

SUIVI D' ACTIONS

SOMMAIRE

| | |
|-----|----------------------------|
| S1 | MORPHOLOGIE, BATHYMÉTRIE |
| S2 | MESURES DE DÉBITS |
| S3 | CONNAISSANCE DES CRUES |
| S4 | MESURES DE NIVEAUX |
| S5 | PRÉLÈVEMENTS D'EAU |
| S6 | PHYSICO-CHIMIE DES EAUX |
| S7 | CARACTÉRISATION DES REJETS |
| S8 | SUIVI HYDROBIOLOGIQUE |
| S9 | SUIVI FAUNE ET FLORE |
| S10 | OCCUPATION DU SOL |
| | QUITTER |





Le suivi d'une zone humide peut porter aussi bien sur son rôle patrimonial (faune, flore) que sur son rôle fonctionnel vis-à-vis des ressources en eau.

UN PROGRAMME DE SUIVI PEUT AVOIR DES OBJECTIFS DIVERS :

- caractériser le fonctionnement actuel d'une zone humide et les services qu'elle rend à l'écosystème,
- mesurer la dégradation d'une ou plusieurs fonctions du fait d'une atteinte à une zone humide,
- évaluer l'efficacité d'une action volontariste de prévention ou de restauration.

UN SUIVI DOIT S'APPUYER SUR DES INDICATEURS PERTINENTS DONT LA DÉTERMINATION NÉCESSITE PLUSIEURS ÉTAPES :

1. Identification claire du problème et des objectifs à atteindre.
2. Choix des méthodes et des paramètres à suivre ce qui implique d'avoir une bonne connaissance du fonctionnement de la zone humide vis à vis du problème posé.
3. Évaluation de la faisabilité et de l'intérêt du suivi : il faut identifier les facteurs influençant le programme des

mesures, les moyens disponibles (matériel, personnel, financiers), déterminer si les coûts d'acquisition et d'analyse des données sont compatibles avec le budget et l'enjeu de l'opération.

4. Éventuellement, réalisation d'une étude pilote sur un espace restreint et une durée courte afin de tester et d'affiner le programme de suivi.

DÉROULEMENT D'UN SUIVI-TYPE :

1. Réalisation de mesures et prélèvements d'échantillons en prenant soin d'identifier les éléments de traçabilité (origine, date, nature de l'échantillon ou des mesures).
2. Analyse des échantillons en faisant appel à des méthodes validées.
3. Interprétation et présentation dans un rapport clair et concis contenant les résultats des mesures (données objectives) et les conclusions et recommandations en matière de gestion de la zone humide, et éventuellement adaptation du programme de suivi.
4. Application des mesures de gestion et évaluation du projet. Selon les résultats obtenus vis-à-vis de l'objectif, le programme de suivi est arrêté ou poursuivi.





MORPHOLOGIE, BATHYMÉTRIE



La topographie est la description du relief d'un site; la bathymétrie en est la variante pour les zones situées sous la surface des eaux. La géomorphologie est l'analyse des formes de relief et de leur dynamique d'évolution.

OBJECTIFS

Il peut être important de connaître ou de suivre la topographie et la géomorphologie d'une zone humide dans différents cas :

- caractérisation du milieu : profondeur d'eau, hauteur du sol par rapport à l'eau...
- suivi de l'évolution : sédimentation, érosion,
- support d'une modélisation mathématique des crues ou des nappes.

MISE EN ŒUVRE

TECHNIQUES

Les méthodes de levés topographiques

Les méthodes de levés topographiques sont classiques :

- levé terrestre de géomètre,
- photogrammétrie : interprétation de photographies aériennes.

La première méthode est plutôt utilisée pour des petites surfaces levées avec une forte précision, la seconde pour les grands espaces étudiés globalement.

Dans les deux cas, quelques points peuvent être notés :

- les levés sont meilleurs en hiver (absence de feuilles);
- les échelles sont variables : 1/500 pour implanter un ouvrage, 1/10 000 pour une connaissance générale d'un vaste site;
- au delà de l'échelle du plan demandé, il est nécessaire de réfléchir à la précision souhaitée avant de lancer une mission : niveau de précision, nombre de points mesurés par hectare, équidistance des courbes de niveaux du plan...
- les données doivent être fournies sous forme informatique afin de permettre les actualisations, les calculs...
- dans les zones humides, il est important de connaître la date exacte du levé de façon à relativiser le niveau d'eau par rapport au débit, aux fluctuations des niveaux...
- le système de référence des altitudes doit être précisé : il est généralement le Nivellement Général de la France 1969, mais parfois le système orthométrique, différent de quelques décimètres.

Pour un repérage ponctuel (localisation d'un relevé, mesure d'une altitude...), le système GPS (repérage en X-Y-Z par

satellite) peut être très intéressant; il peut être mis en œuvre par le gestionnaire lui-même.

La bathymétrie

Sous l'eau, la bathymétrie utilise d'autres méthodes :

- mesure à la pige (tige graduée), ou à l'aide d'une corde plombée, à pied ou en bateau,
- étude à l'échosondeur depuis un bateau.

Ces mesures doivent être replacées au sein des fluctuations du niveau de l'eau (date de la mesure). Un calage NGF est souhaitable.

Profils

A partir de levés topographiques ou bathymétriques, il est possible d'établir des profils en long ou en travers. Pour une comparaison correcte, il est indispensable que les profils soient repérés avec certitude.

Le profil en long fournit un indicateur de base, la pente du cours d'eau, dont dépendent les conditions écologiques du milieu, le transport des matériaux...

Le suivi d'un cours d'eau repose souvent sur différents profils en travers qui seront renouvelés. La localisation de ces profils peut être régulière (tous les 500 mètres par exemple), ou irrégulière, de façon à tenir compte de particularités locales. Par exemple, il peut être intéressant de suivre les seuils naturels, points hauts qui « tiennent » le profil (leur érosion entraînerait un fort enfoncement de la ligne d'eau).

Étude de la géomorphologie

Les méthodes d'étude de la **géomorphologie** d'un cours d'eau sont souvent complexes (étude du débit solide...) et sortent du champ d'action du gestionnaire. Quelques indicateurs de caractérisation peuvent toutefois être cités :

- types de tracés : sinuosité, nombre de bras annexes... ces paramètres permettent de différencier les cours d'eau à tresses, à méandres, rectilignes...
- granulométrie des berges,
- taux d'érosion des berges,
- cartographie de l'état des berges (boisées, enherbées, érodées, sédimentées...),
- pente du cours d'eau,
- régime hydrologique.

La sédimentation

La sédimentation dans une zone humide peut être suivie par la bathymétrie, mais des méthodes beaucoup plus fines existent :

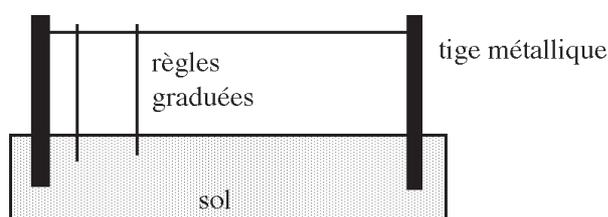
- dépôt de kaolin sur le sol, puis, après un temps variable, carottage permettant de retrouver le produit, et donc de mesurer le sédiment déposé au dessus. De façon plus





rustique, un résultat assez équivalent est obtenu en plaçant sur le sol un « piège » (morceau de moquette...) sur lequel on mesurera l'épaisseur des sédiments déposés.

- système de règles calées sur lesquelles il est possible de mesurer la hauteur de sédiments déposés entre deux passages.



Suivi photographique

Un suivi photographique peut parfois s'avérer suffisant pour avoir une idée générale de l'évolution d'un site : photographies aériennes renouvelées régulièrement, prises de vue terrestres d'un point particulier (zone d'érosion ou de sédimentation forte). Il est même possible d'utiliser les cartes postales anciennes pour comparer l'évolution de la morphologie d'un site.

PROGRAMME DE SUIVI

Le suivi de la topographie d'une zone humide repose largement sur la comparaison de levés à des dates différentes. Ce suivi peut porter sur un levé général (plan), mais il est souvent réalisé grâce aux profils en long ou en travers.

Sédimentation

Un renouvellement régulier de mesures topographiques ou bathymétriques permet de connaître la vitesse de sédimentation dans un bras mort, un étang...

Enfoncement des cours d'eau

Le premier indicateur dans ce domaine est le suivi du profil en long du fond du cours d'eau.

Pour une meilleure connaissance, il est préférable de comparer des profils en travers, qui permettront de calculer les volumes de matériaux érodés.

Érosion de berges

Le suivi des érosions des berges d'un cours d'eau peut être basé sur des profils, mais il peut être réalisé à partir de données plus simples : interprétation des photographies aériennes, des cartes IGN à différentes dates.

L'analyse de documents mêmes anciens permet de

connaître les divagations passées de la rivière; il sera par exemple possible de calculer des taux d'érosion (mètres ou hectares érodés/km de rivière/an). Le suivi de ce taux renseignera sur l'état de la rivière (stabilisation éventuelle?).

Régénération des milieux

Dans les cours d'eau dynamiques, les crues régénèrent régulièrement les milieux naturels, ce qui permet la présence permanente de communautés végétales et animales pionnières. L'état de la végétation peut renseigner sur ce mécanisme. La surface des grèves (bancs de sédiments dépourvus de végétation) est un indicateur simple de ce mécanisme (la diminution des surfaces de grèves signifiera une stabilisation de la rivière); une telle comparaison doit toutefois être réalisée avec prudence, à des dates et pour des débits comparables.

Des indicateurs biologiques peuvent éventuellement être utilisés : l'évolution des effectifs des espèces pionnières (sternes, plantes du nanocyperion...) pourra renseigner sur la stabilisation d'un cours d'eau.

Observations en crue⁵³

La géomorphologie d'une zone humide évolue principalement lors des crues. Ces épisodes méritent donc être suivis particulièrement :

- pendant la crue, analyse des taux de matières en suspension afin de connaître l'origine de la sédimentation; observation des mécanismes d'érosion...
- après la crue, observation des dépôts, érosions, niveaux d'eau atteints...

SOURCES DE DONNÉES

Les cartes de l'IGN au 1/25000 permettent une première approche :

- les altitudes sont disponibles sous forme informatique (BD carto),
- les divagations d'un cours d'eau très mobile peuvent être suivies à cette échelle,
- pour une analyse historique des divagations, il est possible d'acquérir à l'IGN des copies de nombreuses cartes anciennes.

Les photographies aériennes de l'IGN peuvent être très intéressantes :

- suivi des divagations,
- état de la végétation (grèves, eau libre...),
- analyse qualitative de la sédimentation.

En matière d'altitudes, différentes zones humides ont fait l'objet de levés que le gestionnaire peut utiliser :





MORPHOLOGIE, BATHYMÉTRIE



- cours d'eau domaniaux : le service de l'état responsable (DDE, service de la navigation...) ou concessionnaire (EDF, CNR...) a souvent réalisé des profils, voire des plans,
- plans réalisés par les collectivités locales, ou par des aménageurs (passages d'infrastructures...).

POUR EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

Bravard J.-P., Petit F., 1999. Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial. Colin, 222 p.

