

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Paramètres qui régulent la vie

La température et le courant conditionnent la vie dans les eaux courantes. Les cours d'eau temporaires n'échappent pas à la règle.

Pour mieux comprendre la façon dont évolue le peuplement faunistique des cours d'eau temporaires lors de l'assèchement de leur milieu, il est nécessaire de rappeler certaines notions de base en écologie des eaux courantes.

PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPLEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

VULNÉRABILITÉ
DU PEUPLEMENT

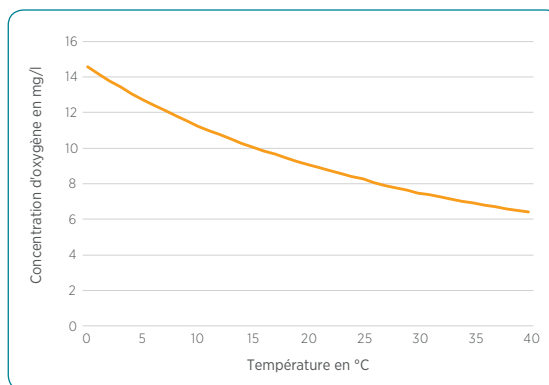
PEUPLEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ

LA TEMPÉRATURE ET LE COURANT

La température et la vitesse du courant sont corrélées au taux d'oxygène dissous. Ce sont des facteurs fondamentaux primaires régissant la vie dans les eaux courantes. En effet, contrairement au milieu aérien où l'oxygène diffuse très rapidement, en milieu aquatique, la vitesse de diffusion du gaz dissous est 600 000 fois plus petite, et ne permet pas les mêmes formes de respiration. Par leurs combinaisons, vitesse d'écoulement et quantité d'oxygène dissous constituent la notion de *disponibilité* en oxygène¹, et créent au sein des cours d'eau des ambiances où se distribuent, de façon plus ou moins graduelle, les populations en fonction de leurs besoins (physiologiques) du moment.

Les organismes aquatiques vivant en eau courante présentent ainsi des adaptations et des distributions environnementales variées, en lien avec leurs affinités plus ou moins étroites à ces variables du milieu. Les cours d'eau temporaires des Maures n'échappent pas à cette règle.

La température conditionne la solubilité des gaz et notamment celle de l'oxygène, paramètre biologique essentiel. Plus la température est basse, plus la quantité d'oxygène naturellement dissous à l'équilibre avec la teneur atmosphérique (saturation à 100 %) est grande. Cependant, le facteur thermique n'est pas le seul à conditionner le **taux d'oxygène dissous** pour les organismes.



Solubilité de l'oxygène en fonction de la température de l'eau (à la pression atmosphérique de 760mm de Hg soit 1013 hPa)

Le régime thermique annuel d'un cours d'eau est fonction de nombreux paramètres tels que la latitude, l'altitude, la saison, l'insolation et l'origine des eaux constitutives du débit. La température de la source, la distance parcourue depuis celle-ci, et les intensités d'échanges thermiques (air/eau et eau/terre) liés au débit, à la pente et au sous écoulement, sont également des données importantes à prendre en compte.

La température structure les peuplements

Elle est le régulateur essentiel de l'activité cellulaire. Une gamme de température (entre un minimum et un maximum) autorise par exemple un développement embryonnaire et donc l'implantation d'une espèce; mais une autre gamme peut correspondre à un domaine de croissance et de maturation sexuelle. Dans ce champ de variations viable pour l'organisme, se trouve la température maximale d'activité. Entre un optimum et la limite supérieure, l'activité diminue rapidement et le seuil supérieur est souvent létal. Globalement, la baisse de l'activité se fait plus progressivement entre l'optimum et le seuil minimal. Les organismes sont donc plus sensibles et menacés face aux augmentations de température qu'aux diminutions.

¹ NB (pour nos plus jeunes lecteurs) : cette notion de disponibilité est aisément démontrable in-situ avec les oxymètres "électro-chimiques" (à électrodes de Clarke), dont le principe est de mesurer la teneur en oxygène par ionisation (=consommation) de l'oxygène dissous entre deux électrodes. Le courant obtenu (calibré en mg.L⁻¹) mesuré sous différence de potentiel constante est proportionnel à la concentration d'oxygène dissous. Le procédé donne des valeurs (apparentes) de concentration d'autant plus petites que la vitesse de courant est faible. D'où la recommandation méthodologique d'utiliser un agitateur mécanique à proximité des électrodes, ou de prendre la mesure dans les écoulements les plus vifs pour s'approcher de la valeur réelle de la concentration en oxygène dissous.

