terrestre pour les adultes. Ainsi, pour une seule et même espèce, des informations sur la zone en eau (fonctionnement, qualité physico-chimique...) et les habitats terrestres (fragmentation, fonctionnement...) sont apportées. Les changements dans la structure et la dynamique des peuplements peuvent donc être a priori de bons bio-indicateurs de l'évolution des zones humides sensu stricto et des espaces terrestres adjacents (U.S. EPA, 2002).

Pour passer de la phase terrestre à la phase aquatique, les amphibiens doivent effectuer une migration. Cette migration peut être de quelques dizaines de mètres, mais peut atteindre quelques kilomètres chez certaines espèces : il y a alors re-

tour sur le lieu de naissance. C'est le phénomène de homing (SINCH, 1992) que l'on retrouve chez certains poissons comme le saumon. C'est une sorte de garantie pour l'espèce de retrouver des conditions favorables (bonne qualité de l'eau, absence de prédateur, hydropériode favorable...).

La rupture de ce lien au site de ponte même chez les espèces les plus fidèles a été mise en évidence par SCHLUPP et PODLOUCKY, 1994.

Les raisons peuvent être une minimisation de la dépense énergétique pour rejoindre un habitat aquatique favorable, mais également une modification des caractéristiques de la zone humide.

Plusieurs caractéristiques sont donc, intéressantes chez les amphibiens :

- **Lors de la phase de reproduction**, ils sont à quelques exceptions près, des hôtes obligatoires des zones humides ;
- **La physiologie et les exigences biologiques** des amphibiens en font un groupe plus sensible et potentiellement plus vulnérable que la plupart des vertébrés aux pressions de l'environnement (SPARLING *et al.*, 2000). Qu'il s'agisse des embryons déposés directement dans l'eau ou des adultes à la peau très perméable, ce groupe réagit rapidement



FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR (suite)



aux évolutions des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et de l'air ambiant ;



- L'écologie des espèces et leur répartition spatiale sont relativement bien connues dans le bassin de la Loire ;



En conclusion, nous retenons que les amphibiens sont de bons bio-indicateurs des zones humides, qu'il s'agit d'un groupe assez facilement accessible en termes de détermination et de méthodes d'échantillonnage (fiche P07), mais qui présente deux inconvénients : le faible nombre d'espèces et leur plus ou moins grande plasticité quant à la sélection des sites de reproduction.



DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR



À l'exception des habitats côtiers aux eaux saumâtres (type SDAGE 2), l'indicateur s'applique à l'ensemble des zones humides du bassin dans la mesure où la zone considérée présente un secteur en eau libre. Les tourbières hautes (type 7.a) en phase ultime ne présentant plus aucune zone en eau sont donc également exclues. Les zones de marais et lagunes côtiers (type SDAGE 3) ainsi que les zones humides de petites vallées (type SDAGE 5) ne sont pas toujours adaptées à cet indicateur : il faut examiner au cas par cas pour voir si les sites ne sont pas respectivement trop salés ou trop inondables.

Périodicité

Le pas de temps recommandé entre deux campagnes est de deux ans, les interprétations de l'évolution de l'intégrité du peuplement d'amphibiens s'améliorant avec le nombre de campagnes.

Dans le cadre de suivi des travaux (principalement création de milieux), un suivi annuel ou bisannuel, après travaux, est préconisé dans les 5 premières années puis un rythme quinquennal paraît adapté.

Bibliographie

SCHLUPP I. & PODLOUCKY R., 1994. Changes in breeding site fidelity: A combined study of conservation and behaviour in the common toad *Bufo bufo*. *Biological Conservation* 69 (3) : 285-291.

SEWELL D. & GRIFFITHS R. A., 2009. Can a Single Amphibian Species Be a Good Biodiversity Indicator ? *Diversity* 2009, 1 : 102-117.

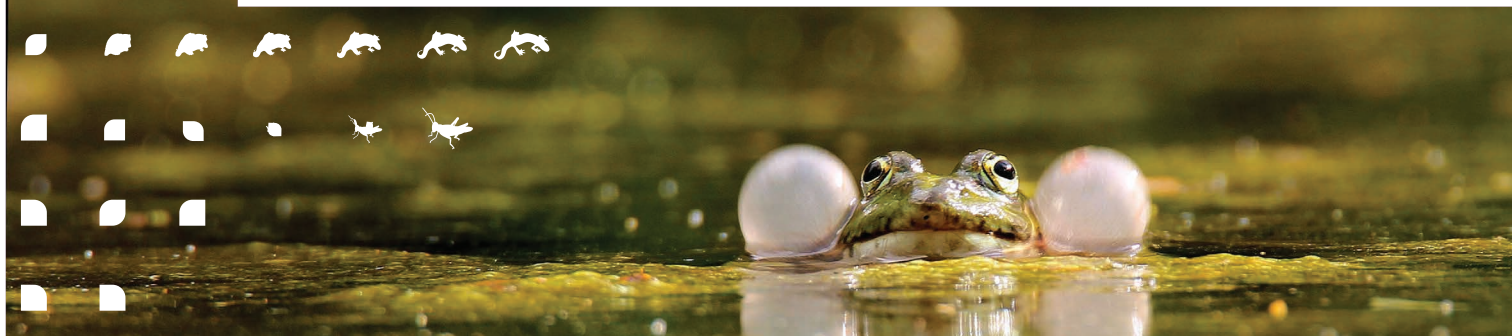
SINCH U., 1992. Amphibians, in *Animal Homing*, Ed. F. Papi Chapman & Hall Animal Behaviour Series p. 213 - 233.

SMITH G.F., GITTINGS T., WILSON M., FRENCH L., OXBROUGH A., O'DONOGHUE S., O'HALLORAN J., KELLY D.L., MITCHELL F.J.G., KELLY T., IREMONGER S., MCKEE A.M. & GILLER P., 2008. Identifying practical indicators of biodiversity for stand-level management of plantation forests. *Biodivers. Conserv.* 17 : 991-1015.

SPARLING D.W. LINDER G. & BISHOP C.A., 2000. *Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles*. Pensacola, FL : SETAC Press.

