

INTEGRITÉ DU PEUPEMENT D'ODONATES



Domaine d'application

3 ; 5 ; 6 ; 7b ; 9 ; 10 ; 11

Fonction

toutes les fonctions



Compétences :



Coût :

€ / €€€

Description et principes de l'indicateur

CHOVANNEC & WARINGER, 2001 ; CHOVANNEC *et al.*, 2004, 2005 ; SCHMIDT, 1985 ; OERTLI *et al.*, 2005 ; INDERMUHELE *et al.*, 2008 ont mis en évidence l'intérêt du peuplement d'odonates dans l'évaluation des zones humides. En effet, les libellules constituent un groupe parapluie, plutôt accessible, représentatif d'une grande variété de milieux humides et bien connu en terme d'autoécologie. Parmi celles-ci, certaines espèces, pré-

sentant une exigence écologique forte avec les habitats aquatiques présents (dites « sténoèces »), permettent la construction de l'indicateur.

L'évaluation proposée s'appuie sur la comparaison, à l'échelle d'une zone humide, du peuplement d'odonates observé avec une liste d'espèces sténoèces attendues (peuplement attendu). L'écart entre les états observés et attendus constitue une estimation du degré d'intégrité du peuplement.



FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

L'intérêt des odonates en tant qu'indicateur suscite des débats dans la communauté scientifique. Ainsi, MASSELOT et NEL (2003) contestent le caractère bio-indicateur des espèces prises individuellement. A l'inverse, d'autres auteurs mettent en avant l'intérêt de la prise en compte du peuplement de ce groupe taxonomique dans l'évaluation des zones humides (CHOVANNEC *et al.*, 2001, 2004 et 2005 ; SCHMIDT 1985 ; OERTLI *et al.*, 2005 ; INDERMUHELE *et al.*, 2008).

De façon objective, rares sont les espèces qui, prises individuellement, sont suffisamment exigeantes sur le plan écologique pour avoir un habitat unique, bien caractérisé ; mais il en existe tout de même qui ont de très étroites préférences (par exemple, *Cordulegaster bidentata* inféodé aux zones de source, aux ruisselets et aux suintements collinéens à montagnards, à faible flux). La sténoécie des espèces peut aussi varier selon la localisation des populations concernées : les espèces se trouvant en marge de leur aire de répartition dans un secteur donné se révèlent, pour certaines d'entre elles, plus exigeantes que les mêmes taxons au cœur de leur aire de répartition. D'une manière générale, il faut donc que l'indicateur repose sur les cortèges d'espèces plutôt que sur des espèces prises isolément.

La synthèse proposée par OERTLI (2008) met en avant les points suivants :

- Les odonates constituent un groupe parapluie et porte-étendard,
- Ils sont représentatifs des zones humides,
- Ils sont raisonnablement diversifiés et sont généralement le groupe d'invertébrés le mieux connu (taxonomie, écologie...),
- Bien qu'utilisant des habitats variés en fonction de leur stade de développement, ils sont fonctionnellement peu diversifiés car tous sont prédateurs,
- Plusieurs espèces sont sténoèces et nécessitent des conditions d'habitat spécialisées,
- Ils sont largement répandus, mais manquent aux altitudes élevées,
- Ils constituent un matériel aisément accessible pour un échantillonnage quantitatif.

La question de l'autochtonie (caractère reproducteur de l'espèce dans un habitat) des individus imagos observés sur un site est également régulièrement posée. Ainsi certains auteurs choisissent de travailler sur le stade larvaire (prélèvement dans le milieu aquatique ou récolte d'exuvies) pour s'en affranchir. Toutefois ce matériel présente des inconvénients : difficulté de détermination des zygoptères au stade larvaire ou



FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR (suite)



exuvie et de tous les taxons dans les premiers stades larvaires (DOUCET, 2010), temps de détermination au laboratoire important.



L'expérience des observateurs montre que l'on peut observer occasionnellement la plupart des espèces n'importe où, du fait de l'erraticisme de certains individus ou dans la période de maturation succédant à l'émergence, lorsque les individus s'éloignent de l'habitat aquatique. Toutefois, la fréquence d'observation de ces individus erratiques sur les habitats de reproduction est faible.

Les relevés réalisés sur des habitats de reproduction différents très proches géographiquement (quelques centaines de mètres) montrent que cette «contamination» intersites est peu fréquente et concerne prin-

cipalement des individus mâles isolés (expérience du réseau RNF et du programme RhoMéO). Le recours à des temps d'observation calibrés et courts permet de limiter le risque de détection d'espèces non autochtones et la collecte d'informations qualitatives permet de préciser le degré d'autochtonie de chaque taxon.

En conclusion, on retiendra que les odonates correspondent au groupe d'invertébrés aquatiques le plus facilement accessible en terme de détermination et de méthodes d'échantillonnage

Il conviendra cependant d'accorder une attention particulière à l'autochtonie des individus lorsque l'on travaille sur les imagos.



DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR



Des odonates se reproduisent dans la plupart des milieux aquatiques : doux ou saumâtres, permanents ou temporaires, stagnants ou courants, végétalisés ou non. Ainsi, seules les zones humides suivantes ne permettent pas l'utilisation de cet indicateur :

- Lagune salée alimentée uniquement par de l'eau de mer ;
- Prairie et boisement humide à inondation de courte durée (moins d'un mois) sans aucune trace d'eau de surface semi-permanente. La présence de mares, fossés ou suintement à mise en eau quelques mois suffit par contre à permettre l'utilisation de l'indicateur (reproduction possible).
- Tourbière haute en phase ultime ne présentant plus aucune gouille ;

Périodicité

Le pas de temps recommandé entre deux campagnes dans le cadre d'un programme de suivi de zones humides sur de grands territoires est quinquennal à décennal, en fonction des objectifs du programme associé. Il peut être annuel dans le cas de zones humides à statut particulier, bénéficiant de moyens de gestion suffisants.

Dans un objectif de suivi de gestion ou de travaux, il est préconisé de faire une ou deux campagnes **avant intervention, puis un rythme biennal semble pertinent (n+1; n+3; n+5)**.

Bibliographie

CHOVANEK A & WARINGER J., 2001. Ecological integrity of river-floodplains systems- assesment by dragonfly survey. *Regul. Riv. Res. Mgmt.* 17:493-507.

