

Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

La notion d'habitat

Pour une espèce aquatique, "l'habitat" constitue son milieu de vie. Il repose sur trois paramètres physiques fondamentaux : le support de vie ou le fond, la vitesse du courant et pour certains organismes comme les poissons, la profondeur.

Les espèces ne sont généralement pas inféodées à un seul type d'habitat mais exploitent plusieurs habitats qui leur permettent d'assouvir l'ensemble de leurs besoins vitaux : généralement nourriture, reproduction, abri. Elles peuvent aussi changer d'habitat au cours de leur cycle biologique. Bien évidemment, de nombreux autres paramètres entrent dans la composition de ce que l'on appelle parfois la niche écologique.

Présentation

Les macrophytes comprennent l'ensemble des végétaux aquatiques visibles et identifiables à l'œil nu (Afnor 2003, Thiebault *et al.*, 2010). Ils comprennent les algues, les lichens, les bryophytes (mousses et hépatiques), les ptéridophytes (fougères) et les plantes supérieures (phanérogames).

Les macrophytes transforment la matière minérale présente dans l'eau et les sédiments en matière organique. Ce sont donc des organismes autotrophes qui constituent un support de vie pour les autres espèces et une source de nourriture pour la faune invertébrée et piscicole. Ils réalisent aussi un certain nombre de fonctions essentielles au bon état des milieux.

En fonction du degré d'inféodation à l'eau, on distinguera :

- Les **hydrophytes** : des macrophytes qui poussent totalement immergés ou qui flottent librement à la surface de l'eau (ex. lentilles d'eau).
- Les **amphiphytes** : des macrophytes qui poussent dans l'eau ou seulement en milieu humide et qui différencient des formes aquatiques et des formes terrestres selon la profondeur de l'eau (ex. prèles, faux cresson).
- Les **hélophytes** : des macrophytes qui poussent les pieds dans l'eau mais qui se développent hors de l'eau (ex. roseau).

Les macrophytes aquatiques peuvent être présents partout, des mares temporaires aux plans d'eau (lacs, étangs, réservoirs) et canaux, des torrents de montagne aux cours d'eau de plaine.



PRÉSENTATION

ZOOM SUR LES BRYOPHYTES

ORGANISATION SPATIALE DES MACROPHYTES

FONCTIONS PRINCIPALES

SUPPORT DE VIE

VULNÉRABILITÉS

QUELQUES EXEMPLES EN RÉGION

BIBLIOGRAPHIE

Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

PRÉSENTATION

**ZOOM SUR
LES BRYOPHYTES**

ORGANISATION SPATIALE
DES MACROPHYTES

FONCTIONS PRINCIPALES

SUPPORT DE VIE

VULNÉRABILITÉS

QUELQUES EXEMPLES
EN RÉGION

BIBLIOGRAPHIE

HABITAT & BIODIVERSITÉ

Zoom sur les bryophytes

(du grec bryo- (mousse) et -phytos (plante)).

Les bryophytes constituent le groupe le plus primitif des plantes. Ce sont des végétaux qui n'ont pas de vrais tissus vasculaires permettant de distribuer ou stocker l'eau et les éléments nutritifs. Elles absorbent l'eau et les sels minéraux par diffusion directe à la surface des tiges et des feuilles.

Les bryophytes regroupent trois lignées différentes : les mousses, les hépatiques et les anthocérotes. Cette classification est basée sur des critères morphologiques.

Les bryophytes aquatiques font partie des communautés végétales de macrophytes aquatiques que l'on peut trouver dans les zones humides, notamment dans les plans d'eau et les rivières. Elles appartiennent aux groupes des mousses (dont les sphaignes peuvent faire aussi partie) et des hépatiques.

Les bryophytes aquatiques présentent une taille réduite variant de quelques millimètres à quelques dizaines de centimètres (en général moins de 30 cm de longueur) (Haury *et al.*, 2008).

En fonction de leurs adaptations aux fluctuations du niveau de l'eau, on peut distinguer :

- Les **bryophytes aquatiques obligées** : constituées d'espèces qui tolèrent une étroite gamme de fluctuation du niveau de l'eau, ce sont des espèces strictement aquatiques.
- Les **bryophytes aquatiques facultatives** : composées d'espèces qui supportent des fluctuations importantes du niveau de l'eau. Elles sont présentes dans des habitats la plupart du temps submergés, mais elles peuvent tolérer des périodes prolongées de dessiccation pendant les saisons de basses eaux.

- Les **bryophytes semi-aquatiques émergentes** (ou supra-aquatiques) : sont des espèces terrestres présentes dans la zone de balancement des eaux pouvant se retrouver ponctuellement immergées. Ces espèces possèdent, la plupart du temps, leurs zones actives de croissance en condition sèche.

Présentant une forte tolérance à l'ombrage et inféodées aux substrats stables, les bryophytes aquatiques sont dominantes en tête de bassin versant et dans les faciès courants des cours d'eau planitiaires (Haury *et al.*, 2008). Elles sont plus abondantes en rivières acides et plus spécialement dans les zones oligotrophes (faible charge en nutriments). Seules quelques espèces semblent indifférentes au courant, à la trophie et à la minéralisation de l'eau (Haury *et al.*, 2008).

Les communautés de bryophytes sont aussi abondantes dans les formations végétales des sources ou des suintements développées sur matériaux carbonatés mouillés donnant souvent des tufs ou des travertins (Cahiers d'habitats 7220 - Sources pétrifiantes avec formation de travertins (Cratoneurion), 2002).



• Mousses aquatiques aux cascades de Vegay (Aiglon, 06)



• Mousses et hépatiques aquatiques facultatives
au Vallon de Véoune (83)



Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

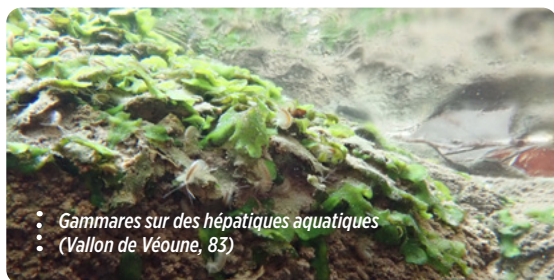
ZOOM SUR LES BRYOPHYTES

Ces organismes ont intégré des adaptations physiologiques et morphologiques qui leur ont permis de conquérir ces milieux :

- Végétaux pérennes dont les peuplements restent stables et physiologiquement actifs toute l'année.
- Capacité de réviviscence : adaptation aux périodes de submersion-émersion.
- Forte tolérance à l'ombre (contrairement à la plupart des autres macrophytes aquatiques).
- Capacité élevée de dissémination et de colonisation par bouturage (reproduction asexuée).
- Organisation de l'appareil végétatif pour adhérer au substrat et résister à de forts courants
- Métabolisme actif à de basses températures (optimum entre 5 et 15°C).
- Forte capacité de stockage des nutriments.



