

## INDICATEURS BOITE A OUTILS MILIEUX HUMIDES LIGERO :

### NOTE DE SYNTHÈSE

Entre 2014 et 2018, le Conservatoire d'espaces naturels Centre – Val de Loire (Cen Centre-Val de Loire) et le Forum des Marais Atlantiques (FMA) ont piloté en lien avec l'agence de l'eau, un projet de développement d'une boîte à outils d'indicateurs de suivi et d'évaluation des milieux humides du bassin de la Loire (BAOMH LigéO).

L'agence de l'eau, le FMA et le Cen Centre – Val de Loire ont élaboré une stratégie de déploiement de ces outils impliquant l'appui aux maîtres d'ouvrage. En effet, les structures porteuses de contrats et les collectivités locales peuvent avoir du mal à s'approprier les enjeux et méthodes de préservation des milieux humides. Un des enjeux est de créer les conditions de compréhension et d'utilisation des indicateurs de la boîte à outils milieux humides à l'échelle du bassin Loire – Bretagne en complémentarité territoriale.

Les objectifs globaux que sert cette BAOMH LigéO sont de déployer une politique d'évaluation :

- Objectif 1 (principal) : **Évaluer les effets des travaux de restauration sur les fonctions des milieux humides ;**
- Objectif 2 : **Évaluer l'évolution de l'état de conservation des fonctionnalités des milieux humides ;**

Cette boîte à outils repose sur 7 indicateurs comprenant chacun :

- **Une fiche indicateur** : Qu'est-ce-que je mesure avec cet indicateur?
- **Une fiche protocole** : Comment je mesure cet indicateur?
- **Et une fiche analyse et interprétation** : Comment je calcule la valeur de cet indicateur et comment je l'interprète?

Fonction	Indicateur	Protocole
Hydrologique	I01 Niveau d'humidité du sol - pédologie	P01 pédologie
	I02 Indice floristique d'engorgement	P02 flore
	I03 Dynamique hydrologique de la nappe	P03 piézométrie
Biologique	I10 Intégrité du peuplement d'odonates	P06 odonates
	I11 Intégrité du peuplement d'amphibiens	P07 amphibiens
Biogéochimique	I06 Indice floristique de fertilité du sol	P02 flore
	<i>I14 Indicateur trophique de la qualité de l'eau</i>	<i>P10 suivi de l'état trophique d'une masse d'eau</i>

Un accompagnement des maîtres d'ouvrage et des décideurs est préconisé, afin de favoriser leur montée en compétences. Pour atteindre ces objectifs opérationnels précités, deux conventions, une avec le FMA et une avec le Cen Centre – Val de Loire, ont été élaborées et signées en 2020 pour améliorer via cet appui technique, la robustesse des actions des maîtres d'ouvrage des CT.

Cette assistance se traduit par les interventions suivantes :

- Choix des indicateurs pertinents en fonction des objectifs et des travaux à suivre ;
- Stratégie et plan d'échantillonnage en fonction des objectifs, des travaux à suivre et des moyens techniques et financiers de la structure ;
- Aide à la mise en place des protocoles ;
- Aide à l'analyse et interprétation des données et des indicateurs.

## **Cadre de déploiement des indicateurs sur site**

Ces indicateurs s'appliquent lors de nouveaux travaux de restauration. Ils peuvent aussi compléter des indicateurs déjà mis en place (indicateurs physiques, paysagers, d'habitats par exemple), pour améliorer la pertinence du dispositif d'évaluation.

Les indicateurs ont été calibrés pour nécessiter 3-4 jours (préparation, terrain, saisie, interprétation) par an et par indicateur sur des milieux humides dont la taille moyenne était de 40-50ha.

## **Quelles sont les modalités de conception de la stratégie de suivi et du plan d'échantillonnage ?**

Une stratégie d'échantillonnage est conçue en fonction des enjeux et pressions sur sites auxquels devra remédier le programme de travaux et/ou le plan de gestion ainsi que des questions auxquelles l'opérateur souhaite répondre. Elle consiste en la délimitation de la zone d'impact des travaux et la sélection du panel d'indicateurs adaptés. Cela fait, elle se décline en un plan d'échantillonnage. Celui-ci comprend la position des points de suivi sur plan et un tableau des chroniques de suivi, ceci conformément aux protocoles (modes opératoires et moyens techniques). Ce plan est le référentiel technique du suivi. Il permet ultérieurement l'analyse et l'interprétation des résultats.

