



la boîte outils de suivi des zones humides

RhoMeO

PÉDOLOGIE



Description et principes du protocole

Principes généraux

Le sol est décrit après prélèvement à la tarière (gouge, Edelman ou canne pédologique) sur la partie supérieure du sol (50 à 60 premiers centimètres). Pour des cas spécifiques où le sol ne peut être prélevé, des fosses pédologiques peuvent être réalisées à la bêche. Chaque horizon est caractérisé à l'aide des descripteurs de la fiche terrain.

Type de données collectées

Les différents horizons sont caractérisés par

les modalités (généralement 4 possibles) de 17 descripteurs de texture, de structure et de couleur.

Type d'échantillonnage

Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité du milieu et du gradient d'hydromorphie, généralement de la périphérie vers le centre de la zone humide.

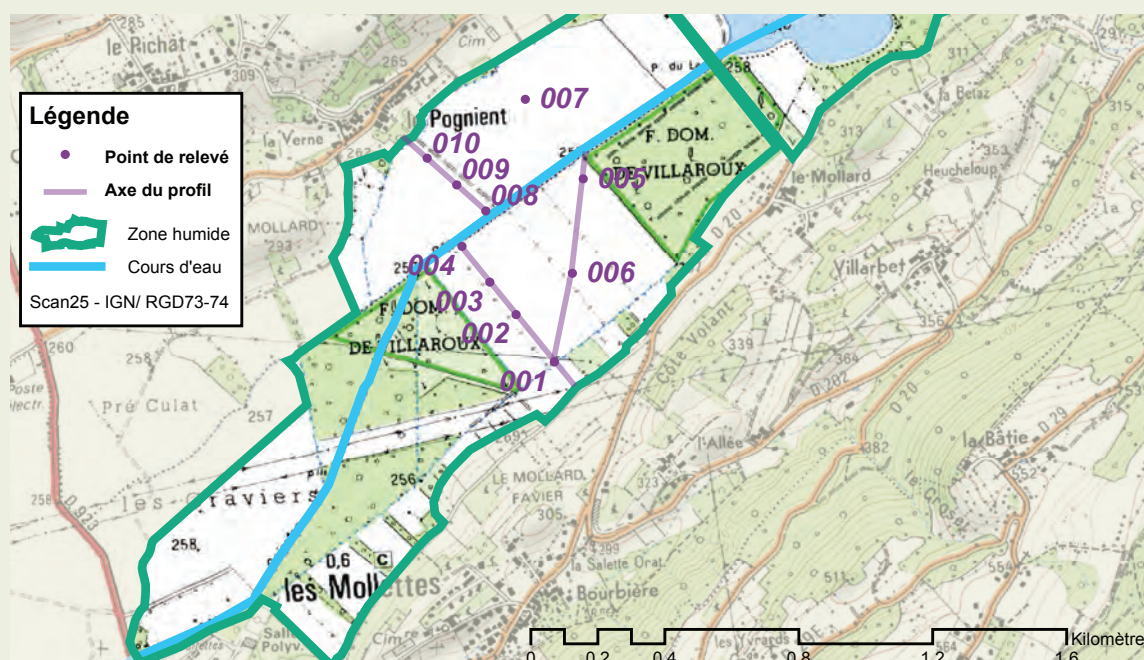
Méthode de mise en place

Stratégie d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage doit être construit **pour traduire le gradient d'hydromorphie du site**, des secteurs de transition avec les versants non hydromorphes, vers les secteurs les plus humides où la saturation en eau est

la plus forte. Pour cela, il s'agit de positionner un ou plusieurs transects qui partent du bord en direction du centre de la zone humide. Si la zone humide a une forme quasi-circulaire, ou du moins compacte, un seul transect peut être réalisé.

Figure 1 : exemple de stratégie d'échantillonnage



Méthode de mise en place (Suite)

Tarière gouge



Dans le cas contraire, il est recommandé de réaliser plusieurs transects (figure 1). Dans tous les cas, il est intéressant de choisir des transects communs aux relevés floristiques lorsque ceux-ci sont réalisés (une cartographie d'habitats, lorsqu'elle est disponible, peut être utilisée).

Réalisation des prélèvements

Pour une meilleure opérationnalité du suivi, il est recommandé de **réaliser les prélèvements à la tarière gouge** (diamètre 20, 30 ou 60 mm). Il est également possible de réaliser les prélèvements à la tarière Edelman. Toutefois, cette méthode entraîne une perte de précision importante sur les profondeurs et les épaisseurs des horizons (voir méthode en annexe 2).

Pour parer à toute situation, il est conseillé d'avoir les deux types de tarière lors des campagnes de terrain. La réalisation de fosses pédologiques, qui reste possible, n'est pas recommandée, compte tenu du temps nécessaire à leur réalisation.

Délimitation et caractérisation des horizons

Une fois le prélèvement réalisé, **l'échantillon de sol est divisé en horizons**, c'est-à-dire en couches homogènes, pour être décrit dans la fiche de terrain. Concernant les descripteurs de la fiche de terrain, on peut noter que :

- **pour la profondeur**, il est possible de ne noter que la profondeur maximale de chaque horizon (la profondeur minimale étant soit la surface du sol, soit la profondeur maximale de l'horizon supérieur). Pour les relevés à la tarière Edelman,

Délimitation des différents horizons de sol





Méthode de mise en place (Suite)



l'ensemble des profondeurs est mesuré sur le matériel prélevé et déposé au sol ;

- **les limites [A]** ne peuvent pas être notées à la tarière Edelman ;
- **La couleur [B]** est notée suivant les trois coordonnées (la teinte « hue », la clarté « value » et la pureté « chroma ») de la charte Munsell (cf. photo ci-contre). On évalue la couleur d'un échantillon de terre homogène. Il est préférable de se positionner dos au soleil. Sur le terrain, on évalue la couleur de l'échantillon humide. Comme les couleurs sont définies visuellement, on peut toujours admettre qu'on se trompe d'une case en teinte, clarté ou pureté. La précision de l'évaluation est donc donnée à une unité près ;
- **La texture [C], la structure [D], les racines [F] et les taches [G]** sont des descripteurs génériques indispensables à la détermination des types d'hydromorphie. La réduction du fer, qui est généralement observable par la couleur caractéristique grise bleuâtre à verdâtre, peut également se traduire par une décoloration de l'horizon. Dans ce dernier cas l'utilisation d'un réactif composé d'une solution d'orthophénantroline à 2% dans de l'éthanol pur peut permettre de confirmer le diagnostic ;
- **L'abondance [H], la taille [I] et la forme [J]** sont des descripteurs qui ne doivent être notés qu'en présence de taches d'oxydation ([G]= 2) ;
- **La compacité [L] , plasticité [M] , l'adhésivité [N] et la friabilité [O]** sont principalement utiles pour caractériser les sols minéraux ([C] >= 2) ;
- La caractérisation des sols organiques nécessite la notation de **l'altération de la M.O [P]** et de **l'indice de Von-Post [Q]** ;
- **Les éléments grossiers [E] et l'humidité [K]** sont des descripteurs complémentaires qui peuvent servir à la validation des observations en cas de doute ;

Il est également recommandé de faire le croquis du sondage dans le cadre prévu à cet effet et de prendre en note toute remarque utile.

Évaluation de la couleur à l'aide de la charte Munsell



Représentativité des données

Les traits d'hydromorphie étant déterminés par la variation de la nappe d'eau du sol, la variabilité spatiale des données collectées est identique à celle de la nappe. Autrement dit, ce n'est pas sur le type de trait hydromorphe, mais sur la notation de leur profondeur que l'impact d'une mauvaise re-localisation des points d'observation serait le plus fort pour le calcul de l'indicateur. Toutefois, la pente des nappes de zones humides est généralement faible (zone d'accumulation des flux d'eau). Il convient tout de même d'être vigilant dans les secteurs de plaine alluviale où des dépôts argileux peuvent localement entraîner la présence de petites nappes perchées. Réaliser une observation dans ou hors de cette lentille argileuse pour une question de re-localisation du point de relevé entraînerait un calcul de la valeur indicatrice erroné.

Hormis la Base de Données Géographiques des Sols de France dont l'échelle du 1/1 000 000 n'est pas exploitable pour notre objectif, il n'existe pas de données de référence pour analyser la représentativité de l'information collectée dans le cadre de ce protocole. Toutefois, les connaissances antérieures des sites sur lesquels a été testée la méthode nous permettent de valider la qualité de l'information recueillie (validation par le relevé pédologique de la déstructuration du sol connue par le labour, etc.).