CHOVANEK A., WARINGER J., RAAB R. & LAISTER G., 2004. Lateral connectivity of a fragmented large river system: assesment on a macroscale by dragonfy surveys (Insecta: Odonata). *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14, 163- 178.

CHOVANEK A, WARINGER J, STRAIFM., GRAF W., RECKENDORFER W., WARINGER-LÖSCHENKOHL A., WAIDBACHER H., & SCHULTZ H., 2005. The Floodplain Index - a new approach for assesing the ecological status of river/floodplain-systems according to the EU Water Framework Directive. *Large Rivers* 15, 169-185.

DOUCET G., 2010. Clé de détermination des exuvies des odonates de France - Société française d'odonatologie.

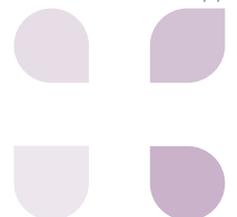
INDERMUEHLE N., ANGÉLIBERT S. & OERTLI B., 2008. IBEM: Indice de Biodiversité des Etangs et Mares. Manuel d'utilisation. Ecole d'Ingénieurs HES de Lullier, Genève. 33 p.

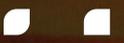
MASSELOT G., NEL A., 2003. Les odonates sont-ils des taxons bio-indicateurs ? . *Martinia* 19(1):5-38.

OERTLI B., AUDERSET JOYE D. A., CASTELLA E., JUGE R., LEHMANN A. & LACHAVANNE J.-B., 2005. PLOCH : A Standardized Method for Sampling and Assesing the Biodiversity in Ponds. In: *Conservation and monitoring of pond biodiversity. Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosystems. Special issue Vol 15 (6): 665-680.*

SCHMIDT E., 1985. Habitat inventarization, characterization and bioindication by a «representative spectrum of Odonata Species (RSO)». *Odonatologica* 14, 127-133.

OERTLI B., 2008. The use of dragonflies in the assesment and monitoring of aquatic habitats, In *Dragonflies and Damselflies : Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research.* ed. A. Córdoba-Aguilar, Oxford University Press, Oxford, New York. pp. 79-95.





ODONATES



Application du protocole dans le cadre de suivi de travaux

Les odonates constituent un bon indicateur de la dynamique et de l'impact sur la biodiversité des opérations de restauration d'un milieu humide. Cet indicateur répond rapidement à la création d'habitats odonatologiques favorables (aquatiques).

de temps en appliquant une pression d'observation calibrée et reproductible.

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

Les données collectées sont des informations de présence 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



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 ; annexe 2 P06). 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 pour divers cas de figures ; certains habitats ont été créés ou sous-divisés pour affiner leur vision en rapport avec les cortèges odonatologiques s'y trouvant (annexe 2 P06).

La typologie des habitats est en effet le point le plus névralgique du protocole, le choix et la délimitation des habitats odonatologiques conditionnant sa suite. Certains habitats, s'ils s'avéraient mal ou trop largement définis, pourraient révéler une liste d'espèces moins riche que ce qu'ils contiennent réellement : une vision trop large de l'habitat conduisant à un sous-échantillonnement à l'aide du protocole. Une réadaptation affinée et spécifique pour les habitats de l'ensemble du bassin versant de la Loire a donc été nécessaire.

Une cartographie des surfaces en eau doit être 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. (annexe 2 P 06, Calcul de la liste des 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 sténoèce 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 éventuellement jusqu'à 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 », seront répartis les points de suivi de manière à échantillonner ces différentes nuances. Pour les habitats fragmentés, on veillera à échantillonner les différents « patchs » 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.

Méthode de mise en place (suite)



Exemple de la Tourbière des Landes

La tourbière des Landes (Cher) est une tourbière acide (type SDAGE 10 : 10,28 ha) gérée par le Conservatoire d'espaces naturels Centre-Val de Loire et la commune de Ménétréol-sur-Sauldre. Le peuplement d'Odonates de cet espace naturel est assez bien connu avec la mention de 28 espèces de libellules. Pour l'échantillonnage, il a été identifié 4 habitats odonatologiques qui présentent suffisamment d'espèces sténoèces attendues sur ce territoire. Un plan d'échantillonnage pour chaque habitat a été défini (tableau et carte) qui permet de réaliser une session en moins de 6 heures.

Cas particuliers

Au cours de l'élaboration du projet RhoMéO, les cas suivants ont été rencontrés sur les sites tests :

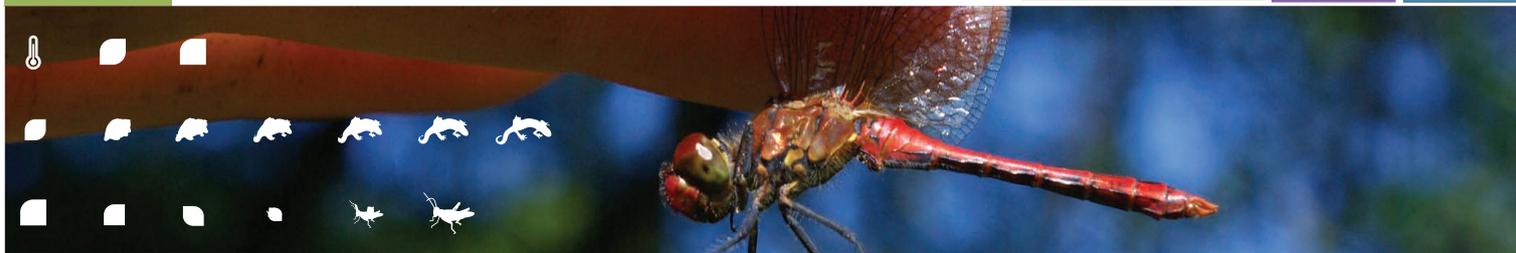
- Zone humide attenante à une masse d'eau de type lac : vérifier que l'interface entre la masse d'eau et la zone humide (partie du lac de profondeur inférieure à 3 m abritant des formations d'hélophytes et d'hydrophytes) est bien intégrée dans la zone humide. Dans le cas où plusieurs zones humides attenantes

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 profonde 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.
- 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 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.