Germination des hépatiques à thalle



Gammarus sur des hépatiques aquatiques
(Vallon de Véoune, 83)



Habitat à bryophyte parmi la mosaïque d'habitat des fonds

Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

Organisation spatiale des macrophytes

PRÉSENTATION

ZOOM SUR
LES BRYOPHYTES

ORGANISATION SPATIALE
DES MACROPHYTES

FONCTIONS PRINCIPALES

SUPPORT DE VIE

VULNÉRABILITÉS

QUELQUES EXEMPLES
EN RÉGION

BIBLIOGRAPHIE

La présence, la composition et la distribution des macrophytes en rivière sont fonction des caractères morphologiques, physiques et chimiques du milieu. Les paramètres environnementaux déterminants sont les suivants (Haury et Muller, 2008) :

- La **vitesse du courant** : en fonction de cette vitesse, on distingue les communautés des eaux courantes (faciès lotiques) de celles des eaux stagnantes (faciès lentiques).
- La **profondeur de l'eau** : qui peut donner lieu à une stratification des communautés avec des morphologies différentes.
- La **lumière et la température de l'eau** : qui peuvent déterminer la présence ou l'absence de certains végétaux et leur distribution.
- La **nature du substrat** : en fonction de la minéralisation des eaux et du niveau d'alcalinité, on peut trouver des communautés différentes liées à ces facteurs.
- Le **niveau trophique** : la concentration de certains nutriments (notamment le phosphore et l'azote) dans l'eau détermine les communautés présentes (communautés oligotrophes, mésotrophes, eutrophes ou hypertrophes).

En fonction des interactions de ces facteurs environnementaux dans les écosystèmes d'eau courante (rivières, fleuves et torrents), les macrophytes ne s'organisent pas de la même manière.

Il existe :

- La **zonation longitudinale** tout au long de la rivière en fonction de la distance à la source et de l'évolution des caractéristiques du milieu.
- La **distribution locale** en fonction des faciès d'écoulement (secteurs aux écoulements d'eau homogènes) avec des distributions perpendiculaires au cours d'eau.
- Une **dynamique des peuplements** avec des densités variables en fonction des variations saisonnières et des variables climatiques à plus large échelle (variations pluriannuelles).

En général, les macrophytes des rivières sont distribués en herbiers, plus ou moins compacts, plurispécifiques et en mosaïque (Haury *et al.*, 2008).



ZONATION LONGITUDINALE

- Les secteurs les plus en amont des cours d'eau, les sources et ruisseaux d'altitude (Crénon) sont peuplés d'hépatiques et de mousses (communautés de bryophytes). Dans les secteurs inférieurs des cours d'eau, les bryophytes sont remplacées par les algues et les plantes supérieures (phanérogames) qui sont plus productives et plus adaptées aux caractéristiques du milieu sur ces secteurs (dominance de faciès lentiques, température et niveau trophique plus élevés). La dominance des bryophytes aquatiques en tête de bassin est basée sur leur tolérance aux facteurs de stress, aux perturbations liées à la vitesse du courant, à la température et la faible charge en nutriments de l'eau (oligotrophie).
- Les secteurs des eaux vives des ruisseaux montagnards et des petites rivières froides (Rhithron) sont caractérisés par l'alternance de faciès à écoulement rapide (rapides et radiers) et de faciès à écoulement plus lent (mouilles et fosses). Ils sont colonisés respectivement par des communautés de bryophytes rhéophiles (inféodées au fort courant) et des communautés d'herbiers à plantes supérieures (phanérogames) adaptées aux eaux vives (Thiebault *et al.*, 2010).



Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

ORGANISATION SPATIALE DES MACROPHYTES

- Les secteurs inférieurs des cours d'eau où la vitesse d'eau est plus faible (Potamon) sont colonisés par des communautés d'hydrophytes fixées et flottant avec des amphiphytes et des héliophytes sur les berges à pente douce (Thiebault *et al.*, 2010). En général, on observe de l'amont vers l'aval un gradient d'enrichissement en phanérogames (plantes supérieures) strictement aquatiques avec une diminution de la densité des bryophytes ainsi qu'une augmentation du nombre de strates végétales (Haury et Muller, 2008).

Les secteurs torrentiels hébergent une flore souvent réduite aux micro-algues telles que les diatomées avec quelques bryophytes (mousses) s'installant dans les secteurs les moins turbulents (Thiebault *et al.*, 2010).

DISTRIBUTION À L'ÉCHELLE LOCALE

La répartition des espèces à une échelle locale est corrélée au niveau d'eau, à la vitesse de l'écoulement, ainsi qu'à la fréquence des inondations sur le secteur (Laforest, 1999 pour le cas des bryophytes). L'interaction de ces différents facteurs et les préférences écologiques des espèces favorisent une gradation verticale et influencent la disposition des communautés de façon significative.

A une échelle locale, lorsqu'un transect (coupe) perpendiculaire au cours d'eau est effectué, on distingue trois zones plus ou moins définies :

- Une zone centrale, le plus souvent submergée, avec une végétation rhéophile (résistant aux vitesses d'eau élevées) sous forme de taches.
- Une zone de transition ou amphibie à proximité des berges avec des herbiers à plusieurs strates, composés d'hydrophytes nageants et flottants, d'amphiphytes et de bandes d'héliophytes. Les bryophytes sont submergées temporairement.
- Une zone terrestre qui est soumise à d'éventuelles submersions à cause des inondations ou des crues de grande ampleur où la rivière exerce toujours une grande influence sur les conditions d'humidité dans l'air.

DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS

La saisonnalité des macrophytes des cours d'eau est davantage marquée dans les rivières sur substrats acides imperméables (schistes, gneiss) et en Méditerranée : ces milieux sont plus soumis aux variations de débit que dans les rivières calcaires et phréatiques à débit plus stable (Haury et Muller, 2008).