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises

La grille descriptive étant en grande partie visuelle, elle ne nécessite pas de compétences spécifiques pour son application. Les tests réalisés dans le cadre du projet ont démontré la bonne prise en main du protocole de collecte de données par des opérateurs non spécialistes. Il apparaît qu'avec une formation d'½ journée, il est possible pour un débutant de mettre en place le protocole et de remplir la fiche de terrain associée. L'opérateur peut s'appuyer sur différents ouvrages techniques (*BAIZE et JABIOL 1994, JABIOL et al. 2011*)

Toutefois, il est bien évident que l'expérience et le niveau de connaissance initial des opérateurs en pédologie influent fortement sur le temps de terrain nécessaire aux relevés (pouvant aller du simple au double).

Impact du niveau de compétences

La grille descriptive a été conçue avec un nombre de classes de valeur très restreint pour limiter les risques de confusions. Par conséquent, le choix d'une classe ou d'une autre peut avoir une influence importante. La redondance, ou du moins les liens

entre un certain nombre de descripteurs de la fiche de terrain, permettent l'identification d'indications aberrantes.

Temps moyen de collecte

Le temps de réalisation et de description d'un relevé, nombre de relevés par heure est très dépendant du type de sol et du nombre d'horizons observés, mais peut être estimé à 6 à 10 relevés par heure ;

Coût matériel/données / prestation/analyse

Le coût d'acquisition d'une tarière pédologique est de l'ordre de 170 à 200€. Il convient également d'ajouter la Charte de couleurs des sols *MUNSELL* (env. 180 €) et le *Référentiel pédologique, AFES et al, 2008 : 45 €*.

En annexe :

- La fiche de relevé de terrain (Annexe1)
- Méthode de sondage à la tarière (Annexe2)

Bibliographie

AFES, D. BAIZE M. C. & GIRARD C., 2008. *Référentiel pédologique*, éd. Quae, 2009.

BAIZE D. & JABIOL B., 1994. *Guide pour la description des sols*, éd. de l'I.N.R.A.

JABIOL B., GIRARD M.-C. & SCHVARTZ C., 2011. *Etude des sols - Description, cartographie, utilisation: Description, cartographie, utilisation*. Dunod. 432 p.

La Charte de couleurs des sols MUNSELL et le Référentiel pédologique 2008, AFES





Description et principes du protocole

Principes généraux

La flore d'un site est évaluée par la réalisation d'inventaires (les relevés) sur un ensemble de placettes réparties de manière à échantillonner le plus d'habitats naturels possibles.

Type de données collectées

Sur chaque placette, on note l'ensemble des espèces présentes à l'intérieur de celle-ci et on en estime le recouvrement. On note également la taille de la placette, la physiologie de la

végétation (annexe 2), le recouvrement et la hauteur des différentes strates de la végétation. La position des placettes est mesurée avec un GPS, de même que la distance au point d'origine du transect.

Type d'échantillonnage

Les points de relevés sont réalisés à intervalles réguliers le long de transects préalablement positionnés pour être les plus représentatifs de la diversité des milieux présents sur le site.

Méthode de mise en place

Selon la taille des sites et la diversité des habitats (une visite rapide préalable du site peut être utile), l'ordre de grandeur du nombre de placettes varie (Annexe 2). Celles-ci sont ventilées sur 1 à 3 transects par site (cas général), de manière régulière et définie au préalable, et les relevés sont effectués systématiquement du même côté du transect. Typiquement, entre 5 et 20 placettes seront positionnées par transect, sur des longueurs oscillant entre 100 et 800 mètres, soit des espacements compris entre 20 et 50 mètres le plus souvent. Les points de départ et d'arrivée des transects peuvent être matérialisés de manière pérenne (bornes) ou a minima repérés sur le terrain par des points remarquables, des photographies et bien sûr le positionnement par GPS. L'orientation du transect peut être notée à la boussole ou, notamment en milieu ouvert, en suivant des points de repère lointains (photo ci-contre). Tous ces éléments sont reportés sur la fiche terrain (Annexe1).

Les relevés sont effectués sur les placettes dont la taille usuelle dépend de la structure de la végétation (Annexe 2), d'après **CHYTRY & OPTIKOVA (2003)**, quelle que soit l'homogénéité apparente de la placette, sauf si celle-ci est à cheval sur :

- deux physiologies très différentes (par

Axe de la visée du transect



Exemple de visée lointaine

exemple à l'interface entre forêt / prairie humide ou milieu naturel / milieu artificiel (piste...);

- une rupture topographique majeure (fossé, butte de plus d'1m...)

Dans certains cas, la taille normale doit être réduite (1 m^2 , voire 0.25 m^2) et leur espacement également réduit (5 m), comme les grèves d'étangs ou les berges des cours d'eau, les bas-marais artico-alpins ou certains complexes tourbeux à sphaignes.

Méthode de mise en place (Suite)



Il est possible de déplacer la placette le long du transect ou de réduire la surface par rapport aux préconisations, mais dans tous les cas ces modifications doivent être bien signalées sur le bordereau de terrain.

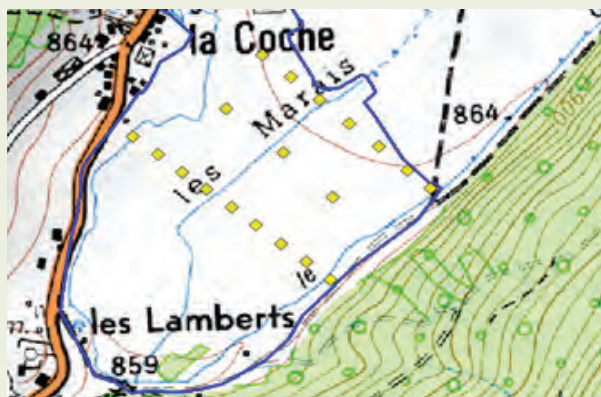


Figure 1 : alignement des transects au gradient

Etant donnée l'extrême variabilité de la forme des zones humides, il est difficile de définir des règles systématiques de positionnement des transects.

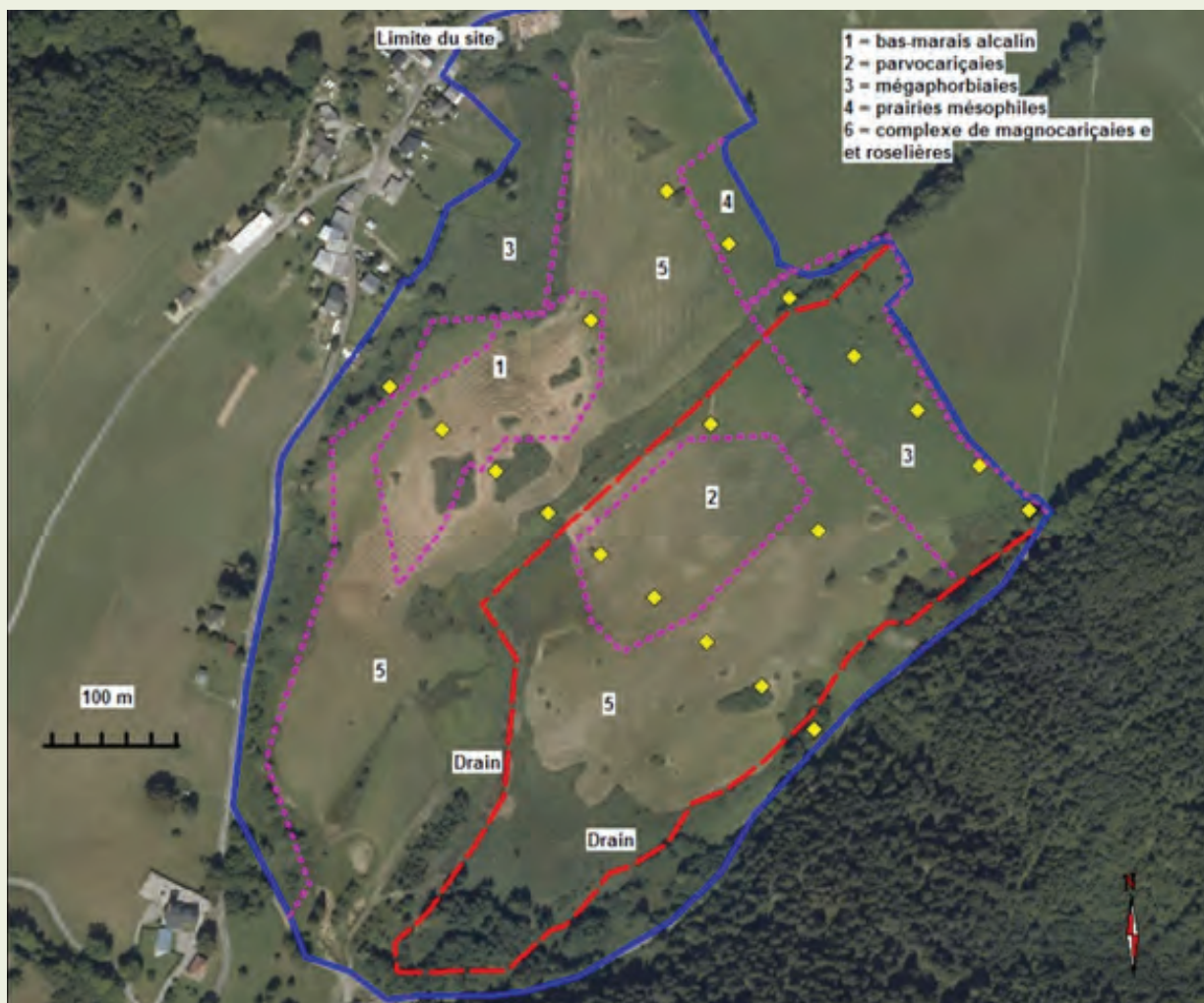
Les cartes d'habitats (quand elles existent), les cartes topographiques et bien sûr les photographies aériennes (couleur ou infrarouge) doivent être étudiées au préalable afin de croiser le plus possible d'habitats et de niveaux topographiques /

hydrologiques.

