



Mesures en continu des températures sur quelques rivières des Pays de la Loire

Période 2003-2008



Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures et transports

**Présent
pour
l'avenir**



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE
DE LA RÉGION
PAYS DE LA LOIRE

DIRECTION
RÉGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT,
DE L'AMÉNAGEMENT
ET DU LOGEMENT

direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement Pays de la Loire

Avant-propos

La DREAL des Pays de la Loire a mis en place à partir de 2003 un réseau expérimental de quelques stations de mesure en continu des températures.

Pour l'instant, ce réseau reste limité, et l'exploitation des données n'en a été faite que partiellement.

Par ailleurs, du fait de certaines lacunes dans les chroniques, certaines informations manquantes ont été reconstituées pour permettre le calcul de certaines grandeurs statistiques.

Le présent document constitue la mise à jour d'un document diffusé en février 2009 et vise à rendre compte des résultats obtenus par l'exploitation de ce « mini-réseau » sur les années 2003 à 2008, en les situant dans le contexte plus général de la connaissance des milieux aquatiques.



Sommaire	Page 3
1 - Pourquoi mesurer les températures	Page 4
2 - Relations entre températures et biologie, action de l'homme	Page 5
3 - Sites de mesures en continu et données disponibles	Page 8
4 - Analyse des données	Page 11
5 - Vers des indicateurs températures	Page 14
Conclusion	Page 16

*Ce document a été rédigé par la cellule Qualité des Eaux de la DREAL,
avec la collaboration de l'unité Hydrométrie de la DREAL,
et de l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques.*

Diffusion : mars 2010

1 - Pourquoi mesurer les températures

La température des cours d'eau joue un rôle fondamental dans la dynamique des écosystèmes aquatiques. Celle-ci est pourtant assez peu mesurée en France, y compris dans le contexte des recherches sur le changement climatique. En effet, ces recherches construisent et s'appuient sur des modèles atmosphériques complexes, et un de leurs résultats les plus emblématiques est la prévision de l'évolution des températures moyennes atmosphériques de la terre, jusqu'à des prévisions régionalisées, à quelques dixièmes de degré près. Pour autant, la mesure et la prévision des conséquences sur la biologie reste un champ majeur d'interrogation.

En ce qui concerne les masses d'eau, si les grands modèles intègrent par nécessité la question de la température des océans, il n'existe pas de travaux spécifiques menés sur la température des cours d'eau dans leur ensemble. Or les cours d'eau sont non seulement le support physique de systèmes biologiques complexes spécifiques, le tout constituant ce que l'on appelle des « milieux aquatiques », mais ils entretiennent des interactions fortes avec les autres milieux et ne peuvent pas, à ce titre, être vus comme un compartiment à part de l'écologie planétaire.

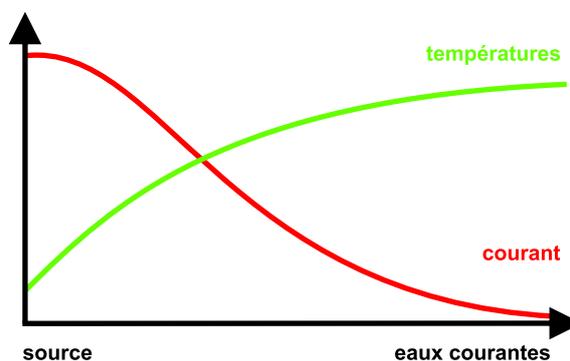


Fig. 1 : évolution de la vitesse du courant et de la température le long d'un cours d'eau

Dans un cours d'eau, la température fait partie, avec l'écoulement et l'oxygène, des principaux paramètres abiotiques qui interagissent pour créer les conditions de l'exercice de l'ensemble des fonctions biologiques. On peut utiliser ces paramètres pour définir les différentes parties d'un cours d'eau : le rhithron en amont (courant fort, forte oxygénation, température froide), potamon en aval (courant faible, oxygénation faible, température plus chaude) (cf. fig. 1).

Cette description physique est une première étape de la connaissance biologique des cours d'eau.

En effet, les espèces aquatiques choisissent leurs habitats en tenant compte de combinaisons de facteurs. Parmi eux, principalement, la disponibilité physiologique de l'oxygène, qui dépend directement de la température et du mouvement de l'eau.