La saisonnalité s'exprime par une succession des abondances avec une permanence des bryophytes, un développement printanier des hydrophytes submergées précoces (renoncules), et des fortes densités en été des autres hydrophytes plus tardives (potamots) et des algues vertes filamenteuses (Haury et Muller, 2008).

Des changements importants de recouvrement de certaines espèces peuvent être constatés avec des apparitions et disparitions d'espèces sur quelques semaines voire jours (prolifération des macro-algues) et des périodes de floraison restreintes (Haury et Muller, 2008).

Le saviez-vous :

Certaines plantes ne vivent que grâce aux projections d'eau (d'une cascade ou d'une chute d'eau par exemple). C'est le cas de la Cardamine à feuilles d'asaret (*Cardamine asarifolia*), plante des sources et bords des cours d'eau et présente uniquement dans les Alpes.

De même pour le groupement à *Dialytrichia mucronata*, mousse qui se développe en retrait du cours d'eau, sur des arbres ne subissant qu'une immersion occasionnelle.



• La Cardamine au stade précoce (Crédit photo : Séverine VENAT, Vallon du Bourguet à Saint-Etienne de Tinée)



• Herbier à potamot coloré à la Louane (83)

Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

PRÉSENTATION

ZOOM SUR
LES BRYOPHYTES

ORGANISATION SPATIALE
DES MACROPHYTES

FONCTIONS PRINCIPALES

SUPPORT DE VIE

VULNÉRABILITÉS

QUELQUES EXEMPLES
EN RÉGION

BIBLIOGRAPHIE

HABITAT & BIODIVERSITÉ

Fonctions principales

La végétation aquatique joue des rôles déterminants pour les écosystèmes aquatiques.

RÔLES CHIMIQUES

Les macrophytes aquatiques, lors de leur activité diurne, consomment du gaz carbonique et produisent de l'oxygène. L'oxygène libéré permet la respiration de la faune et favorise l'oxydation d'autres composants. La fixation du carbone a des effets sur les teneurs de cet élément dans l'eau et en conséquence sur le potentiel hydrogène (pH).

Les végétaux aquatiques libèrent aussi des substances organiques dont des produits d'excrétion et des produits liés à la décomposition des tissus végétaux. Ils sont capables de stocker des minéraux et de les restituer lors de leur sénescence. Dans les eaux courantes, cette matière organique est entraînée par le courant, déposée et décomposée dans les zones les plus calmes, et parfois, elle est transportée vers l'aval lors d'une crue.

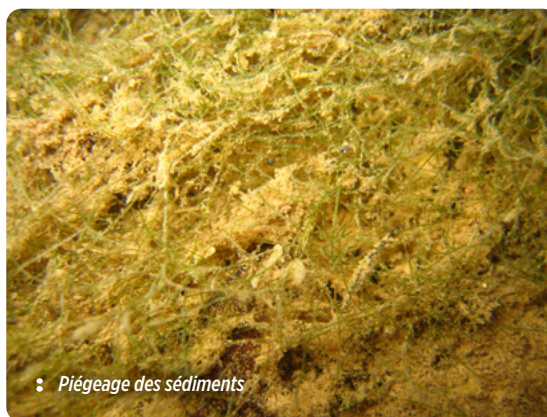
La présence des herbiers flottants peut aussi limiter la pénétration de la lumière dans l'eau et simultanément, elle constitue une barrière entre l'eau et l'atmosphère, limitant les échanges thermiques et l'évapotranspiration.

Les macrophytes vont aussi consommer des nutriments dissous dans l'eau principalement (azote et phosphore) permettant ainsi une amélioration de la qualité de l'eau. Cette consommation a lieu essentiellement au cours de la période de croissance (mai - octobre pour la plupart des espèces).

RÔLES PHYSIQUES

La présence des végétaux aquatiques provoque de fortes modifications de l'écoulement des eaux, déterminant des secteurs à faible vitesse avec une augmentation de la hauteur d'eau qui peut aussi avoir un impact sur les échanges rivière - nappe (Haury *et al.*, 2008).

Une végétation dense favorise aussi la sédimentation des particules en suspension et la fixation des substrats meubles. Elle offre donc une protection contre l'érosion (notamment en bordure) et une consolidation des matériaux les plus fins en limitant leur reprise lors des crues (Haury *et al.*, 2008).



RÔLES BIOLOGIQUES

Les macrophytes aquatiques transforment la matière inorganique dans l'eau et les sédiments en matière organique, synthétisant du vivant à partir des composants élémentaires. Ils sont donc des producteurs primaires qui sont à la base des chaînes alimentaires des écosystèmes.

Les végétaux aquatiques peuvent être consommés directement par certains organismes (phytophages) ou indirectement par les prédateurs de ces derniers. Leurs principaux consommateurs sont les petits





Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

FONCTIONS PRINCIPALES

invertébrés (rotifères, cladocères, copépodes) qui constituent la base essentielle de la chaîne alimentaire des poissons (Barbe, 1984). Certaines espèces de poissons sont herbivores (brèmes, tanches, carpes...). Les mollusques, les crustacés et les larves d'insectes se nourrissent aussi de plantes aquatiques (Barbe, 1984).

En plus de ce rôle de source de nourriture, les végétaux aquatiques fournissent aussi aux peuplements faunistiques des supports et de abris constituant des habitats très favorables à la vie.

RÔLE DE BIO INDICATION

Les macrophytes réagissent aux modifications spatiales et temporelles de l'environnement. Ils sont largement répandus et relativement faciles à identifier, ils constituent donc d'excellents indicateurs de la qualité des eaux et des écosystèmes aquatiques (Thiebault *et al.*, 2010). La présence ou l'absence des espèces à faible amplitude écologique ou identifiées comme étant polluo-sensibles donne des indices sur l'état écologique de la rivière. Également, la séquence et la succession des groupements végétaux donnent des informations sur le fonctionnement hydrologique, l'état trophique et les échanges rivière-nappe entre autres.

Suite à l'application de la réglementation environnementale européenne (Directive Cadre sur L'Eau, DCE), l'élaboration d'indices macrophytiques a été effectuée. L'Indice Biologique Macrophytes en Rivière (IBMR), basé sur les macrophytes aquatiques, a été normalisé en France en 2003 complétant les autres indices biologiques en rivière (diatomées, poissons, macro-invertébrés...).



Source de nourriture (Larve de Baetidae, Ephéméroptère)

SERVICES RENDUS À L'HOMME

Les services sont multiples en commençant tout simplement par la beauté d'un herbier pris dans le courant ou la floraison d'un herbier à renoncule en surface.