BIODIVERSITÉ 1 PARAMÈTRES QUI RÉGULENT LA VIE



Vallon du Gourier à
Plan-de-la-Tour

LE COURANT

La vitesse d'écoulement est l'expression de la géomorphologie du bassin versant (relief, pente) et du régime hydrologique. Le courant structure, via sa variété locale et ses variations temporelles, les communautés par son action érosive, de transport et de redistribution des organismes, poussant ces derniers à développer des stratégies de lutte contre l'entraînement et/ou à se confiner dans des abris. La force du courant, qui évolue tout au long de l'année avec les variations du débit, est aussi responsable de la nature du substrat (entre dépôt et érosion, transport...) et donc des habitats.

Par ailleurs, le fait que les zones rapides diminuent globalement de l'amont vers l'aval, en relation avec l'atténuation de la pente d'écoulement, est une des causes parmi d'autres (température, oxygène) de la succession amont-aval des espèces aquatiques. Le rôle du courant est aussi majeur sur la répartition des pollutions ponctuelles.

Dans les régions méditerranéennes, la saison estivale est caractérisée par un déficit hydrique très marqué et des températures élevées. La pénurie en eau et l'évaporation intense liée aux fortes températures, se traduisent par une réduction de l'écoulement pouvant aller jusqu'à son arrêt et à l'assèchement du lit sur une période plus ou moins longue. Une des originalités des cours d'eau temporaires est de présenter un cycle hydrologique et thermique que l'on peut décomposer en **quatre phases, qui conditionnent le cadre de vie de la faune et de la flore : la phase d'inondation (phase de remise en eau), la phase inondée (phase de hautes eaux), la phase d'exondation (phase de tarissement) et la phase exondée (phase à sec).**



L'Aille, un cours d'eau de la plaine des Maures, à différentes saisons

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Présentation du peuplement

Seul le peuplement d'invertébrés aquatiques est présenté ici, en raison de leurs adaptations marquées aux milieux temporaires et de leurs spécificités écologiques.

En lien avec le cycle hydrologique particulier des cours d'eau temporaires, le peuplement d'invertébrés aquatiques des Maures présente plusieurs caractéristiques : des espèces qui ont développé des mécanismes de résistance pour survivre à la période d'assec, des insectes qui accomplissent leur cycle biologique en quelques mois...

PRÉDOMINANCE D'INSECTES À CYCLE BIOLOGIQUE COURT

L'assèchement du milieu durant la période estivale **élimine les espèces dont le cycle biologique est supérieur à un an**, lorsqu'elles ne peuvent pas trouver refuge dans le sous-écoulement ou dans les pièces d'eaux permanentes. Par exemple, les Plécoptères Perlidae, invertébrés importants des ruisseaux et rivières de la région, sont généralement absents des milieux temporaires, du fait d'un cycle vital supérieur à un an. Leur présence est indicatrice de la pérennité de l'écoulement.

La dominance des **insectes** dans les milieux temporaires s'explique par la **synchronisation de leur cycle biologique avec le cycle hydrologique**. La présence d'un **stade aérien** les favorise par rapport aux espèces vivant en permanence dans le milieu aquatique sans capacité de résistance, à l'instar des espèces holobiotiques² (Crustacés *Gammarus* sp, Mollusques, Turbellariés).



• *Gammarus* sp (Gammaridae). Les espèces qui ne présentent pas de phase terrestre (exemple des Crustacés Gammaridae) ou un cycle de vie trop long, ne supportent pas un assec prolongé de leur milieu.

SÉLECTION D'ESPÈCES PRÉSENTANT DES MÉCANISMES DE RÉSISTANCE À L'ASSÈCHEMENT DU LIT

Une part originale du peuplement des cours d'eau temporaires est constituée d'espèces présentant des **mécanismes de résistance** leur permettant de survivre à la phase d'assec. Dans le massif des Maures, on retrouve par exemple une communauté de Plécoptères spécifiques de ce type de milieu, réalisant leur cycle annuel en rentrant en dormance lors de la saison sèche.

Les mécanismes de résistance à l'assec par quiescence ou diapause peuvent intervenir à différents stades :

- **au stade œuf** pour le Plécoptère *Nemoura cinerea* et les Diptères Chironomidae. Le premier est une espèce ubiquiste retrouvée également dans les cours d'eau permanents. L'arrêt du développement est constaté uniquement dans les milieux temporaires.
- **au stade larvaire** pour certains Crustacés Copépodes, Ostracodes, les Plécoptères Capniidae, Taeniopterygidae et certains Diptères Ceratopogonidae. Chez le Plécoptère *Zwickyia bifrons*, la diapause larvaire est provoquée par l'élévation de la température de l'eau. Elle n'est pas obligatoire et certaines populations qui vivent dans les cours d'eau permanents n'y ont pas recours.
- **au stade adulte** pour le Mollusque *Ancylus fluviatilis*, les Coléoptères et Hétéroptères des milieux temporaires.