EPTEAU (Malavoi J.R.), 1998. Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau. Guide technique du SDAGE n° 2. Agence de l'eau RMC, 39 p.

ADRESSES UTILES

Institut Géographique National, Cartothèque Nationale, 2 avenue Pasteur, BP 68, 94160 Saint-Mandé. Tél. : 0143741215.





MESURES DE DÉBIT

Le débit est le volume liquide qui passe à travers une section déterminée par unité de temps. En hydrologie, on l'exprime généralement en mètres cube par seconde ou en litres par seconde. Il dépend de la taille du bassin versant* amont et généralement il varie énormément avec le temps en fonction de la pluie et de la saison (évaporation).

La mesure de débit concerne essentiellement les zones humides de type « annexes fluviales ».

OBJECTIF

Le suivi des débits permet de connaître l'évolution des entrées, des circulations et des sorties d'eau à travers les zones humides et d'engager des mesures de gestion des sites (ouverture de vanne par exemple) ou d'entamer une concertation (respect des débits réservés) :

- détection d'un éventuel tarissement du cours d'eau affluent de la zone humide,
- explication de la mortalité de poissons,
- évaluation de relations entre eau superficielle et eau souterraine,
- etc.

PROTOCOLE

PROGRAMME

A quelle fréquence mesurer un débit? Tout dépend des objectifs de suivi. Généralement, dans les réserves naturelles, le gestionnaire réalise :

- des mesures manuelles hebdomadaires,
- des mesures supplémentaires lors d'événements exceptionnels : période d'étiage fort, crues, lâchers de barrage, gestion des annexes fluviales, des vannages...

Un enregistrement automatique des données peut être indispensable pour affiner une interprétation.

MOYENS

En cas d'absence d'un effluent bien identifié, on peut installer un déversoir et mesurer le débit par la technique du « seau » (très faible coût) pour des débits faibles : 4 ou 5 mesures du temps de remplissage pour un volume donné et calcul de la moyenne du débit de chaque essai (l/s).

Si une pente trop faible ne permet pas cette mesure au « seau », la mise en place d'un déversoir calibré en « V » offre une bonne précision sur une section aménagée pour recevoir temporairement le gabarit.

Différentes techniques existent, pour une section existante stable de cours d'eau.

JAUGEAGE AU FLOTTEUR

On se fixe sur un tronçon de cours d'eau rectiligne, une base de longueur connue L , puis on mesure à plusieurs reprises le temps t mis par un flotteur (branche, feuille) pour parcourir cette distance (très faible coût).

La vitesse moyenne de surface V_{ms} est déterminée par $V_{ms} = L/t$.

Le rapport entre V_{ms} et la vitesse moyenne débitante V_m ($V_m = Q/S$) est variable suivant le type de cours d'eau (1,05 pour les rivières de montagne, 0,80 pour les cours d'eau de plaine). Pour déterminer le débit, l'aire de la section mouillée (S) devra être évaluée par ailleurs.

MICROMOULINET

Le principe du jaugeage au moulinet est le calcul du débit par mesure de la vitesse du courant en plusieurs points d'une section en travers. Le jaugeage peut s'effectuer à pied (en cuissardes) lorsque le tirant d'eau le permet ou à partir d'une passerelle, soit en bateau (coût moyen, nécessite l'achat ou le prêt d'un micromoulinet, le gestionnaire peut se renseigner auprès des SEMA pour cela).

La section choisie doit être à filets parallèles sans gros tourbillons ni remous dans un tronçon rectiligne et sans contre courants. Un jaugeage au moulinet n'est pas adapté dans un torrent.

Le micromoulinet comporte une hélice dont la vitesse de rotation dans l'eau est reliée à la vitesse de l'écoulement :

$$V = an + b.$$

a, b : constantes, fonction de l'hélice, données par le constructeur

n : nombre de tours d'hélice par seconde

V : vitesse d'écoulement en m/s

Le nombre de tours par seconde « n » qui permet d'obtenir la vitesse en chaque point, est mesuré à l'aide d'un compteur. Il est préférable d'évaluer « n » en enregistrant les nombres de tours de l'hélice pendant au moins une trentaine de secondes.

Il faut mesurer les vitesses moyennes sur plusieurs verticales de la section. Le nombre de verticales est fonction de la régularité de cette section. En général 5 à 10 verticales se révèlent suffisantes. Il est recommandé de serrer les verticales près des berges. La position de chaque verticale est repérée (par rapport à l'une des berges) à l'aide d'un multi-décimètre. Il n'est pas besoin de multiplier les points de mesure sur chaque verticale : une à trois mesures convena-



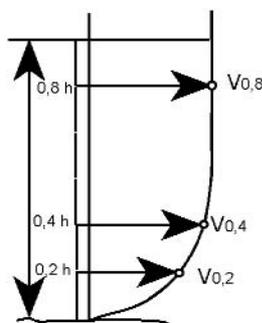


blement choisies s'avèrent la plupart du temps suffisantes pour approcher la vitesse moyenne V . On mesure généralement les vitesses à des distances du fond égales à 0,2, 0,4, 0,8 fois la profondeur.

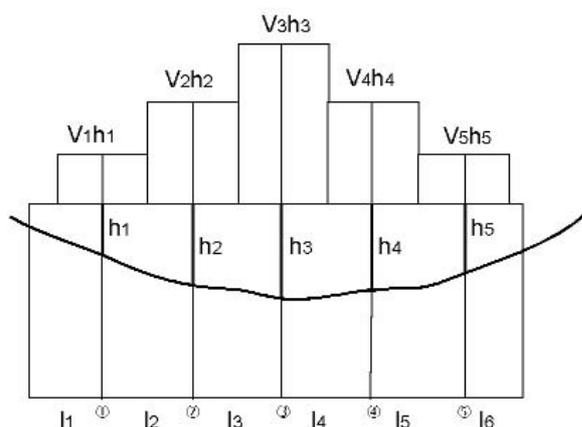
$$V = V_{0,4}$$

$$V = \frac{1}{2} (V_{0,2} + V_{0,8})$$

$$V = \frac{1}{2} V_{0,4} + \frac{1}{4} V_{0,2} + \frac{1}{4} V_{0,8}$$



Les débits par unité de largeur (Vxh) sont calculés à chaque verticale, on en déduit le débit total.



$$q_1 = V_1 h_1 \times (l_1 + l_2)/2$$

$$q_5 = V_5 h_5 \times (l_5 + l_6)/2$$

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$$

Courbe de tarage hauteur/débit, puis échelles limnimétriques pouvant être munies d'un enregistreur.

La réalisation de nombreux jaugeages en un même point pour des débits variés permet d'établir une courbe hauteur-débit (ou courbe de tarage) pour la section d'écoulement concernée.

Après la réalisation de cette courbe, le suivi des niveaux d'eau est suffisant pour évaluer le débit dans cette section. Il est réalisé visuellement sur des échelles limnimétriques ou automatiquement par les limnigraphes. Le coût initial est important mais est très vite rentabilisé si les mesures doivent être nombreuses et longues dans le temps.

JAUGEAGE CHIMIQUE

Quand les méthodes de jaugeage traditionnelles ne peuvent être appliquées (lits trop irréguliers) il est possible d'injecter dans la rivière une quantité donnée d'un produit chimique (sel, iodure, etc.) et de mesurer en aval la dilution afin d'en déduire le débit du cours d'eau (méthode difficile à mettre en œuvre et à interpréter et pouvant être onéreuse selon le traceur utilisé).

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

ANALYSES DES DÉBITS :

Différentes valeurs peuvent être calculées à partir des données instantanées de débits :

- module : moyenne des débits calculés au moins sur 30 ans,
- débit caractéristique maximum : Q dépassé 10 jours par an,
- débit d'étiage : $QMNA_5$,
- débit caractéristique de 1, 3, 9 mois : Q dépassé en moyenne 1, 3, 9 mois par an,
- étiage absolu annuel : valeur la plus faible de l'année,
- étiage caractéristique annuel : débit dépassé en moyenne 355 jours par an,
- crues caractéristiques (Q_{10} , Q_{100} ...): débit maximal annuel ayant une probabilité de 1/10, 1/100... d'être dépassé.

EXEMPLES D'UTILISATION DES DONNÉES :

- connaissance des variations d'entrées et sorties d'eau pendant l'année au travers de la zone humide,
- dans les zones humides contrôlées par des systèmes de vannes, le suivi du débit peut indiquer au gestionnaire les nécessités de réalimentation,
- l'accumulation de données peut apporter des arguments de gestion (pour le relèvement de débit réservé par exemple),
- disponibles sur plusieurs sections d'un même bief, ces mesures renseignent sur les relations avec une nappe (drainage ou alimentation).





POUR EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

Cemagref, 1989. Guide pratique de l'agent préleveur.

Ouvrage collectif, 1996. Aménagement et gestion des rivières, volume 2, Cahier technique du GRAIE.

MATE, 1988. Estimation du module d'un cours d'eau selon les données locales disponibles. Cemagref, MATE/DPN/SPHB.

AERMC, 1995. Synthèse descriptive quantifiée de la ressource en eau superficielle en RMC Cemagref et groupe GEWEX-Rhône.

Galéa G., Mercier G.X. et Adler M. J, 1999. Modèles débit-durée-fréquence d'étiage, concept et usage pour une approche régionale des régimes de basses eaux des bassins hydrographiques de la Loire (France) et du Crisu-Alb (Roumanie). Cemagref-Lyon, Division Hydrologie Hydraulique - I.N.M.H. - Bucarest, Roumanie/Revue des Sciences de l'Eau, 12/1 (1999) 93-122.

Galéa G., Mic R., Chaput N., 1999. Prise en compte d'observations locales épisodiques pour un meilleur usage opérationnel des modèles débit-durée-fréquence d'étiage au sein d'un réseau hydrométrique « 5^e rencontre hydrologique Franco-Roumaine, Suivi intégré des eaux continentales » - Cemagref, groupement de Lyon 6-8 septembre 1999.

DONNÉES PUBLIQUES À EXPLOITER

Banque hydro (SEMA), EDF, CNR, VNF.





CONNAISSANCE DES CRUES



OBJECTIF

Une crue est une augmentation rapide du débit du cours d'eau sous l'influence des phénomènes météorologiques (pluies, fontes de neiges...). Elle se traduit par une élévation (suivie d'une diminution) de la hauteur d'eau et de l'énergie véhiculée, pouvant provoquer des débordements dans le lit majeur.

Les crues sont des phénomènes complexes et difficilement maîtrisables, mais dont les régimes hydrologiques peuvent être estimés statistiquement à partir des chroniques régionales de pluviométrie. Elles sont un phénomène naturel nécessaire à l'équilibre de la rivière et des zones humides associées : sources de flux hydriques et biogéochimiques pour les prairies inondables, les annexes fluviales, les marais, les nappes... Les zones inondables sont des habitats importants pour la faune : habitat de reproduction pour le brochet, les oiseaux d'eau par exemple.

L'étalement de la crue dans les zones inondables permet aussi d'atténuer les débits en aval (écrêtement²³).

L'étude des crues dans une zone humide a pour principaux objectifs de :

- connaître le mode de submersion de la zone humide pour différentes crues : fréquence, durée, hauteur, débit, vitesse,
- connaître le rôle de l'inondation sur l'écosystème (apports de flux de matières et d'eau),
- faire un bilan des matières en suspension qui se déposent,
- connaître l'impact morphologique de la crue (cf. fiche S1),
- savoir dans quelle mesure la zone humide joue un rôle d'écrêtement pour l'aval.