Le principal service est la transformation des matières nutritives et notamment des éléments azotés et phosphorés et des micropolluants que l'on a tendance à rejeter en excès. C'est aussi une source d'oxygénation de l'eau et un puits de carbone.

C'est un filtre qui, par piégeage des particules les plus fines, peut participer à réduire la turbidité de l'eau et donc améliorer la qualité des rivières.

Pour les pêcheurs, c'est parfois une contrainte quand ils y accrochent leur hameçon mais les herbiers doivent plutôt être considérés comme des alliés participant à la bonne reproduction des espèces et à l'équilibre de l'écosystème.



Réalisation d'un Indice Biologique Macrophyte en Rivière (IBMR)

Le saviez-vous :

Le hotu (*Chondrostoma nasus*) est un poisson d'eau douce brouteur. Il racle la surface des cailloux pour se nourrir des algues qui y poussent (algues épilithiques). Il peut le faire grâce à sa bouche particulière, infère (c'est-à-dire tournée vers le bas) et à ses lèvres parallèles et en forme de rabot tranchant. Espèce d'Europe centrale, le hotu est plutôt présent dans la partie est de la France et dans la région PACA, principalement dans le bassin de la Durance.

Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

Support de vie

PRÉSENTATION

ZOOM SUR
LES BRYOPHYTES

ORGANISATION SPATIALE
DES MACROPHYTES

FONCTIONS PRINCIPALES

SUPPORT DE VIE

VULNÉRABILITÉS

QUELQUES EXEMPLES
EN RÉGION

BIBLIOGRAPHIE

La densité des peuplements de macroinvertébrés augmente en présence des végétaux (Barbe, 1984). La présence des plantes contribue à l'augmentation de la surface d'accueil potentiel du milieu pour la faune benthique. Les mousses aquatiques ou bryophytes sont reconnues dans la norme d'échantillonnage des invertébrés benthiques (IBGN) comme le substrat le plus biogène (AFNOR, 2004. Détermination de l'indice biologique global normalisé - IBGN). Les plantes aquatiques (spermaphytes immergés) arrivent en deuxième position. Par exemple, on peut dénombrer jusqu'à 7000 invertébrés par mètre carré dans les habitats à bryophytes du Moyen Verdon (04).



• Pontes de libellule sur le Caramy (Vins-sur-Caramy, 83)

Avec une organisation de l'appareil végétatif en touffe, les mousses offrent un habitat stable dans l'espace et le temps pour la faune benthique (du fond de la rivière). Elles piègent des sédiments fins et offrent des abris, des refuges et de la nourriture aux invertébrés dans le réseau végétal. Ces formations muscinales offrent également en toute saison un lieu de ponte privilégié pour de nombreux insectes aquatiques,



• Vairons cachés dans la végétation (Brague à Biot, 06)

servent de nurserie à de jeunes larves d'invertébrés et offrent des territoires de choix pour certaines espèces de poissons, comme l'ombre commun, pour s'alimenter (Bailly *et al.*, 2004).

L'hydroptilide est un trichoptère (insecte aquatique) dont la larve vit dans l'eau et est inféodée à la végétation. C'est un insecte de très petite taille (en moyenne 3 mm) qui s'abrite dans un petit fourreau en forme de coquille qu'il fabrique lui-même avec de très petits éléments minéraux ou de minuscules brins de végétaux. Son fourreau est rattaché à la tige de la plante par des diverticules. Chez certaines espèces, les pièces buccales sont modifiées pour percer les parois des cellules végétales (Tachet *et al.*, 2002). Même si la plante est en perpétuel mouvement dans le courant, l'insecte a le gîte, le couvert, la protection et peut se développer sereinement.



• Fourreau de Limnephilidae (Trichoptère) fabriqué avec
des feuilles de bryophyte (Parc National du Mercantour)

Le cycle de vie de nombreux insectes passe par un stade larvaire puis nymphal et enfin un stade dit imago ou adulte, stade au cours duquel les individus se reproduisent. Quelques ordres d'insectes ont la particularité de réaliser leur cycle larvaire dans l'eau et leur cycle adulte hors d'eau et en volant. Le végétal semi-immersé sert alors de support pour sortir de l'eau, sortir de son exosquelette, déployer et sécher ses ailes au soleil.



Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

SUPPORT DE VIE

Les végétaux servent aussi de lieux de ponte pour de nombreuses espèces d'invertébrés, de poissons ou de batraciens. Quelques espèces de libellules insèrent leurs œufs directement dans des végétaux morts ou vivants. On parle de ponte endophytique. Il s'agit généralement de plantes aquatiques flottantes ou faiblement immergées. Les femelles de certaines espèces peuvent même descendre le long des tiges de plantes aquatiques, à plus d'un mètre de profondeur.

Chez les poissons, des espèces comme le brochet, la brème, le gardon ou la tanche, déposent leurs œufs sur la végétation immergée qui devient ainsi une frayère. On les appelle des espèces phytophiles, la présence et l'accès à la végétation devenant primordiale pour la survie de l'espèce. A l'éclosion, la plante devient une véritable nurserie et protège les alevins des prédateurs. La reproduction du brochet (*Esox lucius*) est particulière, participant à sa raréfaction en rivière. La femelle dépose ses ovules dans des zones peu profondes (0,3 à 1 m) préférentiellement sur la végétation herbacée des rives et des plaines d'inondation (Keith et al., 2011). La régression de sa population est en partie due à la réduction des zones d'expansion de crue ou à leur drainage très rapide après inondation.

Des travaux sur l'ovulation du poisson rouge montrent aussi que l'ovulation n'est provoquée qu'en présence de végétation aquatique (Stacey et al., 1979).

Les végétaux aquatiques procurent aussi des supports pour les autres espèces aquatiques, dont des algues microscopiques benthiques (diatomées épiphytes), qui se fixent sur la tige ou les feuilles des macrophytes submergés.

Enfin, les herbiers forment des ensembles structurés permettant caches et abris pour bon nombre d'espèces. Ils permettent d'échapper aux prédateurs ou au contraire, de chasser à l'affût comme c'est le cas pour le brochet. Ils permettent aussi de casser l'énergie du courant et offrent des zones de refuge plus lentes. Ils fournissent des abris pour des éventuelles proies et une protection contre le rayonnement solaire estival. Ils peuvent même faciliter la migration de certaines espèces. La montaison et donc la colonisation des cours d'eau par les anguilles se fait au stade civelle puis anguillons. L'anguille est un animal qui franchit les obstacles par reptation. La petite taille des individus leur permet de se faufiler dans les anfractuosités des structures végétales sur lesquelles elles peuvent s'appuyer et résister aux contre-courants. C'est pour cette raison que quelques obstacles rencontrés sur son parcours, dont des petits barrages, deviennent plus facilement franchissables.