Code	Nom de l'habitat odonatologique	Types d'échantillonnage prévus
1a	Sources et suintements de plaine bien exposés	4 transects
1b	Sources et suintements de plaine ombragés à semi-ombragés	1 point
10a	Mares permanentes avec présence de végétation aquatique	1 transect
11	Petits milieux (<0,5 ha) forestiers permanents ombragés	1 point





Méthode de mise en place (suite)

Enfin, dans les essais propres au protocole LigéO s'est ajouté le cas suivant, où la pertinence de la réalisation devra être préalablement évaluée :

- mares et marais saumâtres littoraux temporaires (type de zone humide 2 et 3) : il conviendra de définir les potentialités d'accueil du Leste à grands stigmas (*Lestes macrostigma*) avant de projeter une campagne d'échantillonnage dans ce type d'habitats. Les mares à assèchement trop précoce et/ou dépourvues de la végétation hélophyte adéquate (*Bolboschoenus maritimus* et/ou *Juncus maritimus*) devront être écartées d'office.

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, zone peu encombrée). 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 aire d'échantillonnage (point ou transect).

Afin de réaliser les relevés au même endroit au cours d'une saison ainsi que les années suivantes (si le milieu est stable), les aires d'échantillonnage sont localisées géographiquement avec précision (points d'échantillonnage : coordonnées du barycentre ; transects d'échantillonnage : point de départ et point d'arrivée ou alors directement objet de forme ligne ou polyligne).

En cas de variations saisonnières importantes du niveau d'eau (par exemple, un milieu en connexion étroite avec la Loire), les transects d'échantillonnage peuvent être déplacés latéralement afin qu'ils restent au niveau de l'interface terre/eau.

En cas d'assèchement de l'aire d'échantillonnage au cours des sessions de terrain (mare, fossé, source...), le relevé doit être quand même réalisé.

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 (GMT), période optimale d'activité des imagos. Il est possible de commencer plus tôt (9h) et de finir plus tard (18h) en juin-juillet, par temps chaud (> 30°C) et lorsque les jours sont les plus longs. Les conditions météorologiques devront être « bonnes » le jour du relevé ainsi que, dans la mesure du possible, la veille de celui-ci (tableau 1). Pour un site donné, il est fortement conseillé que l'ensemble des relevés soit réalisé le même jour (limitation du temps de déplacement, conditions météorologiques similaires).

Tableau 1 : conditions météorologiques nécessaires aux relevés odonotologiques de LigéO

(en partie inspirées de celles définies dans le cadre du STELI)

		Températures		
		≤18° C	18° - 20 C	≥ 20°C
Nébulosité	> ou = 3/4	Non	Non	Oui
	> 3/4	Non	Oui	Oui
Pluie		Non	Non	Non
Force du vent	< ou = 4 Beaufort	Non	Non	Oui
	> 4 Beaufort	Non	Non	Non

☰ 🦋 🦋 🦋 **Méthode de mise en place (suite)**



Température : prise sur le site météo et exprimée en degré Celsius ;
Nébulosité : estimée et exprimée en quart : (0 - ¼ - ½ - ¾ - 1) ;
Force du vent : estimée et exprimée en Beaufort (voir tableau ci-contre).

Force du vent (en Beaufort)	Les indices suivants peuvent être utilisés afin d'estimer cette force
0	la fumée des cheminées monte droit
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). À partir de cette force, le vent ne permet plus de mener un inventaire odonatologique satisfaisant dans tous les cas.
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). A partir de cette force, le vent ne permet plus de mener un inventaire odonatologique satisfaisant dans tous les cas.

Calendrier d'intervention

Une année de suivi se décompose en 3 visites, pour les sites de l'étage montagnard [500-1500 m] dates données entre parenthèse :

- **1^{re} visite** : avril/mai (juin) : période de vol des espèces précoces (*Brachytron pratense*, *Gomphus vulgatissimus*...)
- **2^e visite** : juin/juillet (juillet)
- **3^e visite** : août/septembre (idem) : période de vol des espèces tardives (*Lestes virens*, *Chalcolestes viridis*, *Aeshna mixta & affinis*...).

Ces périodes sont données à titre indicatif. Le déclenchement des premières investigations doit cependant impérativement se caler sur les périodes de vol des espèces précoces : *Brachytron pratense* pour les eaux stagnantes, et *Gomphus vulgatissimus* pour les eaux courantes. La date précise de la 1^{re} visite est laissée à l'appréciation de l'opérateur, en fonction des conditions climatiques et de la phénologie des espèces précoces dans sa région. Dans le cas d'habitats propices à *Lestes macrostigma*, il est vivement conseillé de réaliser le passage de juin/juillet durant les trois premières semaines de juin ; cette espèce ayant son pic d'émergence puis d'activité imaginale à ce moment, activité qui décroît ensuite rapidement.

D'une année sur l'autre, les dates de prospection devront être identiques ou quasiment (du point de vue de la phénologie des odonates). Une souplesse de plus ou moins 7 jours est permise d'une année sur l'autre, afin d'être en adéquation avec les conditions météorologiques requises plus haut.

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 (autochtonie) le plus significatif : émergent ou exuvie, néonate ou ponte, accouplement et tandem, défense territoriale. **Il est très important de noter le comportement reproducteur pour l'exploitation des données.**

Les exuvies d'anisoptères seront recherchées attentivement et récoltées durant le deuxième laps de temps du relevé, spécialement dédié à cet effet. 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...) et tourbières d'altitude (*Somatochlora*).

Dans le cas des transects en berge, elle s'effectuera donc au retour, sur une largeur de 1 m à partir de l'eau, ou par prospection des gouilles en tourbière. Les exuvies peuvent être situées sur divers supports ou sur le sol lui-même, parfois à plus d'1,50 m de hauteur par rapport à la surface de l'eau.

Les exuvies seront stockées dans des boîtes (une boîte 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.

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

- le niveau taxonomique le plus précis 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,
- le nombre d'individus.

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



Méthode de mise en place (suite)



Exuvie de libellule

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.

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).

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

Cas	Règle de gestion
Un seul taxon observé dans le genre, 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>	Seules les données concernant le taxon formellement déterminé au niveau spécifique sont conservées. 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 déterminées au niveau spécifique sont attribuées aux taxons formellement identifiés au prorata de la fréquence de contact des taxons déterminés. Ex : Si <i>Sympetrum striolatum</i> est contacté 4 fois et <i>S. sanguineum</i> , une fois, 4/5 des occurrences de <i>Sympetrum sp.</i> sont affectées 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>

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.

Le premier passage permettant de qualibrer le temps de passage pour les deux campagnes suivantes. Celui-ci ne doit pas être trop rapide même si le nombre de taxon est limité.