Pour répondre à ces questions, le gestionnaire s'attachera à connaître :

- les surfaces inondées pour différents débits en période de crue : période de retour, la hauteur d'eau en différents points, les durées,
- les caractéristiques de la crue : intensités et durées (forme des hydrogrammes).

PROTOCOLE

PROGRAMME

La récolte des données se fait pendant la crue ou après le retrait des eaux par observations de terrain sur le site ou depuis les airs. Pour les cours d'eau domaniaux, ces données sont récoltées par les services de l'État. Pour les cours

d'eau non domaniaux, c'est du ressort du maître d'ouvrage quand il est constitué en syndicat.

MOYENS

Idéale pendant la montée des eaux, la détermination des cotes de crue, est encore faisable après le retrait des eaux par observations sur le site, depuis le terrain ou depuis les airs (avion, hélicoptère, ULM). On peut réaliser facilement et à moindres coûts une cartographie des zones inondées et relever les hauteurs d'eau à partir :

- des « laisses de crue » : marquages sur les arbres et autres signes d'inondation (hauteur de la boue sur les végétaux par exemple),
- d'un quadrillage du site par des dispositifs sommaires marquant les plus hautes eaux, tels que des perches peintes au blanc d'Espagne qui fond au contact de l'eau, des tubes PVC perforés dans lesquels sont placés des « papiers sensibles » changeant de couleur au contact de l'eau, etc. (dénommées « échelles à maximum » dans les catalogues).
- de photographies aériennes,
- voir aussi la fiche S4 pour les hauteurs d'eau.

Les crues peuvent être par ailleurs simulées sur modèle physique ou mathématique.

Le plus souvent, on a recours à un modèle mathématique qui superpose les débits sur la topographie des sites. Le modèle peut donner d'autres informations : profondeur de l'eau, vitesse... Mais pour être significatif, le modèle doit être calé grâce à des données observées.

SOURCES DE DONNÉES :

Des cartes de zones inondées existent déjà. Les gestionnaires de certains cours d'eau domaniaux (Services de la Navigation, DDE, CNR...) cartographient systématiquement les zones inondées lors des grandes crues. Des observations sur les érosions, des photographies aériennes sont quelquefois réalisées.

Une enquête de terrain auprès des habitants des zones inondées (résidents sinistrés, personnes âgées, responsables des services techniques municipaux...) permet de compléter les données disponibles auprès des gestionnaires ou de fournir des données sur des cours d'eau non domaniaux.

Dans le cadre des Plans des Surfaces Submersibles ou des Plans de Prévention des Risques (anciennement Plans d'Exposition aux Risques), des cartographies sont réalisées et disponibles. Elles sont réalisées à partir d'observations (« crue de référence ») ou de simulations.





Ces différents documents peuvent être demandés auprès du service chargé de la police des eaux : service de la navigation, DDE, DDAF, etc.

Service des annonces des crues : dans chaque région, un service de l'État (DDE, service de la navigation) est chargé de l'annonce des crues. A partir d'un réseau de limni-graphes (éventuellement intégrés dans la banque Hydro), parfois de pluviomètres, ce service est chargé de prévoir les crues et de prévenir les riverains menacés. Ce service peut selon les cas communiquer des données au grand public.

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

Suivant le type d'observations recueillies, peuvent être réalisés, sous réserve de bien renseigner en date (événement), sinon en fréquence du débit de pointe concerné (régime simulé) :

- une carte des surfaces inondées (sur support papier et/ou informatique SIG),
- une carte des profondeurs d'eau, une carte des vitesses de l'eau, une carte de description de la crue (répartition spatiale des débits, des zones d'érosions...),
- le calcul du volume stocké, la durée et la période de submersion de la crue dans la zone humide, pour une cote choisie supposée de début d'inondation (éventuellement à évaluation de l'écrêtement de la crue par le système considéré).

La réalisation de ces cartes permet de suivre l'évolution de l'inondabilité du site et/ou des zones humides adjacentes (annexes hydrauliques essentiellement) dont le site dépend hydrauliquement (prairies humides, marais, annexes fluviales).

Des approximations peuvent être faites quant aux volumes d'eau stockés dans la zone humide, en précisant bien le seuil inférieur à partir duquel ces volumes sont comptés. Les calculs de flux de matières font l'objet actuellement de recherche et ne sont pas encore à disposition des gestionnaires.

LA GESTION DES CRUES ?

Le débordement d'un cours d'eau dans son lit majeur est sans gravité tant que ce lit reste naturel ou faiblement occupé par l'homme. En revanche, si le lit mineur est « aménagé » et accueille des zones urbanisées, des voies de communication ou encore des cultures, les inondations provoquées par la crue sont d'autant plus dommageables. Les remèdes de « lutte » apportés peuvent avoir des effets négatifs imprévus. Aussi, il n'existe pas de solution toute faite car les logiques d'intervention dépendent aussi de la

vocation des sites et du rôle joué par la rivière dans son environnement. La gestion des crues se prépare et se définit en dehors des périodes de crues.

En situation de crise tout particulièrement, il faut être méthodique pour apprécier la véritable urgence des travaux et définir les priorités, en permettant à toutes les sensibilités de s'exprimer, qu'elles parlent en faveur de la sécurité, de l'économie, du tourisme ou des milieux naturels. Le programme des travaux ne doit pas être élaboré sur les seuls critères de l'efficacité ou de la tranquillité à court terme et toutes les solutions alternatives, en particulier les plus douces et les plus naturelles doivent être étudiées.

Le gestionnaire des milieux naturels doit pouvoir intervenir dans ces démarches. Avant toute action il est nécessaire en concertation avec tous les intéressés :

- d'apprécier l'urgence des travaux,
- de définir des priorités,
- d'établir le programme des travaux.

Le mauvais exemple du Rhin

Le Rhin a été profondément aménagé à partir de 1955 pour la construction d'usines hydroélectriques et la navigation. Cet aménagement a conduit à la disparition de 60 % de zones inondables (soit 130 km²) entre Bâle et Worms, avec de graves conséquences :

- *le temps de propagation des crues entre Bâle et Karlsruhe (aval de Strasbourg) est passé de 65 heures à 30 heures, les crues sont plus fortes et plus concentrées. Les pics de crues du Rhin et des affluents ne sont plus décalés dans le temps, mais ils surviennent au même moment, ce qui aggrave les débits de pointe à l'aval.*
- *les crues sont également plus fortes car la vallée a perdu sa fonction d'écrêtement (ralentissement des eaux inondant les forêts). De même, les forêts qui ne sont plus inondées ont vu leur productivité diminuer d'environ un tiers. Elles ont aussi perdu leur fonction de régulation des matières nutritives^{54, 56} (Dister 1992).*

Le chenal de Miribel-Jonage

La cartographie des zones inondées à Miribel-Jonage a permis de montrer qu'en l'espace de 10 ans, la zone inondée lors de deux crues équivalentes (1983 et 1993, 2700 m³/s, retour de 5 ans) a considérablement diminué du fait de la chenalisation des eaux dans le chenal principal creusé par les eaux. (JL Michelot, C. Boucheseiche, 1996.)





CONNAISSANCE DES CRUES



POUR EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

Galéa G., Prudhomme C., 1994. Modèles débit-durée-fréquence et conceptualisation d'un hydrogramme de crue synthétique : validation sur le BVRE de Draix. Hydrologie continentale, vol. 9, n° 2, p. 139-156. Compte rendu de recherche n° 3 BVRE de Draix, coordination : Maurice Meunier, Cemagref Grenoble 1995. Collection Études du Cemagref n° 21.

AERMC, 1995. Synthèse descriptive quantifiée de la ressource en eau superficielle en RMC Cemagref et groupe GEWEX-Rhône.

Cemagref Lyon, 1996. Rôle et intérêt de zones d'écrêtement des crues. La Houille blanche n° 6/7.

Galéa G., Prudhomme C., 1997. Notions de base et concepts utiles pour la compréhension de la modélisation synthétique des régimes de crue des bassins versants au sens des modèles QdF. Revue des Sciences de l'Eau, n° 1, p. 83-101.

Malavoi J.-R. Michelot J.-L., 1999. Travaux post-crues, bien analyser pour mieux agir. GRAIE.

DONNÉES PUBLIQUES À EXPLOITER

Direction de l'eau, Ministère de l'environnement, 1988. La cartographie des Plans d'Exposition au Risque d'Inondation. La Documentation Française.

Direction de l'eau, Ministère de l'environnement, 1988. Catalogue des mesures de prévention au risque inondation. La Documentation Française.





MESURES DE NIVEAUX



OBJECTIF

Le suivi des niveaux de nappe permet de connaître les circulations souterraines; il s'effectue grâce à des piézomètres. Le suivi des niveaux de surface permet la comparaison avec les précédents pour en déduire les secteurs alimentés et les secteurs drainés par le réseau de cours d'eau, fossés, rivières etc.; il s'effectue par une lecture sur des mires ou des échelles et peut être enregistré par du matériel d'acquisition automatique des données.

PROTOCOLE

PROGRAMME DE SUIVI

Eau souterraine : où implanter des piézomètres ?

L'implantation doit se faire dans des lieux en théorie « stratégiques » (en fonction de la connaissance du gestionnaire, des différentes zones humides et cours d'eau situés sur le site) et aussi en pratique (pas trop à la vue des visiteurs, protégés des animaux...). Les cartes piézométriques de la région quant elles existent situent le sens d'écoulement des eaux souterraines et peuvent contribuer à cette implantation.

Eau de surface : où implanter les mires ou les échelles ?

Il faut identifier au préalable les différentes unités hydrauliques et les communications entre elles : différents plans d'eau peuvent être en contact pendant une période de l'année et déconnectés à d'autres périodes.

Le site d'implantation de la mire ou du limnigraphe doit être suffisamment bas pour qu'en période de sécheresse le niveau d'eau ne soit jamais inférieur aux capacités de mesure de l'appareil, mais suffisamment haut pour n'être jamais dépassé si possible.

Comment mesurer ?

Les mesures peuvent être des mesures manuelles, ou automatiques.

Quelle fréquence de relevés ?

Mesures ponctuelles :

- le gestionnaire peut réaliser un suivi régulier des piézomètres avec une seule sonde selon un rythme hebdomadaire à mensuel, auquel s'ajoute (avec une fréquence plus resserrée) le suivi d'épisodes particuliers (crues, sécheresse, vent exceptionnel, arrêt de pompage, lâcher de barrage...).
- lecture ponctuelle sur une mire ou une échelle sur différents sites en parallèle du suivi des piézomètres.

Mesures en continu :

Des enregistreurs permettent d'obtenir des mesures en continu sur un nombre limité de sites équipés (piézomètres ou limnigraphes).

MOYENS

Les eaux souterraines

Pour surveiller le niveau de la nappe phréatique, le gestionnaire doit mettre en place un ou plusieurs piézomètres, ou utiliser des puits ou des piézomètres existants.