Cette stratégie et ce plan d'échantillonnage se conçoivent donc en fonction :

- des enjeux et des pressions propres à chaque site ;
- des questions auxquelles l'opérateur souhaite répondre et des objectifs de restauration ;
- de la taille du (des) site(s), de la connaissance des interfaces et relations avec les milieux adjacents.

Ces principes sont la clef de la pertinence du suivi.

## **A quel stade d'un projet peut-on concevoir la stratégie de suivi ?**

Il faut qu'un état des lieux et un diagnostic des milieux humides (et adjacents) et des usages aient été réalisés. C'est alors que se dégagent les enjeux propres à chaque site. La stratégie de suivi doit être conçue au moment où se dégage le programme de travaux sur le papier, avant sa finalisation et mise en œuvre.

## **Quelles sont les modalités de déploiement ?**

Un état zéro avant travaux doit être réalisé, afin de disposer de l'état avant intervention. Il est donc capital de prévoir un plan d'échantillonnage rapidement, au cours de l'élaboration du programme de travaux et d'effectuer l'état zéro dans les quelques mois qui séparent la conception du programme de sa mise en œuvre. Ceci est valable pour les tranches de travaux de la première année, pour les tranches des années suivantes, les états zéro peuvent être étalés dans le temps.

## **La calculette**

Ce logiciel libre de droits permet de calculer *in fine* les indicateurs LigéO. L'outil, fonctionnant de façon autonome et majoritairement sans connexion Internet, est issu de la transposition de la calculette RhoMÉO, sur le bassin Loire-Bretagne.

## **Contacts**

Cen Centre-Val de Loire, Brigitte RUAUX [brigitte.ruaux@cen-centrevaldeloire.org](mailto:brigitte.ruaux@cen-centrevaldeloire.org)

FMA, Audrey DURIEZ [aduriez@forum-marais-atl.com](mailto:aduriez@forum-marais-atl.com)

Pour toutes informations complémentaires : le site LigéO <http://www.ligero-zh.org/>



## Synthèse des coûts

Coûts	I01 - Niveau d'humidité du sol - pédologie		I02 - Indice floristique d'engorgement		I06 - Indice floristique de fertilité du sol		I03 - Dynamique hydrologique de la nappe		I10 - Intégrité du peuplement d'odonates		I11 - Intégrité du peuplement d'amphibiens		I14 - Indicateur trophique de la qualité de l'eau	
	N0	N1	N0	N1	N0	N1	N0	N1	N0	N1	N0	N1	N0	N1
	€€	€€	€€	€€	€€	€€	€€€€	€	€	€€€	€€	€€	€€€	€€€
Temps	Formation possible : 1 jour agent		Formation possible : 1 jour agent						Formation possible : 1 jour agent				Formation possible : 1 jour agent	
	Terrain : <b>1 à 2 jours</b> 50 min par agents pour 1 point (si formé). Multiplier par le nombre de points du site. Ajouter coût déplacement. 6 à 10 relevés par jour  Saisie et traitement : <b>0,5 à 1 jour</b> selon nombre de points		Terrain : <b>1,5 jour</b> par agent pour un site de 20 placettes)  Saisie et traitement : <b>1 jour</b>				Terrain : <b>1 à 2 jours</b> pour la maintenance et le suivi  Saisie et traitement : <b>1 jour</b>		Terrain : Préparation, terrain : <b>2 à 3 jours</b> prospection 10 points/jour  Saisie et traitement : <b>1 jour</b>		Terrain : Préparation, terrain : <b>2-3 jours</b> prospection 10 points/jour  Saisie et traitement : <b>1 jour</b>		Terrain : <b>5 stations/ jour.</b> Multiplié par <b>6 prélèvements par an.</b>	
Investissement	tarière 150€, guide sol 150 €, réactifs et petits matériels (couteau, pissette, mètre ruban, etc.) 100€		GPS entre 200 et 300 € ; décamètre 10 € ; bornes de géomètre 40 € par borne (la première année)				Le coût moyen d'équipement d'un point est de 1500€ : le cout dépend fortement de la sonde choisie		waders (ou cuissardes) 100€, filet 30€, loupe à main 15€, jumelles 100€, ouvrage de détermination 50€, petite boîtes pour les exuvies 4€, loupe binoculaire 250 €.		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 100€.		le coût global par échantillon entre 330 et 500€, répartis comme suit : • Prélèvements et mesures in situ : 140 à 160€ / station • Analyses chimiques : 60 à 70€ / échantillon • Chlorophylle a fractionnée, abondance bactérienne (dont transfert) : 110 à 200€ / échantillon.	