Pour des sites présentant un gradient des conditions hydrologiques assez net, le plus simple est d'orienter les transects perpendiculairement à ce gradient (figure 1) : sur le site du Pontet (73), un gradient topographique nord-est / sud-ouest existe (points cotés 864 et 859 respectivement). On note également la présence d'un drain central et du cours du Gelon en grande partie rectifié et surcreusé et agissant également comme drain. L'analyse de la carte de végétation et un premier repérage sur le terrain (figure 2) ont fait apparaître que la zone centrale est la plus diversifiée, les zones nord-ouest, nord-est et sud-est étant constituées de complexes de roselières et magnocariçaies.

Trois transects (les relevés sont matérialisés par des carrés jaunes) ont donc été établis, selon le gradient topographique, perpendiculairement au drain principal et permettant de traverser tous les habitats identifiés. Pour une périodicité des suivis de 5 à 10 ans, privilégier les milieux ouverts (dont la végétation réagit plus vite aux perturbations) semble raisonnable. Comme règle empirique, on peut proposer qu'au moins la moitié des placettes concerne ces milieux ouverts, hors sites alluviaux boisés notamment.

Figure 2 : carte de végétation





Représentativité des données

Précision de l'information

La variabilité spatiale, testée sur quelques sites, est faible à l'échelle de la placette (variation type absolue de 0,2 pour la valeur d'engorgement du sol par exemple) et très faible à nulle à l'échelle du site.

La variabilité générale (incluant erreurs de re-localisation et passages à des dates différentes par des observateurs différents) a été testée sur 266 placettes. Elle représente des écarts de l'ordre de 0,5 en présence / absence et 0,7 en recouvrement pour le niveau d'engorgement à l'échelle de la placette, ceux-ci étant plus faibles pour la fertilité (respectivement 0,2 et 0,24). A l'échelle du site, les écarts sur les estimations de la médiane ont été calculés sur 20 sites. Pour la fertilité, les données calculées respectivement par la présence/absence et en tenant compte du recouvrement des espèces sont de 0,16 et

0,14. Pour l'indice d'engorgement, l'écart moyen de la médiane est de 0,27 et de 0,38 respectivement pour les données en présence / absence et en recouvrement.

Représentativité de l'information collectée

Le protocole flore permet de capturer au moins 50 % du total des espèces d'un site (incluant les espèces découvertes lors du programme) pour près de 80 % des sites, le pourcentage moyen étant d'environ 65 %. La représentation des espèces mésohygrophiles à hygrophiles est encore meilleure. Ce pourcentage diminue avec la taille des sites surtout, et l'augmentation du nombre de placettes ne permet pas, avec un volume de travail restant raisonnable, de compenser cette diminution.

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises

De solides compétences botaniques sont requises, au moins concernant la flore des zones humides. Sur le bassin Rhône-Méditerranée, bassin le plus diversifié en France en termes de types de zones humides, environ 1500 espèces ont été contactées, dont près de la moitié sont rares ou très rares. La maîtrise d'environ 800 à 900 espèces semble donc raisonnable sur l'ensemble du bassin étant donné l'impact modéré des omissions. Pour un opérateur local, ce nombre d'espèces est de l'ordre de 200 à 400.

Impact du niveau de compétences

L'effet des erreurs de détermination ou des omissions d'espèces peut être évalué par quelques données bibliographiques. *EWALD (2003)* a montré que l'omission de 80% des espèces les moins abondantes des placettes affecte très peu les valeurs diagnostiques ; en corollaire, les erreurs de détermination sur les espèces abondantes peuvent avoir un impact assez fort.

Temps moyen de collecte

En moyenne, le temps de collecte est de 1,5 jours par site (en un seul passage).

Temps de validation et de saisie des données

Pour une structure possédant une chaîne de saisie, le temps de saisie est de l'ordre de 1 jour par site, celui de validation des données de l'ordre de 1 heure.

Coût matériel/données / prestation/analyse

- GPS : entre 200 et 300 euros ;
- "décamètre" : environ 10 euros ;
- bornes de géomètre : environ 40 euros par borne.

En annexe :

- La fiche de relevé de terrain (Annexe 1) ;
- Les référentiels construits ou disponibles dans le cadre du programme et nécessaires à la mise en œuvre du protocole (Annexe 2).



Opérationnalité de la collecte (Suite)



Le référentiel flore utilisé est TAXREF 6. Des ajouts (peu nombreux) ont été effectués pour des espèces ou des taxons infra-spécifiques non inclus dans cette version.

Une table d'équivalences entre différents référentiels flore utilisés par les structures gestionnaires a été construite, afin de permettre l'importation des données saisies dans les outils métiers des structures.

Un certain nombre de taxons, qui gardent leur identité dans la base, sont regroupés pour les traitements postérieurs, essentiellement à cause de difficultés de détermination (ex. *Carex flava* et *C. lepidocarpa*).

À chaque taxon est associé un certain nombre de valeurs indicatrices (valeur d'engorgement, valeur de fertilité, coefficient de conservatisme, statuts divers...) qui servent pour le calcul des indicateurs. Pour l'essentiel, ces valeurs, établies pour la Suisse, sont tirées de **LANDOLT et al. (2010)**.

L'application à Rhône-Alpes ne pose pas de

difficultés particulières, hormis pour l'humidité. Une centaine de valeurs a été modifiée car **LANDOLT et al. (2010)** attribuent une valeur indicatrice d'humidité globale et non strictement édaphique : certaines espèces des milieux forestiers des climats frais et humides (ex. *Saxifraga rotundifolia*) ont ainsi des valeurs élevées alors qu'elles ne sont pas liées à des sols hydromorphes.

D'autre part, pour les espèces des zones humides méditerranéennes (absentes de Suisse), les valeurs indicatrices de **JULVE (2012)** ont été utilisées. Toutefois, ces dernières étaient basées sur une échelle de 1 à 12 (contre une échelle de 1 à 5 mais avec des demi-niveaux pour **LANDOLT et al., 2010**). Il a donc fallu harmoniser les deux systèmes sur une échelle commune de 1 à 10. La comparaison des valeurs indicatrices des espèces en commun entre les deux systèmes a montré la meilleure cohérence globale (malgré des divergences assez nombreuses mais de faible ampleur) avec les équivalences suivantes du tableau 1 :

Référentiel flore et valeurs indicatrices de références

Référentiel Landolt	Référentiel Julve	Référentiel commun RhoMéo
1	1	1
1.5	2	2
2	3	3
2.5	4	4
3	5	5
3.5	6	6
4	7	7
4.5	8	8
5	9	9
5u	10	10
5v	11	10
-	12	10

Bibliographie

CHYTRY M. & OPTYKOVA Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14 : 563-570.

EWALD J., 2003. The sensivity of Ellenberg indicator values tp the completness of vegetation relevés. *Basic and Applied Ecology* 4 : 507-513.

JULVE Ph. 2012. CATMINAT. Document téléchargeable à l'adresse suivante : <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>

LANDOLT E. et al., 2010. *Flora indicativa*. CJB Genève, Haupt, Berne, 376 p.

PIÉZOMÉTRIE



Description et principes du protocole

Principes généraux

Il s'agit de suivre les variations de la nappe d'eau dans le sol et de traduire la dynamique hydrologique de la zone humide. Pour cela, un piézomètre, servant de puits d'observation, est installé et équipé d'une sonde de pression permettant l'enregistrement automatique des valeurs de nappe. Comme il s'agit de mesurer les variations de la nappe à proximité de la surface et non dans les formations superficielles profondes, les piézomètres peuvent ne pas excéder deux mètres de longueur. Ce protocole nécessite d'envisager une maintenance du matériel à moyen et long terme (TAYLOR et ALLEY, 2001).

Type de données collectées

Les sondes acquièrent des données au pas de temps horaire, soit 8760 valeurs par an. Comme il s'agit de profondeur par rapport à la surface du sol, les valeurs sont positives lorsque la nappe se situe dans le sol et négatives si elle dépasse la surface et inonde le sol.