Un piézomètre est un tube en PVC, à bords tranchants, crépiné, enfoncé dans un trou creusé à la tarière pédologique (matériel et mise en place peu onéreux) ou par une entreprise spécialisée de forage quand la profondeur est trop importante ou des conditions techniques particulières sont requises (coût plus élevé).

Il est préférable de raccorder les piézomètres installés sur le site au nivellement général de la France (NGF).

Les mesures peuvent être manuelles ou automatiques.

Le niveau d'eau dans le piézomètre est facilement et instantanément mesuré par :

- une longue tige fine de bois,
- un décimètre équipé à son extrémité d'une cloche ou d'un autre dispositif permettant de détecter le contact avec l'eau (« ploc ploc » à faible coût),
- une sonde électrique qui s'allume ou qui sonne au contact de l'eau (coût moyen),
- un compteur (cadran) à flotteur si le diamètre du tube le permet, généralement équipé d'aiguilles semi-fixes mémorisant les cotes minimales et maximales survenues depuis la dernière visite-relevé effectuée.

La cote est relative (par rapport au sommet du piézomètre par exemple) ou absolue (exprimée par rapport à une référence absolue, calage Nivellement Général de la France 1969).

Il est primordial de se référer à chaque tournée piézométrique au même référentiel pour que les mesures soient comparables.

La mise en place d'une sonde de pression reliée à un limnigraphe enregistreur (limnigraphe mécanique à flotteurs, limnigraphe avec platine d'enregistrement, limnigraphe avec sonde de pression) ou un capteur de pression relié à une centrale d'acquisition, permettent de réaliser des mesures en continu automatiquement.





Les eaux de surface

Les niveaux d'eau de surface sont en étroite relation avec les débits et les crues (cf. fiches techniques correspondantes). Pour surveiller le niveau des eaux de surface, le gestionnaire doit mettre en place une ou plusieurs mires dites échelles limnimétriques (calage en NGF ou à une référence absolue) indiquant une cote relative ou absolue, ou utiliser des échelles déjà existantes (matériel peu onéreux). Les mesures sont instantanées par simple lecture du niveau d'eau sur ces mires. Les limnigraphes enregistreurs (horizontal ou vertical) permettent des mesures en continu.

Il existe des réseaux de suivi des hauteurs d'eau par les DIREN, EDF, VNF, CNR, BRGM, les conseils généraux et régionaux... Il peut être intéressant pour le gestionnaire de connaître l'emplacement de ces mires et ainsi effectuer une étude comparative des niveaux en divers points de la région étudiée.

NB : sur un site étendu, le suivi peut être mené de façon continue grâce à 1 ou plusieurs limnigraphes, et en d'autres points de façon discontinue grâce à des mires limnimétriques faciles d'accès (lisibles instantanément de loin avec des jumelles).

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

L'exploitation des données brutes produit des courbes donnant la chronique de l'évolution et le cas échéant la tendance.

Effectuer les mesures de hauteurs d'eau souterraine et/ou de surface n'est pas une opération difficile, mais l'exploitation de données de base de qualité donne une information utile mais parfois complexe à interpréter (aide de spécialistes nécessaire) : par exemple, la cartographie des isopièzes (lieu d'égale hauteur) permettant d'accéder au sens d'écoulement de la nappe phréatique au moment des mesures, l'analyse des liens entre niveaux des eaux souterraines et superficielles...

Plusieurs campagnes synchrones sont indispensables pour une interprétation pertinente. Une enquête à la banque du sous-sol (service public), à la banque Hydro (DIREN) ou encore la banque Pluvio, contribue quelques fois à avoir une vision régionale des milieux.

L'exploitation des données d'eau de surface doit avoir lieu en corrélation avec les événements climatiques et de gestion du site (ouverture/fermeture de vannage). Dans le cadre de courbes de tarage pour la mesure de débit (cf. fiche technique), la simple lecture du niveau d'eau renseigne sur le débit du cours d'eau.

La courbe annuelle des niveaux d'eau d'une rivière peut être comparée aux niveaux des eaux souterraines enregistrés sur un piézomètre voisin : en cas de parallélisme des courbes, on peut déduire que les liens nappe/cours d'eau sont forts et que le piézomètre n'est pas colmaté.

POUR EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

Bouvier J., Penloup A., Pineau O. et Perennou C., 1996. Fiches pratiques à l'usage du gestionnaire de zones humides méditerranéennes. MedWet.

André H., 1976. Hydrométrie pratique des cours d'eau. Eyrolles, Paris.

Cemagref Lyon, 1990. Guide pratique d'hydrométrie : application de l'article L232-5 du code rural.

DONNÉES PUBLIQUES À EXPLOITER

Réseau existant : Banque du sous sol, EDF, CNR, VNF, SEMA.





PRÉLÈVEMENTS D'EAU



OBJECTIF

Il s'agit d'inventorier et caractériser les prélèvements existant dans la zone humide ou à proximité, et d'estimer leur influence sur le milieu s'il y a lieu. Les prélèvements peuvent être des pompages ou des dérivations des eaux superficielles.

PROTOCOLE

PROGRAMME

Identification des prélèvements dans deux cas :

- lors d'une campagne initiale pour effectuer un état zéro de caractérisation de la zone humide,
- lors d'observations ou de présomptions de dégradation de l'alimentation en eau de la zone humide (modifications de flux hydriques superficiels ou souterrains).

MOYENS

Identification de la situation géographique et de la saisonnalité des volumes prélevés :

- enquête administrative : DDAF, DRIRE, Agences de l'Eau, voire Services de la Navigation,
- enquête de terrain dans le site ou à proximité pour l'identification des pompages ou ouvrages de dérivation.

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

L'ÉVALUATION DE L'INFLUENCE DES PRÉLÈVEMENTS SUR LE SITE S'EFFECTUE PAR DIFFÉRENTES MÉTHODES

Une carte de situation des pompages ou de la prise d'eau par dérivation d'une partie du débit² est réalisée avec mention quand cela est possible des volumes prélevés. La caractérisation des étiages pour les eaux superficielles en parallèle à une vérification de l'ordre de grandeur des prélèvements permettent alors de définir le niveau d'influence de ces derniers.

NB :

Module : débit moyen interannuel;

QMNA5 : débit mensuel minimal dont la probabilité d'apparition est de 20 fois par siècle;

Étiage quinquennal : le plus faible débit moyen sur trois jours consécutifs dont la probabilité d'apparition est de 20 fois par siècle.

Une étude en parallèle du niveau de l'eau de la nappe phréatique⁴, du niveau de l'eau superficielle⁴ et des volumes prélevés permet d'évaluer les relations zone humide/prélèvements.

Un suivi indirect de l'impact du pompage peut avoir lieu par le suivi de la végétation (observation des successions végétales et de l'éventuel atterrissement* des milieux)⁵.

Selon l'enjeu, un modèle mathématique peut permettre de comprendre la situation observée. Le modèle est souvent couplé avec un Système d'Information Géographique (SIG) visualisant le site, son environnement et la situation des pompages. L'aide de spécialistes est nécessaire pour la critique des résultats fournis par un modèle mathématique.

PROPOSITIONS DE GESTION DES POMPAGES EN CONCERTATION AVEC LES DIFFÉRENTS PROTAGONISTES

Basé sur des simulations mathématiques, différents outils sont mis à disposition du gestionnaire :

- un outil d'aide à la décision en cas de projets de pompages ou de gestion de débit réservé dans le cas d'annexes fluviales,
- un outil d'aide à la décision en cas de remise en question de pompages existants (lors de renouvellement de concession par exemple).

Il est important de veiller à la compatibilité des prélèvements avec la réglementation en vigueur et avec le bilan hydrologique de fonctionnement.

L'exemple de l'Île de la Platière

L'Agence de l'Eau RMC a abordé la compréhension du fonctionnement de l'Île de la Platière par la construction du modèle de la nappe phréatique. Des simulations ont été effectuées pour calculer l'influence de différentes hypothèses de gestion sur la nappe phréatique, dont notamment une répartition spatiale de pompages d'un industriel, l'augmentation du débit réservé et la recharge artificielle. La conjugaison des influences les plus significatives permet d'apprécier le niveau de la nappe maximal par rapport à l'objectif piézométrique nécessaire à la restauration durable de la forêt alluviale.





POUR EN SAVOIR PLUS

RÉFÉRENCES

Décret n° 93-743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau.

Schémas Directeurs d'aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

BIBLIOGRAPHIE

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse 1994. Modèle hydraulique de la lône de la Platière, BURGÉAP - Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.

SEGAPAL 1999. Gestion concertée de l'Eau dans l'Île de Miribel-Jonage, BURGÉAP - SEGAPAL.

DONNÉES PUBLIQUES À EXPLOITER

Fichiers DDAF, DRIRE, Agences de l'Eau (Site web : rdb.eau.fr).





PHYSICO-CHEMIE DES EAUX



OBJECTIF

La qualité des eaux est suivie par l'analyse de différents paramètres abiotiques* et biotiques* du milieu.

Différents objectifs justifient un suivi physico-chimique des eaux :

- pour connaître la qualité physico-chimique initiale du site,
- pour détecter les changements dans les facteurs biotiques et abiotiques du site tant d'origine naturelle qu'humaine (nouveaux rejets en amont du site, modifications de pratiques culturelles, passage d'une crue, etc.) et d'ajuster la nature et les fréquences de prélèvements,
- pour suivre le fonctionnement de la fonction « épuration » si elle existe,
- pour suivre la qualité physico-chimique des eaux du bassin drainé à l'amont du site,
- pour évaluer l'effet des actions entreprises par le gestionnaire dans un environnement connu (permet d'enchaîner des actions de gestion adéquates).

PROTOCOLE

PROGRAMME

Avant de commencer la collecte de données, il faut se poser les questions suivantes : A quel(s) objectif(s) ces mesures sont-elles destinées? Veut-on les mener à long terme? Comment les interpréter? Les Agences de l'eau peuvent-elles aider à la définition du programme de suivi? (quels paramètres, à quelle fréquence)? Suivant le contexte géologique et économique du bassin versant*, les paramètres étudiés seront différents (pesticides et nutriments* dans une région agricole, micropolluants dans une région industrielle par exemple).

En fonction des objectifs recherchés, les paramètres et la fréquence des analyses seront déterminés.

Les indicateurs biologiques (fiches S6 et S7) peuvent être étudiés en complément; ils intègrent le facteur temps (témoin de pollution passé) et détectent les influences non perceptibles par l'observateur.

Les principaux indicateurs des niveaux trophiques* dans l'eau sont les nutriments* suivants :

Azote organique dissous, nitrates (NO₃), nitrites (NO₂), ammonium (NH₄), orthophosphates (P-PO₄), phosphore total (P-Tot).

Les PCB, hydrocarbures totaux, hydrocarbures aromatiques, hydrocarbures polycycliques, détergents anioniques, détergents non-ioniques, pesticides, métaux lourds sont des

témoins de pollution d'origine urbaine et/ou industrielle.

Pour le suivi éventuel des pesticides, il est recommandé de consulter le Service Régional de Protection des Végétaux (SRPV) qui établit, en concertation avec les acteurs régionaux, des listes de substances dites « prioritaires ». Le Ministère de l'Environnement et le CORPEN disposent de toutes ces informations. Le coût encore élevé de certaines analyses justifie une présélection minutieuse des substances à rechercher. Dans le même esprit, la tenue de tableau de bord pour les points RNB concernant les substances toxiques permet aujourd'hui de connaître, sur les principaux cours d'eau et les principales ressources souterraines, les substances qui sont à surveiller en priorité (sur l'eau, les matières en suspension, les sédiments ou encore les bryophytes).