**N0** : coûts matériels de la première année : **€** : moins de 300 €/an/site ; **€€** : de 300 à 500 €/an/site ; **€€€** : de 500 à 1000 €/an/site ; **€€€€** : de 1000 à 2000 €/an/site ;

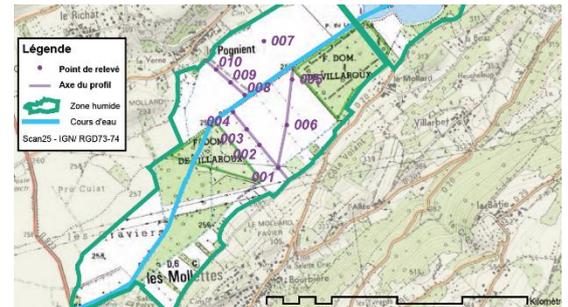
**N1** : coûts annuels (temps et analyses) : **€** : autour de 500 €/an/site ; **€€** : autour de 1000 €/an/site ; **€€€** : autour de 2000 €/an/site ;

## I01-P01-A01 NIVEAU D'HUMIDITE DU SOL – PEDOLOGIE

Domaine d'application	Fonction/pression	Compétence	Coûts (N0-/N1)
Toutes zones humides	hydrologique	Généraliste à qualifiée	€/ €€

**Principe :** L'indicateur définit un niveau d'humidité du sol de la zone humide, en attribuant aux horizons supérieurs du sol une note basée sur le type de trait d'hydromorphie observé. Le caractère hydromorphe du sol se traduit par une accumulation de matières organiques et/ou par des phénomènes d'oxydo-réduction du fer.

**Plan d'échantillonnage :** Les points de relevés sont positionnés sur des transects de manière à traduire le gradient d'hydromorphie du site. Dans l'exemple ci-contre, plusieurs transects sont placés du bord du cours d'eau vers la bordure externe de la zone humide. Selon la forme de la zone suivie, le nombre de transects et de points sont adaptés. Le plan d'échantillonnage, peut-être conjoint à celui de la flore.



**Mode opératoire :** prélèvement à la tarière sur 60 cm, reconstitution des strates sur gouttière, lecture et test.



Pour chaque point de relevé, la position GPS, ainsi que les descripteurs d'environnement sont enregistrés. La fiche terrain présentant 17 descripteurs est remplie pour chaque horizon.

Il s'agit de déterminer l'épaisseur et la nature des horizons caractéristiques de zones humides. Il peut y avoir des horizons humides quasi homogènes très épais. Il peut y avoir plusieurs strates humides différentes sur tout le profil, traduisant une évolution du site dans le temps. Il peut y avoir aussi des strates de type humides intercalées entre des horizons non humides, comme souvent en zones alluviales...

**Notes finales :** Pour chaque point de relevés, on obtient une note d'hydromorphie variant de 0 pour un sol non hydromorphe à 6 pour des horizons totalement saturés en permanence dans les 50 premiers centimètres. A l'échelle du site d'étude ou de la zone d'impact des travaux, la note d'hydromorphie obtenue correspond à la moyenne des notes des différents points de relevés effectués sur le site.

### Fréquence - Coûts :

Pour un suivi de restauration : 1 fois /avant et après intervention ; Suivi à long terme : 1fois/ 5 à 10ans

Formation initiale : 1 jour agent

Terrain : 50 min temps-agents pour 1 point (si formé). Multiplier par le nombre de points du site. Ajouter coût déplacement. 6 à 10 relevés par jour

Saisie et traitement de données au bureau : 0,5 à 1 jour agent selon nombre de points

Investissement : tarière 150 €, guide sol 150 €, réactifs et petits matériels (couteau, pissette, mètre ruban, etc.) 100€