Connaître assez précisément les températures de cours d'eau et leur évolution est donc aujourd'hui une nécessité pour appréhender les processus biologiques à l'œuvre.

L'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) a ainsi décidé la mise en place à partir de 2008 d'un réseau de suivi en continu des températures sur les cours d'eau de tout le territoire national, qui s'appuie principalement sur les stations du programme de contrôle de surveillance mis en place dans le cadre de la directive cadre sur l'eau (DCE).

Dès 2003, la DIREN des Pays de la Loire, aujourd'hui DREAL, a mis en place un réseau expérimental de sondes de températures, profitant ainsi de son expérience dans la gestion des données en continu et de son équipement déjà en place de stations de mesure des hauteurs d'eau.

La nécessité d'équiper les points de mesure d'hydrométrie existants pour avoir un suivi des températures avait ensuite été confirmée, suite à la canicule exceptionnelle de l'été 2003, dans le plan d'action sécheresse 2004 et ses textes d'encadrement¹.

¹ Plan d'action sécheresse de mars 2004 et circulaires du 30 mars 2004 concernant la préparation de la gestion de l'étiage 2004 et la coordination de l'action des préfets dans les départements métropolitains.



2 - Relations entre températures et biologie, action de l'homme

Mécanismes faisant intervenir la température de l'eau

La température de l'eau joue un rôle déterminant pour la vie dans les cours d'eau. Celle-ci agit sur la biologie des êtres vivants aquatiques via plusieurs mécanismes :

Un de ses modes d'action principaux est son influence sur la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. Si la concentration en oxygène et la vitesse du courant influent par exemple sur la fréquence des « mouvements de ventilation » que les insectes aquatiques effectuent avec leurs branchies (Éphéméroptères) ou avec tout le corps (Plécoptères, Trichoptères) pour se procurer l'oxygène, cette teneur est sous la dépendance de la température. L'élévation de la température a donc des effets néfastes, en accroissant les déséquilibre entre les besoins et la disponibilité en oxygène (cf. fig. 2).

L'oxygène est un gaz peu soluble dans l'eau et sa concentration diminue avec la température (cf. fig. 3) : de 0 à 30°C, la concentration maximale en oxygène se réduit de moitié. A contrario les besoins en oxygène de tous les organismes aquatiques vivants croissent avec la température. Ces effets, qui peuvent être compensés par une sursaturation en oxygène ou par des vitesses supérieures du courant, deviennent difficilement compensables dans les milieux eutrophes et lenticques, les plus fréquents dans la région des Pays de la Loire. La variation quotidienne des températures conduit ainsi parallèlement à une variation des concentrations d'oxygène dissous. Dans une rivière oligotrophe, c'est le facteur déterminant pour la concentration en oxygène, qui trouve alors un maximum nocturne d'oxygène, contrairement à une rivière eutrophe, qui connaît un pic diurne, au maximum de l'activité photosynthétique.

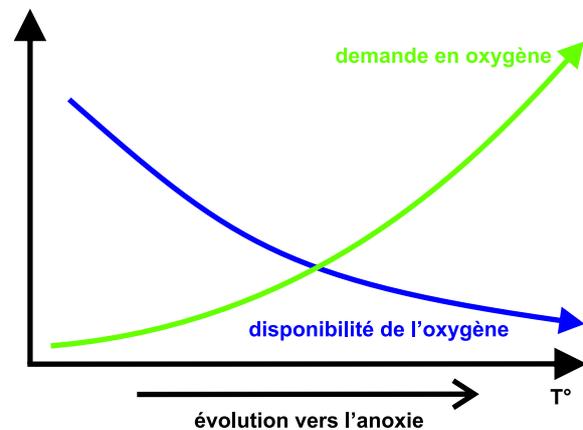


Fig. 2 : variation contraires de l'oxygène disponible et de la demande en oxygène avec la température

Par ailleurs, la température intervient directement dans les divers mécanismes biologiques que sont la reproduction, la croissance, la nourriture, le développement de certaines maladies.