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).

Notons que des zones humides plus étendues et plus diversifiées nécessiteront la mise en place d'un nombre plus élevé de points de suivi : chaque campagne pourra alors s'étaler sur deux jours au lieu d'un (les opérations de terrain totaliseront donc 7,5 jours/an dans ce cas pour l'ensemble du suivi).

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).

Néanmoins, additionné, cela représente tout de même une certaine durée qui devra être prise en compte, il est préconisé de prévoir une demi-journée à une journée par zone humide, selon sa taille et sa diversité.

Coût du matériel

Le matériel spécifique nécessaire à la phase terrain est peu onéreux : waders (ou cuissardes), filet, loupe à main, jumelles, guides de détermination, petites 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.

DIJSKTRA K.-D. B., 2007. *Guide des Libellules de France et d'Europe. Traduction et adaptation française Philippe Jourde*. Editions Delachaux et Niestlé, Neuchatel-Paris : 320 p.

DOUCET G., 2011. *Clé de détermination des exuvies des Odonates de France*. 2ème édition revue, corrigée et augmentée. Société française d'Odonatologie, Bois-d'Arcy : 68 p.

GRAND D., BOUDOT J.-P. & DOUCET G., 2014. *Cahier d'identification des Libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. Éditions Biotope : 136 p.

IORIO E., 2015. – *Éléments de doctrine régionale pour la prise en compte des odonates dans le cadre des études réglementaires en Pays de la Loire*. DREAL Pays-de-la-Loire & DREAL Basse-Normandie : 26 p.

IORIO E. & HERBRECHT F., 2014. *Boîte à outils SeinO, taxon des Odonates : examen et comparaison des protocoles «Rhoméo» et «Steli»*. Rapport GRECIA pour la DREAL Basse-Normandie, l'Europe et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie : 7 p.

SFO & MNHN, 2011. *Suivi temporel des Libellules STELI*. SFO, OPIE, CEN Nord Pas-de-Calais et MNHN : 5 p.

VANAPPELGHEM C., 2007. *Protocole du nouvel atlas des odonates de la région Nord-Pas-de-Calais*. Le Héron, 40 (1) : 43-52.

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.

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

INTEGRITÉ DU PEUPEMENT D'ODONATES

Description et principes de l'indicateur

L'indicateur est construit en comparant la liste des espèces sténoèces observées à une liste des espèces sténoèces attendues sur la zone humide en fonction des habitats odonatologiques qu'elle

contient et de localisation départementale des libellules. La proportion d'espèces au rendez-vous constitue l'expression numérique de l'intégrité du peuplement d'odonates.

Méthode de calcul

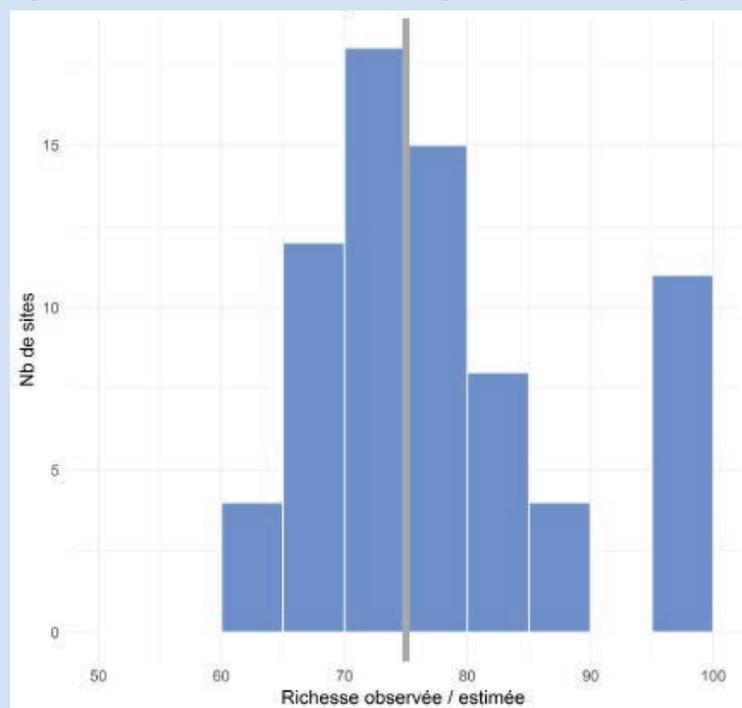
Tout d'abord, afin de pouvoir évaluer la qualité de l'information collectée, deux analyses sont à effectuer sur le tableau de résultat (P06) :

-> **D'une part l'efficacité d'échantillonnage** de la zone humide exprimée par le rapport entre la richesse observée et la richesse estimée à partir de l'estimateur Jackknife I ou II. On peut par exemple utiliser la macro Excel produite dans le cadre du Programme IBEM, téléchargeable à l'adresse suivante : <http://campus.hesge.ch/ibem/calcul.asp> (utiliser indifféremment l'onglet invertébrés).

Sur les 44 sites faisant partie de l'échantillonnage test en 2017, la richesse observée est supérieure à 75% de la richesse estimée dans la moitié des sites échantillonnés. L'échantillonnage préconisé par ce protocole est donc considéré comme permettant de détecter au moins 75% de la richesse estimée : ce seuil de 75% a donc été retenu pour qualifier un échantillonnage pertinent. Dans le cas où la richesse détectée sera inférieure à ce seuil de 75% de la richesse estimée, l'indicateur produit sera peu fiable. Dans ce cas, 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 pour chaque espèce du cortège. 4 classes d'autochtonie sont défi-

Figure 1 : efficacité de l'échantillonnage sur les sites test Ligéro.



nies (certaine, probable, possible et douteuse, tableau 1). Il s'agit, pour chaque espèce contactée sur la zone humide, de lui affecter une des quatre classes d'autochtonie en retenant parmi les informations collectées la classe d'autochtonie la plus fort identifié sur le site. On calculera ensuite le degré d'autochtonie du peuplement qui est le pourcentage d'espèces ayant la classe d'autochtonie certaine ou probable.

Méthode de calcul (suite)

Tableau 1 : classes d'autochtonie adoptées (d'après VANAPPELGHEM (2007) et IORIO (2015)).