Le saviez-vous ?

L'argyronète (*Argyroneta aquatica*) est une des rares araignées des milieux aquatiques. Malgré tout, elle ne respire pas dans l'eau. Quand elle plonge, son corps se recouvre d'air ce qui lui permet de respirer. Elle vit sous l'eau et ne sort que très rarement à la surface. Elle tisse une nappe de soie arrimée à la végétation qu'elle remplit progressivement d'air après plusieurs remontées à la surface et qu'elle façonne progressivement en une cloche à plongeur. C'est dans cet espace que l'araignée vit et respire (fiche espèce de l'inventaire national du patrimoine naturel (inpn.mnhn.fr)).



• Civelle en montaison sur le Gapeau
• (Barrage anti-sel, Hyères, 83)

Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

Vulnérabilités

PRÉSENTATION

ZOOM SUR
LES BRYOPHYTES

ORGANISATION SPATIALE
DES MACROPHYTES

FONCTIONS PRINCIPALES

SUPPORT DE VIE

VULNÉRABILITÉS

QUELQUES EXEMPLES
EN RÉGION

BIBLIOGRAPHIE

La structure des peuplements de macrophytes évolue en fonction des perturbations telles que l'eutrophisation des eaux (chargement excessif des nutriments dans l'eau), des crues et débordements, l'atterrissement des rives, l'introduction d'espèces envahissantes et des dérèglements climatiques (Thiebault *et al.*, 2010).

SENSIBILITÉS

Les végétaux aquatiques sont généralement constitués de tiges et de feuilles assez fragiles car en suspension dans l'eau. Les plantes aquatiques luttent moins contre la gravité, les rayonnements UV ou encore la dessiccation que les plantes terrestres. C'est le lignite qui assure cette protection et une certaine rigidité des plantes hors de l'eau.

De même, les plantes aquatiques possèdent souvent un appareil racinaire assez réduit et peu profond. Les sédiments qui se trouvent au fond de l'eau ou des plans d'eau sont assez peu tassés. Les végétaux aquatiques sont donc très vulnérables aux crues et à l'arrachage en général, par action mécanique.

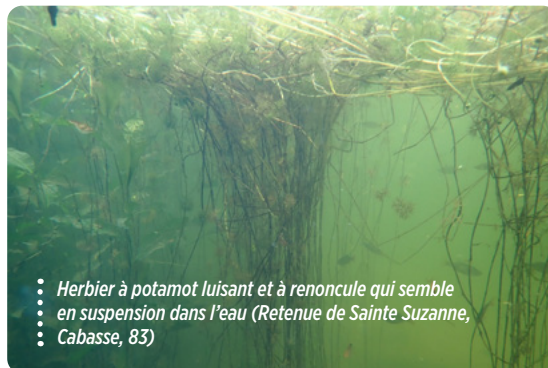
Les mousses aquatiques peuvent se développer sur des substrats plus durs grâce aux rhizoïdes, sorte de petits filaments qui assurent la fonction de fixation. Ce ne sont pas des racines dans la mesure où ils n'absorbent pas d'eau ni de sels nutritifs. Ce sont des cellules mortes. Les mousses, comme le thalle de certaines algues, sont donc plus résistantes aux crues ou aux forts courants mais peuvent subir l'effet abrasif des matières transportées comme le sable ou le limon.

Les plantes aquatiques, comme tous végétaux, sont sensibles à la lumière ou à la température. Une eau turbide ou un colmatage excessif des fonds pourraient affecter la santé de la plante.

EXPOSITIONS

À la compétition entre espèces

Certains groupes sont plus résistants que d'autres. Nos rejets en azote ou phosphore agissent comme un engrais qui peut se traduire par des proliférations végétales importantes. Les plantes entrent alors en compétition entre elles, en fonction de leur capacité à assimiler les sels nutritifs ou d'autres pollutions mais aussi par leur vitesse de croissance. A ce jeu, ce sont souvent les algues qui ont le dernier mot, grâce à leur forte résistance.



• Herbière à potamogeton luisant et à renouée qui semble
• en suspension dans l'eau (Retenue de Sainte Suzanne,
• Cabasse, 83)

Un développement primaire excessif se traduit généralement par des dysfonctionnements graves dans l'écosystème. Une partie de la biomasse produite entre en décomposition favorisant une consommation de l'oxygène pour sa dégradation. La quantité importante de plante produit une sur-oxygénation en journée mais surtout des crises anoxiques la nuit, dommageables aux autres organismes. Certaines fonctions comme la prédation ou la reproduction sur bancs de galet deviennent difficiles. Le système est en voie d'eutrophisation avec comme phase ultime la dystrophie. C'est un cercle vicieux.

D'autres cas de compétition entre espèces concernent l'apparition d'une espèce exotique envahissante dans un milieu. C'est malheureusement de plus en plus fréquent et difficile à gérer. Les espèces végétales voyagent au gré des canaux, des conduites d'eau ou des déversements volontaires.



Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

VULNÉRABILITÉS

Une fois installées, les plantes exotiques se développent rapidement et entrent en compétition avec les plantes locales. Elles sont aussi transportées par les courants et s'implantent plus en aval, par bouturage.

Parmi les espèces envahissantes les plus courantes, on peut citer la jussie, originaire d'Amérique du Sud et utilisée dans les ornements de bassin. Elle peut doubler sa masse toutes les deux semaines et forment des herbiers très denses. Elle affectionne les zones calmes.

Le myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*) est une plante vivace aquatique qui forme un véritable tapis sur l'eau. Elle est importée d'Amérique tropicale et subtropicale (Argentine, Chili, Brésil).

L'élodée du Canada ou peste d'eau (*Elodea canadensis*) est originaire d'Amérique du Nord comme son nom l'indique. Elle est couramment utilisée comme plante d'aquarium. Elle est capable de s'implanter rapidement grâce à son mode de reproduction végétatif, la reproduction par graine ne jouant qu'un rôle mineur en Europe.