Dans la mesure où les espèces occupent un habitat adapté à leurs fonctions biologiques en fonction de différents facteurs tel que l'écoulement et la température, une augmentation anormale de la température peut alors conduire à des décalages entre cycles hydrologique et thermique (comme le montre certaines études, principalement réalisées sur des salmonidés) : les conditions d'écoulement et de température ne sont plus favorables au même moment pour l'accomplissement de certaines fonctions biologiques.

Selon les fonctions, ce n'est pas tant la température moyenne que les variations spatiales et temporelles de températures qui importent.

Il en ressort que la température est en interaction avec la morphologie, l'écoulement et l'oxygène pour conditionner la vie aquatique.

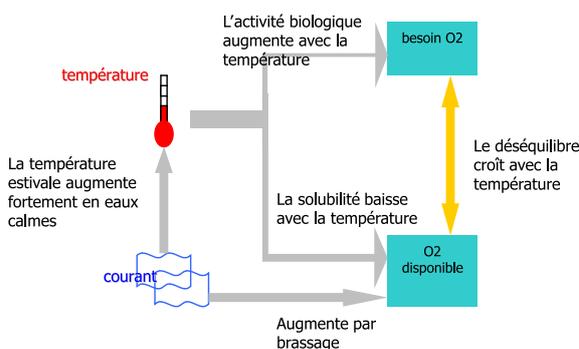


Fig. 3 : interactions entre oxygène (demande et disponibilité), température et courant

Facteurs d'influence

Les facteurs qui peuvent influencer, plus ou moins naturellement la température d'un cours d'eau sont, pris globalement : le mode d'alimentation en eau (sources, précipitations, affluents, origines artificielles...), la géométrie (en particulier la largeur du plan d'eau et la profondeur), la morphologie du lit (en terme d'action sur la distribution transversale et longitudinale des températures, et au niveau du sous-écoulement : l'écoulement hyporhéique), les conditions climatiques (pour lesquelles l'altitude joue un rôle prépondérant en termes de température de l'air, d'ensoleillement, d'humidité), le couvert végétal, le débit (en ce qu'il conditionne les transferts de chaleur avec l'atmosphère et les apports latéraux).

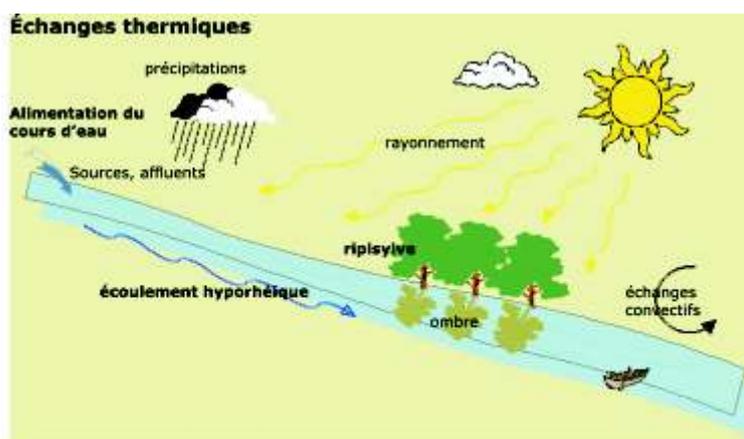


Fig. 4 : principaux échanges entre un cours d'eau de plaine et les sources extérieures de chaleur

Le rôle de la ripisylve a en particulier été mis en évidence dans son effet sur la température des cours d'eau. En effet, l'ombre et la lumière contrôlent et organisent la production de la flore et de la faune invertébrée. On estime notamment que sur les petits cours d'eau de plaine, l'absence de ripisylve ou de boisement des versants peut amener une élévation de la température estivale de l'eau de plusieurs degrés. En termes d'effets biologiques, c'est suffisant pour faire disparaître des espèces sensibles comme les salmonidés.