Classe d'autochtonie	Critères (code calculette)
Certaine	- Exuvie (8 exuvie/émergent) ; - Emergence (8 exuvie/émergent).
Probable	- Néonate : individu fraîchement émergé (7 immature) ; - Femelle en activité de ponte (6 ponte) ;
Possible	- Accouplement (5 accouplement) ; - Défense territoriale (4 territoriale) ; - Tandem (3 tandem) ; - Présence d'individus mâles et femelles (2 mâles + femelles).
Douteuse	- Individu isolé, sans comportement d'activité de reproduction (1 autre).

Ce calcul du degré d'autochtonie du peuplement (%) est intégré dans la calculette LigérO. Il donne le % des espèces avec une autochtonie « Certaine » ou « Probable ». Si plus de 30 % des espèces se trouvent dans les classes « certaine » ou « probable », la qualité de l'échantillonnage est pertinente. Sinon l'indicateur produit sera peu fiable.

La méthode de calcul de l'indicateur passe par les deux étapes suivantes :

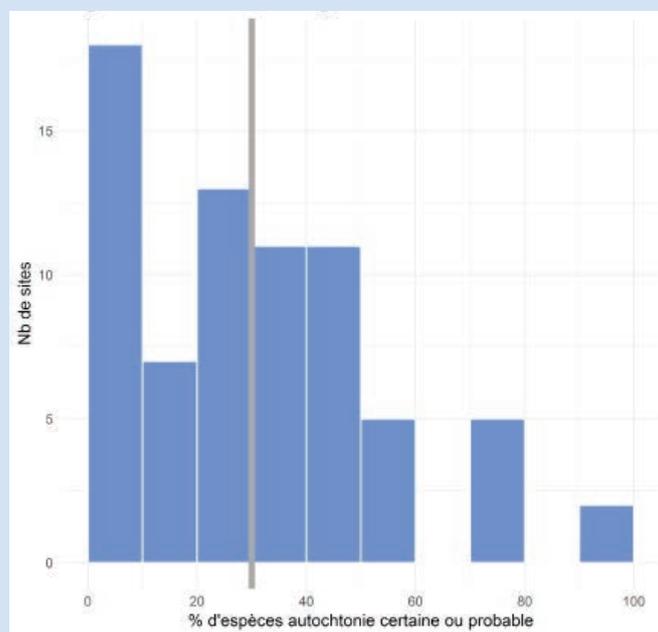
• **Construction de la liste d'espèces sténoèces attendues sur la zone humide**

La calculette LigérO construit la liste des espèces attendues de la zone humide selon 2 étapes :

Etape 1 : sélection des espèces sténoèces pour les habitats odonatologiques présents sur la zone humide.

A l'échelle du bassin de la Loire, un tableau d'affinités des espèces avec les habitats odonatologiques a été réalisé. Ainsi, pour chaque habitat odonatologique, le degré d'affinité à l'habitat de l'espèce a été établi. Cette valeur varie de 1 à 4 (tableau 5). Pour les habitats identifiés sur la zone humide, la liste des odonates sténoèces est celle des espèces présentant une forte affinité avec au moins un des habitats (dites sténoèces), c'est-à-dire les espèces ayant des notes d'affinité de 1 et 2 (cf. exemple d'application).

Figure 2 : degré d'autochtonie sur les sites LigérO en 2017.



Etape 2 : filtre de répartition départementale.

Dans une deuxième étape, est appliqué un filtre de répartition départemental des odonates du bassin de la Loire (Annexes 2 A10) à cette liste d'espèces sténoèces des habitats odonatologiques du site. Cette étape permet de ne conserver que les espèces dont la présence est connue, au moins anciennement, dans ce département (codes 2 à 5, tableau 6).

Tableau 5 : degré d'affinité à l'habitat (DELIRY 2010).

Code	Intitulé
1	Habitats principaux
2	Affinité forte
3	Affinité moyenne
4	Habitats significativement visités sans qu'aucune certitude de reproduction ne soit acquise



Méthode de calcul (suite)

Tableau 6 : indice de présence et de rareté des odonates dans chaque département (IORIO 2017).

Code	Intitulé
0	Espèce ou sous-espèce absente
1	Citations douteuses ou à confirmer
2	Espèce ou sous-espèce présente avant 1980 mais non-observée depuis
3	Espèce ou sous-espèce assez commune à commune
4	Espèce ou sous-espèce rare ou assez rare
5	Espèce ou sous-espèce très rare ou exceptionnellement observée

On obtient ainsi la liste des espèces sténoèces attendues sur cette zone humide, avec le détail pour chaque habitat.

• Identification des espèces au rendez-vous et calcul de l'indicateur

L'indicateur d'intégrité du peuplement d'odonates est le rapport entre le nombre d'espèces « sténoèces » (attendues sur cette zone humide) observées sur le nombre d'espèces sténoèces attendues sur cette zone humide exprimée en %.

Le rapprochement entre la liste d'espèces sténoèces attendues obtenue précédemment et la liste des espèces observées sur la zone humide construite à l'issue de la campagne de terrain permet d'identifier les espèces au rendez-vous et les espèces absentes (annexe 2 A10).

Clés d'interprétation de la note indicatrice

L'indicateur peut varier de 0 % (aucune espèce au rendez-vous) à 100 % (toutes les espèces attendues sont au rendez-vous). Plus la valeur de l'indicateur se rapproche de 100 %, plus le peuplement d'odonates de la zone humide est intègre. Toutefois, la valeur de 100 % n'est atteinte qu'exceptionnellement, essentiellement dans le cas de zones humides de petite taille, ne comportant qu'un seul habitat odonatologique avec une liste d'espèces attendues réduite à quelques espèces. Dans la plupart des cas, cette valeur ne peut être atteinte pour deux raisons :

- d'une part les aléas de la biogéographie qui font que toutes les espèces n'occupent pas systématiquement tous les habitats favorables ;
- d'autre part la sous-estimation de la richesse totale due à l'échantillonnage mis en place. Rappelons que la qualité de l'échantillonnage a été établie seulement si le ratio richesse observée / richesse estimée par Jackknife (S_{obs} / S_{true}) est au moins de 75 %.