MOYENS

Les prélèvements

Pour réaliser les prélèvements, un technicien de laboratoire peut se rendre sur le site mais un gestionnaire formé préalablement sera à même de les réaliser (solution plus économique) sous réserve du flaconnage adapté.

Où sont analysés les différents paramètres ?

Les analyses peuvent être exclusivement réalisées par un laboratoire agréé si le gestionnaire ne dispose d'aucun matériel. Il est préférable de mesurer in situ, le pH, la température, la conductivité et l'oxygène dissous. De nombreux appareils de dosage d'éléments courants (nitrates, sulfates...) portables et relativement simples d'utilisation sont disponibles. Avantage : économie du temps de déplacement et coûts réduits des analyses. Inconvénient : le coût initial de ces équipements ne les rend rentables que si l'on a beaucoup de mesures à réaliser. Des précautions particulières d'étalonnage sont à respecter très scrupuleusement (solution étalon à laisser dans un frigidaire, étalonnage avant chaque sortie).

Comment prélever ?

- Eau de surface
 - Eau stagnante : prélever en différents points les plus représentatifs du site : zone la plus profonde, zone de mélange des eaux.
 - Eau courante : les échantillons sont prélevés dans des zones turbulentes bien mélangées au sein de l'écoulement naturel. Pour des prélèvements sur un court linéaire, il faut commencer les prélèvements d'aval en amont, en se plaçant face à l'amont pour éviter les perturbations locales liées au déplacement du préleveur.

Dans le cas où un seul échantillon est jugé représentatif, le prélèvement est effectué en plongeant manuellement le récipient dans l'eau, ou à l'aide d'un préleveur polyéthylène





à usage unique ou dédié en cas de profondeur. Dans le cas d'une stratification importante, une série d'échantillons sera prélevée transversalement et/ou en profondeur à l'aide d'un préleveur à messageur.

Dans le cas de prélèvements à partir d'une embarcation, ils seront réalisés de manière à éviter toute contamination (flacon bouché dans l'eau si possible).

- Eau souterraine

Pour avoir accès à la nappe, il faut repartir des piézomètres sur le site ou utiliser des puits existants. Pour prélever de l'eau dans un piézomètre, il est nécessaire de disposer d'une pompe de surface ou immergée suivant la profondeur du niveau dynamique dans le piézomètre. Il faut :

- s'assurer de l'absence d'émulsion ou de phase huile par observation directe dans le puits
- renouveler par pompage au moins 4 fois le volume d'eau contenu dans le puits (conformément à la norme ISO 5667-11). Le débit de pompage devra être tel que le rabattement maximal ne devra pas dépasser le tiers de la colonne d'eau. On vérifiera si possible que l'eau est limpide et que la température, le pH et la conductivité de l'eau sont stabilisées ($\pm 10\%$). Sinon, on peut vider le piézomètre la veille du prélèvement. Il est important de respecter un même protocole lors des différentes campagnes de prélèvements.
- prélever l'échantillon d'eau directement en sortie de pompe.

Le flaconnage :

Il est nécessaire de mettre les échantillons d'eau dans un flaconnage adéquat (il existe différents types de flaconnage en fonction des analyses) et dans une glacière réfrigérée à l'abri de la lumière avec envoi immédiat si possible au laboratoire d'analyse. Certaines analyses nécessitent l'ajout sur place de produits chimiques pour stabiliser l'échantillon.

Dans le cas où les analyses seront faites par un laboratoire, il faut préciser, lors de la demande de flaconnage, le type d'analyse qui sera demandée et les précautions à prendre *in situ* quand elles existent (verre, plastic, verre brun, verre col rodé, plastique stérile...).

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

Les résultats peuvent être stockés sous une base de données ou un tableau. Les tableurs permettent une représentation graphique aisée des données. Les tableaux de classes de qualité réalisés par les Agences de l'Eau permettent de situer les paramètres analysés au sein des 5 catégories définies (tableaux à demander aux Agences). En cas de brusque

variation de concentration ou pour l'analyse des données initiales, l'aide de spécialistes est indispensable pour les interprétations et la détection de tendances évolutives.

Les acteurs et gestionnaires de l'eau ont maintenant un outil commun et moderne d'évaluation de la qualité des cours d'eau : le SEQ-Eau. Le principe de base du SEQ-Eau consiste à prendre en compte une quinzaine d'altérations de la qualité de l'eau. Les concentrations de chacun des paramètres de ces altérations sont projetées dans les classes d'une grille de qualité, ce qui permet d'affecter un qualificatif par altération passant par « très bonne », « bonne », « passable », « mauvaise », voire « très mauvaise ». Il prend en compte les connaissances scientifiques les plus récentes notamment pour évaluer les risques écotoxiques des micropolluants. Toutefois, il faut noter que cet outil a été conçu pour les cours d'eau et les plans d'eau ; la transposition de la notion d'altération à certaines zones humides peut ne pas être adaptée.

Dans le cas de mesures réglementaires de la qualité d'eau (potabilité, baignade), les échantillons confiés au laboratoire ne nécessitent pas d'interprétation complexe, car les seuils légaux sont indiqués dans le compte rendu d'analyse ; l'interprétation est alors immédiate.

POUR EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

Bouvier J., Penloup A., Pineau O. et Perennou C., 1996. Fiches pratiques à l'usage du gestionnaire de zones humides méditerranéennes. MedWet.

Étude Inter-Agences n° 64, 1999. Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours de l'eau.

PÔLE DE COMPÉTENCE

Laboratoires agréés, bureaux d'études spécialisés, personnalités scientifiques (Facultés, Cemagref, CNRS...), Agences de l'Eau.

DONNÉES PUBLIQUES À EXPLOITER

Suivi Agence de l'Eau Réseau RNB carte de qualité Agence de l'Eau, données issues des SDAGE, SAGE, schémas à vocation piscicole, DDASS, réseau REMY, REPHY, SANDRE...





CARACTÉRISATION DES REJETS



OBJECTIF

Inventorier et caractériser les rejets d'eaux usées ponctuels permanents, sporadiques voire accidentels existant dans la zone humide ou à proximité; connaître leur influence en terme de qualité et de quantité.

Estimer les rejets diffus issus du ruissellement du bassin versant* (eau chargée en fertilisants, toxiques et/ou matières en suspension).

PROTOCOLE

PROGRAMME

Pour des systèmes importants, la qualité globale de l'eau à l'amont est souvent accessible grâce au réseau national de bassin et aux règles du système d'évaluation de la qualité des eaux superficielles (SEQ-Eau). Ce réseau permet souvent de délimiter la zone où les rejets doivent être inventoriés prioritairement. Lorsque ce réseau n'apporte pas d'élément valorisable, il est indispensable de délimiter la zone d'inventaire avec les collectivités situées en amont de façon à ne pas négliger d'informations sur des menaces lointaines éventuelles.

Il faut rechercher les rejets dans deux contextes :

- pour effectuer un état zéro de caractérisation de la zone humide et de son environnement,
- lors d'observations ou de présomptions de dégradation de la qualité de l'eau de la zone humide (apparition d'un « bloom* » algal, coloration ou transparence de l'eau suspecte, odeur nauséabonde, brusque mortalité de poissons...) et/ou par une augmentation inhabituelle des volumes d'eau.

MOYENS

Les rejets ponctuels permanents ou sporadiques :

Il est nécessaire d'identifier et de localiser les rejets et leur nature (quantité, qualité, fréquence). Ce recensement doit être mené de façon précise et exhaustive par temps sec et en temps de pluie pour repérer les déversements :

- enquête de terrain dans le site et à proximité,
- enquête administrative : organismes ayant police de l'Eau, DDAF, DRIRE, Agences de l'Eau,
- enquête sur des activités piscicoles susceptibles de produire des rejets sporadiques (rejets chargés de substances nutritives pour les poissons lors des vidanges par exemple),

- localisation des déversoirs d'orage et fréquence de débordement.

Le fichier « redevance pollution » des Agences de l'Eau apporte une information indirecte complémentaire.

Les rejets diffus :

En complément du recensement des rejets ponctuels, ce type de rejets est évalué par :

- une détermination de l'occupation du sol⁵¹⁰ dans le bassin versant alimentant la zone humide, prise de connaissance des données climatiques, estimation des coefficients de ruissellement, estimation des quantités de phytosanitaires et fertilisants épandus sur les cultures, calculs des volumes ruisselés et estimation de leur nature en fonction des différents types d'activités,
- des statistiques d'épandage de produits phytosanitaires sur les infrastructures linéaires, statistiques de fréquentation des infrastructures linéaires (rejets diffus de métaux et hydrocarbures par lessivage des routes).

Les rejets accidentels :

- études globales dans le cadre des études de risques liés à des installations classées prioritaires, même loin à l'amont (études réalisées par le Conseil Supérieur de la Pêche, statistiques du Bureau d'Analyse des Risques de Pollution Industrielle - BARPI).

Le tableau ci-après propose une classification des types de rejets pris comme menaces sur le milieu. Ce tableau est issu de la démarche adoptée pour recenser les rejets dans l'étude des espaces sensibles vulnérables de l'hydrosystème Rhône (AERMC, 1998).

REJETS EXTERNES POUVANT ATTEINDRE LA ZONE HUMIDE

| Rejets chroniques ou cycliques | Rejets aléatoires |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - rejets chroniques domestiques • Rejets chroniques industriels de type : <ul style="list-style-type: none"> - chimique - thermique - radioactif • Aménagement en place/ gestion hydraulique : <ul style="list-style-type: none"> - barrage - vidange | <ul style="list-style-type: none"> • Rejets accidentels/transports : <ul style="list-style-type: none"> - fer - route - voie d'eau - rejets domestiques - rejets industriels - rejets accidentels « massif » |



REJETS INTERNES A LA ZONE HUMIDE

| Rejets chroniques ou cycliques | Rejets prévisibles |
|--|---|
| <p>☛ Opérations d'entretien donnant lieu à des rejets :</p> <ul style="list-style-type: none"> - entretien de la végétation des digues - étanchéification des digues - curage des contre-canaux - évacuation des sédiments des retenues - entretien de la végétation lit min. et abords (îles) <p>☛ Opération de gestion hydraulique donnant lieu à des rejets :</p> <ul style="list-style-type: none"> - lachers à partir de la vame de fond <p>☛ Rejets d'activités industrielles autres que carrière</p> <p>☛ Rejet issu des extraction de granulats</p> <p>☛ Rejets issus de l'activité agricole</p> <ul style="list-style-type: none"> - intrants en fertilisants : - intrants en phytosanitaires - abandon gestion traditionnelle - sylviculture intensive <p>☛ Rejets issus des activités domestiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - rejet STEP - rejet pluvial | <p>☛ Pression prévisible liée à l'aménagement du territoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - grands projets, infrastructures - industrie - pression foncière extraction de granulats - pression foncière agricole - urbanisation - loisirs <p>Rejets aléatoires</p> <p>☛ Infrastructures et transport</p> <ul style="list-style-type: none"> - fer - route - voie d'eau <p>☛ Rejet accidentel</p> |

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

UNE ÉVALUATION DE L'INFLUENCE DES REJETS PONCTUELS SUR LE SITE

Une carte de localisation des rejets est réalisée. Pour chaque point recensé doivent être annexés à la carte un maximum de renseignements : la nature et les quantités des volumes rejetés, les calculs de dilution dans le milieu aquatique en fonction du temps de renouvellement des eaux et de leur mode de circulation éventuel (courantologie), même de façon sommaire.