Type d'échantillonnage

Un seul piézomètre équipé peut être installé par site. Bien évidemment, la localisation du piézomètre doit être réfléchie afin de se situer dans un contexte hydrologique et topographique moyen à l'échelle du site. Cela est d'autant plus vrai que le site est vaste.

Méthode de mise en place

Les piézomètres « ouverts » sont de simples tubes, qui permettent depuis la surface d'accéder à l'eau d'une nappe. Fabriqués à partir de tubes métalliques ou en PVC perforés sur toute leur longueur (tous les 10 centimètres), ils permettent d'observer le niveau piézométrique. Il est parfois préconisé de recouvrir le tube d'un géotextile, pour empêcher le matériel du sol de rentrer dans le tube. Si cela est recommandé dans les sol minéraux friables ou argileux, cela n'est généralement pas nécessaire dans la tourbe, dans la mesure où les perforations sont de petite taille (inférieure à 10 mm). Les tubes dépassent du sol pour faciliter leur repérage au milieu de la végétation. Une marque est réalisée au niveau du sol pour matérialiser le niveau 0 et vérifier que le piézomètre ne bouge pas au fil du temps. Les tubes sont équipés de sondes à capteur de pression permettant l'enregistrement automatique des valeurs à un pas de temps défini.

Différents fabricants proposent aujourd'hui des enregistreurs de niveau de nappes basés sur une sonde de pression (ott, hydreka, aqualyse, schlumberger, paratronic, solinst...).

Si les propositions techniques diffèrent quelque peu, le principe général consiste à mesurer la pression absolue en profondeur, correspondant à la somme de la pression atmosphérique et de la pression due à la colonne d'eau, pour la convertir en hauteur. Pour cela, il est donc nécessaire de compenser la pression absolue par la pression atmosphérique enregistrée en surface et ainsi isoler la pression uniquement liée au poids de la colonne d'eau. Aujourd'hui les capacités de stockage des données ne sont plus un facteur limitant, les sondes pouvant stocker plusieurs centaines de milliers de valeurs. Si, pour le calcul de l'indicateur, les données sont exploitées au pas de temps journaliers, des enregistrements au pas de temps horaire peuvent permettre des observations complémentaires intéressantes.



Méthode de mise en place (Suite)



Deux documents annexés précisent la méthode de fabrication des tubes piézométriques et l'utilisation du logiciel de paramétrage des sondes (Annexe 2). La localisation du point d'installation du piézomètre doit respecter les préconisations suivantes :

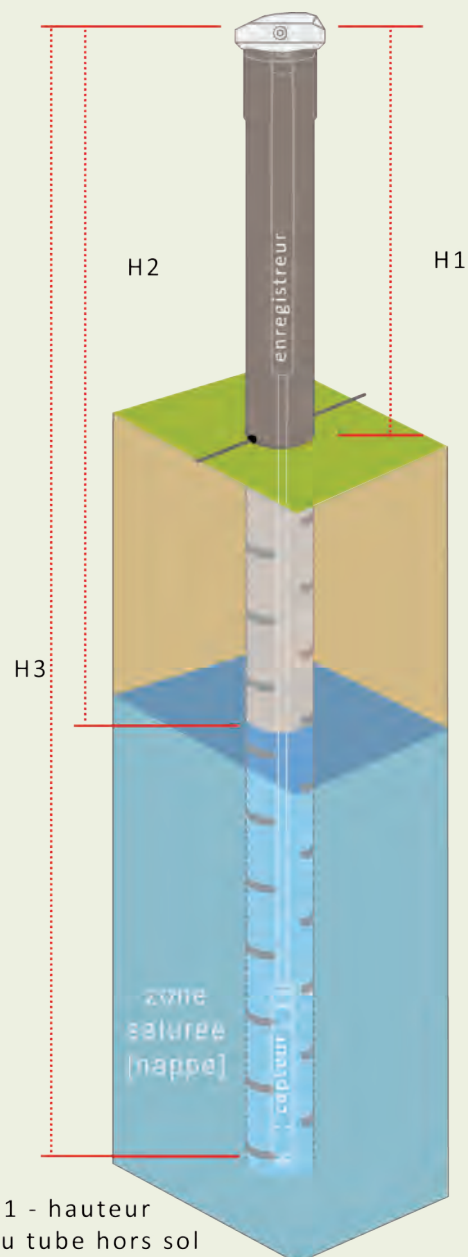
- S'assurer de la compatibilité du dispositif avec la gestion du milieu. S'il y a pâturage, prévoir un enclos de protection. En cas de fauche, rendre le tube visible pour un conducteur de tracteur ;
- Préférer l'installation du piézomètre dans une partie centrale, correspondant à un habitat ou du moins à un milieu très représenté à l'échelle du site. En s'appuyant sur l'observation de la microtopographie de surface, on évitera de positionner le piézomètre dans un creux ou sur une butte qui constituerait une situation singulière à l'échelle du site. Toutefois, quelle que soit la position de l'appareil, il est possible d'obtenir une réponse représentative de la dynamique de fonctionnement hydrologique du site (voir paragraphe suivant).



Piézomètre équipé d'une sonde de mesure automatique

L'opérateur doit s'assurer de la justesse du calage entre le niveau réel de la nappe et celui mesuré par la sonde (voir note en Annexe 2). Hors vandalisme ou "casse" (faucheuse, bétail, mammifères sauvages), le colmatage du tube est le principal problème provoquant des erreurs de mesure. Il est donc nécessaire de veiller au bon fonctionnement du dispositif pour éviter les lacunes dans les séries de données qui empêcheraient le calcul de l'indicateur.

Figure 1: Principes d'installation d'une sonde



H1 - hauteur du tube hors sol

Elle doit être suffisamment haute pour laisser l'enregistreur hors d'eau (supérieure aux niveaux de crue), celui-ci ayant une capacité de submersion limitée.

H2 - profondeur de la nappe

La sonde convertit les variations de pression au dessus du capteur en variations de hauteur d'eau. Pour cela, elle soustrait de la pression totale la pression atmosphérique mesurée au niveau de l'enregistreur (compensation).

H3 - profondeur maximale de mesure de la nappe

La profondeur du capteur détermine l'amplitude maximale des mesures possibles.



Représentativité des données

Précision de l'information

Si les profondeurs de la nappe varient à l'échelle du site, en relation avec la microtopographie, mais également en fonction du gradient hydraulique (pente d'écoulement de la nappe), le suivi de réseau de piézomètres montre le bon niveau de corrélation des niveaux piézométriques en zone humide. Ainsi, en ne suivant qu'un seul point de la zone humide, une image fidèle du fonctionnement de la dynamique, c'est-à-dire des rythmes et de l'amplitude des variations, peut être obtenue (PORTERET 2008).

Représentativité de l'information collectée

L'impact des modifications des apports d'eau (drainage, prélèvement) d'une zone humide se traduit directement sur les niveaux de la nappe dans le fonctionnement hydrologique du milieu

(suivant l'équation du bilan de l'eau). Toutefois, c'est l'ampleur des volumes d'eau soustraits à la zone humide qui détermine l'impact sur la baisse de la nappe. Si cet impact peut être masqué à court terme par les fluctuations des apports atmosphériques (précipitations), cela n'est plus le cas lorsque l'on considère la tendance à moyen terme (5 ans). Les sites pour lesquels les séries de données à long terme existent sont rares. Toutefois, nous pouvons clairement observer, dans les enregistrements du marais de Chautagne (Savoie), la baisse générale de la nappe liée aux travaux d'aménagement du Rhône. Au delà des valeurs brutes de profondeur de la nappe, l'analyse des distributions des niveaux de nappe illustre l'impact tant sur l'amplitude des variations que sur les profondeurs les plus fréquentes (Figure 2).