U.S. EPA., 2002. *Methods for Evaluating Wetland Condition: Using Amphibians in Bioassessments of Wetlands*. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-R-02-022.

AMPHIBIENS



Application du protocole dans le cadre de suivi de travaux

L'indice d'intégrité du peuplement d'amphibiens est pertinent dans le cas de restauration et notamment de création d'un milieu même s'il présente un domaine d'application restreint. Les communautés amphibies et terrestres réagissent rapidement et significativement à un nouveau fonctionnement initié par des travaux de restauration.

Description et principes du protocole

Il n'existe pas de méthode unique de dénombrement applicable à l'ensemble des espèces d'amphibiens et aux différents stades de leur développement. La recherche des amphibiens, tant pour le suivi que pour l'inventaire, s'appuie sur plusieurs méthodes.

Certaines visent à rechercher les adultes, soit dans l'eau, soit sur terre, à l'aide de lampes, d'épuisettes ou au chant, d'autres à inventorier les larves. Tant pour le suivi que pour l'inventaire, la plupart de ces techniques sont utilisables et sont généralement utilisées de manière combinée par les herpétologues.

L'objectif du protocole est de réaliser un inventaire calibré et reproductible du peuplement d'amphibiens de la zone humide. Pour cela, il est nécessaire que les méthodes d'échantillonnage mises en place lors de la première campagne soient reproduites les années suivantes. Ce dernier doit être le plus complet possible dans un minimum de temps.

Méthode de mise en place

Type de données collectées

Les données collectées sont des informations de présence/absence des espèces (données qualitatives), complétées d'informations semi-quantitatives (voir paragraphe 2). Elles sont collectées sur un réseau de points d'observation afin d'alimenter l'analyse du peuplement sur l'ensemble du site.

Type d'échantillonnage

Afin de répartir la pression d'échantillonnage sur les différents milieux, une stratification est appliquée ; elle vise à échantillonner de manière représentative les différents habitats herpétologiques (annexe A2 P07) ; ils correspondent à une simplification de la liste des habitats odonatologiques produite par la S.F.O. [<http://www.libellules.org/protocole/cilif.html>].

Limites : l'objectif est de ne pas passer plus d'une demi-journée par site et par session, quelle que soit la taille de la zone humide échantillonnée. Cependant, pour des sites d'une superficie supérieure à 2 000 ha, en fonction de la complexité et de la diversité des habitats, le seuil de 0,5 jour pourra éventuellement être augmenté dans la limite de 1 jour. D'un point de vue opérationnel, il

est toutefois recommandé de ne pas dépasser 4h d'inventaire (½ journée). Compte tenu du fait que certaines sessions sont nocturnes, le temps d'inventaire ne doit pas représenter une charge trop lourde de travail sur le terrain.

Il faut veiller à respecter une pression d'échantillonnage sur les habitats conforme à l'ensemble de la surface et à déployer les suivis de manière équitablement répartie sur la totalité du site.

Le protocole ne sera pas mis en oeuvre les jours de pluie ou de vent important (c'est-à-dire présence de vagues même légères à la surface de l'eau).

Exemples : pour un site représentant 4 habitats herpétologiques répartis de manière homogène, un point par habitat sera réalisé, soit au total 4 points.

Pour un site présentant deux habitats herpétologiques, mais répartis de manière non homogène (un ruisseau et 5 mares), nous réaliserons un point (transect) sur le ruisseau et 2 mares seront tirées au sort soit au total 3 points d'échantillonnage pour le site.

Méthode de mise en place (suite)