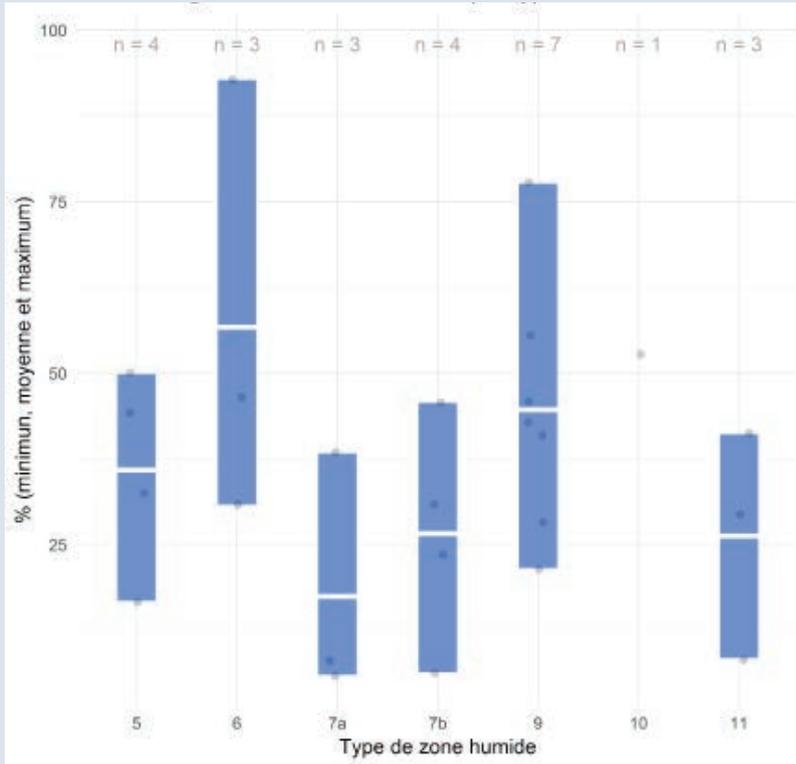
À l'échelle des 25 sites tests du projet LigéO avec un jeu de données validé (efficacité d'échantillonnage et degré d'autochtonie), les valeurs d'intégrité du peuplement d'odonates observées par type de milieu humide sont représentées à la figure 2. Cette dernière est un exemple d'amplitude des valeurs observées et mesurées sur les sites test en 2017.

L'intégrité varie dans les faits entre 5,88 % et 92,86 % ; l'intégrité est comprise entre 30,77 et 92,86 % pour les zones humides de Grandes vallées (type SDAGE 6) ou entre 21,43 et 77,78 % pour les bordures de plan d'eau (type 9).

La valeur de l'indicateur peut être complétée à dire d'expert, par une analyse plus fine des informations liées aux espèces absentes. La prise en compte de la fréquence de ces espèces dans le département (cf tableau de répartition départementale) permet de relativiser la signification de cette absence et les informations sur l'écologie des espèces absentes permet de formuler des hypothèses sur les facteurs d'altération de la zone humide.

Clés d'interprétation de la note indicatrice (suite)

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



Exemple d'application

Située sur la commune de Champtocé-sur-Loire (Maine-et-Loire), la Boire de Champtocé est un espace naturel (45 ha) gérée par le Conservatoire d'espaces naturels de Pays de Loire.

Le GRETTIA a réalisé en 2017 un échantillonnage avec 9 points de suivi pour 2 habitats odonatologiques identifiés :

- 5c : Grands cours d'eau calmes ou annexes calmes de grands cours d'eau - Annexes lentes ou stagnantes non arborées, relativement perturbées par les crues ;

- 5d : Grands cours d'eau calmes ou annexes calmes de grands cours d'eau - Annexes lentes ou stagnantes arborées, relativement perturbées par les crues.



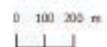
I10- Intégrité du peuplement d'Odonates

Exemple du plan d'échantillonnage de la Boire de Champtocé

Habitats

- Annexes lentes de grands cours d'eau arborées
- Annexes lentes de grands cours d'eau non-arborées

BDORTHO WM - D978 2017





Exemple d'application

Au cours des trois sessions, 20 espèces ont été détectées pour un total de 114 observations.

L'efficacité de l'échantillonnage (Jackknife : richesse observée / richesse estimée) est de 82,5 %.

Parmi les 20 espèces, la classe d'autochtonie est certaine pour 7 espèces, probable pour 9 espèces et douteux pour 4 espèces. Le degré d'autochtonie (certaine et probable) du peuplement est donc de 80 %.

Tableau 7 : Espèces observées et comportement reproducteur le moins significatif

Espèce	Comportement reproducteur	Classe d'autochtonie
<i>Anax imperator</i>	Exuvie	Certain
<i>Calopteryx splendens</i>	Absence de comportement repro	Douteux
<i>Chalcolestes viridis</i>	Ponte et néonate	Probable
<i>Coenagrion puella</i>	Néonate	Probable
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Ponte	Probable
<i>Erythromma lindenii</i>	Ponte	Probable
<i>Erythromma najas</i>	Absence de comportement repro	Douteux
<i>Erythromma viridulum</i>	Ponte	Probable
<i>Gomphus flavipes</i>	Exuvie	Certain
<i>Gomphus pulchellus</i>	Néonate	Probable
<i>Ischnura elegans</i>	Ponte et néonate	Probable
<i>Libellula depressa</i>	Absence de comportement repro	Douteux
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Absence de comportement repro	Douteux
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Exuvie	Certain
<i>Orthetrum albistylum</i>	Exuvie	Certain
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Exuvie	Certain
<i>Platycnemis acutipennis</i>	Néonate	Probable
<i>Platycnemis pennipes</i>	Néonate	Probable
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Exuvie	Certain
<i>Sympetrum striolatum</i>	Exuvie	Certain

Avec une efficacité de l'échantillonnage supérieure à 75% et un degré d'autochtonie supérieure à 30%, la qualité de l'information collectée est donc validée. L'échantillonnage est jugé pertinent.