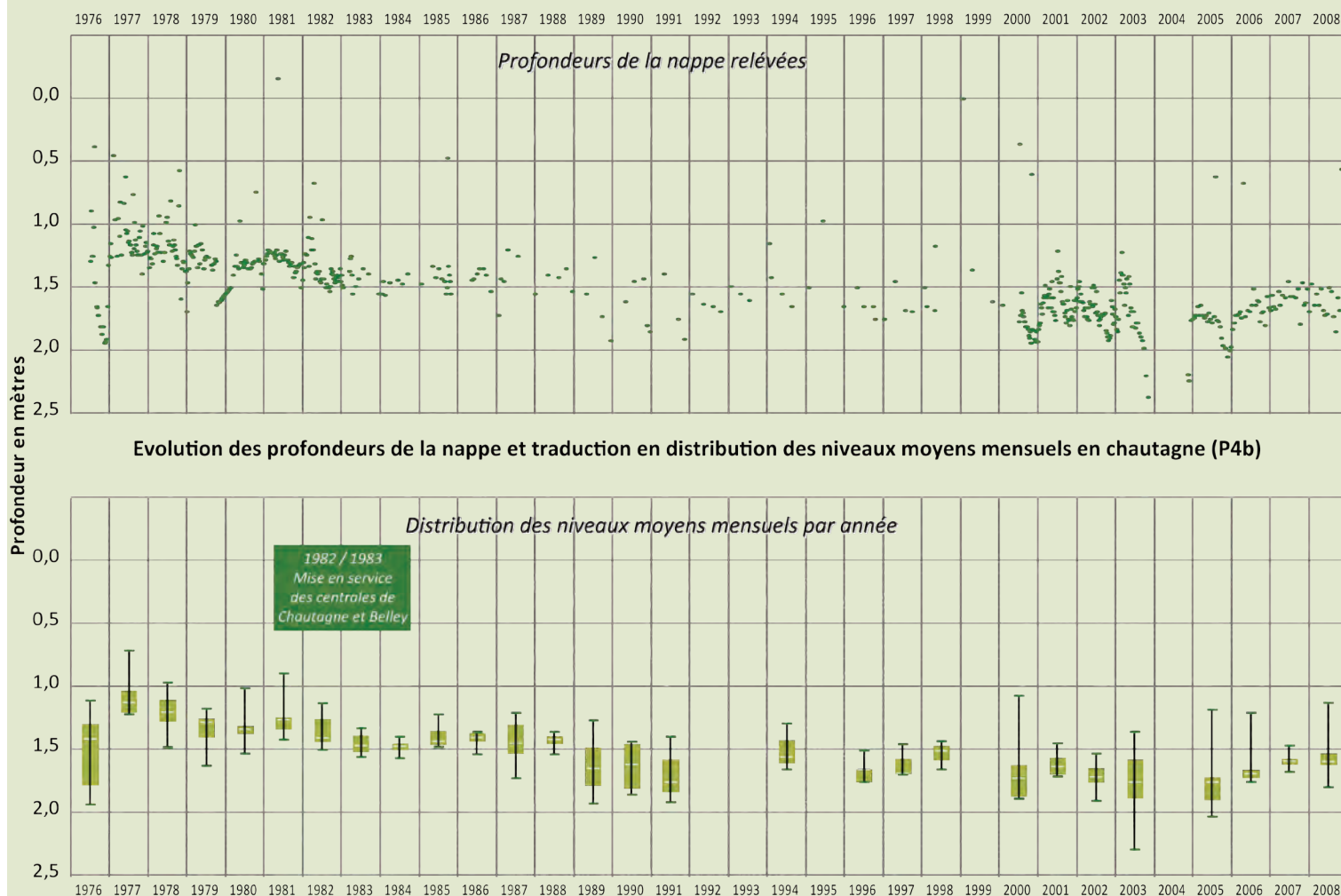


Figure 2 : sensibilité de la nappe aux aménagements hydrauliques en Chautagne

Opérationnalité de la collecte



Compétences requises

La mise en place, le paramétrage et le suivi des sondes demandent des compétences qui peuvent être facilement acquises par les opérateurs. Les différentes notes d'installation et manuels d'utilisation permettent une prise en main rapide des outils (matériel et logiciel). Par ailleurs, certains fabricants de matériels proposent des formations pour leur utilisation.

Temps moyen de collecte (coût)

Au delà de la phase initiale d'installation (1/2 journée) et de vérification du bon fonctionnement du dispositif (2 à 3 passages dans les mois suivant l'installation), le relevé des données ne demande que quelques minutes. Si, avec l'utilisation de pile lithium, l'autonomie (batterie et mémoire) atteint plusieurs années (jusqu'à 5 ans), il est conseillé d'effectuer, au minimum, les relevés annuellement.

Temps de validation et saisie des données

Les données journalières peuvent être exportées directement du logiciel d'exploitation de la sonde vers un tableur ou une base de données. Comme pour tout dispositif d'enregistrement automatique de mesures, il est toutefois nécessaire de prévoir une vérification de la cohérence globale des données.

Coût matériel/données /prestation/analyse

Le coût d'équipement d'un site est de 1500 euros ; la maintenance et le suivi représentent 1 journée de travail par an.

En annexe :

- Note sur la fabrication de piézomètres (Annexe 2)
- Note sur le paramétrage du logiciel Hydras (Annexe 2)

Bibliographie

TAYLOR C.J. & ALLEY W.M., 2001. *Ground-water-level-monitoring and the importance of long term water level data* - US Geological Survey, Circular 1217 p.

PORTERET J., 2008. *Fonctionnement hydrologique des têtes de bassin versant tourbeuses du Nord-Est du Massif Central* - PhD thesis. Université Jean Monnet - Saint-Etienne (2008-12-08), Hervé Cubizolle (Dir.).





ODONATES



Description et principes du protocole

L'objectif du protocole est de réaliser un inventaire du peuplement d'odonates de la zone humide le plus complet possible dans un minimum de temps en appliquant une pression d'observation calibrée et reproductible.

Les données collectées sont des informations de présence/absence des espèces, complétées

d'informations semi-quantitatives et qualitatives sur un réseau de points d'observation.

L'échantillonnage est stratifié pour répartir la pression d'observation sur les différents habitats odonatologiques.



Méthode de mise en place



Définir l'univers d'échantillonnage

Il convient, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et le cas échéant de procéder à des regroupements de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle. Les cas suivants ont été rencontrés sur les sites tests :

- Zone humide attenante à une masse d'eau de type lac : vérifier que l'interface entre la masse d'eau et la zone humide (partie du lac de profondeur inférieure à 3 m abritant des formations d'hélophytes et d'hydrophytes) est bien intégrée dans la zone humide. Dans le cas où plusieurs zones humides attenantes au lac ont été définies séparément, les réunir dans un seul polygone rassemblant toutes les zones humides riveraines et la frange peu profonde du lac pour définir l'univers d'échantillonnage ;
- Zone humide alluviale : souvent la masse d'eau (= le cours d'eau) est exclue de l'enveloppe zone humide. Il convient, comme pour les lacs, d'intégrer toutes les zones d'interface des berges et parties peu profondes dans l'univers d'échantillonnage. Afin de simplifier le travail de délimitation, il est préconisé d'intégrer l'ensemble du chenal du cours d'eau. Ces zones humides alluviales posent également d'autres questions :
D'une part celle permettant de délimiter

les limites d'échantillonnage dans le cas de système peu anthropisé. On conseillera dans ce cas de recourir à la méthode de définition des secteurs fonctionnels sur un cours d'eau (*AMOROS et PETTS, 1993*).

A l'inverse, dans le cas de plaines alluviales très anthropisées, chaque petite zone humide vestigiale est le plus souvent cartographiée séparément, alors que fonctionnellement chacune fait partie d'un système beaucoup plus vaste orchestré par le cours d'eau au travers de sa nappe phréatique d'accompagnement et éventuellement de l'inondation périodique. Ici encore, la définition de l'univers d'échantillonnage par la réunion des différentes petites zones humides résiduelles et du chenal du cours d'eau du secteur fonctionnel est recommandée.

- Enfin, le cas des constellations de petites zones humides (marais, mares...), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste, réduite ou fragmentée par drainage ou mise en culture, peut être traitée de la même manière en construisant un univers d'échantillonnage unique réunissant l'ensemble du réseau. Dans ces deux derniers cas de zones humides fragmentées, cette méthode facilite la mise en place d'un nombre de points d'observation suffisant pour atteindre une validité correcte de l'échantillonnage.

Méthode de mise en place (Suite)

Plan d'échantillonnage

Pour décrire la richesse totale de la zone humide, il est nécessaire d'échantillonner tous les types d'habitats disponibles pour les odonates. Il convient donc d'avoir au préalable une connaissance suffisante de la zone humide et des habitats odonatologiques présents (SFO, 2001 ; GRAND et BOUDOT, 2006 ; DELIRY 2008). Il est important de souligner que cette notion d'habitat odonatologique ne se superpose pas à la notion d'habitat au sens de la végétation ou de la phytosociologie. Des nuances ont été apportées à la typologie SFO (Annexe 2).

de manière à optimiser la qualité de l'échantillonnage, notamment pour :

- les milieux alluviaux : le degré de connexion au chenal des annexes ;
- l'altitude : notion d'étages bioclimatiques.

Une cartographie des surfaces en eau est réalisée à l'aide de cartes topographiques, de photographies aériennes et d'une visite préalable du site. Dans l'idéal, les différents habitats odonatologiques identifiés lors de la reconnaissance terrain servent de typologie à cette cartographie.