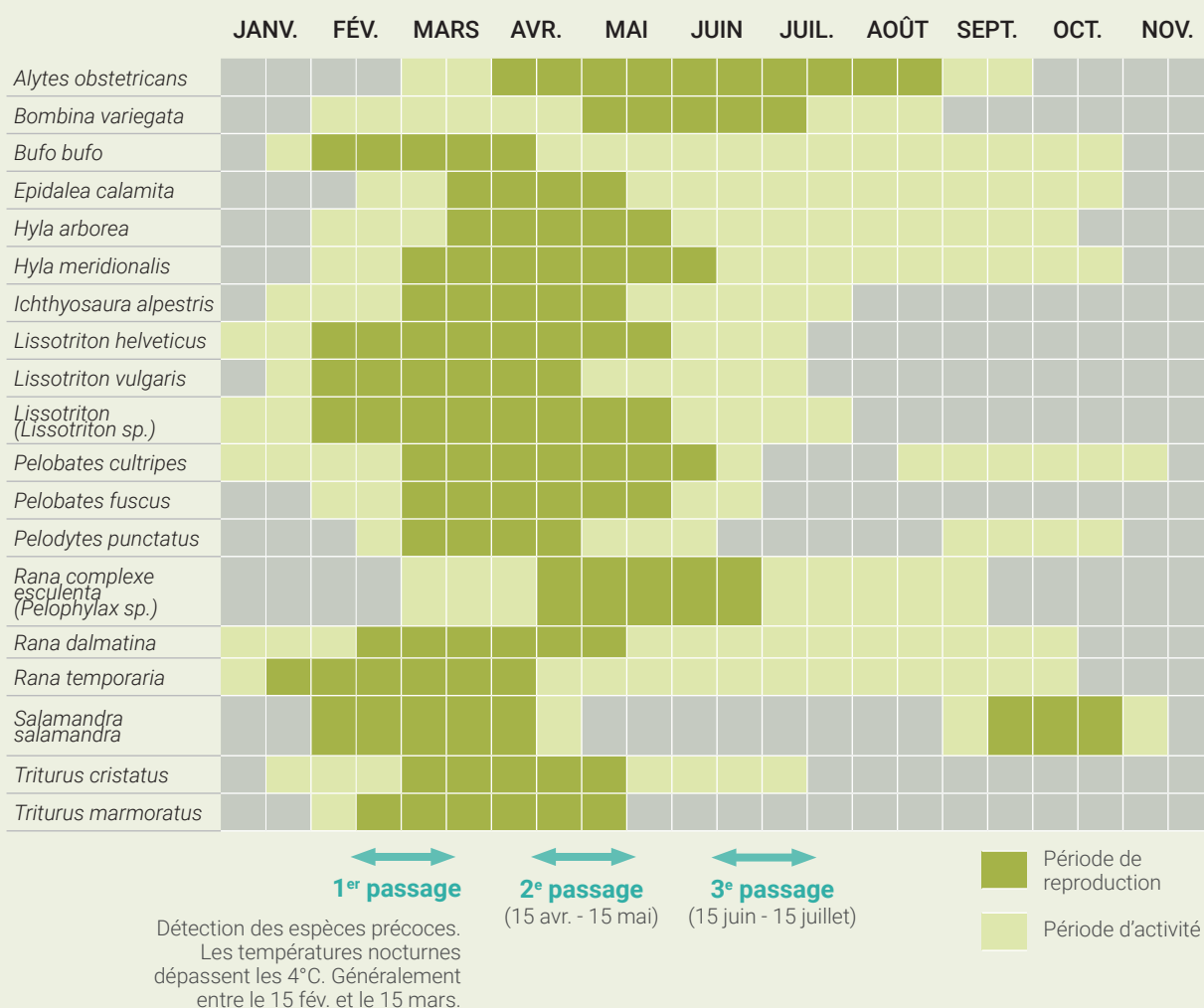


Il est prévu 3 visites annuelles par zone humide dont une de nuit. Les dates des visites sont déterminées en fonction des saisons de reproduction des espèces les plus représentatives de la région, et ne sont pas identiques sur l'ensemble du bassin de la Loire. La date de la première visite sera calée sur la période de reproduction des espèces dites précoces (*Rana temporaria*, *R. dalmatina*, *Bufo bufo*), elle sera idéalement réalisée de jour afin de faire une visite rapide préalable du site. Celle de la seconde visite sera axée sur la reproduction des espèces de mi-saison (*Bufo calamita*, *Hyla arborea*, *H. meridionalis*). Ces espèces étant plus facilement détectables de nuit grâce à leurs chants, le passage sera réalisée en début de soirée. Celle de la troisième visite visera la reproduction des espèces tardives

(type grenouilles vertes) et l'émergence des premiers imagos ainsi que la capture de larves de tritons bien développées et de gros têtards ; elle sera réalisée en journée. Il est important d'**utiliser les mêmes critères**, d'une année sur l'autre, pour fixer les dates des visites dans une région donnée et sur une zone déterminée (les premières sorties doivent être réalisées à partir de températures nocturnes proches de 4°C et après un épisode pluvieux).

Afin d'aider au déclenchement des prospections, il est possible de s'appuyer sur le tableau présenté ci-dessous résumant la phénologie des espèces pour une situation bioclimatique moyenne de l'ensemble du bassin de la Loire.

Tableau des visites selon les espèces adapté au bassin de la Loire



Certaines espèces sont plus facilement détectées de nuit ; c'est le cas notamment du crapaud calamite et des rainettes du fait de la puissance de leurs chants. D'autres informations sont plus accessibles de jour ; c'est le cas des pontes d'anoures que l'on détecte mieux à la lumière du jour. Selon les densités de certaines espèces, il est plus facile de rechercher les larves (100 à 400 fois plus nombreuses que les adultes) ; c'est le cas des tritons. En période de reproduction, les tritons sont plus actifs la nuit.

Ces constatations imposent donc d'utiliser plusieurs méthodes, quatre ayant été retenues ; l'écoute, la pêche à l'épuisette, la recherche à la torche et le piégeage. Ces méthodes sont détaillées dans leurs modalités de mise en oeuvre au paragraphe suivant.



Méthode de mise en place (suite)

Le tableau, ci-dessous, résume l'articulation entre les différents protocoles et leur déploiement dans le temps au cours des différentes sessions.

- 1 - Épuisette de pisciculture
- 2 - Épuisette d'aquariophilie

Session 1	Session 2	Session 3
Jour	Nuit	Jour
Écoute	Écoute	Écoute
	Torching	
Épuisette (1)	Épuisettes (1 et 2) ou piégeage	Épuisettes (1 et 2) ou piégeage

Choix des surfaces, linéaires, durée d'échantillonnage

Selon les méthodes employées (point d'écoute, épuisette, torching...), les critères pour déclencher la fin de l'échantillonnage pourront varier :

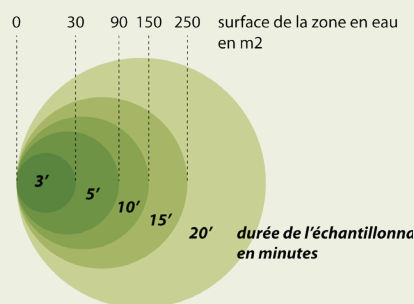
- **points d'écoutes** : après être arrivé sur le point, on laisse le calme se ré-installer (5 minutes), on en profite pour remplir la fiche terrain et on démarre l'écoute et la prise de notes pendant 10 minutes ;
- **épuisette** : le temps de pêche est proportionnel à la taille de la mare, un maximum de 20 minutes est proposé par point d'eau ;

On trouvera dans la figure 1, ci-dessous, les correspondances entre surface du point échantillonné et durée de l'échantillonnage. Au delà de 250 m² le temps consacré restera de 20 minutes et des portions caractéristiques du point d'eau seront échantillonnées.

Pour les sessions 2 et 3, un quart du temps de la pêche à l'épuisette sera réalisé à l'aide d'une épuisette à mailles fines (type aquariophilie) à la recherche des larves et têtards. Le reste du temps (session 1 et $\frac{3}{4}$ du temps des sessions 2 et 3), c'est une épuisette de pisciculture qui sera utilisée (tamis métallique à maille inférieure ou égale à 5 mm). Si l'épuisette ne peut être utilisée, l'usage de pêche est préconisé.