Contrairement aux milieux temporaires stagnants, aucune espèce vivant dans les cours temporaires ne dispose de diapause obligatoire. Il n'existe donc pas d'espèces strictement inféodées à ces milieux.

PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPLEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

VULNÉRABILITÉ
DU PEUPLEMENT

PEUPLEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ



Ancylus fluviatilis (Gastéropode). Ce mollusque est capable de survivre à l'assèchement du cours d'eau en s'enfouissant dans les sédiments humides. Il se protège de la dessiccation par la sécrétion d'un mucus obturant sa coquille.

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1 PRÉSENTATION DU PEUPLEMENT

Les Trichoptères Limnephilidae des genres *Mesophylax*, *Stenophylax* et *Micropterna* habitent les cours d'eau temporaires à l'état de larves et de nymphes. Ils passent la saison sèche à l'état d'adultes, dans des grottes où les femelles, après l'accouplement, subissent une diapause ovarienne. La ponte, qui a lieu en automne, peut se faire avant la remise en eau du lit, les œufs pouvant rester plusieurs jours hors du milieu aquatique.

Ces adaptations physiologiques ou comportementales sont d'autant plus efficaces pour l'espèce concernée, qu'il demeure dans le milieu une humidité résiduelle suffisante.

Certains invertébrés maintiennent une **activité ralentie au niveau de la nappe souterraine** qu'ils suivent au fur et à mesure de l'exondation (Coléoptère *Oulimnius rivularis*, Éphéméroptère *Habrophlebia eldae*...). Ces mécanismes de résistance sont souvent en étroite relation avec le degré d'humidité résiduelle. En effet, la nature et la texture du substrat conditionnent en partie la durée de l'assec et la sévérité de l'exondation. La présence d'une nappe alluviale résiduelle pendant la phase exondée conduit à l'établissement d'une biocénose plus riche que dans les ruisseaux temporaires qui s'assèchent totalement, même en profondeur.



• Larve de Trichoptère Limnephilidae. Les larves de certaines espèces se développent rapidement durant la phase en eau, émergeant avant l'exondation. Les adultes passent la saison sèche en estive dans des grottes pour revenir pondre au moment de la remise en eau à l'automne.



Sympetrum fonscolombii (Libellulidae). Certaines espèces de libellules ont une croissance larvaire suffisamment rapide qui leur permet de coloniser des milieux temporaires en eau seulement quelques semaines.

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Dynamique et évolution

Le peuplement aquatique évolue au fil des quatre phases du cycle hydrologique des cours d'eau temporaires.

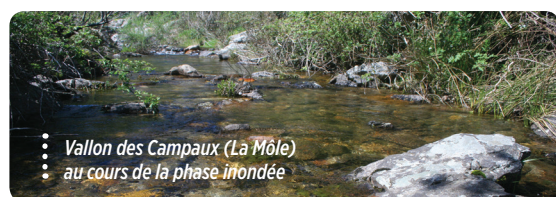
La phase de reconquête du cours d'eau a lieu en automne, lors de remise en eau. Elle est suivie par le règne des espèces prédatrices durant la période en eau.

Puis la phase de tarissement au printemps entraîne l'augmentation des compétitions interspécifiques et la diminution de la diversité.

Arrive alors la période à sec, en été, où seules les espèces adaptées résistent dans le milieu, en attendant patiemment la remise en eau...

LORS DES PHASES D'INONDATION ET INONDÉE

Débutant avec les premières pluies conséquentes d'automne, la phase d'inondation correspond aussi à la recolonisation du milieu par les organismes aquatiques. Lors de la remise en eau, elle s'effectue à partir d'organismes dérivant de collections d'eaux permanentes ou migrants par voie aérienne (pontes d'insectes). Dans beaucoup de ruisseaux du massif des Maures, la recolonisation se fait également par la remontée des individus ayant trouvé refuge dans les sédiments humides. Au cours de la phase inondée, la faune aquatique, composée essentiellement de larves d'insectes, réalise très rapidement son développement, en quelques semaines pour certaines espèces. La fin du cycle hydrologique est marquée par l'augmentation du nombre d'espèces prédatrices.



Vallon des Campaux (La Môle)
au cours de la phase inondée

LORS DE LA PHASE D'EXONDATION

Cette phase a lieu généralement à la fin du printemps. Pour les invertébrés aquatiques, la **phase d'exondation** ou de **tarissement** est caractérisée par une rapide évolution de la composition du peuplement. La biocénose rhéophile³ (*Wormaldia langohri*, *Brachyptera risi*, *Isoperla* sp) disparaît pour laisser place à un peuplement de milieux calmes (Coléoptères Dytiscidae, Odonates...). Les émergences d'insectes augmentent au cours de cette phase, en commençant par les espèces vivant dans le courant. Dans les zones devenues stagnantes, les fortes températures et la diminution des teneurs en oxygène vont accroître le taux de mortalité. En parallèle, le nombre d'espèces prédatrices augmente, la prédation étant facilitée par l'isolement et la concentration des espèces.