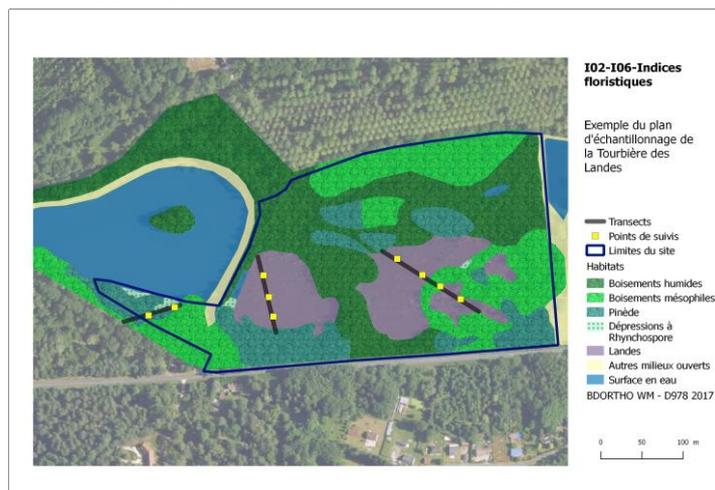
## I02-P02-A02 INDICE FLORISTIQUE D'ENGORGEMENT

Domaine d'application	Fonction/pression	Compétence	Coûts (N0 -/N1)
Toutes zones humides	hydrologique	Qualifiée à spécialiste	€€ / €€

**Principe :** De manière simplifiée, il est possible d'évaluer l'optimum de chaque espèce végétale vis-à-vis du niveau moyen de la nappe. Les végétaux peuvent donc être utilisés pour évaluer le niveau de la nappe à travers un indice, ici dénommé indice floristique d'engorgement. La valeur de l'indice est corrélée positivement avec le niveau moyen annuel ou estival de la nappe : plus sa valeur est élevée, plus le niveau moyen de la nappe est proche de la surface.

**Plan d'échantillonnage :** Sur un site ou une zone d'influence des travaux, le ou les transects sont positionnés afin de représenter au mieux la diversité des habitats. Les placettes sont réparties à intervalles réguliers (20-50m) sur un transect.

**Mode opératoire :** repérer les placettes au GPS, marquer l'emplacement si possible. Pour chaque placette, un relevé phytosociologique est réalisé. La taille varie de 4 à 225 m<sup>2</sup>, en fonction du type de végétation.



**Notes finales :** Pour chaque placette, on obtient une valeur indicatrice d'engorgement *He* variant de 1 pour les situations les plus sèches à 10 pour les plus humides. A l'échelle du site d'étude ou de la zone d'impact des travaux, l'indice floristique d'engorgement est la médiane des valeurs indicatrices des placettes inventoriées.

### Fréquence - Coûts :

Périodicité calée en fonction des objectifs (fonctionnalités et/ou travaux) : **quinquennal** ou **pas de temps plus court** (ex : n-1, n+1, +3, +5, +7 et +10)

Temps agent/année de suivi : 1,5 jour/agent pour un site tel que ci-dessus (20 placettes), saisie et traitement 1j.

Equipement : référentiel flore TAXREF 12 (gratuit), GPS : entre 200 et 300 € ; décamètre : 10 € ; bornes de géomètre : 40 € par borne (la première année).

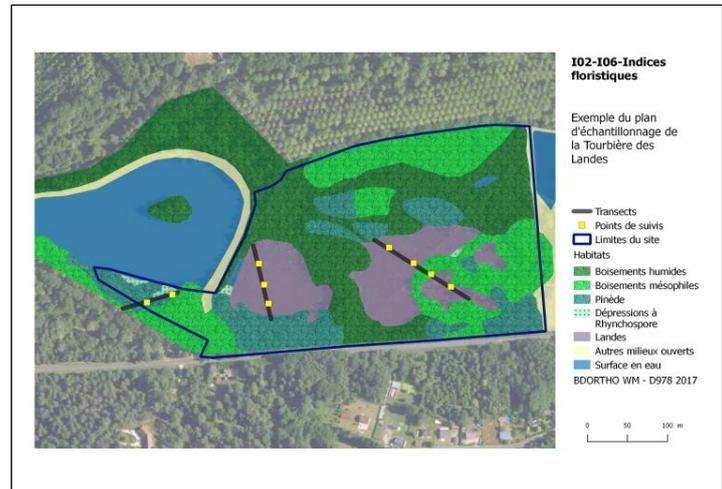
## I06-P02-A06 INDICE FLORISTIQUE DE FERTILITE DU SOL

Domaine d'application	Fonction/pression	Compétence	Coûts (N0 -/N1)
Toutes zones humides	biogéochimique	Qualifiée à spécialiste	€/ €

**Principe :** Il est possible d'évaluer l'optimum de chaque espèce végétale vis-à-vis de la disponibilité moyenne des nutriments du sol. A l'inverse, les végétaux peuvent donc être utilisés pour évaluer la richesse moyenne du sol d'une zone humide à travers un indice de de fertilité du sol.