- **recherche à la torche, « torching »** : 50 mètres de berges seront parcourus lentement en éclairant à l'aide d'une lampe torche puissante une zone de 2 mètres en bord de berge à la recherche des tritons notamment ; une pose de 5 minutes à mi-parcours sera réalisée (temps d'apnée d'un triton palmé).
- **piégeage** : dans les habitats en eau, 1 point d'échantillonnage correspond au maximum à 3 dispositifs de piégeage. Les pièges sont séparés de 5 mètres les uns des autres pour ne pas se priver mutuellement de captures, mais constituer un même lot de pièges non dispersés. Ils sont

Figure 1 : surface des mares et Temps d'échantillonnage



récupérés à la fin de la tournée des points d'écoutes, après minimum 2h de pose. Le nombre de pièges à installer doit être en rapport avec la taille du point d'échantillonnage en respectant l'écart de 5 mètres entre 2 pièges, dans la limite maximum de 3 pièges. La mise en place du dispositif

de piégeage doit être réfléchi de manière à ne pas porter atteinte aux individus capturés. Dans le cas d'utilisation de nasses, il faut particulièrement limiter le risque de noyade en disposant des bouteilles en plastiques vides et bouchonnées à l'intérieur afin de garantir sa flottaison et laisser la possibilité aux individus piégés de respirer. De même, pour les nasses, il faut choisir une taille de maille suffisamment fine pour éviter que les tritons ne s'y coincent.

Les effectifs sont donnés de la manière suivante :

- **Adultes** : comptage en présence/absence, nombre en dessous de 10 individus autrement par classe d'abondance ;
- **Pontes** : présence/absence et classes d'abondance ;
- **Larves** : présence/absence et nombre d'individus comptés en dessous de 10 individus, sinon des classes d'abondance.

Classes d'abondance :

- classe 0 ;
- classe 1 : 1 à 10 (indiquer le nombre exact) ;
- classe 2 : 11 à 50 (le nombre exact peut être noté s'il s'agit d'un suivi fin, pour les grands tritons par exemple) ;
- classe 3 : 51 à 500 ;
- classe 4 : + de 500 ;

Représentativité des données

Précision de l'information

La standardisation du protocole vise à éliminer les biais qui pourraient provenir de l'utilisation de protocoles différents et non calibrés. En encadrant la mise en oeuvre des protocoles, elle contribue également à faire diminuer, à défaut de supprimer, le biais de l'expérimentateur. L'échantillonnage stratifié utilisant la représentation des différents milieux sur le site contribue également à ne pas sur-échantillonner un milieu plus qu'un autre en fonction de la personne qui réalise le relevé. Il convient de bien respecter le calendrier des sessions d'échantillonnage et de s'adapter à la phénologie des différentes espèces en fonction de la météorologie. Un gradient nord sud est également à respecter.

De plus la standardisation de la méthode permet de faciliter l'agrégation des données et d'homogénéiser la pression d'échantillonnage. Elle offre ainsi aux gestionnaires la possibilité de suivre l'évolution des populations à une échelle locale. La comparaison interannuelle de la structure du peuplement pourra permettre d'évaluer l'effet de perturbations en cas de

restauration ou de pratiques de gestion sur la capacité d'accueil en Amphibiens. Pour cela, quelques soit les choix réalisés lors de la première campagne, le protocole réalisé doit être reproduit à l'identique les années suivantes.

Dans le cas où un opérateur serait accompagné par une autre personne, notamment en cas de passage nocturne, seules les observations constatées par l'opérateur sont à prendre en compte dans le protocole afin de ne pas créer un biais de pression d'observation.

Représentativité de l'information collectée

Grâce à l'analyse des données collectées via ce protocole sur des sites dont le peuplement amphibien était bien connu par ailleurs, nous avons pu estimer l'efficacité du protocole. La richesse observée est supérieure à 80 %. Elle passe de 81 à 86 % lorsque l'on intègre les espèces qui n'étaient pas connues avant de déployer le protocole.

Opérationnalité de la collecte

Compétence requise

Le protocole nécessite une assez bonne connaissance des amphibiens puisque outre la détermination de l'espèce à l'âge adulte, il convient de déterminer les têtards et les larves des différentes espèces.

Le faible nombre d'espèces permet à une personne inexpérimentée de donner un nom à une espèce au stade adulte relativement facilement ; cela devient un peu plus délicat au stade larvaire. Il existe aujourd'hui de bons outils (MIAUD C. et MURATET J., 2004 ; MURATET J., 2008) pour réaliser cette diagnose sur le terrain ; elle demande un peu de pratique pour débiter.

Temps moyen de collecte (coût)

Par habitat élémentaire ou point (mare, linéaire de berge...), il convient en moyenne d'estimer à 40 minutes le temps d'application du protocole et du remplissage de la fiche de terrain. Si les sites à échantillonner ne sont pas trop éloignés les uns des autres, il est possible de faire une dizaine de points par jour.

Temps de validation et de saisie des données

Le temps pour saisir les données pour un site sur l'ensemble des trois sessions n'excède pas la demi-journée.

Coût matériel/données/prestation/analyse

L'essentiel du matériel peut se résumer à : une épuisette de pisciculture (pour les imagos) [120 €] + épuisette d'aquariophilie (têtards, larves) [3 à 5 €], 3 dispositifs de piégeage (Amphicaps à fabriquer (MAILLET, 2013)), piège à bouteille ou nasses [10 à 15 € l'unité], enregistreur (pour soumettre ultérieurement l'identification à un expert) [80 €], lampe torche [90 €], loupe à main (x10) [15 €], ouvrages de détermination des têtards et larves [27 et 30 €], waders [60 à 100 €], jumelles...

Autorisations

Le recours à la capture d'amphibiens nécessite la demande préalable d'autorisation auprès de la DREAL de votre région. Il est important d'y préciser la méthode employée en cas de capture par piégeage, en n'hésitant pas à joindre les protocoles spécifiques ainsi que les mesures de précautions sanitaires mises en oeuvre (contre la Chytridiomycose notamment, dont le protocole peut également être joint à la demande).

Bibliographie

MIAUD C. & MURATET J., 2004. Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France. INRA Editions 200 p.

MURATET J., 2008. Identifier les Amphibiens de France Métropolitaine. Ed ECODIV, 291 p.