Une fois ce travail d'identification des habitats odonatologiques effectué et avant de se lancer dans la mise en place effective du plan d'échantillonnage et des relevés de terrain, il est recommandé de vérifier que la liste d'espèces attendues sur cette zone comporte bien des espèces à fort lien avec les habitats de la zone humide. (cf fiche A10, calcul de l'indicateur, «paragraphe» construction de la liste d'espèces attendues). En effet, dans quelques cas de zones humides situées dans des départements à la faune odonatologique assez pauvre et ne présentant qu'un seul habitat odonatologique, cette liste ne comporte aucune espèce de ce type et l'indicateur ne peut alors être calculé. Dans ce cas, il est inutile de lancer la collecte des données.

Le plan d'échantillonnage s'appuie sur la liste des habitats odonatologiques identifiés sur la zone humide. Au sein de chaque habitat, au moins 3 points d'observation seront mis en place et idéalement 6. Dans le cas d'habitats odonatologiques présentant des nuances significatives (cas des cours d'eau et annexes hydrauliques fluviales courantes), notamment avec les différents faciès du chenal, «radier» et «mouille», on s'attachera à répartir les points de suivi de manière à échantillonner ces différentes nuances. Pour les habitats fragmentés, on veillera à échantillonner les différents « patches » présents. Certains habitats faiblement représentés dans la zone humide ne permettent pas l'installation de 3 points d'observation. Ils seront néanmoins échantillonnés au mieux afin de décrire le plus complètement possible le peuplement de la zone humide.

Surfaces d'observation

L'observateur choisit la surface d'observation, en fonction de la configuration du site et des conditions de déplacement. Il peut s'agir :

- de transects de 25 m de long et 5 m de large (2,5 m de part et d'autre de l'interface terre/eau). Cette option est à retenir dans tous les cas où l'interface terre/eau est bien marquée et où le déplacement à pied le long du transect est aisé (sol portant, eau peu profonde). Deux transects peuvent être contigus ou proche de quelques dizaines de mètres de manière à optimiser le travail de terrain (par exemple 2 transects proches pour échantillonner un radier et une mouille adjacente sur un cours d'eau) ;
- de points d'un rayon de 5-10 mètres, permettant la détermination à vue (éventuellement à l'aide de jumelles) des libellules (anisoptères principalement, les zygoptères moins farouches étant le plus souvent déterminables sans jumelle ou facilement capturables). Les points doivent être distants de 25 m au moins, pour éviter le chevauchement.

Il est important que l'habitat soit homogène au sein de chaque point de suivi.

Les points de suivis seront localisés géographiquement avec précision (coordonnées du barycentre) afin de réaliser les relevés au même endroit au cours d'une saison ainsi que les années suivantes (si le milieu est stable).

Conditions de réalisation d'un relevé

Pour les transects, les relevés s'effectueront à marche lente. Au cours de la première visite, une durée de référence sera mesurée et restera constante pour les visites ultérieures afin de conserver la même pression d'observation.

Pour les points, le relevé dure au moins 6 minutes et l'inventaire des espèces nouvelles se fait par tranche de 2 minutes. Si la dernière tranche de 2 minutes a permis de détecter au moins une espèce nouvelle, une tranche supplémentaire de 2 minutes d'observation est ajoutée et ainsi de suite. Si cette période n'apporte aucune espèce nouvelle, le relevé est stoppé. Le temps total d'observation est noté.

Le temps passé à la capture et à la détermination d'individus est décompté du temps d'observation. Afin de limiter ces interruptions durant le relevé, il est recommandé de faire une reconnaissance préalable de la zone humide dès l'arrivée, avec capture et identification permettant de faire le point sur les espèces abondantes présentes (notamment les zygoptères) avant de réaliser les relevés définitifs sur les points de suivi.

Les relevés se réaliseront entre 10h et 16h (possibilité de décaler plus tard en juin-juillet par temps chaud



Méthode de mise en place (Suite)

et lorsque les jours sont les plus longs), période optimale d'activité des imagos. Les conditions météorologiques devront être « bonnes » le jour du relevé ainsi que, dans la mesure du possible, la veille de celui-ci :

		Température		
		< 17°C	17°C - 22°C	> 22°C
Nébulosité	> 3/4	non	oui	oui
	< 3/4	oui	oui	oui
Pluie		non	non	non
Force du vent	< 4 Beaufort	non	oui	oui
	4 Beaufort	non	oui exceptionnellement	
	> 4 Beaufort	non	non	non

Conditions météorologiques permettant la réalisation de relevés odonates

Température : prise sur le site météoFrance et exprimée en degré Celsius ;

Nébulosité : estimée et exprimée en quart :

(0 – ¼ – ½ – ¾ – 1) ;

Force du vent : estimée et exprimée en Beaufort. Les indices suivants peuvent être utilisés afin d'estimer cette force :

1 : vent perceptible sur une fumée mais pas sur une girouette (1 à 5 km/h) ;

2 : girouette en mouvement et vent perceptible sur le visage (6 à 11 km/h) ;

3 : les feuilles et brindilles sont constamment en mouvement (12 à 19 km/h) ;

4 : les petites branches sont en mouvement. Les poussières et les papiers tourbillonnent (20 à 28 km/h) ;

5 : des vagues sont clairement visibles à la surface de l'eau. Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités (29 à 38 km/h).

Calendrier d'intervention

- pour les sites de plaine : 3 campagnes dates indicatives : début mai – juin/juillet – septembre, à caler sur la phénologie des espèces. Le premier relevé doit comprendre la période de vol de *Brachytron pratense* pour les eaux stagnantes et de *Gomphus vulgatissimus* pour les eaux courantes. Le dernier correspond au vol des espèces tardives (*Lestes*, *Aeshna mixta/affinis*,...) ;

- pour les sites de l'étage montagnard : 3 campagnes / juin - juillet – août ;
- pour les sites de l'étage subalpin : 2 campagnes début juillet - fin juillet.

Les dates de prospection devront être identiques (du point de vue de la phénologie des odonates) d'une année sur l'autre.

Choix des paramètres à collecter

Pour les imagos, le relevé consistera à noter :

- l'espèce observée ;
- la présence d'un ou plusieurs individus ;
- la présence de mâles et de femelles ;
- le comportement reproducteur le plus significatif : défense territoriale, tandem, accouplement, ponte, émergence, exuvie.



Exuvie de libellule

La recherche des exuvies d'anisoptères est recommandée (à minima, les exuvies repérées aisément à l'occasion du relevé sont collectées). Elle est obligatoire pour deux types de zones humides où les exuvies sont indispensables pour repérer des espèces discrètes au stade imago : grands cours d'eau (*Gomphidés*, *Cordulidés*, *Boyeria*) et tourbières d'altitude (*Somatochlora*). Les exuvies d'anisoptères sont alors recherchées attentivement et récoltées, au retour pour les transects en berge sur une largeur de 1 m à partir de l'eau et par prospection des gouilles en tourbière d'altitude.

Pour les exuvies, récoltées puis déterminées en laboratoire, seront notés :

- l'espèce à l'exception de certains *Sympetrum* : *Sympetrum sanguineum*, *S. meridionale* et *S. striolatum* ne peuvent être déterminés au niveau spécifique avec certitude, ils seront donc notés dans un groupe réunissant ces 3 taxons,

Méthode de mise en place (Suite)

- le nombre d'individus.

Ces observations seront consignées sur une fiche de terrain (Annexe 1).

Les exuvies seront stockées dans des boîtes (une par point de suivi et date) en attendant d'être déterminées au laboratoire. Ces boîtes seront référencées avec le code du point de suivi, la date du relevé et le nom de l'observateur.

Construction du tableau de résultat

A l'issue de la phase de terrain et de la détermination des exuvies au laboratoire, les données sont saisies dans un outil de type base de données ou tableur selon le modèle joint en annexe 2.

Le tableau de résultats pour une zone humide et une année donnée prend la forme d'un tableau à double entrée espèces x points de suivi (cumulant données d'imagos et d'exuvies). Un tel tableau se construit aisément par un tableau croisé dynamique à partir d'une base de données ou un tableur Excel. Dans le cas où certaines observations concernent des taxons qui n'ont pu être déterminés au niveau spécifique (observation furtive d'un anisoptères, exuvies de *Sympetrum*...), il convient de toiletter le tableau de manière à éviter des redondances taxonomiques. Plusieurs cas se présentent (cf. tableau ci-dessous).