Perturbations anthropiques

La température moyenne d'un cours d'eau ou la répartition spatiale des températures peuvent être perturbées directement par l'activité humaine, ou indirectement. On notera en particulier :

- la perturbation directe par les rejets (eaux utilisées pour le refroidissement par exemple)
- l'action sur la ripisylve (cf. remarques ci-dessus sur l'effet potentiel de l'absence/présence de ripisylve sur la température des petits cours d'eau de plaine) ;
- l'action plus globale sur le couvert végétal sur le versant ;
- la modification, et en particulier l'uniformisation de la morphologie du cours d'eau et en particulier les perturbations apportées à l'écoulement hyporhéique ;
- les forages dans les nappes alluviales, susceptibles de réduire également les échanges entre le cours d'eau et la zone hyporhéique, les modifications du débit par prélèvement, stockage...
- les actions, prises dans leur ensemble, qui favorisent l'eutrophisation...

Certains aménagements, tels que les barrages, agissent de façons multiples et complexes sur les températures : diminution des échanges avec les flux hyporhéiques, modification du débit et relargage d'eaux plus froides ou plus chaudes, et finalement modification du cycle thermique annuel, susceptible d'agir sur les cycles biologiques.



Le « problème » de la mesure des températures des cours d'eau

La mesure des températures de cours d'eau se heurte à des difficultés inhérentes à toute mesure ponctuelle : elle n'est en premier lieu qu'une indication ponctuelle. Or la température au sein d'une masse d'eau n'est pas homogène. Une mesure ponctuelle ne peut pas aisément être extrapolée selon toutes les dimensions : longitudinale, transversale, verticale. D'une manière générale, le protocole d'implantation et de collecte des données dépend de l'usage qui doit en être fait.

Les paramètres qui influent sur la température sont ceux qui doivent être pris en compte pour estimer ou limiter l'ampleur de l'effet de site.

Les cours d'eau comportent donc souvent des singularités morphologiques, parfois au droit même de la station de mesure, susceptibles d'influencer la mesure de température.

Même dans le cas d'un cours d'eau de dimensions limitées (cf. fig. 5), les profils d'écoulement peuvent être multiples : amont ou aval d'ouvrage, zones ombragées ou non, zones lenticules ou lotiques... et peuvent induire une répartition hétérogène des températures, selon un axe longitudinal, transversal, ou vertical du cours d'eau.

Au-delà de ces circonstances où les conditions d'échanges thermiques varient localement, les différents secteurs d'une section de cours d'eau peuvent même être soumis à des sources d'alimentation différentes, comme par exemple pour la cas de la Loire à Montjean (cf. photographie aérienne fig. 6).

Finalement, sur ce type de sites, le choix de positionnement du capteur a été fait par rapport à l'écoulement et à son maintien toute l'année.

Globalement, sur l'ensemble des sites, le capteur a été situé plutôt en berge, et de façon à être toujours immergé.



Fig. 5 : profils d'écoulement multiples sur une rivière de plaine : zones de courant, zones lentes, chute, zones éclairées ou ombragées...

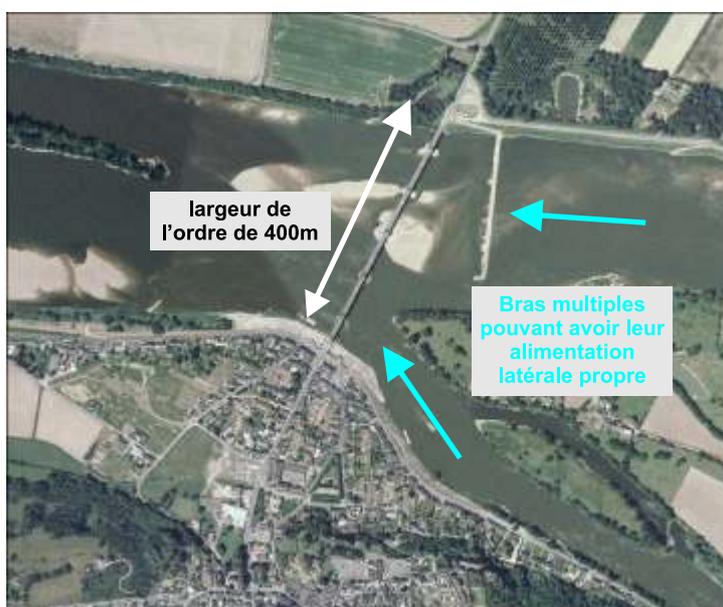


Fig. 6 : Photographie aérienne de la Loire à Montjean : il est difficile de définir une « bonne position » du capteur.