MAILLET, G, 2013. Protocole commun de suivi des Amphibiens des mares à l'aide d'Amphicaps. Cén Isère, Réserve naturelle nationale du Grand Lemps, Groupe RNF http://www.reserves-naturelles.org/sites/default/files/fichiers/protocole_amphibiens.pdf



INTÉGRITÉ DU PEUPLEMENT D'AMPHIBIENS

Description et principes

La valeur de l'indice repose sur 3 composantes :

- L'indice de diversité de SIMPSON calculé pour le site ;
- La sténoécie brute, qui correspond à la proportion d'espèces sténoèces inventoriées contenues dans la liste de référence pour le département donné ;

• La sténoécie relative, qui correspond à la proportion entre les espèces inventoriées sur la zone humide et la liste d'espèces sténoèces de la maille de 10 km² contenant le site inventorié (sources : INPN/SHF)

L'évaluation globale du site est produite par la somme de ces trois paramètres. Elle varie donc de 0 à 3, si l'on excepte les points bonus..



Méthode de calcul



Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce :

$$D = \sum Ni(Ni-1)/N(N-1)$$

Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus ou classe.

Pour un site, l'indice de Simpson est calculé en sommant, pour chaque espèces observées, sténoèce ou non, les individus et classes des 3 campagnes. Les classes sont transformées ainsi : Classe 11-50->25; Classe 51-500 ->250 ; Classe +; 500 ->500.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives » et dans la logique de la somme des trois paramètres, l'indice de diversité de Simpson représenté par 1-D a été préféré, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1. Le minimum de diversité par la valeur 0.

Cet indice est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est grand. Et pour un nombre fixé d'espèces, il est d'autant plus grand que la répartition des fréquences est équitable. Cet indicateur prend donc en compte les deux composantes de la diversité spécifique.

Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité.

La sténoécie brute

Cette valeur est obtenue en comparant la liste des espèces sténoèces inventoriées sur la zone humide à l'issue des trois campagnes de terrain et la liste d'espèces sténoèces contenues dans la liste de référence pour le département donné (annexe 2). Cette valeur évolue de 0 à 1 et traduit l'absence d'espèces à fortes exigences mésologiques jusqu'à la présence de l'ensemble des espèces sténoèces de la liste.

$$SB = \frac{\text{Nb sp sténoèces liste référence départemental inventoriées}}{\text{Nb sp sténoèces liste référence départemental}}$$

$$SB = \frac{\text{Nb sp sténoèces liste référence départemental inventoriées}}{\text{Nb sp sténoèces liste référence départemental}}$$

La sténoécie relative

Cette valeur est obtenue en comparant la liste des espèces sténoèces inventoriées sur la zone humide et la liste d'espèces sténoèces de la maille de 10 km² contenant le site inventorié (sources : INPN/SHF). La valeur de cette composante de l'indice évolue de 0 à 1 et traduit, plus on se rapproche de 1, la présence du maximum d'espèces sténoèces possibles dans notre échantillonnage.

$$SR = \frac{\text{Nb sp sténoèces liste référence inventoriées}}{\text{Nb sp sténoèces liste référence présentes dans la maille 10 km}^2}$$

Méthode de calcul (suite)

Bonus

Les espèces sténoèces observées qualifiées de rares ou de très rare à l'échelle départementale apportent chacune 0,1 point de bonus au résultat. Les espèces sténoèces rares sont aussi intégrées aux calculs des sténécies brutes et relatives (annexe2 A11, liste de référence des amphibiens par département).

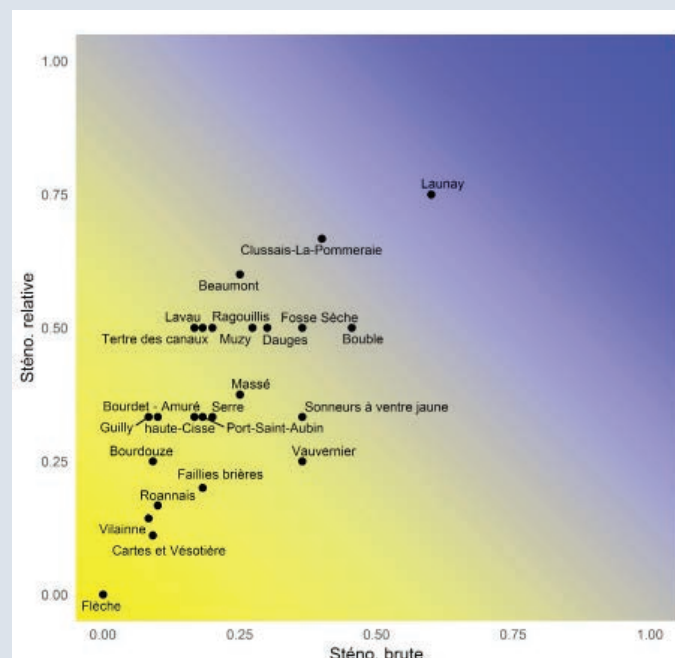
La note globale (Indice d'Intégrité du Peuplement Amphibiens) est donc

$$I2PA = (1-D) + SB + SR + Bonus$$

Clés d'interprétation de la note indicatrice

L'I2PA permet en une seule valeur d'intégrer le volet diversité spécifique et contribution des espèces sténoèces. Il présente un biais pour les sites où aucune espèce sténoèce n'a été trouvée ; dans ce cas de figure, seule la valeur de l'indice de Simpson entre en ligne de compte. Pour les sites présentant au moins une espèce sténoèce de la liste de référence, un mode de représentation des deux valeurs de sténécies brute (SB) et relative (SR) propose de visualiser la position des sites dans une grille colorimétrique permettant de juger du positionnement du site vis-à-vis de ces deux valeurs (figure 1). Plus la zone humide est située dans les couleurs bleues, plus l'intégrité du peuplement amphibien peut être considérée comme bonne. A l'inverse, plus le positionnement se rapproche de l'origine des axes, plus le peuplement est dégradé. Ce mode de représentation est intéressant à utiliser pour rendre compte et analyser les trajectoires d'évolution d'un site dans le temps.

Figure 1 : comparaison entre la sténécie relative (SR) et la sténécie brute (SB).