**Plan d'échantillonnage :** Sur un site ou une zone d'influence des travaux, le ou les transects sont positionnés afin de représenter au mieux la diversité des habitats. Les placettes sont réparties à intervalles réguliers (20-50m) sur un transect.

**Mode opératoire :** repérer les placettes au GPS, marquer l'emplacement si possible. Pour chaque placette, un relevé phytosociologique est réalisé. La taille varie de 4 à 225 m<sup>2</sup>, en fonction du type de végétation.



**Notes finales :** Pour chaque placette, on obtient une valeur indicatrice de fertilité *Ht* variant de 1 pour les situations les plus pauvres en nutriments à 9 pour les plus riches. A l'échelle du site d'étude ou de la zone d'impact des travaux, l'indice floristique de fertilité est la médiane des valeurs indicatrices des placettes inventoriées.

### Fréquence - Coûts :

Périodicité calée en fonction des objectifs (fonctionnalités et/ou travaux) : **quinquennal** ou **pas de temps plus court** (ex : n-1, n+1, +3, +5, +7 et +10)

Temps agent : 1,5 jour/agent pour un site tel que ci-dessus (20 placettes), saisie et traitement 1j. A multiplier par 2 en bisannuel.

Equipement : référentiel flore TAXREF 12 (gratuit), GPS : entre 200 et 300 € ; décamètre : 10 € ; bornes de géomètre : 40 € par borne.

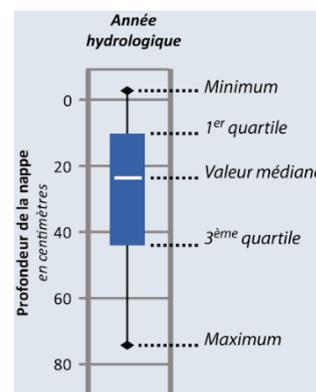
## I03-P03-A03 DYNAMIQUE HYDROLOGIQUE DE LA NAPPE – PIEZOMETRIE

Domaine d'application	Fonction/pression	Compétence	Coûts (N0 -/N1)
Toutes zones humides	hydrologique	Généraliste à qualifiée	€€€€ / €

**Principe :** La dynamique de la nappe d'eau libre détermine la présence des espèces hygrophiles et des sols hydromorphes. L'indicateur caractérise la distribution des valeurs annuelles de la nappe pour un suivi à moyen et long terme de la dynamique hydrologique. Pour le suivi de l'effet de la restauration, le suivi de la nappe avant et après travaux est un paramètre de contrôle de la bonne mise en œuvre des opérations.

**Plan d'échantillonnage :** Un à plusieurs points peuvent être positionnés selon la taille, la forme et la pente du milieu humide et le suivi souhaité. Dans le cadre d'une restauration hydraulique, deux points de suivis constituent un minimum (dans et hors zone d'impact). Les mesures doivent commencer avant travaux, et peuvent se poursuivre 1 à 2 ans minimum. Pour des comblements de drains ou de fossés, la réaction de la nappe est visible en quelques jours, ou mois au maximum. Pour des évolutions de nappes sous de multiples dépendances, le suivi peut se poursuivre au-delà d'une décennie.

**Mode opératoire :** les données de profondeur de nappe sont enregistrées à partir de mesures réalisées dans un tube « piézométrique ». Ce tube perforé et évidé est fiché dans le sol, où l'eau d'imbibition du sol se libère, et dont la hauteur peut être mesurée. Il est équipé classiquement d'un dispositif de capteur-enregistreur de pression de la colonne d'eau. Un pas de temps journalier peut être suffisant pour l'indicateur. Un pas horaire est plus riche à interpréter si l'on désire examiner des événements particuliers au cours des saisons ou une évolution suite à de la restauration hydraulique type effacement d'un seuil.



**Note finale :** Une fois la mémoire de l'enregistreur vidée, les mesures cumulées sur l'année hydrologique sont traitées statistiquement avec un résultat sous forme de « boîte à moustaches », ci-contre. Pour un suivi à long terme, l'évolution temporelle de la dynamique de la nappe est analysée.