3 - Sites de mesures en continu et données disponibles

Réseau test implanté en Pays de la Loire

A partir de 2003, la DIREN des Pays de la Loire a mis en place un suivi continu des températures sur certains de ses sites de mesures d'hydrométrie (mesure en continu des hauteurs d'eau)

Les stations mises en place entre 2003 et 2008 sont au nombre de 8 (cf. fig. 7) et correspondent à des situations bien distinctes, par l'importance des cours d'eau au droit du point de mesure, par les caractéristiques morphologiques, les conditions hydrologiques. Les paramètres susceptibles de caractériser un site de mesure sont nombreux ; le tableau suivant (fig. 8) résume certains des principaux paramètres descriptifs des stations (les valeurs sont données à titre indicatif et ne relèvent pas, pour la largeur du plan d'eau ou l'altitude, d'une mesure précise):

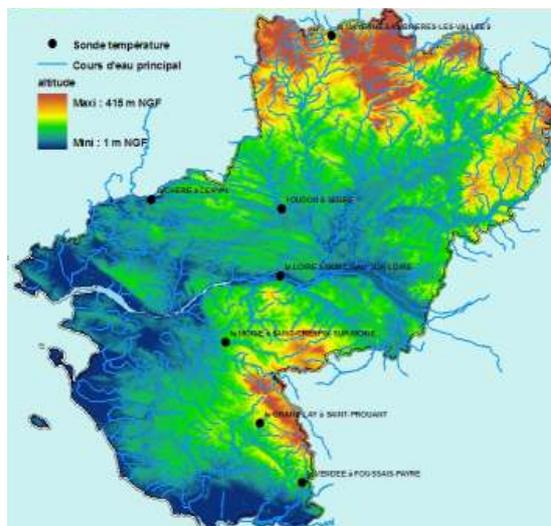


Fig. 7 : répartition des stations de suivi des températures de la DREAL sur la région des Pays de la Loire

Cours d'eau	Station	Altitude estimée (en m)	Module (en m ³ /s)	Largeur du plan d'eau (en m)	Observations sur la morphologie
Mayenne	Cigné	100	9,0	13	Cours naturel, ripisylve dense en amont
Oudon	Segré	21	9,0	32	Zone large
Loire	Montjean	10	850	420	Zone de confluence : variations importantes de morphologie
Moine	St-Crespin	27	3,3	entre 10 et 20	Variations importantes de morphologie (moulin). Plan d'eau amont et zone d'écoulement naturel au droit de la station
Sèvre Nantaise	Tiffauges	43	2,4	15	Zone large en amont
Chère	Derval	8	2,4	15	Cours naturel, ripisylve dense en amont.
Grand Lay	St-Prouant	63	1,3	10	Plan d'eau amont et zone d'écoulement naturel au droit de la station
Vendée	Foussais - Payré	53	entre 1,4 et 2,4 ²	5	Ripisylve partielle en amont.

Fig. 8 tableau des caractéristiques des stations de mesure en continu des températures

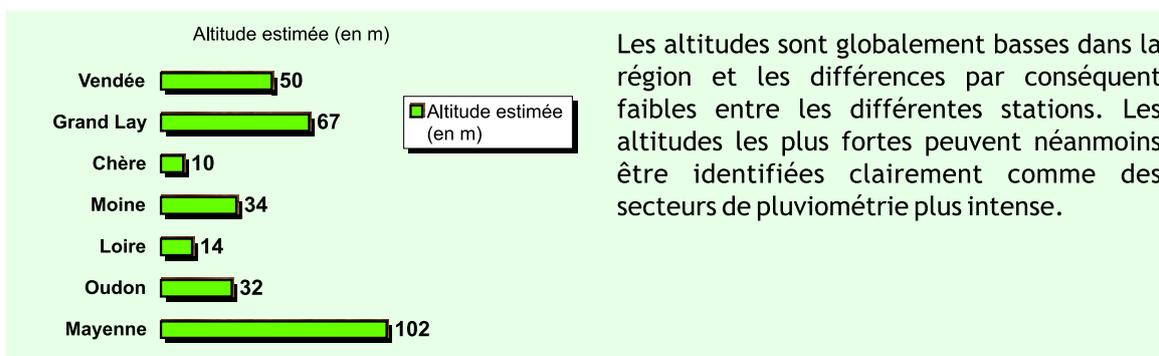
La région des Pays de la Loire comporte une certaine diversité de cours d'eau, bien que ses reliefs soient globalement peu marqués et son climat relativement homogène, caractérisé cependant par un gradient sud-nord d'altitudes et de précipitations moyennes.