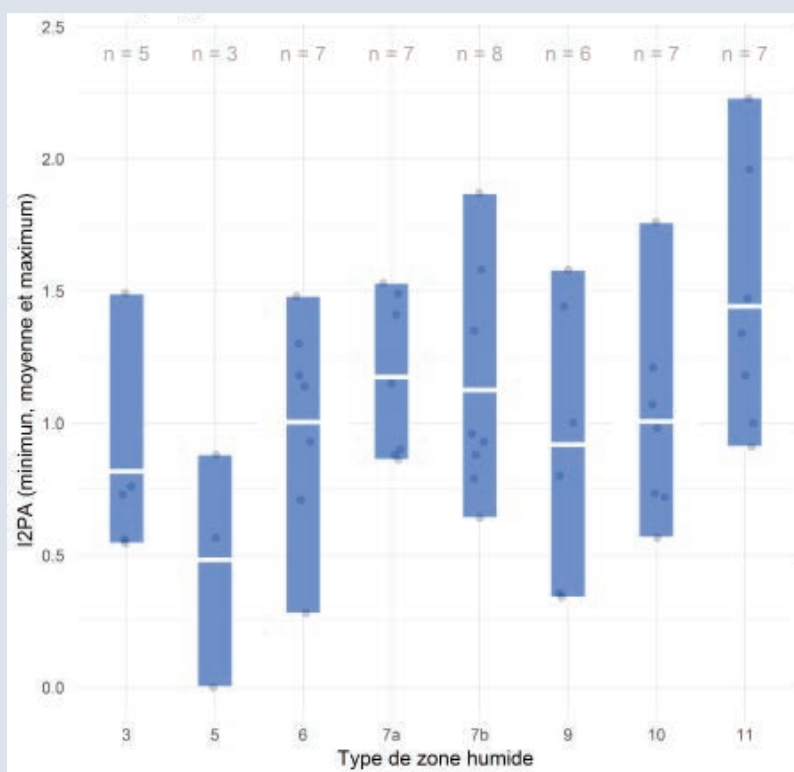
La valeur d'intégrité du peuplement d'amphibiens (I2PA) varie entre 0 à 3 en théorie si l'on excepte les points de bonus. A l'échelle des sites test réalisés en 2017 sur le bassin de la Loire, les valeurs d'IP2A observées par type de milieu humide sont représentées à la figure 2. Cette dernière est un exemple d'amplitude des valeurs observées et mesurées sur les sites test en 2017. L'IP2A varie dans les faits entre 0 et 2,23 ; l'I2PA est compris entre 0,91 et 2,23 pour les zones humides ponctuelles (type SDAGE 11) ou entre 0,88 et 1,53 pour les zones humides de bas-fonds en tête de bassin (>450m) (type 7a).

L'indice I2PA est un indice composite qui intègre une dimension de diversité biologique et une dimension fonctionnelle au travers des espèces sténoèces. La comparaison entre les sites est un exercice périlleux ; elle ne peut se concevoir que dans le cadre contextualisé pour un même type de site ou dans le cadre de la représentation SB / SR qui ne fait intervenir qu'une dimension liée aux espèces de la liste de référence.



Clés d'interprétation de la note indicatrice (suite)

Figure 2 : exemples d'amplitude de valeurs observées de l'I2PA sur le bassin de la Loire.



Exemple d'application

Le Tertre des Canaux (Loir-et-Cher) est un espace naturel (34 ha) géré par le Conservatoire d'espaces naturels de Loir-et-Cher en partenariat avec la commune de la Ferté-Imbault. Ce site abrite une large variété de milieux typiques de la Sologne : landes sèches, landes tourbeuses et prairies humides, mares ainsi que des boisements (8 espèces d'amphibiens sont connues sur ce site.). Ce site a été rattaché au type SDAGE 10 (marais et landes humides de plaines et plateaux).

En 2017, 4 points d'observation ont été échantillonnés pour deux types d'habitats : mares fermées (3 points) et fossés alimentés (1 point).

En 2017, 4 espèces ont été détectées dont 2 espèces sténoèces (Rainette verte et Grenouille agile).

En 2017, 2 espèces (Triton marbré et Salamandre tachetée) n'ont pas été contactées lors du suivi.

Indice de diversité de Simpson (1-D)	0,624
Sténoécie brute (SB)	0,167
Sténoécie relative (SR)	0,5
Bonus	0
IP2A	1,21

Exemple d'application

Figure 3 : plan d'échantillonnage du Tertre des Canaux.



Point	Nom latin	Nom vernaculaire	Adulte	Juvénile	Larve	Ponte
1	<i>Hyla arborea</i>	Rainette verte	x	X		
1	<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	Grenouille verte	x			
1	<i>Rana dalmatina</i>	Grenouille agile		x		
2	<i>Hyla arborea</i>	Rainette verte	x	x		
2	<i>Lissotriton helveticus</i>	Triton palmé	x			
2	<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	Grenouille verte	x	x		
2	<i>Rana dalmatina</i>	Grenouille agile		x		
4	<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	Grenouille verte	x			x
4	<i>Rana dalmatina</i>	Grenouille agile				x

N° pt de suivi :

Observateur : _____ Date : _____ heure : _____

Photo : orientation :

Typologie du point d'eau : Surface en eau :

Ombrage : Transparence de l'eau : ☐ transparente ☐ claire ☐ trouble ☐ opaque

Substrat : ☐ pavé/bétonné/bâché ☐ vaseux/argileux ☐ sableux ☐ rocheux ☐ dépôts organiques ☐ autres :

L'eau fuit par : ☐ évaporation ☐ fuite dans le point d'eau ☐ ruissellement de surface ☐ fuite par un fossé ☐ évacuation de surface

Poissons

Ecrevisses allochtones :

- ☐ – Absence de végétation aquatique
- ☐ – Végétation peu abondante
- ☐ – Végétation moyennement abondante
- ☐ – Végétation abondante

- ☐ – Absence
- ☐ – Absence probable
- ☐ – Présence

- ☐ -Absence
- ☐ -Absence probable
- ☐ -Présence

Détection
auditive

Détection par
pêche au trubleau

Détection visuelle

Informations, remarques :



Amphibiens

Liste des habitats amphibiens

On se réfère ici à une typologie simplifiée issue de la liste des habitats odonatologiques établie par la S.F.O.