Les relations de compétition interspécifiques vont également s'accroître. Quand l'exondation touche à sa fin, un bon nombre d'organismes est éliminé par la prédation de la faune ripicole terrestre (reptiles, oiseaux, amphibiens, insectes...). La diversité diminue tandis que certaines espèces vont se réfugier sous les pierres et sous les débris végétaux, où le taux d'humidité est encore conséquent. Pour les poissons, comme les barbeaux méridionaux ou les chevaines, la survie des individus est conditionnée par le maintien de pièces d'eau suffisamment importantes pour les accueillir. Ils vont donc se concentrer dans les trous d'eau permanents, quand ils existent (aval de seuil, cavités dans la roche mère). Ceux qui n'y parviennent pas disparaîtront, dévorés par la faune terrestre environnante (sangliers...).

LORS DE LA PHASE EXONDÉE

Au cours de l'été, l'absence d'eau superficielle constitue une phase de latence pour les organismes aquatiques. Les invertébrés qui ont développé des mécanismes de résistance à l'assec **sont toujours présents dans le milieu**. Le type de substrat a ici toute son importance pour leur maintien. Si le substrat est meuble, certaines espèces qui en ont la capacité (petite taille, corps mou...), vont s'enfoncer dans les sédiments en suivant l'évolution de la nappe, où ils resteront actifs ou en quiescence. Lorsque le substrat est rocheux ou imperméable, peu d'individus pourront survivre. Quant aux poissons, ils devront leur survie uniquement à l'existence de poches d'eau permanentes localisées. La recolonisation du linéaire dépendra du nombre et de l'état de ces zones refuges.

Plusieurs études montrent qu'un cours d'eau qui garde pendant l'été une humidité résiduelle jouant le rôle de zones refuges est plus diversifié qu'un cours d'eau qui s'assèche complètement, avec la présence d'espèces présentant des mécanismes comportementaux ou physiologiques de résistance à l'assec. Les organismes les moins adaptés à la phase exondée vont disparaître s'ils n'ont pas pu migrer à temps vers les pièces d'eau permanentes.



Le Prénil à St Maxime au cours de la phase exondée (mai 2016)

PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPLEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

VULNÉRABILITÉ
DU PEUPLEMENT

PEUPLEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ



Notonecta glauca (Notonecte, Hétéroptère). Cette espèce d'eau calme se développe rapidement dans les mouilles résiduelles, exerçant une intense activité de prédation.

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Association d'espèces

En étudiant les cours d'eau temporaires des Maures, il apparaît rapidement que le peuplement d'insectes aquatiques est différent des autres milieux aquatiques du sud-est de la France. Il est clairement marqué par la présence d'une association d'espèces qui contribue à l'identité de ces milieux. En effet, le peuplement des ruisseaux temporaires des Maures est original dans sa composition du fait de la sélection d'espèces adaptées à l'assèchement du lit.

Plusieurs espèces de Plécoptères sont des éléments importants de cette association. Elles appartiennent essentiellement aux familles des Capniidae et des Taeniopterygidae. Ce sont principalement les espèces *Zwickyia bifrons*, *Capnioneura mitis*, *Rhabdiopteryx thienemanni* ou *Brachyptera risi*... Leur dominance dans ces milieux est due au fait qu'elles présentent des formes de résistance à l'assec et que les contraintes inhérentes aux milieux temporaires limitent les concurrents.

Plécoptère habituellement retrouvée dans les cours d'eau plus frais, d'altitude supérieure : *Siphonoperla torrentium*. La présence d'une telle espèce dans ce type de milieu serait à relier à la présence d'une nappe alluviale maintenant par ses apports une température relativement stable et fraîche.



• Larve de *Brachyptera risi*, Plécoptère. Cette espèce polluo-sensible est commune dans les cours d'eau temporaires des Maures de bonne qualité.



• Plécoptère *Siphonoperla torrentium* adulte. Les larves de cette espèce sont habituellement retrouvées dans les cours d'eau à température fraîche. Elle est recensée dans certains cours d'eau temporaires des Maures influencés par une nappe résiduelle.



• Adulte de *Capnioneura mitis*, Plécoptère. Cette espèce, qui est non exclusive des milieux temporaires, est commune dans les Maures. Les émergences ont lieu en hiver et les adultes sont observables de janvier à février.

Un Trichoptère typique est retrouvé en association avec les espèces précitées : *Wormaldia langohri* (Philopotamidae). Connue que de France, cette espèce est retrouvée uniquement dans le sud-est du pays, dans des cours d'eau temporaires sur substrat cristallin. Elle est commune dans les temporaires des Maures.