Didymosphenia geminata (didymo pour les intimes) est une diatomée qui produit des nuisances en développant des blooms algaux dans les cours d'eau froids avec un faible taux de nutriments. Elle a été trouvée en France dans les Alpes-Maritimes et dans le Haut Verdon.



Herbier à jussie (Riou de l'Argentière,
Mandelieu-la-Napoule, 06)

Aux altérations physiques

Les végétaux aquatiques sont particulièrement exposés sur les tronçons pratiqués pour les loisirs aquatiques, y compris les espèces les plus accrochées au substrat. La marche ou la nage dans l'eau provoquent des arrachages massifs pendant la saison de croissance des individus et la recolonisation est très lente.

Les activités embarquées et/ou motorisées posent en plus le problème de la dissémination des espèces invasives. Les végétaux sont arrachés quand les embarcations frottent le fond ou sont coupés par les rames ou les hélices.

Plus généralement, tous travaux ou activités en rivière sont susceptibles de provoquer des altérations temporaires ou permanentes, par arrachage ou flux de matières en suspension d'autant que la résilience de ces organismes est plutôt longue.

Indirectement, des altérations liées à l'ombrage et à la ripisylve peuvent aussi avoir une incidence sur l'équilibre des peuplements. Certaines espèces supportent assez mal le rayonnement UV. Les espèces qui n'y sont pas sensibles ont, par contre, tendance à proliférer.



Dérive de potamogeton pectiné à la surface des eaux du lac
de Gréoux-Esparron (Basses gorges du Verdon, Quinson, 04)

Aux pollutions

Pesticides et herbicides se retrouvent dans la plupart des milieux aquatiques. Les végétaux sont capables d'accumuler des substances comme les métaux ou les pesticides. Ces quantités accumulées sont ensuite transférées aux consommateurs.

Merlin & Blake (1991) montrent que :

- Les hélophytes comme *Typha latifolia* sont capables de résister à de fortes concentrations du xénobiotique.
- Les macrophytes à feuilles flottantes (*Lemna minor* L.) sont caractérisées par une pénétration plus importante du pesticide et une plus grande sensibilité.
- Les résultats sont identiques pour les macrophytes à feuilles immergées (*Groenlandia densa* L.).

Une inhibition complète de la croissance est observée chez les trois espèces à partir d'une certaine dose.

Au contraire, les végétaux aquatiques peuvent être utilisés pour diminuer les pollutions. C'est ce que l'on appelle la phytoépuration.

Les bryophytes aquatiques sont aussi utilisées comme traceurs de la contamination métallique des eaux continentales (Claveri, 1995), complétant les analyses sur les autres supports, principalement eau et sédiments.



Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

VULNÉRABILITÉS

Sur le bassin Rhône-Méditerranée (eaufrance.fr, 2018 à 2020), 71,6 % des stations du réseau de contrôle de surveillance sont classées en bon ou très bon état d'après les résultats de l'IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière). Le bassin de la Saône présente la plus grande densité de stations mal classées. C'est un des secteurs du bassin Rhône-Méditerranée le plus soumis aux pressions liées aux matières organiques et/ou aux nutriments (azote, phosphore), mais aussi aux pressions d'ordre hydromorphologique.

Aux changements globaux

Les prévisions montrent une augmentation des événements extrêmes qui pourraient être préjudiciables aux végétaux aquatiques. Notamment, l'augmentation de la fréquence des crues pourrait affecter la constitution d'herbiers structurés et denses.

Le réchauffement des eaux est aussi un facteur pouvant entraîner des conditions favorables à l'installation de plantes exotiques provoquant des déséquilibres. On peut s'attendre en tout cas à des évolutions significatives dans les aires de répartition des espèces en sachant qu'un végétal ne peut malheureusement ni fuir ni se déplacer.



... "Étouffement" par colmatage excessif
... (réseau des Sorgues, 84)



... Prolifération algale sur la Mourachonne (Pégomas, 06)

Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

Quelques exemples en région

PRÉSENTATION

ZOOM SUR
LES BRYOPHYTES

ORGANISATION SPATIALE
DES MACROPHYTES

FONCTIONS PRINCIPALES

SUPPORT DE VIE

VULNÉRABILITÉS

QUELQUES EXEMPLES
EN RÉGION

BIBLIOGRAPHIE

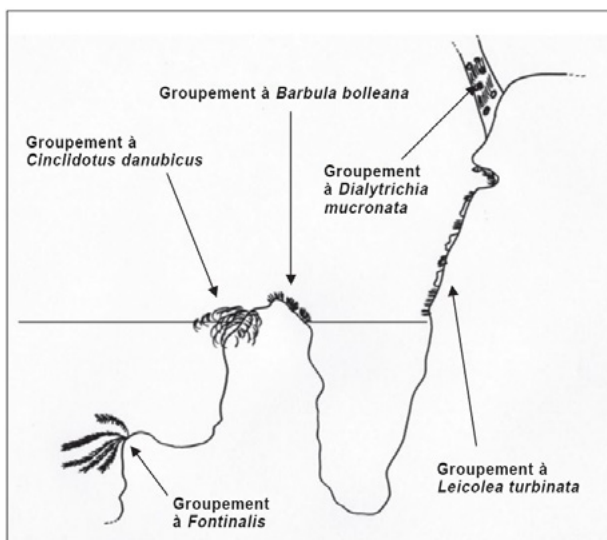
LA DESCRIPTION DES COMMUNAUTÉS DU SITE D'ENTRAYGUES À VIDAUBAN (83) (HUGONNOT, 2011)

Le site d'Entraygues se situe sur la commune de Vidauban dans le Var. Il s'agit d'un site assez particulier marqué par des accumulations de tufs et travertins incisés par le fleuve Argens. Plusieurs suivis thermiques et hydrologiques ont montré que le débit de l'Argens était soutenu, à ce niveau, par des exurgences karstiques refroidissant, par leur origine souterraine, les eaux du fleuve.

Des travaux sur la distribution des communautés végétales y ont été réalisés en 2010-2011. Cinq groupements bryophytiques sont observés en succession :

- Le groupement à *Fontinalis* : solidement ancré sur des rochers calcaires immergés occupant les positions les plus basses.
- Le groupement à *Ciclidotus danubicus* : sur les rochers sous forme de draperies plaquées au substrat, dans les zones soumises à remous.
- Le groupement à *Barbula bolleana* : sur les parois verticales soumises à immersion périodique dans les secteurs moins agités.
- Le groupement à *Leiocolea turbinata* : sur les parois verticales soumises à moindre fréquence d'immersion que dans le cas du groupement précédent.
- Le groupement à *Dialytrichia mucronata* : développé en retrait, sur des arbres, ne subissant que des immersions occasionnelles.