### Fréquence - coûts :

Relevé 1 à 3 fois/an

Le coût moyen d'équipement d'un point est de 1500 euros : le coût dépend fortement de la sonde choisie ; la maintenance et le suivi représentent 1 à 2 journées de travail par an (mutualisable avec d'autres points à proximité).

## I10-P06-A10 INTEGRITE DU PEUPEMENT D'ODONATES

Domaine d'application	Fonction/pression	Compétence	Coûts (N0 -/N1)
Types SDAGE 3, 5, 6, 7b, 9 et 10 principalement	Ecologique - toutes	Qualifiée	€/ / €€€

**Principe :** L'indicateur s'appuie sur la comparaison, à l'échelle d'une zone humide, du peuplement d'odonates observé avec le peuplement attendu. La proportion d'espèces au rendez-vous constitue l'expression numérique de l'intégrité du peuplement d'odonates.

**Plan d'échantillonnage :** 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 par habitat seront mis en place et éventuellement jusqu'à 6. Réaliser un inventaire du peuplement d'odonates le plus complet possible en un minimum de temps en appliquant une pression d'échantillonnage calibrée et reproductible.

**Mode opératoire :** 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). Les relevés s'effectueront à marche lente, sur une durée répétable.
- de points d'un rayon de 5-10 mètres (distants de 25m au moins), permettant la détermination à vue. Le relevé dure au moins 6 minutes et l'inventaire des espèces nouvelles se fait par tranche de 2 minutes.



Les emplacements GPS des points ou transects sont enregistrés, ainsi que les conditions météorologiques et d'environnement immédiat.

3 passages par année de suivi sont nécessaires.

Le relevé consiste à noter : l'espèce observée ; le nombre d'individus ; le comportement reproducteur le plus significatif (défense territoriale, tandem, accouplement, ponte, émergence, exuvie).

**Note finale :** L'indicateur d'intégrité du peuplement d'odonates est le rapport entre le nombre d'espèces « stenoèces » observées sur le nombre d'espèces « stenoèces » attendues sur cette zone humide exprimée en %, représentant proportion d'espèces « stenoèces » au rendez-vous.

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 considéré comme intègre.

### Fréquence - Coûts :

Périodicité calée en fonction des objectifs (fonctionnalités et/ou travaux) : **quinquennal** ou **pas de temps plus court** (ex : n-1, n+1, +3, +5, +7 et +10)

Temps agent : prospection 10 points/j.

Préparation, terrain, saisie & traitement : 3-4j/an

Matériels : waders (ou cuissardes) 100€, filet 30€, loupe à main 15€, jumelles 100 €, ouvrage de détermination 50€, petite boîtes pour les exuvies, loupe binoculaire 250 €.

## 111-P07-A11 INTEGRITE DU PEUPEMENT D'AMPHIBIENS

Domaine d'application	Fonction/pression	Compétence	Coûts (N0 -/N1)
Types SDAGE 6, 7b, 9 et 10 principalement	biologique	Qualifiée à spécialiste	€/ €€

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

**Plan d'échantillonnage :** Un échantillonnage stratifié est mis en œuvre selon la liste des habitats herpétologiques sur la zone humide déterminant le nombre de relevés d'échantillonnage. Ces derniers correspondent à des transects ou à des points.

**Mode opératoire :** quatre types sont à disposition selon la configuration du milieu. Dans tous les cas les descripteurs et variables d'environnement sont à consigner sur la fiche terrain (annexe fiche LigerO).

- points d'écoute : après être arrivé sur le point, on laisse le calme se ré-installer (5minutes), puis 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 ; ou piégeage ;
- pour certaines sessions, la pose de nasses ou d'amphicapt peut remplacer la technique de l'épuisette ;
- recherche à la torche, «torching» : 50 mètres de berges sont parcourus lentement à l'aide d'une lampe torche puissante sur une zone de 2 mètres en bord de berge, à la recherche des tritons notamment.

3 visites annuelles sont planifiées selon les périodes de reproduction des espèces (précoces, printanières, estivales), et calées précisément sur les compositions d'espèces présumées présentes.

L'information recueilli est qualitative (présence/absence) et semi quantitative (nombre individus adultes, juvéniles)

**Note finale :** L'indice d'intégrité du peuplement (appelé « I2PA ») permet en une seule valeur d'intégrer le volet diversité spécifique et contribution des espèces sténoèces. Cet indice varie de 0 à 3 (hors bonus). Plus la valeur de l'indicateur se rapproche de 3, plus le peuplement d'amphibiens de la zone humide est considéré comme intègre.