Programma INVOD		Précisions et commentaires	LigéO Amphibiens	
Code	Types		Types	
1	Zones des sources	Petits bassins et écoulements (permanents) des sources; parfois présence de sphaignes; souvent ombragés.		1
			Sources de plaine	01a
		Etages montagnards et subalpins.	Sources d'altitude	01b
2	Ruisselets / ruisseaux fermés	Eaux vives et fraîches de 0,5 à 4 à 5 m de large situées en milieux fermés (sous-bois, forêts, taillis, etc.). Parfois coulant sur des pentes abruptes. Assèchement estival possible (mais présence de vasques, flaques et micro-mares).		2
23	Ruisselets / ruisseaux ouverts	Eaux vives et fraîches de 0,5 à 4 à 5 m de large situées en milieux ouverts (champs, prairies, etc.) Présence d'hélophytes et parfois d'hydrophytes.		2
3	Rivières à eaux vives	Milieux de 5 à 25 m de large. Secteurs à courant vif (rapides). Bien ensoleillées avec les rives plus ou moins ombragées.		4
24	Rivières à eaux calmes	Milieux de 5 à 25 m de large. Secteurs calmes du cours d'eau (moulins, barrages naturels, etc.). Bien ensoleillées avec les rives plus ou moins ombragées.		5
21	Rivières d'altitude	Eaux courantes vives en général, des étages montagnard et sub-alpin.		4
4	Grands cours d'eau vifs	Parties vives des fleuves et des grandes rivières, de plus de 25 m de large. (Radier)	Cours principal des grands cours d'eau vifs	04a
		Parties vives des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal par l'amont et par l'aval avec un régime de perturbation régulier.	Annexes perturbées avec flux entrant par l'amont	04b
		Parties vives des annexes hydrauliques avec alimentation propre au fil de la nappe, en conséquence courantes connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation lié aux crues simplement faibles.	Annexes perturbées avec flux rétrograde par l'aval	04c
		Parties vives des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal par l'aval avec un régime de perturbation lié aux crues élevées, avec l'alimentation propre au fil de la nappe.	Annexes peu perturbées avec flux rétrograde par l'aval	04d
5	Grands cours d'eau calmes	Parties calmes des fleuves et des grandes rivières (de plus de 25 m de large). Les bras morts, lônes ou boires (en communication périodique avec le cours d'eau) sont précisées ci-dessous (05b-05c).	Cours principal des grands cours d'eau calmes	05a
		Parties calmes des annexes hydrauliques peu courantes avec alimentation propre au fil de la nappe ou annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière temporaire au chenal avec un régime de perturbation par les crues moyennes.	Annexes lentes ou stagnantes perturbées	05b
		Parties calmes des annexes hydrauliques courantes avec alimentation propre au fil de la nappe ou annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière temporaire au chenal avec un régime de perturbation par les crues élevées. De telles annexes peuvent exister sur des cours d'eau vif si elles sont particulièrement déconnectées du lit principal ou isolées par des digues.	Annexes lentes ou stagnantes peu perturbées	05c
6	Canaux navigables	Milieux artificiels entretenus pour la navigation fluviale.		7
7	Fossés alimentés	Canaux d'irrigation (débit moyen), puits artésiens, etc.		7
8	Suintements	Résurgences de débit insignifiant mais permanent; Suintements de digues d'étangs, etc. Généralement bien ensoleillés.		8
9	Milieux temporaires	Stagnants en général, assèchement estival : petits étangs, mares, fossés, annexes hydrauliques stagnantes connectées de manière exceptionnelle au chenal avec un régime de perturbation faible, etc.	Préciser 09a et 09b	
		Ces habitats peuvent être de dimension assez importante dans quelques cas.	Milieux temporaires de plaine	09a
		Etages montagnards et subalpins. En général de faible dimension (mares).	Milieux temporaires d'altitude	09b

Liste des habitats amphibiens (suite)

Programma INVOD		Précisions et commentaires	LigéO Amphibiens	
Code	Types		Types	Code
29	Prairies humides	Milieux humides, mouillères, etc. (à proximité ou non de milieux aquatiques).		3
10	Mares ouvertes	Bien ensoleillées et permanentes : mares, abreuvoirs, lavoirs, lavognes anciennes (non entretenues), etc.	Préciser 10a et 10b	
		On y retrouve des lavognes entretenues	Mares pauvres en végétation aquatique	10a
			Mares avec présence de végétation aquatique	10b
11	Mares fermées	Milieux forestiers très ombragés (et généralement permanents).		11
12	Milieux saumâtres	Marais littoraux et continentaux saumâtres de plus de 0,5 mg/l de NaCl, bien ensoleillés, eaux permanentes ou assèchement estival : lagunes, marais salants, prés salés, bassins piscicoles, marais à salicornes, pannes dunaires, etc.		12
13	Milieux artificiels	Récents en général peu colonisés par la végétation aquatiques : gravières, sablières, ballastières, étangs collinaires, etc.		13
27	Bassins lagunaires	Bassins d'effluents routiers, de décantation (stations d'épuration, etc.), souvent riches en métaux ou autres polluants.		13
25	Milieux aquatiques cultivés	Rizières, cressonnières en exploitation, etc.		13
14	Etangs "naturels" ouverts (annexes comprises)	Milieux bien ensoleillés (peu de végétation arbustive littorale). Végétation aquatique et sub-aquatique typique. Situés à l'étage collinéen et parfois plus haut dans le sud. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) compris si nécessaire, mais à distinguer comme des habitats particuliers quand ils sont nombreux et significatifs		14
15	Etangs "naturels" fermés (annexes comprises)	Milieux fortement boisés (forestiers), rives ombragées. Situés à l'étage collinéen et parfois plus haut dans le sud. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) compris si nécessaire, mais à distinguer comme des habitats particuliers quand ils sont nombreux et significatifs	Absence de queues tourbeuses et ceinture d'hélophyte haute	15a
		La ceinture d'hélophyte est inférieure généralement à la magnocariçaie : Carex ou Juncus, voire gazons des rives temporairement inondées.	Absence de queues tourbeuses et ceinture d'hélophyte basse	15b
		La ceinture d'hélophyte est généralement basse, les eaux acides permettent le développement de queues ou anses tourbeuses à sphaignes.	Présence de queues tourbeuses	15c
16	Marais de plaine	Etangs marécageux (- de 50% d'eau libre), marais (biotopes diversifiés), canaux stagnants, effluents, fossés, tourbières plates alcalines de l'étage collinéen, étendues importantes de roselières ou de Carex.		16
17	Tourbières acides d'altitude	Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, effluents, fossés, etc. de l'étage collinéen, exceptionnellement en dessous.		17
18	Tourbières acides d'altitude	Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, effluents, fossés, etc. des étages montagnards et sub-alpin	Préciser 18a et 18b	
		Ces surfaces peuvent être localisées par rapport à l'ensemble, mais sont propices à modifier la liste des espèces présentes.	Tourbières acides avec présence de surfaces significatives d'eau libre	18a
		Dans quelques cas, les gouilles peuvent être temporaires et suffire au développement des Odonates.	Tourbières acides avec gouilles eusement	18b
19	Milieux stagnants d'altitude	Etangs, marais, petits lacs des étages montagnard et sub-alpin. Parfois avec des secteurs (queues) présentant des formations particulières (radeaux tourbeux...).		19
20	Lacs et grands réservoirs	Grande surface d'eau libre de basse ou moyenne altitude (jusqu'à 1000 m en général).		20