Les conséquences qualitatives des rejets sur le site sont estimées par :

- un suivi de la qualité des eaux⁵⁶ souterraines et des eaux de surface,
- un suivi de la végétation (indicateurs biologiques, baisse de biodiversité*...) et de la faune⁵⁹ (chronique de mortalité de poissons, bioessais...),
- une évaluation de la toxicité des sédiments (indices Oligochètes, analyses physico-chimiques).

L'aide d'un spécialiste est généralement nécessaire pour l'interprétation des données.

Les conséquences quantitatives des rejets sur le site

Les rejets peuvent induire un colmatage des berges par les matières en suspension qui peut entraîner une modification des niveaux d'eau dans les zones humides liées au cours d'eau, notamment lors des vidanges de barrage.

Cette évolution des niveaux d'eau est alors suivie par :

- le niveau de l'eau de la nappe phréatique par des piézomètres⁵⁴,
- le niveau de l'eau superficielle dans la zone humide par des mires ou des échelles⁵⁴.

UNE ÉVALUATION DE L'INFLUENCE DES REJETS DIFFUS SUR LE SITE

Suite aux calculs des quantités ruisselées suivant l'occupation du sol et à l'évaluation de leurs conséquences en terme de charge, doit être mis en place un suivi physico-chimique⁵⁶ et/ou biologique⁵⁹ sur le site si les risques d'apports sont importants. Par exemple, un site situé dans un bassin versant* essentiellement agricole (agriculture intensive) doit faire l'objet d'un suivi spécifique des fertilisants et des phytosanitaires.

DES PROPOSITIONS DE GESTION DES REJETS EN CONCERTATION AVEC LES DIFFÉRENTS PROTAGONISTES

Après analyse des causes et des effets des rejets, le gestionnaire peut inciter les protagonistes à traiter/contrôler les rejets directs ou diffus⁶¹ mis en cause dans le dysfonctionnement :

- mise en œuvre d'une politique incitative de fertilisations raisonnées (MAE)⁶¹,
- mise en place de stations d'épuration,
- mise en place de dispositifs limitant les volumes ruisselants (dispositifs enherbés, haies...)⁶²,
- etc.



CARACTÉRISATION DES REJETS



POUR EN SAVOIR PLUS

RÉFÉRENCES

Loi sur l'eau du 3 janvier 1992,
Décret n° 93-743 du 29 mars 1993,
Mesures de réduction des nitrates objectifs 2002.

BIBLIOGRAPHIE

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 1998.
Protection des espaces vulnérables de l'hydrosystème Rhône, méthodologie d'évaluation de hiérarchisation et de cartographie de la vulnérabilité des espaces, BURGÉAP-GREBE- JL Michelot - JP Bravard-Agence de l'eau RMC.

DONNÉES PUBLIQUES À EXPLOITER ET ORGANISMES

Fichiers DDAF, DRIRE, Agences de l'Eau.

Données du BARPI.

CROPP : Cellule Régionale d'Observation et de la Prévention des Pollutions par les Phytosanitaires.

CORPEN : Comité d'Orientation pour la Réduction de la Pollution des Eaux par les Nitrates, les Phosphates et les Phytosanitaires provenant des activités agricoles (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement).





SUIVI HYDROBIOLOGIQUE



OBJECTIF

Les suivis de paramètres physico-chimiques sont souvent insuffisants pour mettre en évidence des phénomènes de pollutions. On tend actuellement à utiliser des descripteurs biologiques. La qualité des eaux et des milieux aquatiques peut être évaluée à l'aide des peuplements animaux et végétaux. Chaque organisme présente des exigences particulières par rapport aux différents facteurs du milieu (physique, biologique, chimique). Toute anomalie d'état ou de fonctionnement du milieu se répercute sur ces organismes et par voie de conséquence sur les peuplements. Il existe des espèces polluo-résistantes et des espèces polluo-sensibles.

L'objectif du gestionnaire est de déduire les caractéristiques du milieu aquatique à partir de la composition des peuplements qu'ils hébergent et d'évaluer le degré de perturbations.

Le principe de tels suivis est d'utiliser les organismes aquatiques comme témoins de la capacité de l'eau et du milieu à maintenir et entretenir la vie. Par rapport au suivi physico-chimique^{es}, les indicateurs biologiques présentent deux avantages principaux :

- ils intègrent le facteur temps (témoin du passé),
- ils détectent toutes les influences, y compris celles qui ne sont pas toujours perceptibles par l'observateur (facteurs autres que chimiques...).

MISE EN ŒUVRE

LES INDICATEURS BIOLOGIQUES

Méthodes basées sur l'étude des invertébrés

L'indice utilisant l'ensemble du peuplement de macroinvertébrés est l'IBGN (ou Indice Biologique Global Normalisé) – (AFNOR*, 1992)-NFT 90-350.

Il s'applique pour tous les milieux d'eau douce courante où le protocole normalisé d'échantillonnage peut être strictement respecté (condition première de la norme).

Une élaboration en trois temps :

- *Prélèvement* de la faune benthique* (inféodé au substrat) à l'aide de filets de tailles et mailles appropriées. Pour chaque station, 8 prélèvements sont réalisés dans des habitats distincts (vision de la diversité des habitats).
Fixation : chaque prélèvement est fixé sur le terrain par addition d'une solution de formol à 10 % ou alcool à 70 % (indispensable à la détermination des échantillons).
- *Comptage, tri et identification* des organismes par rap-

port à une liste de référence de 138 familles, (pour quelques groupes détermination à l'embranchement ou la classe).

- *Obtention d'une liste faunistique et calcul de l'IBGN* par la définition de groupes faunistiques en fonction de leur sensibilité à la pollution (de 1 à 9) et la variété totale taxonomique*. Les résultats sont intégrés dans un tableau dont l'intersection des lignes et des colonnes définissent des fourchettes de valeur ou indice biotique*. Il évalue la qualité du milieu par une note comprise entre 0 (qualité très mauvaise) et 20 (très bonne qualité).

Son intérêt est sa fiabilité, son accès assez aisé des groupes taxonomiques utilisés, sa rapidité de mise en œuvre et donc son coût relativement modéré.

Indices basés sur des groupes spécifiques de macroinvertébrés.

Leur utilisation comme indicateur repose aussi sur trois étapes (prélèvement, tri et détermination).

- les Oligochètes : ils sont de bons descripteurs de la matière organique des eaux et de la contamination des sédiments en métaux lourds (Lafont, 1989). Ces qualités ont permis de proposer des méthodes d'appréciation de l'impact d'effluents contaminants dans les cours d'eau : l'Indice Oligochète Biologie des Sédiments (IOBS) pour les sédiments fins et l'Indice Oligochète des Sédiments Grossiers (IOGS) pour les sédiments grossiers. Ils décrivent aussi le sens des échanges entre la nappe et le cours d'eau.
- les Chironomidés : les larves et les exuvies sont considérées comme de très bons indicateurs de la qualité de l'eau et des sédiments.
- Les Mollusques : ils sont utilisés principalement comme indices de qualité de systèmes lacustres de petites dimension.

Méthodes basées sur l'étude des végétaux

On distingue :

- Les méthodes basées sur l'étude des algues, en particulier les diatomées (indice « diatomique » IBD=NFT90-354). Elles sont connues pour réagir particulièrement aux pollutions organiques et à l'eutrophisation*, mais également aux pollutions salines, acides et thermiques. Elles peuvent aussi apporter des informations sur l'importance du marnage*, l'abondance des macrophytes. C'est un complément du diagnostic des rivières, notamment celles où l'IBGN est difficilement applicable (grands cours d'eau, canaux).
- Les méthodes basées sur l'étude des macrophytes. L'indice « GIS », par référence au groupement d'intérêt





scientifique « Macrophytes des eaux continentales » en cours d'élaboration, repose sur le critère présence/absence de certaines espèces reconnues pour leur valeur bioindicatrice.

Méthodes basées sur l'étude des vertébrés

L'intégration du poisson dans un réseau de mesures fait appel de préférence à des approches de type « peuplement ». Les communautés piscicoles sont bien adaptées à l'évaluation de la dégradation des milieux. L'indice « Poisson » (Oberdorff, Porcher...) est basé sur la richesse, la composition en espèces, la composition trophique*, l'abondance et la condition des poissons (maladies, anomalies). Il permet d'attribuer une note au site étudié qui se décline en plusieurs classes de qualité (excellent au stade de dégradation ultime).

Voir le tableau comparé des différentes méthodes en dernière page.

LES MÉTHODES DE BIOÉVALUATIONS

Les facteurs de perturbation sont détectés et mesurés par la technique :

- des bioessais ou essais de toxicité qui consistent en la mesure d'agents chimiques polluants dans l'eau, conduites selon des procédures standardisées mises en œuvre généralement au laboratoire. Les résultats permettent de détecter la présence d'éléments toxiques dans l'eau par l'étude de la mortalité, des modifications de croissance ou de comportement d'un matériel biologique donné.
- des bioaccumulateurs qui consistent en l'utilisation de végétaux en place ou transplantés (massette, jacinthe d'eau) comme capteurs naturels de polluants. Le principe est l'accumulation dans les organismes vivants de substances présentes dans le milieu, par mécanismes physiologiques actifs de stockage, et même si la substance n'est pas utile, voire est toxique, pour ces organismes. La détection et le dosage des polluants se réalise au laboratoire.

POUR EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

Agence de l'Eau Adour Garonne, 1993. IBGN. L'Indice Biologique Global Normalisé. Un indicateur biologique de la qualité des milieux aquatiques. Études interagences n° 35.

Blandin P., 1986. Bioindicateurs et diagnostics des systèmes écologiques. Bulletin d'Écologie, n° 17, (4).

Bouchy J.-M. & Garnier-Zarli E., 1994. Les intégrateurs biologiques : des bioindicateurs aux indices biologiques. Dans « Gestion intégrée des milieux aquatiques ». Actes des cinquièmes journées du Diplôme d'Études Approfondies. Sciences et Techniques de l'Environnement. Le 19 et 20 mai 1994, Paris.

Genin B., Chauvin C. & Ménard F., 1998. Cours d'eau et indices biologiques. Pollutions, méthodes - IBGN. ENESAD-CNERTA, Livret, CD.