### Coûts :

Périodicité calée en fonction des objectifs (fonctionnalités et/ou travaux) : **quinquennal** ou **pas de temps plus court** (ex : n-1, n+1, +3, +5, +7 et +10)

Temps agent : prospection 10 points/j.

Préparation, terrain, saisie & traitement : 3-4j/an

Matériel : 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 [100€].

## I14-P10-A14 INDICATEUR TROPHIQUE DE LA QUALITE DE L'EAU

Domaine d'application	Fonction/pression	Compétence	Coûts (N0 -/N1)
zones humides littorales	toutes	Généraliste à spécialiste	€€€ / €€€

### Principe

Le peuplement composant le premier maillon de la chaîne trophique dans l'eau (plancton, bactéries) rend compte de la richesse et la dynamique du milieu. Les marais littoraux sont naturellement eutrophes. A partir d'un échantillon d'eau, un indice de maturité actualisé tous les deux mois permet de tracer la chronique de maturation saisonnière et de placer cette courbe dans une gamme trophique (normale ou déséquilibrée), ceci en lien avec les variables d'environnement qui doivent être collectées également.

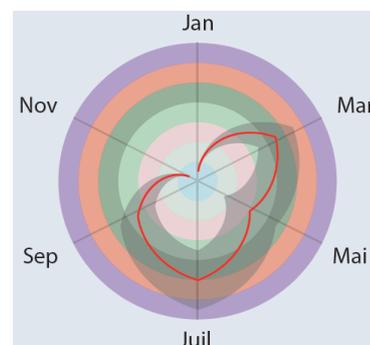
**Plan d'échantillonnage** : variable selon l'échelle et les enjeux. Pour un grand marais, un point par casier hydraulique en zone de confluence interne et/ou aux exutoires, peut être mis en place à minima. Un prélèvement est à opérer à minima tous les deux mois. Une meilleure finesse est acquise avec un prélèvement mensuel. Les variables locales d'environnement sont notées (micropaysage, météo) et les conditions et régimes hydrologiques sont consignées (hauteur d'eau, couleur, modes de circulations par rapport aux ouvrages, conditions hydriques générales...).

**Mode opératoire** : Un prélèvement d'eau en flacon de 2l est réalisé selon le protocole normé classique. Les mesures physiques sont effectuées sur place. Stockage bref au frais et au noir pour envoi en laboratoire d'analyse.



**Mode de calcul** : les mesures et dosages « types DCE » sont réalisés : T°C, pH, O<sub>2</sub> diss, sat<sub>r</sub>, C<sub>te</sub>, N, P, COD ainsi que le dosage de la chlorophylle (3 classes de tailles de phytoplancton) et un comptage bactérien total.

Un traitement statistique de ces paramètres et l'application d'un modèle permet d'attribuer l'appartenance à une classe (**type de chaîne trophique**) et un rang (**niveau de maturation**). Ces traitements sont réalisés actuellement par une équipe d'ingénieurs UNIMA. Ils seront à terme proposés aux utilisateurs dans un algorithme automatisé, via un site WEB dédié.



**Mode d'interprétation** : Un référentiel de 5 classes de chaînes trophiques a été établi. La chronique d'un site est comparée à son référentiel, et permet d'évaluer les écarts à la normale. Les causes et ou remèdes constatés sont établis par analyse croisée des opérations de gestion et les régimes hydrologiques consignés par ailleurs.

**Coûts** : l'enveloppe globale est estimée entre 10 et 15 k€ par an pour un panel de 5 stations. Cad : À raison de 6 prélèvements annuels, le coût global par échantillon est donc estimé entre 330 et 500€, répartis comme suit :

- Prélèvements et mesures in situ : 140 à 160€ / station
- Analyses chimiques : 60 à 70€ / échantillon
- Chlorophylle a fractionnée, abondance bactérienne (dont transfert) : 110 à 200€ / échantillon.

Il doit s'y ajouter actuellement le temps d'ingénierie de traitement des données opérées par l'Unima et/ou des capacités d'analyse experte. Un module de calcul automatique est en projet pour réduire ce recours aux experts. Des formations sont programmées à partir de 2020 pour améliorer l'autosuffisance des opérateurs pour l'interprétation.