Une autre espèce de l'ordre des Plécoptères est également inventoriée couramment dans les ruisseaux temporaires du Massif des Maures. Il s'agit d'un *Isoperla* du groupe *grammatica*. Des recherches scientifiques récentes ont montré que cette espèce est certainement un Plécoptère non décrit jusqu'à présent, différent de la forme *grammatica* classiquement habituellement retrouvée dans la région dans des milieux permanents. Dans l'avenir, la description d'un nouvel élément particulier de ces milieux risque de renforcer l'intérêt patrimonial de ces cours d'eau. Il souligne également le caractère méconnu de cette biodiversité pourtant à portée de main...

Larve d'*Isoperla* du groupe *grammatica*. Espèce prédatrice bien présente dans les cours d'eau temporaires des Maures.



PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPLEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

VULNÉRABILITÉ
DU PEUPLEMENT

PEUPLEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Exemple d'un réseau trophique

Comme dans l'ensemble des écosystèmes d'eaux courantes, la source primaire de nourriture pour les organismes aquatiques est constituée de matière organique apportée par la végétation environnante (débris végétaux), par les bactéries, les champignons et autres débris organiques non ligneux, ainsi que par les algues recouvrant la surface du substrat (diatomées essentiellement). Ces éléments permettent le développement des consommateurs et des détritivores, qui à leur tour serviront de nourriture à des consommateurs de rangs supérieurs. Mais, il apparaît que les relations trophiques ne sont pas figées et qu'une même espèce peut se nourrir d'un mélange de débris organiques et d'algues, éléments essentiels du biofilm qui recouvre la surface des pierres et dont la composition varie en fonction de l'hydrologie et de la saison. Même s'il peut apparaître une hiérarchie entre les différents consommateurs, la représentation des relations qui les unissent ressemblent davantage à un réseau dense et interconnecté, plus complexe que l'image simpliste et traditionnelle de la "chaîne" alimentaire.

Consommateurs 4



Couleuvre
vipérine

Consommateurs 3



Barbeau
méridional

Consommateurs 2



Consommateurs 1
et Détritivores



Débris végétaux

Débris organiques
non ligneux

Diatomées
(biofilm)

- 1: *Brachyptera risi* (Plécoptère)
- 2: *Rhabdiopteryx thienemanni* (Plécoptère)
- 3: *Habrophlebia eldae* (Ephéméroptère)
- 4: *Wormaldia langohri* (Trichoptère)

- 5: *Oulimnius rivularis* (Coléoptère)
- 6: *Prosimulium tomosvaryi* (Diptère)
- 7: *Baetis rhodani* (Ephéméroptère)
- 8: *Ancylus fluviatilis* (Gastéropode)

- 9: *Isoperla grammatica* (Plécoptère)
- 10: *Siphonoperla torrentium* (Plécoptère)
- 11: *Dytiscus marginalis* (Coléoptère)
- 12: *Meladema coriaceum* (Coléoptère)

PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPLEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

VULNÉRABILITÉ
DU PEUPLEMENT

PEUPLEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Espèces remarquables

Les cours d'eau temporaires de la région méditerranéenne présentent en Europe un haut taux d'endémisme. Dans les cours d'eau temporaires du Massif des Maures, l'existence de deux espèces à localisation restreinte est à signaler : le Trichoptère de la famille des Philopotamidae, *Wormaldia langohri* (Giudicelli, 2002), et le Plécoptère de la famille de Taeniopterygidae, *Rhabdiopteryx thienemanni* (découverte dans les Maures par Dumont, 1983).

Le Trichoptère *Wormaldia langohri* a été découvert en 2001 dans les Massifs des Maures et de l'Estérel (ruisseau de la Nible, affluent de l'Aille, et ruisseau de Valbonnette, tributaire de l'Agay). Depuis, de nombreuses observations ont été faites dans le Massif des Maures (Real Collobrier, Giscle, Belleiman...). Les larves se développent durant l'hiver et le printemps. Les adultes sont visibles au mois d'avril et mai. Le stade de résistance, qui est inconnu, pourrait être les œufs ou les jeunes stades larvaires.