Exemple d'application

Tableau 8 : Liste des espèces permettant le calcul de l'indicateur « intégrité du peuplement d'odonates » pour la boire de Champtocé (Maine-et-Loire) :

Espèces sténoèces attendues	Degré d'affinités à l'habitat		Indice de rareté départementale pour le Maine-et-Loire	Espèces sténoèces observées sur le site
	Annexes lentes ou stagnantes non arborées, relativement perturbées par les crues	Annexes lentes ou stagnantes arborées,relativement perturbées par les crues		
<i>Anax imperator</i>	2	4	3	X
<i>Calopteryx splendens</i>	2	2	3	X
<i>Chalcolestes viridis</i>	3	2	3	X
<i>Coenagrion puella</i>	2	3	3	X
<i>Erythromma lindenii</i>	1	2	3	X
<i>Erythromma viridulum</i>	2	3	3	X
<i>Ischnura elegans</i>	2	3	3	X
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2	3	3	X
<i>Orthetrum cancellatum</i>	2	3	3	X
<i>Orthetrum coerulescens</i>	2	3	3	
<i>Platycnemis acutipennis</i>	2	4	3	X
<i>Platycnemis pennipes</i>	1	3	3	X
<i>Sympetrum sanguineum</i>	2	4	3	X
<i>Sympetrum striolatum</i>	2	4	3	X

Sur la boire de Champtocé, 13 espèces sténoèces ont été observées sur les 14 attendues soit un indice d'intégrité de 92,86 %. Seul *Orthetrum coerulescens* n'a pas été contacté lors du suivi 2017.



Liste des habitats odonatologiques

INVOD modifié Code	Types	Précisions et commentaires	LigéO	
			Types	Code
1	Zones des sources et suintements	Ecoulements permanents des sources et suintements (petit bassin éventuel en amont) ; parfois présence de sphaignes. Rq: la zone de source/suintement s'arrête à partir du moment où les eaux empruntent un écoulement formé (ruisselet, ruisseau...).	Sources de plaine bien exposées	1a
			Sources de plaine ombragées à semi-ombragées	1b
		Etages montagnards et subalpins. Rq: la zone de source/suintement s'arrête à partir du moment où les eaux empruntent un écoulement formé (ruisselet, ruisseau...).	Sources d'altitude bien exposées	1c
			Sources d'altitude ombragées à semi-ombragées	1d
2	Ruisselets / ruisseaux	Cours d'eaux vives et fraîches de quelques décimètres à 2-3 m de large. Assèchement estival possible (mais présence de vasques, flaques et micro-mares) ou écoulement permanent.	Secteur ouvert	2a
			Secteur fermé (sous-bois, taillis)	2b
3	Rivières à eaux vives	Milieux de 2-3 à 25 m de large. Secteurs à courant vif (rapides : vitesse d'écoulement > 0,5 m/s).	Secteur ouvert	3a
			Secteur ombragé (présence ripisylve)	3b
24	Rivières à eaux calmes	Milieux de 2-3 à 25 m de large. Secteurs calmes du cours d'eau (moulins, barrages naturels, etc.).	Secteur ouvert	24a
			Secteur ombragé (présence ripisylve)	24b
21	Rivières et torrents d'altitude	Eaux courantes vives en général, des étages montagnard et sub-alpin.		21
4	Grands cours d'eau vifs ou annexes vives de grands cours d'eau	Parties vives à berges non arborées des fleuves et des grandes rivières (chenal principal ou principaux bras), de plus de 25 m de large. (Radier - vitesse d'écoulement > 0,5 m/s)	Cours principal non arboré des grands cours d'eau vifs	4a
		Parties vives à berges arborées des fleuves et des grandes rivières (chenal principal ou principaux bras), de plus de 25 m de large. (Radier - vitesse d'écoulement > 0,5 m/s)	Cours principal arboré des grands cours d'eau vifs	4b
		Parties vives à berges non arborées des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal par l'amont et par l'aval.	Annexes fluviales vives, non arborées, avec flux entrant par l'amont	4c
		Parties vives à berges arborées des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal par l'amont et par l'aval.	Annexes fluviales vives, arborées, avec flux entrant par l'amont	4d
		Parties vives à berges non arborées des annexes hydrauliques avec alimentation par la nappe phréatique, en conséquence courantes, connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation modéré lié aux crues annuelles.	Annexes fluviales vives non arborées, modérément perturbées avec flux rétrograde par l'aval	4e
		Parties vives à berges arborées des annexes hydrauliques avec alimentation par la nappe phréatique, en conséquence courantes, connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation modéré lié aux crues annuelles.	Annexes fluviales vives arborées, modérément perturbées avec flux rétrograde par l'aval	4f
		Parties vives à berges non arborées des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation faible lié aux crues élevées (> crue annuelle), avec alimentation par la nappe phréatique. Situation généralement liée à des aménagements.	Annexes fluviales vives non arborées, peu perturbées avec flux rétrograde par l'aval	4g
		Parties vives à berges arborées des annexes hydrauliques courantes connectées de manière permanente au chenal uniquement par l'aval avec un régime de perturbation faible lié aux crues élevées (> crue annuelle), avec alimentation par la nappe phréatique. Situation généralement liée à des aménagements.	Annexes fluviales vives arborées, peu perturbées avec flux rétrograde par l'aval	4h
5	Grands cours d'eau calmes ou annexes calmes de grands cours d'eau	Parties calmes non arborées des fleuves et des grandes rivières (de plus de 25 m de large). Les bras morts ou boires (en communication périodique avec le cours d'eau) sont précisées ci-dessous.	Cours principal des grands cours d'eau calmes, portion non arborée	5a
		Parties calmes arborées des fleuves et des grandes rivières (de plus de 25 m de large). Les bras morts ou boires (en communication périodique avec le cours d'eau) sont précisées ci-dessous.	Cours principal des grands cours d'eau calmes, portion arborée	5b
		Annexes lentes ou stagnantes avec un régime de perturbation moyen à fort dès les crues annuelles : berges non arborées (ou grande portion à berges non arborées)	Annexes lentes ou stagnantes non arborées, relativement perturbées par les crues	5c
		Annexes lentes ou stagnantes, avec un régime de perturbation moyen à fort dès les crues annuelles : berges arborées (ou grande portion à berges arborées)	Annexes lentes ou stagnantes arborées, relativement perturbées par les crues	5d
		Annexes stagnantes avec un régime de perturbation faible à très faible aux crues annuelles : berges non arborées (ou grande portion à berges non arborées)	Annexes stagnantes non arborées, peu perturbées par les crues	5e
		Annexes stagnantes, avec un régime de perturbation faible à très faible aux crues annuelles : berges arborées (ou grande portion à berges arborées)	Annexes stagnantes arborées, peu perturbées par les crues	5f

Liste des habitats odonatologiques (suite)