Cas	Règle de gestion
Un seul taxon observé dans le genre, même non déterminé au niveau spécifique Ex : <i>Sympetrum sp</i>	Le taxon est conservé Ex : <i>Sympetrum sp</i>
Deux taxons observés dans le genre dont un non déterminé au niveau spécifique Ex : <i>Aeshna affinis</i> et <i>Aeshna sp</i> ou <i>Aeshna affinis</i> et <i>Aeshna mixta/affinis</i>	Toutes les données sont affectées au taxon déterminé au niveau spécifique Ex : <i>Aeshna affinis</i>
Plus de deux taxons observés dans le genre dont au moins un non déterminé au niveau spécifique Ex : <i>Sympetrum striolatum</i> , <i>Sympetrum sanguineum</i> et <i>Sympetrum sp</i> .	Les occurrences de taxons non déterminés au niveau spécifique sont attribuées aux taxons déterminés au prorata de la fréquence de contact des taxons déterminés (*) Ex : Si <i>S. striolatum</i> est contacté 4 fois et <i>S sanguineum</i> une fois on affectera 4/5 des occurrences de <i>Sympetrum sp</i> au premier et 1/5 au second. Si le nombre d'occurrence de <i>Sympetrum sp</i> est inférieur à 5, toutes les données sont affectées à <i>S. striolatum</i>

Règle de gestion à appliquer en fonction des différents cas d'observation

(*) Ce raisonnement est à conduire si possible au niveau de chaque point de suivi (données des différentes campagnes) ou à défaut à partir des différents points d'un même habitat odonatologique. En dernier recours, la totalité des données disponibles sur la zone humide une année donnée sera prise en compte pour attribuer les observations.

Évaluer la qualité de l'information collectée

Afin de pouvoir estimer la qualité de l'information collectée, deux analyses sont à effectuer :

- D'une part l'estimation de la richesse totale de la zone humide en fonction de la richesse observée à partir de l'estimateur Jackknife. On peut par exemple utiliser la macro Excel produite dans la cadre du Programme IBEM, téléchargeable à l'adresse suivante : <http://campus.hesge.ch/ibem/calcul.asp> (utiliser indifféremment l'onglet invertébrés ou

végétation, la seule différence étant le nombre de lignes et de colonnes disponibles).

La copie du tableau présenté en exemple (cf. tableau annexe 2) dans la macro, indique que la richesse du peuplement d'odonates estimée sur cette zone humide est de 33,7 pour une richesse observée de 27. L'écart entre richesse observée et estimée est dans ce cas de 6,7 taxons et 80% de la richesse estimée a été détectée. Ce site, par ailleurs bien connu, présente une richesse réelle de 32 espèces reproductrices d'où une détection de 84% de la richesse réelle.

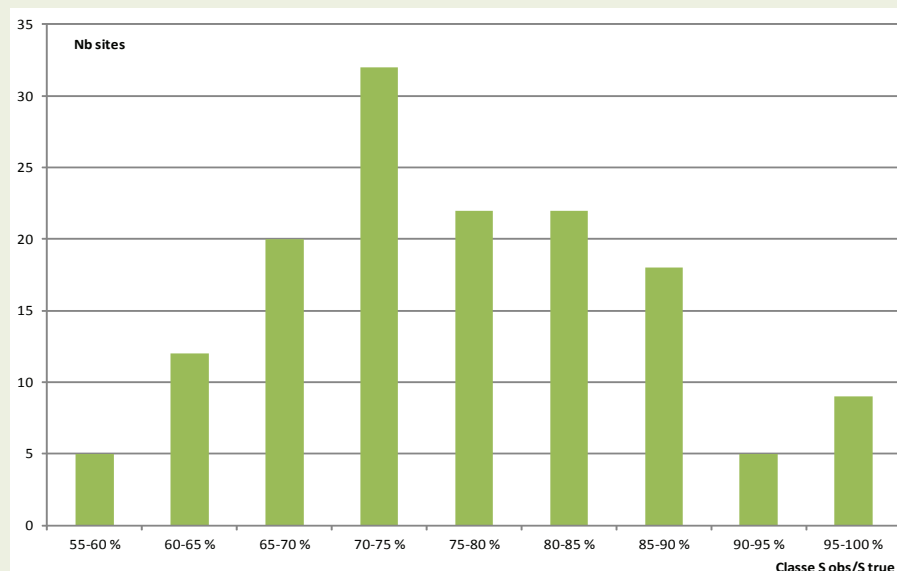
Sur les sites tests, malgré un échantillonnage plus restreint que celui préconisé dans le protocole sur une partie importante des sites, la richesse détectée est supérieure à 70% de la richesse estimée sur les ¾ des sites.(cf. graphique « efficacité échantillonnage », ci-après). L'échantillonnage préconisé par ce protocole Rhomeo permet de détecter au moins 75% de la richesse connue ou estimée. On retiendra ce seuil de 75% pour qualifier un échantillonnage



Méthode de mise en place (Suite)



Efficacité de l'échantillonnage sur les sites tests RhoMéO



pertinent. Dans le cas où la richesse détectée est inférieure à 75% de la richesse estimée, l'indicateur produit sera peu fiable. Dans la mesure où cette information conditionnera largement la mise en évidence d'éventuels changements intervenus entre deux campagnes, il est recommandé de renouveler le travail l'année suivante en revoyant le plan d'échantillonnage.

- D'autre part le degré d'autochtonie du peuplement, établi à partir des

comportements reproducteurs observés. 4 classes d'autochtonie sont définies. Il s'agit pour chaque espèce contactée sur la zone humide de lui affecter un des quatre codes d'autochtonie en retenant parmi les informations collectées le niveau d'autochtonie le plus fort identifié. On calculera ensuite le degré d'autochtonie du peuplement décrit en calculant la proportion d'espèces attribuée à chaque code.

Critère de définition du niveau d'autochtonie

Autochtonie	Critères
Certaine	Émergence ; Exuvie ; Néonate (individu récemment émergé, encore peu coloré, aux ailes encore brillantes et volant avec maladresse).
Probable	Présence de larves ; Femelle en activité de ponte ; Présence d'individus mâles et femelles dans un habitat aquatique sur plusieurs point d'observation dans la même zone humide.
Possible	Présence d'individus mâles et femelles dans un habitat aquatique sur un seul point d'observation dans la même zone humide ; Comportement territoriaux / poursuite de femelles / accouplements / tandems.
Douteuse	Individu isolé, sans comportement d'activité de reproduction ; Comportements territoriaux de mâles sans femelle observée.

Méthode de mise en place (Suite)

Exemple

- 18 espèces recensées sur la zone humide ;
 - 10 (soit 56 %) avec autochtoni certaine ;
 - 5 (soit 28 %) avec autochtoni probable ;
 - 2 (soit 11 %) avec autochtoni possible ;
 - 1 (soit 5 %) avec autochtoni douteuse ;
- Si plus de 50% des espèces se trouvent dans les codes «certain» et «probable», la qualité de l'échantillonnage sera validée.

Représentativité des données

La méthode proposée est peu sensible à la variabilité temporelle ou spatiale si le plan d'échantillonnage est bien construit et le calendrier phénologique respecté. L'attention des opérateurs doit être attirée sur l'importance de la première campagne qui permet de détecter des espèces à phénologie précoce. Sur des sites bien connus au préalable, la richesse observée est proche, tout en étant toujours inférieure, à la richesse réelle.

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises

Le protocole nécessite une assez bonne connaissance des odonates puisque la détermination à l'espèce est requise. Une personne débutante passera à côté de certaines espèces (confusion entre espèces voisines, moins bonne détection) et passera beaucoup de temps à se former à l'identification, ce qui diminuera l'efficacité du travail sur le terrain. Ainsi, la richesse observée risque d'être inférieure au seuil requis pour valider l'indicateur. Par contre un observateur déjà familiarisé avec ce groupe taxonomique, sans pour autant être spécialiste, pourra rapidement être opérationnel. La disponibilité d'outils de détermination efficaces et robustes, tant pour les imagos que les exuvies, facilite une progression rapide. Deux documents constituent les outils essentiels de détermination (A. WENDLER et J.H. NÜSS, 1997; G. DOUCET, 2010). ils sont disponibles auprès de la Société Française d'Odonatologie (<http://www.libellules.org>)

Durée /coût nécessaire aux prospections

Un observateur opérationnel réalise une dizaine de points d'observation en une journée si le temps de déplacement (accès à la zone humide, déplacement entre points) reste peu important. Ainsi une petite zone humide présentant 2 à 3 habitats odonatologiques peut être couverte en 4,5 jours (1 journée de reconnaissance et élaboration du plan d'échantillonnage – qui peut être commune avec d'autres protocoles faune,

notamment amphibiens -, 3 journées de collecte des données sur le terrain auxquelles il faut ajouter au maximum une demi-journée pour la détermination des exuvies). Des zones humides plus étendues et plus diversifiées nécessitent la mise en place d'une quarantaine de points de suivi et chaque campagne prend alors 3 ou 4 jours.

Durée / coût de la gestion des données

Le nombre de données collectées est assez peu important (de l'ordre d'une dizaine de taxons par point d'observation et date) ce qui représente au total environ 200 données/an pour une petite zone humide et peut atteindre de l'ordre d'un millier de données/an pour les grandes zones humides diversifiées. Le temps de gestion des données est donc relativement peu important si un outil efficace est à disposition et si la saisie se fait au fur et à mesure de l'acquisition (saisie dès retour au bureau).