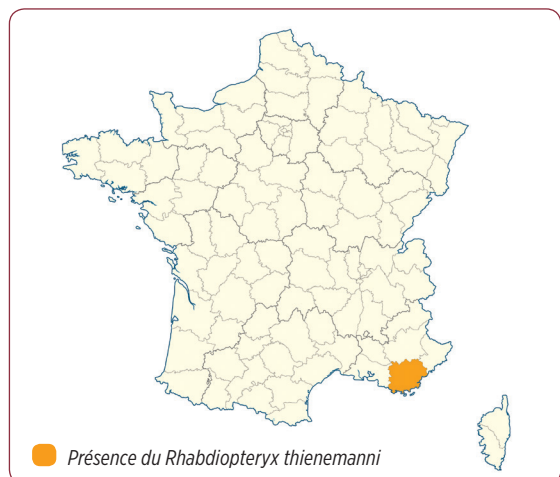
Le Plécoptère *Rhabdiopteryx thienemanni* a été décrit pour la première fois en Espagne dans la région de Madrid (Illies, 1957). En France, sa découverte date de 1978 (Dumont, 1983). Les adultes s'accouplent en hiver (janvier, février). Les larves résistent à l'assec en rentrant en diapause et en se réfugiant dans les sédiments humidifiés par la présence d'une nappe. Sa répartition en France est, dans l'état actuel de nos connaissances, strictement limitée au Massif des Maures.



... Larve de *Wormaldia langohri*, espèce typique des cours d'eau temporaires dans les Maures



... Adulte de *Rhabdiopteryx thienemanni*, espèce précoce émergeant de l'eau dès le mois de janvier



... Présence du *Rhabdiopteryx thienemanni*

Carte de répartition en France



... Larve de *Rhabdiopteryx thienemanni*, se développant de l'automne à l'hiver. La croissance larvaire se déroule en quelques semaines

PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPLEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

VULNÉRABILITÉ
DU PEUPLEMENT

PEUPLEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Espèces protégées

Les cours d'eau temporaires des Maures abritent quelques vertébrés qui bénéficient de mesures de protection. C'est le cas d'un poisson, le Barbeau méridional, et d'un reptile, la Cistude d'Europe.

Le Plécoptère *Rhadiopteryx thienemanni*, retrouvé en France uniquement dans les ruisseaux temporaires des Maures, n'est pas officiellement protégé. Il présente néanmoins une grande fragilité du fait de sa répartition extrêmement limitée. Il présente donc un intérêt patrimonial très élevé qu'il n'est pas superflu de rappeler.

BARBEAU MÉRIDIONAL

Le barbeau méridional (*Barbus meridionalis*), espèce de la famille des cyprinidés, est inscrit aux annexes II et V de la Directive Habitat-Faune-Flore et à l'annexe III de la Convention de Berne. Au niveau de la Liste Rouge des espèces menacées, il est considéré comme quasi-menacé en France métropolitaine et au niveau mondial. Il est protégé en France par l'article 1^{er} de l'Arrêté du 8 décembre 1988. Il s'agit d'une espèce strictement limitée au pourtour méditerranéen du sud de la France et du nord-est de l'Espagne. Dans le Massif des Maures, elle est dans sa pleine aire de répartition. Bien qu'il affectionne les eaux fraîches et oxygénées, le barbeau méridional supporte très bien durant la période estivale, de fortes hausses de température et de diminutions de l'oxygène dissous. Au cours de l'assec, on le trouve dans les trous résiduels peu exposés au courant, si de telles zones refuges sont présentes sur le linéaire. Dans les Maures, cette espèce est souvent accompagnée de chevesnes et d'anguilles qui sont aussi deux espèces très résistantes aux variations de température. Les salmonidés sont quant à eux absents de ces milieux.

CISTUDE D'EUROPE

D'une taille ne dépassant pas 20 cm, la cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) est la seule tortue aquatique "naturelle" d'Europe. Autrefois largement répandue, sa distribution est aujourd'hui dangereusement fragmentée par la destruction de son habitat (zones humides). En France, quelques populations subsistent, dans le centre, l'ouest et le sud-est. Abritant l'une des plus importantes populations de la région, le Massif des Maures constitue un bastion pour cette espèce. Contrairement aux autres régions, elle occupe les cours d'eau temporaires, plutôt que des milieux stagnants. Elle se concentre dans les pièces d'eau résiduelles au cours de l'assec. Cette espèce est protégée au niveau international (convention de Berne), européen (Directive habitat) et en France par arrêté depuis 1979. Soulignons qu'elle est menacée, non seulement par la destruction de son habitat, mais aussi par l'introduction dans la nature par des propriétaires non scrupuleux de la tortue de Floride. La compétition avec cette envahissante est toujours défavorable à la cistude d'Europe.



Barbeau méridional, espèce méditerranéenne présente dans certains cours d'eau temporaires des Maures où subsistent des zones refuges encore en eau au cours de la période estivale.



Jeune cistude d'Europe observée dans le vallon du Couloubrier, à Sainte Maxime.

PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPLEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

VULNÉRABILITÉ
DU PEUPLEMENT

PEUPLEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Vulnérabilité du peuplement

Plusieurs études ont établi que la richesse faunistique des cours d'eau temporaires est fonction de la diversité en zones refuges. Les "trous" restant en eau permettent le maintien d'espèces à cycle de vie nécessitant plusieurs années, comme le barbeau méridional ou certains invertébrés. La nappe alluviale résiduelle permet aux espèces pouvant s'enfouir dans le substrat de se maintenir durant l'assèchement superficiel du lit. Lors de la remise en eau à l'automne, la recolonisation du cours d'eau est directement dépendante de l'existence de ces zones refuges. La survie de ces espèces inféodées aux milieux temporaires ne tient qu'au maintien de ces zones.