* AFNOR : Association Française de Normalisation (délivrance des brevets)





SUIVI HYDROBIOLOGIQUE



Avantages comparés des principaux indicateurs biologiques (adapté d'après Génin et al, 1998)

| Méthodes | Avantages | Inconvénients |
|------------------|--|---|
| Diatomées | <ul style="list-style-type: none"> - facilité de prélèvements, de conservation, de stockage - aptitude à coloniser tous les milieux aquatiques même les plus hostiles ou pollués - capacité intégratrice (3 semaines) et grande vitesse de réaction - utilisation comparative possible - détermination au genre assez facile - bonne évaluation de la qualité des grands cours d'eau | <ul style="list-style-type: none"> - lourdeur de traitement et de montage nécessaire aux comptages - identification spécifique difficile |
| Macroinvertébrés | <ul style="list-style-type: none"> - abondants, faciles à récolter et à identifier - échantillonnage standardisé - bonne connaissance de l'écologie et de la systématique des invertébrés et donc de la sensibilité aux perturbations du milieu - capacité intégrateur des altérations de la qualité de l'eau et du substrat - sensibilité différente aux pollutions selon les groupes taxonomiques - utilisation comparative possible | |
| IBGN | <ul style="list-style-type: none"> - priorité donnée aux supports les plus hospitaliers | <ul style="list-style-type: none"> - domaine de fiabilité limité aux zones d'hyporhithron à épipotamon - impossibilité de déterminer la part des conditions physiques naturelles du cours d'eau et la part des perturbations - ne permet pas de déduire le type de perturbation qui influe sur la qualité générale |
| Macrophytes | <ul style="list-style-type: none"> - organismes fixés donc reflet du lieu où ils sont rencontrés - rapidement reconnaissables à l'œil nu - facilité de prélèvement comme de stockage | <ul style="list-style-type: none"> - applicable juste en été et pour des cours d'eau à diversité végétale significative (réflexion en général sur les groupements végétaux). - non applicable quand les dommages physiques sont importants - peu sensible aux faibles pollutions |
| Oligochètes | <ul style="list-style-type: none"> - facilité de prélèvements, de conservation, de stockage - aptitude à coloniser tous les milieux aquatiques même les plus hostiles ou pollués - capacité intégratrice (3 semaines) et grande vitesse de réaction - bonne définition des pollutions organiques - bonne évaluation de la qualité des grands cours d'eau | <ul style="list-style-type: none"> - identification à l'espèce |
| Poissons | <ul style="list-style-type: none"> - identification facile et rapide - présence dans presque tous les systèmes aquatiques - représentation de tous les niveaux trophiques* | <ul style="list-style-type: none"> - problème de l'échantillonnage - problème de représentativité |





SUIVI FAUNE ET FLORE



Si les objectifs permettent d'atteindre ou de maintenir un état « satisfaisant » de la ressource en eau et des zones humides, ce n'est que par le biais d'un suivi de la qualité de l'eau, de l'évolution du milieu aquatique et des peuplements qu'il est possible d'apprécier la réussite de la gestion mise en œuvre.

OBJECTIF

Qu'il s'agisse de zones humides laissées à leur évolution spontanée ou gérées de manière active, il s'agit d'établir un état initial des caractéristiques du milieu, de la végétation et de la faune. C'est un état de référence auquel pourront être comparés les résultats des suivis ultérieurs pour connaître l'évolution naturelle de ce milieu ou les impacts des actions réalisées. Un suivi de la faune et de la flore est établi pour détecter des tendances supposées dans l'évolution des milieux et des facteurs écologiques (diminution du niveau de la nappe, dégradation de la qualité de l'eau...), les changements des communautés et des populations, suite à des actions de restauration, d'aménagement, ou pour répondre à des questions claires sur certains taxons rares et vulnérables à fort intérêt patrimonial. Réalisés à long terme, les résultats doivent conduire à un effet rétroactif soit pour modifier le protocole de mesures, soit pour adapter (ou maintenir) les mesures de gestion (si l'on a pour objectif initial d'évaluer leur impact), et parfois les deux.

MISE EN ŒUVRE

L'adoption et la mise en place d'un suivi comporte trois phases essentielles :

- l'échantillonnage,
- l'observation des échantillons (la « lecture » de la faune ou de la flore),
- l'analyse des données.

Il existe une multitude de protocoles d'échantillonnage qui permettent de suivre l'évolution des milieux et des peuplements depuis la simple perception intuitive des changements, la photographie jusqu'à certains protocoles extrêmement précis faisant appel à des spécialistes. Quel que soit le protocole d'échantillonnage, il se doit d'être à la fois rigoureux, fiable, simple, reproductible dans le temps (pérennité du suivi), le moins onéreux possible. Seul seront détaillés dans cette fiche, quelques pratiques éprouvées et reconnues par les scientifiques et les praticiens. Il doit être élaboré par des scientifiques en collaboration avec les gestionnaires afin de rendre possible la réalisation par ces derniers des actions concrètes correspondantes.

L'observation des échantillons faunistiques ou floristiques impose, pour celui qui réalise les relevés une bonne connaissance du groupe considéré. La détermination de certaines espèces nécessite des spécialistes et le retour au laboratoire (observation au microscope ou à la loupe...).

L'analyse des données a pour objectif d'extraire le maximum d'information de la base de données. Cette étape impose, en fonction de la complexité des données et du protocole sélectionné, la collaboration d'un bio-statisticien qui délimite le sens donné à l'interprétation statistique.

Il faut aussi :

- 1 caractériser le site, ses atouts et ses contraintes;
- 2 évaluer les moyens dont on dispose à moyen terme : la durée d'un suivi faunistique ou floristique est au minimum de plusieurs années;
- 3 choisir des parcelles ou zone d'étude nécessitant une bonne connaissance préalable du terrain;
- 4 réaliser un état initial avant toute application de la gestion.

SUIVI DE LA VÉGÉTATION

Pour les espèces, un inventaire floristique sera réalisé pour établir leur répartition sur tout le secteur d'étude. La méthode de description des communautés végétales peut être celle des relevés phytosociologiques décrites par Braun-Blanquet (1951). A partir de la délimitation d'une superficie idéale (aire minimale) à étudier et à caractériser (100 m² pour la strate herbacée, 400 m² pour les strates arbustives et arborescentes), il s'agit de réaliser un inventaire des espèces le plus complet possible. Le recouvrement (proportion de surface recouverte) de chaque espèce végétale, et celui de l'ensemble de la végétation, est estimé visuellement par l'opérateur. Ces paramètres sont affectés d'un coefficient d'abondance-dominance, selon 6 catégories (+ : l'espèce présente un recouvrement < 1 %; 1. entre 1 % et 5 %; entre 6 et 25 %; entre 26 et 50 %; entre 51 et 75 %; entre 76 et 100 %). Les observations réalisées prennent aussi en compte le développement et l'aspect général de la couverture végétale, les différentes situations présentant des types de végétations distincts.

Ces relevés phytosociologiques peuvent être complétés par une estimation de l'abondance relative des différentes espèces. Selon une ligne de relevés, les espèces rentrent en contact avec une tige que l'on enfonce verticalement dans la végétation pour en déduire le taux de recouvrement de la végétation, la fréquence relative et la contribution spécifique de chaque espèce.



Suivi de la végétation dans le cas d'une gestion écopastorale

Pour évaluer l'impact des herbivores sur le milieu, la végétation est un bon indicateur. Les suivis botaniques ont un double intérêt. Ils permettent de vérifier que les animaux ne dégradent pas le site, ou au contraire, de savoir s'ils contribuent à l'améliorer. L'étude dynamique de la végétation ne peut se satisfaire d'un simple suivi qualitatif, qui ne relève que l'absence ou la présence d'une espèce, même s'il est remis à jour régulièrement. La composition qualitative d'une flore évolue moins rapidement que sa composition quantitative.

Sur la base des grands principes de la phyto-sociologie ou de la phyto-écologie, la méthode de suivi sera d'autant plus précise que :

- la superficie du site est petite,
- l'homogénéité du site est grande,
- les objectifs principaux sont patrimoniaux, notamment botanique,
- le temps disponible est important.

SUIVI DES PEUPELEMENTS ET POPULATIONS D'OISEAUX

Parmi les vertébrés, les oiseaux occupent une place particulière dans le domaine de la conservation et de la recherche. Les oiseaux peuvent être facilement observés dans leur milieu naturel, être étudiés et dénombrés sans grand appareillage. Le nombre modeste d'espèces, la relative facilité de leur détermination, leur fidélité au biotope* qui les a vu naître et dans lequel ils se reproduisent, leur place dans les chaînes alimentaires et les fonctions qu'ils remplissent leur confèrent un statut de modèle depuis longtemps reconnu. L'oiseau peut être utilisé comme un indicateur de la qualité biologique des milieux, de leur modification ou de leur dégradation. La valeur ornithologique des zones humides est l'objet de nombreux travaux et c'est l'impact sur certaines espèces qui est en question ainsi que l'évolution des milieux du territoire français.

La principale technique de dénombrement utilisée est celle dite des Indices Ponctuels d'Abondance ou IPA, décrite par Blondel, Ferry et Frochot (1970). Les données sont recueillies par un observateur, en des points d'écoute fixes, les stations. Cette technique est choisie pour sa souplesse d'utilisation, elle ne nécessite qu'un échantillonnage stratifié préalable du secteur d'étude. Elle est ponctuelle, donc utilisable dans des milieux morcelés, ce qui la rend particulièrement adaptée aux différentes formations comprises dans les zones humides. Chaque IPA unité se compose de deux IPA partiels de 20 minutes chacun, réalisés à l'aube lors

du maximum d'activité vocale de la majorité des espèces. Les deux IPA partiels sont effectués dans la même station mais à des dates différentes de la même saison de reproduction, de façon à recenser avec une égale efficacité les nicheurs précoces et les nicheurs tardifs. Tous les oiseaux vus sont également notés. On obtient en fin de saison pour chaque espèce une valeur d'abondance moyenne.

D'autres techniques (indices kilométriques d'abondance, méthode des quadrats, capture et pose de bagues, radiopistage, vidéo...) existent mais elles relèvent d'objectifs plus complexes, elles sont aussi plus coûteuses en temps et/ou en techniques.

SUIVI DES PEUPELEMENTS DE POISSONS

Les communautés piscicoles peuvent être évaluées selon différentes techniques d'échantillonnage qui présentent soit une grande sélectivité aussi bien pour ce qui est des tailles que des espèces capturées, soit au contraire une absence de sélectivité (Gaudin et al., 1995). Ces méthodes dépendent du type de milieu et de ces caractéristiques, notamment de la vitesse du courant, de la profondeur et la turbidité*.

Il s'agit dans le cas des grands cours d'eau ou des bras-morts de la pêche électrique par Échantillonnage Ponctuel d'Abondance (EPA), méthode semi-quantitative, que l'on peut compléter par des pêches au filet. Lorsque la section d'étude d'un fleuve est limitée, par exemple à 2 kilomètres linéaires, il est difficile d'obtenir des résultats significatifs eu égard à la variabilité naturelle des populations. Les habitats piscicoles sont alors les seuls paramètres échantillonnables de manière significative, notamment la méthode des microhabitats de salmonidés (Malavoi, 1989) Cette méthode est à adapter compte tenu de caractéristiques morphodynamiques et hydrologiques de l'hydrosystème.

AUTRES VERTÉBRÉS (AMPHIBIENS, REPTILES ET MAMMIFÈRES)

Il n'existe pas de méthode encore standardisée d'étude de la batrachofaune, plusieurs options sont possibles et leur choix va dépendre du degré de précision attendu pour l'estimation de la taille des populations. Pour estimer la composition du peuplement il s'agit :

- d'échantillonner les plans d'eau par époussette, et pour les larves d'urodèles et d'anoures, à l'aide du surber (filet de taille définie à maille fine),
- d'estimer le nombre de reproducteurs anoures par le comptage de toutes les pontes visibles,
- de compter les chanteurs mâles et d'observer directement les adultes.