INVOD Code	Types	Précisions et commentaires	LigérO	Code	
			Types		
6	Canaux navigables	Milieux artificiels entretenus pour la navigation fluviale.		6	
7	Canaux, douves, fossés alimentés	Fossés et canaux d'irrigation, d'alimentation (étang), puits artésien, etc.		7	
8	Canaux, douves, fossés non alimentés	Canaux et fossés de drainage, réseau hydraulique des marais de plaine, etc. Eau douce		8	
9	Plans d'eau douce temporaires	Stagnants en général, assèchement estival : petits étangs, mares, bassins d'orage, etc. Rq: ces habitats peuvent être de dimension assez importante dans quelques cas.			
		Etages planitiaires à collinéens	Milieux temporaires de plaine	9	
10	Mares permanentes ouvertes	Petits milieux (<0,5ha) bien ensoleillés et permanents : mares, abreuvoirs, lavoirs, lavognes anciennes (non entretenues), etc. bien végétalisés	Mares avec présence de végétation aquatique	10a	
		Petits milieux (<0,5ha) bien ensoleillés et permanents mais peu végétalisés. On y retrouve des lavognes entretenues	Mares dénuées de végétation aquatique	10b	
11	Mares permanentes fermées	Petits milieux (<0,5 ha) forestiers permanents ombragés		11	
19	Petits plans d'eau permanents d'altitude	Petits lacs et mares (ou dépressions permanentes) des étages montagnard (alt.>500m) et sub-alpin, non assimilables à une tourbière		19	
27	Bassins d'eau douce (eaux chargées)	Bassins de lagunage ou de décantation (stations d'épuration, routier, carrière...), souvent riches en métaux ou autres polluants.	Station d'épuration	27a	
			Bassin de lagunage ou de décantation route/autoroute	27b	
			Bassin de décantation de carrière s. l.	27c	
13	Autres milieux artificiels (eaux claires)	Récents, en général peu colonisés par la végétation aquatique : gravières, sablières, ballastières, réserves collinaires, etc.		13	
25	Milieux aquatiques "cultivés"	Rizières, cressonnières en exploitation, etc.		25	
14	Plans d'eau ou portions de plan d'eau "naturels" ou artificiels anciens ("renaturés") >0,5ha, planitiaires et collinéens	Milieux fortement boisés (forestiers), rives ombragées. Secteurs d'alimentation, d'évacuation et annexes (mares et fossés) à distinguer comme des habitats particuliers (cf. plus haut)	Ombragés/arborés	14a	
			Milieux ouverts avec phragmitaies, magnocariçaiques, etc.	Hélophytes hauts	14b
			Milieux ouverts à végétation plus basse (et/ou les eaux acides permettent le développement de queues ou anses tourbeuses à sphaignes).	Hélophytes bas ou seulement hydrophytes	14c
20	Lacs et grands réservoirs	Grande surface d'eau libre de basse ou moyenne altitude (jusqu'à 1000 m en général). Généralement plus de 20 m de profondeur		20	
12	Milieux saumâtres	Marais littoraux et continentaux saumâtres (salinité moyenne de plus de 0,5 mg/l de NaCl), bien ensoleillés, eaux permanentes ou assèchement estival : lagunes, marais salants ou salés, bassins aquacoles, marais à salicornes, pannes dunaires, etc.	Lagunes/salines en activité	12a	
			Lagunes/salines abandonnées	12b	
			Pannes dunaires saumâtres	12c	
			Fossés et canaux en eau salée	12d	
16	Milieux palustres dulcicoles	Dépressions en eau bien végétalisée, marécages en contexte de marais ou de bas-marais. Végétation hélophytique généralement bien développée, envasement et niveau trophique souvent élevés		16	
17	Tourbières acides de plaine	Tourbières à sphaignes (bombées) avec gouilles, fosses d'exploitation, etc. de l'étage collinéen (500 m maxi) et 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			
		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 seulement	18b	

Calcul de l'estimateur de richesse vrai Jackknife

Exemple de tableau de résultats en présence / absence, tiré d'un jeu de données

Taxon / point de suivi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Calopteryx splendens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
<i>Ischnura elegans</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Chalcolestes viridis</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cercion lindenii</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Platycnemis pennipes</i>	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
<i>Coenagrion puella</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>Erythromma viridulum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Orthetrum cancellatum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Sympetrum striolatum</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Anax imperator</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
<i>Crocothemis erythraea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Libellula depressa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Libellula fulva</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orthetrum albistylum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Aeshna mixta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orthetrum coerulescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Sympetrum sanguineum</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Libellula quadrimaculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Coenagrion pulchellum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aeshna cyanea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aeshna isoceles</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Boyeria irene</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Oxygastra curtisii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Abaque de changement significatif

(source : BAO RhoMéo)

Nb espèces attendues	S obs/S true=75%	S obs/S true=80%	S obs/S true=85%	S obs/S true=90%
1	200%	200%	200%	200%
2	100%	100%	100%	100%
3	67%	67%	67%	67%
4	50%	50%	50%	50%
5	60%	40%	40%	40%
6	50%	50%	33%	33%
7	43%	43%	43%	29%
8	38%	38%	38%	25%
9	44%	33%	33%	22%
10	40%	30%	30%	20%
11	36%	36%	27%	27%
12	33%	33%	25%	25%
13	38%	31%	23%	23%
14	36%	29%	29%	21%
15	33%	27%	27%	20%
16	31%	31%	25%	19%
17	35%	29%	24%	18%
18	33%	28%	22%	17%
19	32%	26%	21%	16%
20	30%	25%	20%	15%
21	33%	29%	24%	19%
22	32%	27%	23%	18%
23	30%	26%	22%	17%
24	29%	25%	21%	17%
25	32%	24%	20%	16%
26	31%	27%	19%	15%
27	30%	26%	22%	15%
28	29%	25%	21%	14%
29	31%	24%	21%	14%
30	30%	23%	20%	13%
31	29%	26%	19%	16%
32	28%	25%	19%	16%
33	30%	24%	18%	15%
34	29%	24%	21%	15%
35	29%	23%	20%	14%
36	28%	25%	19%	14%
37	30%	24%	19%	14%
38	29%	24%	18%	13%
39	28%	23%	18%	13%
40	28%	23%	18%	13%
41	29%	24%	20%	15%
42	29%	24%	19%	14%
43	28%	23%	19%	14%
44	27%	23%	18%	14%
45	29%	22%	18%	13%
46	28%	24%	17%	13%
47	28%	23%	19%	13%
48	27%	23%	19%	13%
49	29%	22%	18%	12%
50	28%	22%	18%	12%