SENSIBILITÉ AUX PRÉLÈVEMENTS D'EAU

Plusieurs facteurs peuvent affecter les quantités d'eau résiduelles et leur qualité. Les **pompages** peuvent avoir lieu dans la nappe, dans les réserves de surfaces ou concerner les sources elles-mêmes (captages). Ces pompages peuvent échapper au recensement du fait de leur dispersion. Les besoins en eau étant croissants durant l'été (fréquentation touristique, arrosage...), les volumes prélevés sont maximaux au cours de la période estivale, quand le milieu est le plus sensible. Dans des cas extrêmes, les réserves peuvent disparaître, entraînant la disparition des espèces qu'elles hébergent. De plus, les prélèvements d'eau peuvent accélérer l'assèchement du lit, ou retarder la mise en eau, ce qui peut perturber le cycle biologique des espèces.

VULNÉRABILITÉ AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les changements climatiques se manifesteraient dans le sud-est de la France par un réchauffement accentué, ainsi que par une sécheresse estivale plus sévère et plus longue. Cette évolution du climat, déjà marqué par un déficit hydrique et des températures estivales élevées, risque d'entraîner un changement dans les communautés animales vivant dans les milieux temporaires des Maures. Bien qu'il soit difficile de présumer des capacités adaptatives des différentes espèces, il est fort probable que l'accentuation de l'assèchement du lit limite les potentialités d'accueil et le nombre des zones refuges au sein du cours d'eau. Les flaques d'eau résiduelles seraient les premières à subir les effets de l'évaporation, mettant en péril l'existence dans les milieux temporaires des espèces à cycle long, comme le barbeau méridional.

LES APPORTS D'EAU ANTHROPIQUES

Les retours d'eau "anthropiques" dans les cours d'eau temporaires, notamment en période d'étiage et d'assez, sont souvent perçus en première lecture, comme une conséquence positive de l'activité humaine. Mais, deux points peuvent être relevés :

- **la qualité des eaux restituées** : la qualité des eaux participe autant à la bonne fonctionnalité écologique des milieux que les débits restitués. Un rejet de station d'épuration, s'il peut paraître intéressant en assurant la pérennité de l'écoulement, présente des valeurs physico-chimiques qui vont généralement amplifier les contraintes de l'étiage (baisse de la teneur en oxygène, réchauffement des eaux, enrichissement organique du milieu...) ;
- **la conservation des peuplements naturels** : les cours d'eau temporaires des Maures constituent des biotopes uniques, abritant une faune singulière, propre à ce territoire de la région méditerranéenne. Ils participent à la diversité des habitats à l'échelle européenne. Le soutien d'étiage artificiel, même avec des eaux de bonne qualité, se traduit par une artificialisation du cours d'eau. Le peuplement faunistique adapté et original de ces milieux se voit alors profondément transformé, mettant en péril les espèces les plus patrimoniales.



Apports polluants sur le Vallon de St Pierre à Grimaud. Par leur hydrologie marquée par un déficit limitant l'effet de dilution, les ruisseaux temporaires sont particulièrement sensibles aux rejets polluants.

PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPELEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

**VULNÉRABILITÉ
DU PEUPELEMENT**

PEUPELEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ

BIODIVERSITÉ 1 VULNÉRABILITÉ DU PEUPLEMENT

IMPORTANCE DE LA RIPISYLVE

La présence des espèces sténothermes dans les milieux temporaires méditerranéens de faible ordre de drainage constitue une originalité écologique remarquable de ces milieux. Elle est permise grâce à l'existence de températures suffisamment fraîches dans les zones refuges de type alluvionnaire. Le régime thermique de ces milieux est influencé par le volume de la ressource et son renouvellement, mais également par **l'exposition solaire, qui est directement dépendante de l'ombrage que procure la présence d'une ripisylve**. Dans un contexte de réchauffement climatique, le maintien du couvert végétal est primordial pour préserver les caractéristiques thermiques et chimiques des zones refuges, et donc la survie des espèces qui en dépendent. Les éventuels débroussaillages des cours d'eau du massif des Maures doivent tenir compte de cette problématique.



• • • • • Ripisylve développée sur le Préconil à Plan-de-la-Tour, assurant un ombrage bienfaiteur.