Coût du matériel

Le matériel spécifique nécessaire à la phase terrain est peu onéreux : waders (ou cuissardes), filet, loupe à main, jumelles, outils de détermination, petite boîtes en plastique pour stocker les exuvies. La détermination des exuvies nécessite une loupe binoculaire. La conception d'échantillonnage et la mise en place des points de suivi nécessitent des outils généralement disponibles dans les structures : SIG, GPS, topofil...

Bibliographie

AMOROS C., PETTS G.E., 1993. *Hydrosystèmes fluviaux*. Masson 295 pages.

GRAND D., BOUDOT J.-P., 2006. *Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg* Collection Parthénope, Éditions Biotope, 480 pages.

DELIRY C. (coord), 2008. *Atlas illustré des libellules de la région Rhône-Alpes* Dir du Groupe Sympetrum et Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble.

Collection Parthénope, Éditions Biotope, 408 pages.

SFO, 2001. *Liste des habitats odonatologiques. mise à jour octobre 2001*. www.libellules.org, 1 page.

DOUCET G., 2010. *Clé de détermination des exuvies des Odonates de France*. SFO, 64 p.

WENDLER A., NUSS J.H., 1997. *Guide de détermination des libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale*. SFP, 129 p.

AMPHIBIENS

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. 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 (voir liste en annexe 2) ; 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'un jour par site et par session, mais cet objectif ne peut être atteint dans toutes les circonstances. Ainsi, pour des sites d'une superficie supérieur à 2 000 hectares, on pourra aller jusqu'à doubler le temps consacré aux inventaires. Entre 500 et 2 000 ha, en fonction de la complexité et de la diversité des milieux, le seuil d'un jour pourra être augmenté dans la limite de 1,5 jour, on veillera 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.

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

Exemple : Pour un site représentant 4 habitats herpétologiques répartis de manière homogène, on ne réalisera qu'un point par habitat soit au total 4. Pour un site présentant deux habitats herpétologiques, mais répartis de manière non homogène (un ruisseau et 5 mares), on réalisera un point (transect) sur le ruisseau et on tirera au sort 2 mares soit au total 3 points d'échantillonnage pour le site.

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 cibles. 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*

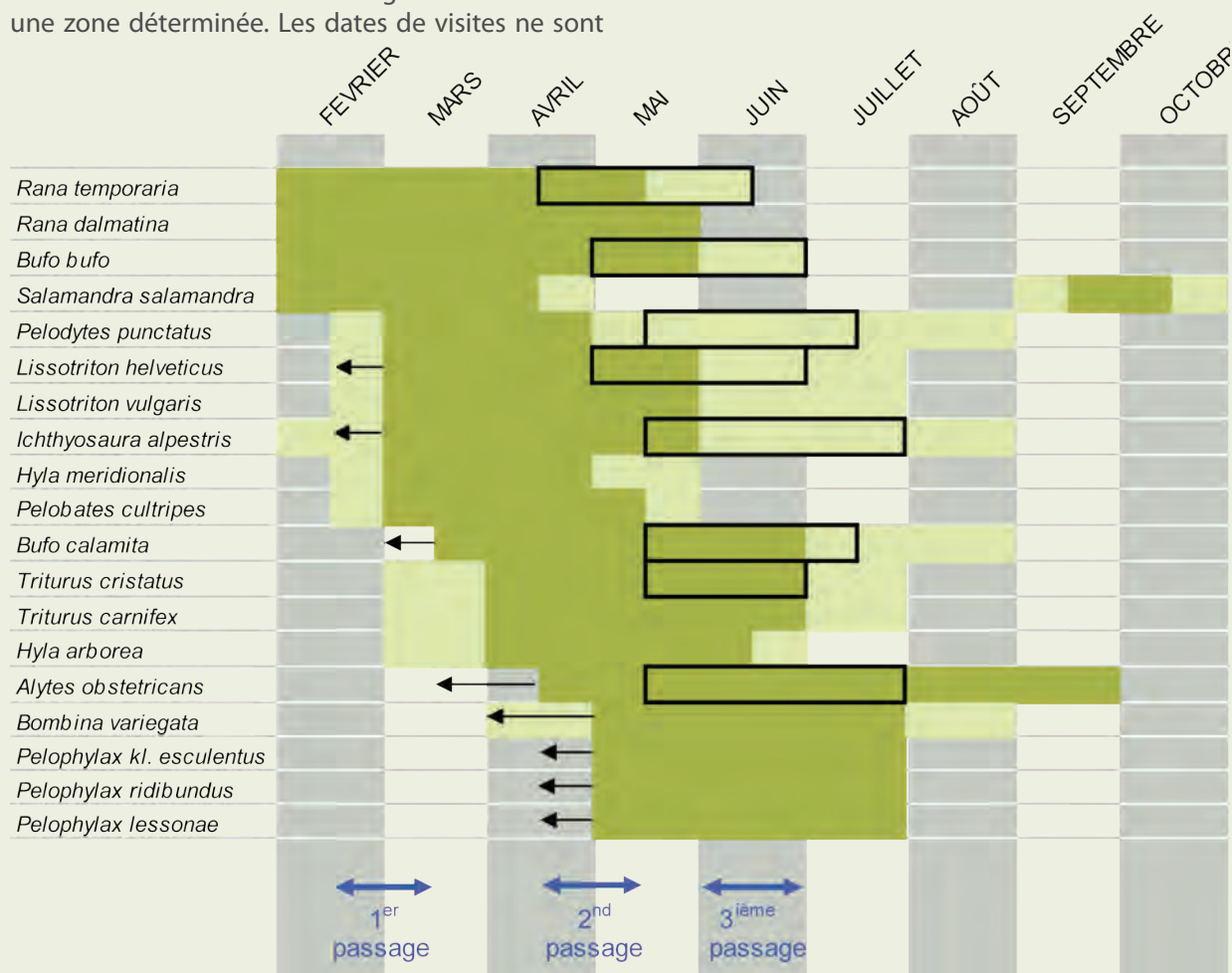
Méthode de mise en place (Suite)



arborea, *H. meridionalis*). Ces espèces étant plus facilement détectables de nuit grâce à leurs chants, on réalisera le passage 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 dates de visites ne sont

pas identiques sur l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée (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 Rhône-Méditerranée.



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, trois ayant été retenues ; l'écoute, la pêche à l'épuisette et la recherche à la torche. Ces méthodes sont détaillées dans leurs modalités de mise en oeuvre au paragraphe suivant.

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

Session 1	Session 2	Session 3
Jour	Nuit	Jour
Ecoute	Ecoute	Ecoute
	Lampe torche	
Epuisette (1)	Epuisettes (1 et 2)	Epuisettes (1 et 2)

1 = épuisette de pisciculture

2 = épuisette d'aquariophilie



Méthode de mise en place (Suite)



Choix des surfaces, linéaires, durée d'échantillonnage

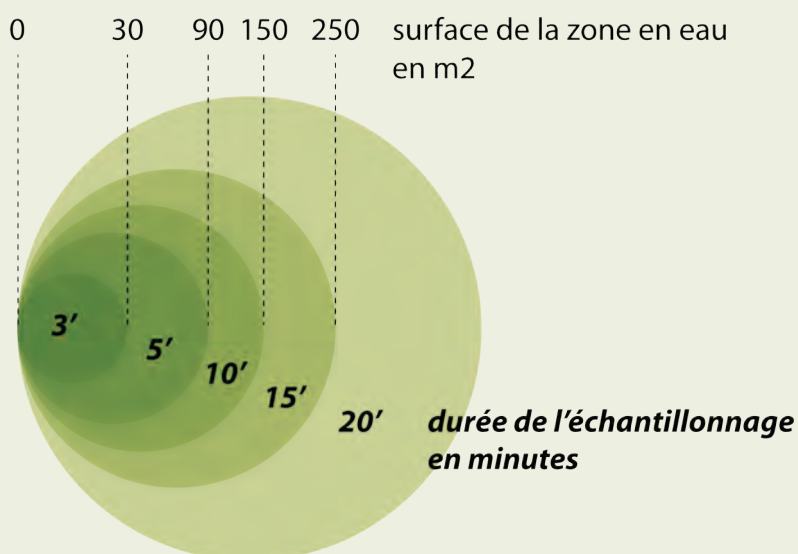
Selon les méthodes employées (point d'écoute, épuisette, torching...), les critères pour déclencher la fin de l'échantillonnage pourront varier :

- **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 époussette 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 époussette de pisciculture qui sera utilisée (tamis métallique à maille inférieure ou égale à 5 mm).

Figure 1 - Surface des mares et Temps d'échantillonnage



- **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).

Les effectifs sont donnés de la manière suivante :

- **Adultes** : présence/absence et chiffre exact en dessous de 10 individus, sinon des classes 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.

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 €], lampe torche [90 €], loupe à main (x10) [15 €], ouvrages de détermination des têtards et larves [27 et 30 €], waders [60 à 100€], jumelles...

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.