Les 5 groupements observés à Entraygues constituent une succession en lien direct avec le niveau d'eau, la nature du support et les processus d'érosion-sédimentation. Ces espèces se positionnent suivant un gradient d'humidité décroissant depuis les rochers immergés et frappés par le courant aux berges verticales influencées par l'humidité remontant par capillarité ou par projection.



• Toposéquence théorique avec position des principales communautés
• bryologiques recensées dans le site d'Entraygues (Hugonnot V., 2011)

LES HERBIERS DES RETENUES DU VERDON (04)

Dans les années 1990, les herbiers à *Stuckenia pectinata* (ancien *Potamogeton pectinatus*) se sont fortement développés dans les retenues hydroélectriques du Verdon notamment les retenues de Quinson et Gréoux-Esparron (04 et 83). Ces développements étaient désignés à l'époque de "prolifération végétale". Elles causaient des gênes pour la navigation, la pêche et la baignade dans une zone hautement touristique.

Le *Stuckenia pectinata* est une plante supérieure qui occupe les zones littorales des retenues mais qui a la particularité de pouvoir se développer sur de très importantes hauteurs de tiges, en cherchant la lumière. De plus, l'eau des retenues étant particulièrement limpide, les herbiers peuvent se développer jusqu'à 4-5 m de profondeur et former des tiges de 3 m de haut.

Les études réalisées ont montré que les proliférations étaient probablement dues à la richesse des sols en éléments nutritifs.



Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

QUELQUES EXEMPLES EN RÉGION

De nombreuses terres agricoles amendées ont été noyées à la mise en eau des retenues dans les années 60-70, si bien qu'elles ont gardé une certaine richesse en éléments nutritifs favorable au développement des plantes aquatiques. Depuis, des suivis sont régulièrement réalisés et montrent que les herbiers ne progressent plus et même, ont tendance à régresser (MRE – SCP, 2018).



Herbier à *Potamogeton pectinatus* exondé pendant la vidange de la retenue de Quinson en 2018 (Baie d'Artignosc-sur-Verdon, 83)

LES COMMUNAUTÉS DE NÉNUPHARS DU CARAMY ET DE L'ARGENS (83)

De très belles colonies de nénuphars se situent sur le Caramy aval et sur l'Argens en aval de la confluence du Caramy (retenue de Séguemagne, aval confluence avec la Bresque et amont retenue d'Entraigues) ou sur l'Issole en amont de la retenue de Sainte-Suzanne, au lieu-dit "Le Trou des Fées" (ONF, 2010). Les sites identifiés sont inclus dans le site d'importance communautaire Val d'Argens (FR9301626). L'espèce est associée à l'habitat "plan d'eau avec formation à Nénuphars" associé aux types "Plans d'eau eutrophes avec végétation enracinée avec ou sans feuilles flottantes" (habitat d'intérêt communautaire 3150-1), "Plans d'eau eutrophes avec dominance de macrophytes libres flottant à la surface de l'eau" (habitat d'intérêt communautaire 3150-3) et "Tapis de Nénuphars" (CORINE biotope 22.4311).



Herbier à nénuphar jaune sur le Caramy (Carcès, 83)

L'espèce est souvent présente dans les eaux calmes et les plans d'eau formés par les seuils. C'est aussi une espèce plutôt bien adaptée aux cours d'eau car elle supporte l'ombrage de la ripisylve. Les communautés flottent à la surface de l'eau dans des eaux mésotrophes à hypertrophes² (lenticule d'eau et nénuphar). Le nénuphar jaune est donc considéré comme indicateur de cet habitat et lui donne de la valeur car il bénéficie d'une protection en région PACA (Article 1 de l'arrêté interministériel du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région PACA).

LES HERBIERS DU SITE N2000 DES SORGUES

Le réseau des Sorgues développe de très beaux et grands herbiers probablement favorisés par la stabilité hydrologique et thermique de la source à Fontaine-de-Vaucluse, la pente et la largeur du cours d'eau ainsi que les caractéristiques chimiques de l'eau.

D'après les informations du syndicat de rivière (www.lasorgue.fr), les principales espèces présentes sont la berle (*Berula eructa*), l'ache aquatique (*Apium nodiflorum*), le potamo pectiné (*Stuckenia pectinata*) et la renoncule aquatique (*Ranunculus fluitans*).

La Sorgue est aussi un site d'intérêt communautaire codé FR9301578, "La Sorgue et l'Auzon". Les habitats 3260 et 3270 inscrits en annexe I de la Directive sont associés aux végétaux : "Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculion fluitantis* et du *Callitriche-Batrachion*" et "Rivières avec berges vaseuses avec végétation du *Chenopodium rubri p.p.* et du *Bidens p.p.*". Ils occupent 6 % de la surface du site.



Herbiers sur la Sorgue (Fontaine-de-Vaucluse, 84)



Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

QUELQUES EXEMPLES EN RÉGION

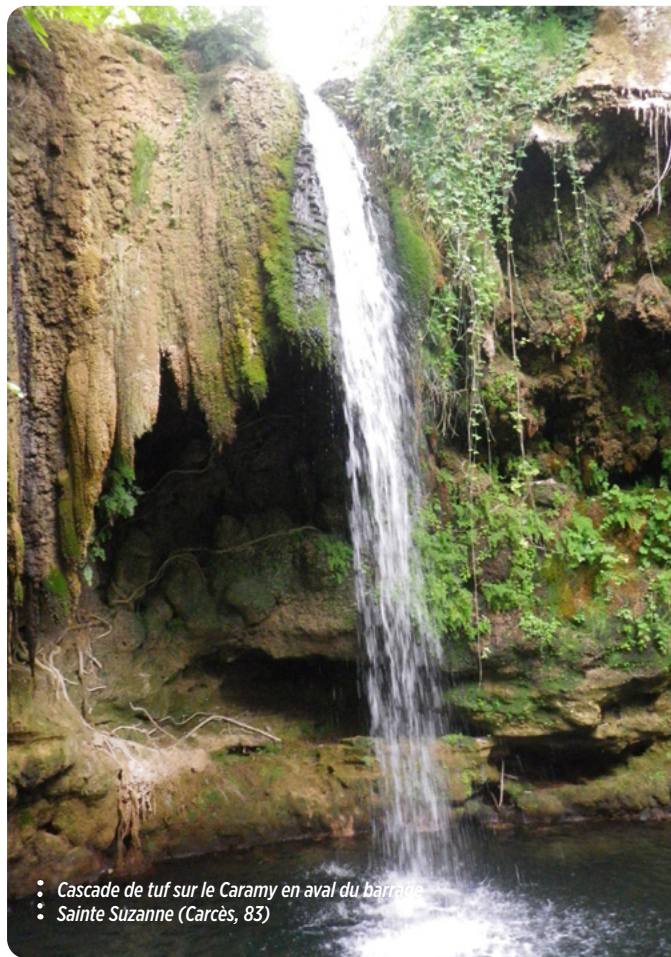
LES CASCADES DE TUFS ET TRAVERTINS

De nombreux cours d'eau de PACA se caractérisent par un encroustement total ou partiel des éléments déposés au fond. Il s'agit tout simplement d'une précipitation calcaire souvent initiée par le dégazage du CO₂ à partir d'eau chargée en calcium et hydrogénocarbonate. C'est pour cette raison que cette calcification est souvent associée à des chutes d'eau comme c'est le cas dans l'arrière-pays varois : les chutes du Tombereau, de Montaud ou d'Entraygues sur l'Argens, les chutes des Carmes sur le Fauvery à Barjols, les cascades du Grand et du Petit Baou sur la Ribeirotte, la cascade de Sillans sur la Bresque, les cascades de Villecroze sur le Combe d'Aillaud, le saut du Capelan sur la Nartuby à Trans-en-Provence ou encore le site de la Grande Cascade sur le bas du Caramy.

Ces chutes d'eau sont souvent associées à des communautés bryophytiques aquatiques ou semi-aquatiques ainsi qu'un cortège de plantes typiques des zones fraîches et humides ou d'espèces qui ont besoin de projection d'eau.

Le tuf et le travertin précipitent aussi grâce aux microalgues qui se développent sur sa surface et par couches successives, l'activité photosynthétique favorisant le dégazage du dioxyde de carbone. Il en découle des formations étonnantes et des paysages originaux, succession de petits barrages arrondis que l'on appelle gours et de vasques plus profondes. Ces paysages se croisent par exemple dans la haute vallée de l'Huveaune, les gorges du Caramy à Tourves, la haute vallée du Gapeau ou celle de la Siagne.

Plusieurs éléments du fond peuvent être "entartés" : feuilles, branches, cailloux et même coquille d'escargots aquatiques ou élytres des coléoptères aquatiques.



• Cascade de tuf sur le Caramy en aval du barrage
• Sainte Suzanne (Carcès, 83)

Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT &
BIODIVERSITÉ

Bibliographie

PRÉSENTATION

ZOOM SUR
LES BRYOPHYTES

ORGANISATION SPATIALE
DES MACROPHYTES

FONCTIONS PRINCIPALES

SUPPORT DE VIE

VULNÉRABILITÉS

QUELQUES EXEMPLES
EN RÉGION

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR, 2004. **Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN)**.
- Bailly G., Vadam JC., et Vergon JP., 2004. **Guide pratique d'identification des bryophytes aquatiques**. Direction Régionale de l'Environnement de Franche Comté. 155p.
- Barbe, 1984. **Clés de détermination des macrophytes de France**. Bulletin Français de pisciculture.
- Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J. (coord.), 2002. "Cahiers d'habitats" Natura 2000. **Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire**. Tome 3 - Habitats humides. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p. + cédérom. (Source)
- Claveri B., 1995. **Les bryophytes aquatiques comme traceurs de la contamination métallique des eaux continentales : influence de différents paramètres sur l'accumulation des métaux et développement d'un module d'intégration de la micropollution (M.I.M.)**. Toxicologie. Université Paul Verlaine - Metz. Français. ffNNT : 1995METZ040Sff. fftel-01777095f
- Haury J. et Muller S., 2008. **Les communautés de macrophytes : typologie, dynamique et production**. In: Ingénieries N° spécial: Plantes aquatiques d'eau douce: biologie, écologie et gestion. pp 37-50.
- Haury J., Thiébaud G., Coudreuse J., et Muller S., 2008. **Les lichens, bryophytes, ptéridophytes et phanérogames aquatiques**. In: Ingénieries N° spécial: Plantes aquatiques d'eau douce: biologie, écologie et gestion. p23-36.
- Hugonnot V., 2011. **Les bryophytes et les bryocénoses du site d'Entraygues (Var, France) comme outil d'évaluation d'un projet de renaturation hydrologique**. Ecologia mediterranea, tome 37 n°2 pp 45-56.



Des supports de vie : les macrophytes d'eau douce ou d'eau saumâtre

HABITAT & BIODIVERSITÉ

BIBLIOGRAPHIE

- Keith P., Poulet N., Denys G., Changeux T., Feunteun E., et Persat H., 2020. **Les Poissons d'eau douce de France. 2^{ème} édition. Collection Inventaires & Biodiversité. Biotope Editions-Museum national d'Histoire naturelle.** 704p.
- Laforest S., 1999. **Relation entre le niveau d'inondation et la présence des mousses et des lichens à la base du tronc des arbres.** Mémoire de maîtrise, Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke, 155 p.
- Merlin G. & Blake G., 1991. **Absorption des pesticides par les macrophytes aquatiques : Effets comparés sur la photosynthèse, cas du PCP, SIL** Proceedings, 1922-2010, 24:4, 2282-2288, DOI : 10.1080/03680770.1989.11899944
- Office National de la Forêt, 2010. **Inventaire, cartographie et analyse écologique des habitats naturels terrestres pour le site Natura 2000 Val d'Argens.** Conseil général du Var.
- Tachet H., Richoux Ph., Bournaud M., Usseglio-Polatera Ph., 2002. **Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie.** CNRS Editions.
- Thiébaud G., Lambert E., et Trémolières M., 2010. **Les végétaux aquatiques : des indicateurs biologiques de la qualité des eaux.** In: Carrières, Biodiversité et fonctionnement des hydrosystèmes pp.122-136.
- Verneaux J., 1980. **Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales – Principales méthodes biologiques** – in : *la pollution des eaux continentales*, Ed. Gauthiers – Villars.
- <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>
- <https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/qualite-des-eaux-des-bassins-rhone-mediterranee-et-corse>