• • • • • Bordure de cours d'eau traitée à l'herbicide sur le bassin versant de la Môle : malgré l'absence d'eau en surface qui peut différer l'impact, les milieux temporaires sont également sensibles aux traitements par les produits phytosanitaires

Le peuplement aquatique des cours d'eau temporaires des Maures

BIODIVERSITÉ 1

Peuplement aquatique et évaluation de la qualité

Le peuplement aquatique permet d'évaluer le bon fonctionnement du milieu, et donc sa qualité. Il existe en France plusieurs méthodes d'analyses biologiques basées sur les invertébrés aquatiques, mais qui peuvent montrer leurs limites dans les cours d'eau temporaires des Maures. Dans cette fiche, deux points qui nous semblaient importants de souligner sont abordés.

PARAMÈTRES
QUI RÉGULENT
LA VIE

PRÉSENTATION
DU PEUPLEMENT

DYNAMIQUE
ET ÉVOLUTION

ASSOCIATION
D'ESPÈCES

EXEMPLE
D'UN RÉSEAU
TROPHIQUE

ESPÈCES
REMARQUABLES

ESPÈCES
PROTÉGÉES

VULNÉRABILITÉ
DU PEUPLEMENT

PEUPLEMENT
AQUATIQUE
ET ÉVALUATION
DE LA QUALITÉ



Prélèvements d'invertébrés aquatiques en rivière à l'aide d'un filet Surber.

ADAPTER LA PÉRIODE DE PRÉLÈVEMENTS DANS LE CADRE DE L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ BIOLOGIQUE

Il est stipulé dans les protocoles normalisés d'échantillonnage de la faune benthique (normes AFNOR), de réaliser les prélèvements en période de basses eaux, afin de faciliter la mise en évidence des perturbations. Cette période de basses eaux correspond, pour les cours d'eau à régime pluvial sous influence méditerranéenne, à l'**étiage estival**. Dans les cours d'eau temporaires des Maures, l'étiage estival est caractérisé par l'arrêt de l'écoulement et l'assèchement du lit. Le préleveur est alors confronté à un dilemme : à quelle période réaliser les prélèvements dans ces milieux pour rendre compte de leur qualité biologique ?

Dans le cadre d'étude visant à rendre compte de la richesse et du fonctionnement de ces milieux, un minimum de deux campagnes de prélèvements serait à privilégier :

- en janvier/février, afin d'intégrer la présence d'espèces très polluo-sensibles à développement hivernal qui émergent très tôt dans la saison (entre janvier et mars). C'est le cas par exemple des Plécoptères Taeniopterygidae (*Brachyptera risi* par exemple) et Capniidae (*Capnioneura mitis*, *Zwickyia bifrons*). Cette campagne hivernale permet également de rendre compte des capacités de résilience de la faune qui a eu le temps, depuis la remise en eau automnale, de recoloniser l'ensemble du linéaire temporaire ;
- la seconde campagne peut être réalisée au début de la phase d'exondation (généralement avril/mai pour

une année hydrologique moyenne). Elle a pour but de rendre compte de la richesse maximale du peuplement faunistique, qui a cette période de l'année se compose à la fois d'espèces rhéophiles en fin de cycle larvaire (*Habrophlebia eldae*, *Isoperla* sp, *Glossosoma* sp, *Hydropsyche* sp...) et d'espèces lénotrophiles colonisant les zones de courants lents (Coléoptères Dytiscidae, Hémiptères Notonectidae...).

Si une seule campagne de prélèvement est demandée, dans le cadre de suivis annuels de la qualité par exemple, c'est cette dernière période (avril/mai) qui est privilégiée pour rendre compte du maximum de diversité dans un contexte hydrologique contraignant (débit à la baisse) exacerbant les éventuelles pollutions. À cette saison, les principales espèces polluo-sensibles naturellement retrouvées dans ces milieux, sont encore présentes dans le cours d'eau (Perlodidae *Isoperla*, Chloroperlidae *Siphonoperla*). Elles peuvent donc être prises en compte dans le calcul de l'indice biologique.

ÉTABLIR UNE LISTE FAUNISTIQUE DE RÉFÉRENCE

La richesse du peuplement faunistique dans les cours d'eau temporaires des Maures dépend des zones refuges à l'échelle d'un bassin versant. Il existe donc plusieurs cas de figure et les peuplements, malgré des caractéristiques communes, ne sont pas similaires naturellement d'un cours d'eau temporaire à l'autre. Pour dresser le diagnostic de la qualité d'un cours d'eau temporaire à partir du peuplement faunistique, il serait judicieux de connaître les potentialités faunistiques réelles du cours d'eau. À partir de cette description précise des peuplements, qui nécessite pour plus de pertinence une détermination à l'espèce des ordres les plus importants, un changement de qualité au cours des suivis ultérieurs est plus facilement décelable et perceptible dans ses effets. Deux campagnes de prélèvements, hivernale et printanière, seraient nécessaires pour dresser cette liste de référence en tenant compte du cycle biologique des espèces.