SUIVI FAUNE ET FLORE



Quelles que soient les méthodes, plusieurs visites annuelles sur les mêmes sites sont nécessaires en raison du cycle biologique des espèces potentiellement présentes (espèces précoces ou tardives).

A l'exception du lézard vivipare vivant dans les tourbières d'altitude, moins d'une dizaine d'espèce de reptiles (serpents et tortues aquatiques) occupent les zones humides. Leur échantillonnage est rendu encore plus complexe que celui des amphibiens en raison du caractère furtif, très rapide des espèces et de leur reproduction à terre.

Les mammifères qui vivent réellement dans les zones humides sont peu nombreux. On peut citer pour exemple le castor, le putois, la loutre, quelques micro-mammifères (desman, musaraigne, chauve-souris...). Le caractère discret, souvent nocturne de ces animaux entraîne de nombreuses difficultés pour les observer ou les dénombrer. Seuls la présence de terriers, de huttes, de traces (fèces, empreintes) révèlent leur présence. Des méthodes de capture par piège, lourdes à gérer permettent d'évaluer leur effectif ou dans le cas d'espèces indésirables (rat musqué, ragondin) de les éliminer.

SUIVI DES INVERTÉBRÉS

Le monde des invertébrés tient une place considérable dans la biodiversité*. A l'exception des invertébrés aquatiques utilisés comme biodescripteurs de la qualité des eaux douces⁸⁸, leur suivi est relativement rare et reste lié soit à des objectifs patrimoniaux (espèces rares de la Directive Habitat), soit à des objectifs de contrôle des populations⁸⁹.

En raison de la multiplicité des cycles de vie et de leur complexité, il est difficile d'identifier des protocoles simples. Des méthodes éprouvées sur le plan théorique de l'estimation existent et permettent d'associer une incertitude à l'effectif ou à la densité estimée. Le « Line Transect » peut être utilisé pour le dénombrement des papillons. D'autres méthodes existent pour effectuer des inventaires dans différents types de microhabitats (piège lumineux, piège coloré, piège enterré) ou estimer des biomasses* (piège à émergence).

POUR EN SAVOIR PLUS

Blondel J., Ferry C. & Frochot B., 1970. La méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avi-faune* par station d'écoute. *Alauda* 38, p 55-71.

Cherrière K., 1998. Gestion éco-pastorale : adopter une méthode de suivi de la végétation. *Cahier Technique du PIQUE-BŒUF*. n° 2, 15 p.

Dupieux N., 1998. La gestion conservatoire des tourbières de France. Premiers éléments scientifiques et techniques. *Espaces Naturels de France*, programme Life « Tourbières de France », 244 p.

Gaudin P., Souchon Y., Orth D.J., Vigneux E., 1995. Colloque « Habitats-Poissons ». *Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture*, n° 337/338/339, 418 p.

Malavoi J.-C., Souchon Y. Trocherie F., 1989. Étude de l'Arc à Modane (Savoie). Application de la méthode des microhabitats, aspects méthodologiques. *CEMAGREF/DPN*, convention 88/321, 25 p.

Maman L., 1999. La végétation des annexes fluviales, un indicateur pertinent pour leur restauration. *Équipe pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature*. Juin 1999.

Maurin H., R Guilbot., J. Lhonoré L., L. Chabrol. & Sibert J.-M., 1996. Inventaire et cartographie des invertébrés comme contribution à la gestion des milieux naturels français; actes du séminaire tenu à Limoges les 17 au 17 novembre 1995. *Collection Patrimoines Naturels*, volume XXV - Paris, Service du Patrimoine Naturel/IEGB/MNHN : 252 p.

Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement., 1998. *Équipe pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature*. CCTG (CCTP-Type) d'état initial et de suivi du milieu biologique du lit de la Loire (version provisoire). *Équipe pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature*. 41 p + annexes.

Morand A., (sous presse). Reptiles et amphibiens des zones humides méditerranéennes : écologie et gestion. *Programme MetWet*.

Nelva A., Persat H. & Chessel D., 1979. Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichtyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 289 (D), 1295-1298.

Nowicki-Caupin N., 1988. La recherche française en ornithologie. *Association Aménagement - Environnement*. Pour le SRETIE, Ministère de l'Environnement. 39 p.

St Girons., Maurin M.C., Rosoux R. & Keith P., 1993. Les mammifères d'eau douce; leur vie, leurs relations avec l'homme. Paris, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et SFPEM : 48 p.

Valentin-Smith G et al., 1998. Guide méthodologique des documents d'objectifs. *Natura 2000*. Réserves Naturelles de France/Atelier technique des Espaces Naturels. Quétigny. 144 p.





OCCUPATION DU SOL



OBJECTIF

Connaître l'occupation du sol d'un site et de son environnement permet de :

- connaître et suivre la superficie de la zone humide,
- connaître les habitats, éléments structurants de la zone humide,
- connaître le contexte et l'évolution de l'utilisation anthropique* de l'espace ou de l'occupation naturelle du sol du bassin versant* auquel appartient la zone humide,
- orienter les suivis et/ou la gestion du site en fonction des menaces potentielles ou avérées qui pourraient les atteindre,
- connaître le statut foncier et le niveau éventuel de protection juridique.

PROTOCOLE

PROGRAMME

Tout d'abord, il est nécessaire d'établir un état zéro de l'occupation du bassin versant et de renouveler la carte d'occupation du sol en cas de :

- « doutes » ou observations réelles de changement(s) dans les paramètres biotiques* ou abiotiques* sur le site géré : modification des zones inondables, augmentation brusque des concentrations en certains paramètres, dépérissement de végétaux...
- changement de municipalité avec projet de modification de POS.

On peut ensuite d'une part, classer les secteurs en fonctions du niveau de protection juridique et d'autre part, proposer des recommandations de gestion et de mise en sécurité¹¹ du site.

MOYENS

Pour étudier l'état actuel

Différents supports sont exploitables :

- les photographies aériennes verticales couleur ou infrarouge (pour préciser les différents types de végétation) les plus récentes possible : elles sont peu onéreuses, facilement exploitables et disponibles à l'IGN,
- les images satellites (pour de vastes étendues, coût élevé, travail d'interprétation difficile),
- les cartes de l'IGN au 1/25000 (faible coût et faible précision pour les zones humides),
- les cartes de zonage du POS consultables en mairie,
- le système Corine Land Cover pour de grands territoires (coût élevé et interprétation difficile),

- la DDAF et la chambre d'agriculture pour : les données récentes du recensement général agricole (RGA), le type de cultures et la pression de pâturage sur les parcelles agricoles (UGB/ha),
- la DRIRE pour le type d'activité des industriels recensés préalablement,
- la DDE pour la pression liée aux infrastructures (fréquentation routière par exemple),
- références forestières (Inventaire Forestier National, CERFOB, ONF, CRPF...),
- les données de l'IFEN,
- les structures universitaires, pôle de télédétection (Montpellier, Toulouse, Lyon...).

En complément, une enquête de terrain est le plus souvent nécessaire.

Pour faire un historique du site et de son environnement

Différents supports sont exploitables :

- des photographies aériennes à différentes époques,
- la cartothèque nationale de l'IGN (anciennes cartes depuis le XIX^e siècle),
- une enquête auprès des personnes âgées des sites étudiés,
- une enquête bibliographique.

Pour un historique par type d'activités (pour évaluer l'évolution d'une pression urbaine ou agricole par exemple), différents éléments sont consultables :

- le nombre de permis de construire délivrés dans la zone étudiée,
- l'évolution entre deux recensements généraux agricoles (RGA) auprès de la DDAF,
- le nombre de demandes d'ouverture d'installations classées auprès de la DRIRE.

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

Différents types de cartes sont réalisables, manuellement, à l'aide de logiciel de dessin ou d'un Système d'Information Géographique (SIG) dont les gestionnaires sont de plus en plus équipés :

- carte de délimitation de la zone humide intégrant sa superficie, ses coordonnées longitude/latitude,
- carte d'occupation actuelle des sols du bassin versant* avec différentes catégories d'activités. Pour chacune d'entre elles, une hiérarchisation de la pression peut être établie : industrie selon le type d'activité, agriculture selon le type de culture et la pression de pâturage existante, urbaine selon le type d'habitat (dispersé, regroupé),





- carte extraite du/des POS,
- carte des zones inondées après chaque période de crues,
- carte des rejets recensés dans la zone humide et/ou dans le bassin versant*,
- carte présentant l'évolution géomorphologique de cours d'eau (cf. fiche S1).
- cartes retraçant l'historique de l'occupation des sols, toutes activités confondues ou par type d'activité,
- etc.

La réalisation de ces cartes permet de suivre l'évolution de l'occupation du sol du bassin versant* auquel appartiennent les zones humides étudiées et oriente l'attention des gestionnaires sur les menaces qui pèsent sur les sites (atteinte à l'intégrité, pollutions, etc.).

L'exploitation de la carte d'occupation du sol, des données météorologiques et des coefficients de ruissellement en fonction de la nature de l'occupation du sol permettent d'évaluer la quantité d'eau qui ruisselle jusqu'à la zone humide. Ce volume entre en jeu dans le calcul des bilans des flux (très important pour les zones humides déconnectées des cours d'eau).

Estimation des volumes ruisselés issus du bassin versant :

1. déterminer le bassin versant, sa surface et le type d'occupation de sol,
2. connaître la pluviosité annuelle de la zone étudiée,
3. en fonction de chaque type d'occupation du sol et de la pente, un coefficient de ruissellement est attribué pour une unité de surface homogène,
4. le volume total ruisselé pour une unité de surface homogène est égal à : (volume ruisselé) x (coefficient de ruissellement),
5. la somme de chaque volume issu de surface unitaire correspond alors au volume total ruisselé dans le bassin versant.

La carte d'occupation du sol peut aussi expliquer une situation actuelle et orienter un programme de suivi comme par exemple :

- un suivi spécifique des pesticides⁵⁵ dans l'eau en cas de surexploitation agricole environnante^{m1},
- un suivi des zones inondées⁵³ suite à des endiguements et/ou des remblaiements sur des annexes fluviales^{m6} et/ou le cours d'eau amont,
- etc.

Le gestionnaire doit raisonnablement s'intéresser à un territoire dont il est acteur. En général, ce territoire est constitué d'une commune, voire de quelques communes. Il n'est pas possible de s'intéresser avec la même finesse à tout le bassin versant qui peut être très étendu. Toutefois, il est prudent de définir un espace d'observation susceptible d'influencer l'alimentation hydrique de la zone humide et qui fera l'objet d'une attention particulière.

POUR EN SAVOIR PLUS

DONNÉES PUBLIQUES À EXPLOITER

Direction de l'eau, Ministère de l'environnement, 1988.

La cartographie des Plans d'Exposition au Risque d'Inondation. La Documentation Française.

Direction de l'eau, Ministère de l'environnement, 1988.

Catalogue des mesures de prévention au risque inondation.

La Documentation Française.