Liste de référence amphibiens régionalisée

LB_NOM	CD_NOM	Nouvelle-Aquitaine					Pays de la Loire					Centre-Val-de-Loire					
		16	23	79	86	87	44	49	53	72	85	18	28	36	37	41	45
<i>Alytes obstetricans</i>	197	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2
<i>Bombina variegata</i>	212	2	2	3	3	1	0	3	3	3	0	2	3	2	0	3	3
<i>Bufo bufo</i>	259	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
<i>Epidalea calamita</i>	459628	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2
<i>Hyla arborea</i>	281	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2
<i>Hyla meridionalis</i>	292	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	444430	0	3	0	3	0	3	3	2	2	0	3	2	3	3	2	3
<i>Lissotriton helveticus</i>	444432	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
<i>Lissotriton vulgaris</i>	444431	0	0	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3
<i>Lithobates catesbeianus</i>	459618	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Pelobates cultripes</i>	235	0	0	0	0	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Pelobates fuscus</i>	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3
<i>Pelodytes punctatus</i>	252	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2
<i>Rana complexe esculenta</i> (<i>Pelophylax</i> sp.)	317	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
<i>Rana dalmatina</i>	310	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
<i>Rana temporaria</i>	351	2	1	2	2	1	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2
<i>Salamandra salamandra</i>	92	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2
<i>Triturus cristatus</i>	139	3	3	2	2	3	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2
<i>Triturus marmoratus</i>	163	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	3	2	2	2	2
<i>Xenopus laevis</i>	79265	0	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lissotriton</i> (<i>Lissotriton</i> sp.)	444433	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NB taxon par département :		14	14	15	16	14	15	17	15	15	15	15	15	16	15	17	17

Seules les espèces surlignées en jaune (espèces sténoèces) serviront pour les calculs de sténoécie et font donc office de liste de référence. L'indice de rareté des autres espèces est mentionné à titre indicatif. De plus, du fait de la grande difficulté d'identification des espèces du genre *Pelophylax*, elles ont toutes été regroupées dans le taxon « *Rana complexe esculenta* ».

Les espèces surlignées en rouge ont comme statut « espèce introduite envahissante ». Elles ne comptent pas dans le calcul de l'indice mais il est important de les signaler si leur présence est détectée lors des campagnes d'inventaire.

Liste de référence amphibiens régionalisée

LB_NOM	CD_NOM	Auvergne-Rhône-Alpes							Bourgogne-Franche-Comté		Normandie	Occitanie
		3	7	15	42	43	63	69	58	71	61	48
<i>Alytes obstetricans</i>	197	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1
<i>Bombina variegata</i>	212	2	2	3	2	2	2	1	2	1	0	3
<i>Bufo bufo</i>	259	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1
<i>Epidalea calamita</i>	459628	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1
<i>Hyla arborea</i>	281	1	0	3	3	3	3	3	1	1	1	0
<i>Hyla meridionalis</i>	292	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	3
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	444430	3	3	3	2	2	2	1	2	1	1	3
<i>Lissotriton helveticus</i>	444432	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1
<i>Lissotriton vulgaris</i>	444431	3	0	0	0	0	0	0	3	3	2	0
<i>Lithobates catesbeianus</i>	459618	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pelobates cultripes</i>	235	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pelobates fuscus</i>	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pelodytes punctatus</i>	252	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2
<i>Rana complexe esculenta</i> (<i>Pelophylax</i> sp.)	317	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2
<i>Rana dalmatina</i>	310	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3
<i>Rana temporaria</i>	351	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1
<i>Salamandra salamandra</i>	92	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2
<i>Triturus cristatus</i>	139	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3
<i>Triturus marmoratus</i>	163	2	0	2	0	3	3	0	3	3	2	0
<i>Xenopus laevis</i>	79265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lissotriton</i> (<i>Lissotriton</i> sp.)	444433	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1
NB taxon par département :		15	14	14	13	14	14	14	15	15	14	13

Pour chaque département considéré :

- indice 3 = espèce très rare qui ne compte pas pour la sténoécie brute (SB). Elle octroie un bonus de 0,1 à la note indicatrice finale.

- indice 2 = espèce rare ou assez rare. Elle est comprise dans le calcul de la SB et attribuent un bonus de 0,1 à la note finale.

- indice 1 = espèce assez commune à très commune, qui est prise en compte dans le calcul de la SB

- indice 0 = espèce n'est pas signalée dans le département. Elle n'est pas prise en compte dans les calculs.