Néanmoins, la description des caractéristiques globales ne doit pas faire oublier que la mesure est ponctuelle, et que la recherche de corrélation forte entre ces paramètres descriptifs et les mesures serait donc illusoire.

² Dans la mesure où trop peu de données sont disponibles pour le calcul du module interannuel, celui-ci peut être approché par les quantiles observés sur les débits moyens journaliers : on encadre ainsi le module par les quantiles 0,7 et 0,8

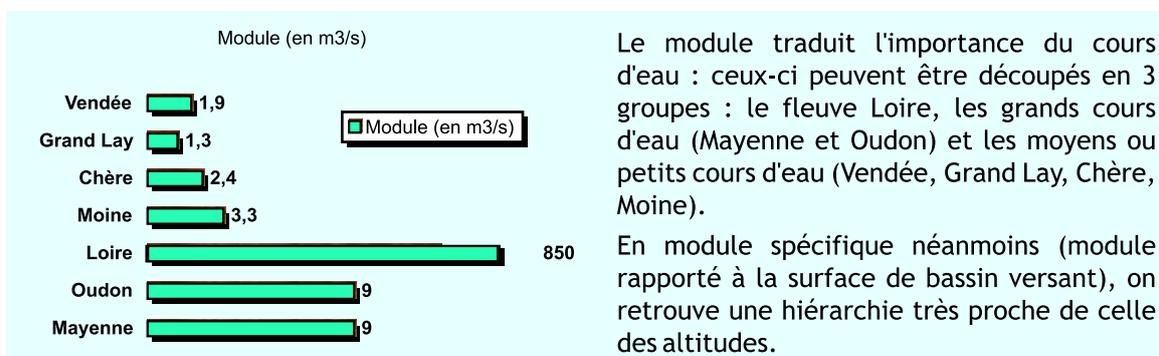


Si on tient compte de cet ensemble de paramètres qui peuvent influencer le régime thermique des cours d'eau, les stations présentent des profils assez variés, comme le montrent les diagrammes suivants sur les altitudes, modules, largeurs de plan d'eau :



Les altitudes sont globalement basses dans la région et les différences par conséquent faibles entre les différentes stations. Les altitudes les plus fortes peuvent néanmoins être identifiées clairement comme des secteurs de pluviométrie plus intense.

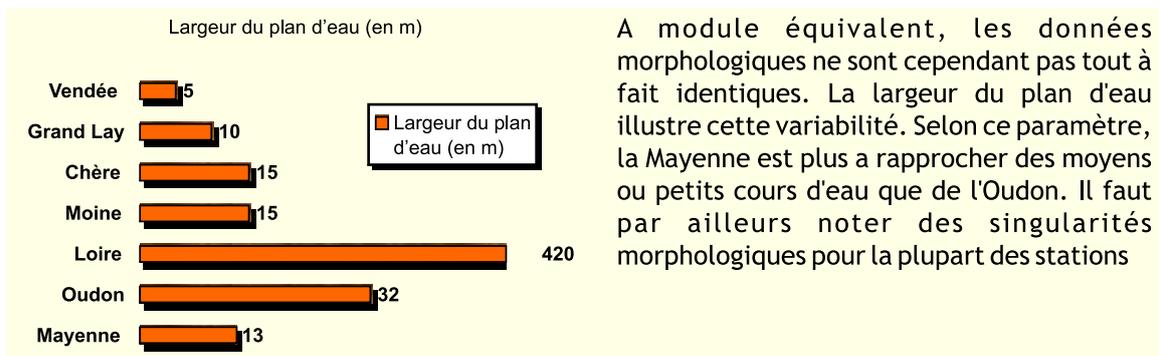
Fig. 9 : Estimation des altitudes des stations de mesure



Le module traduit l'importance du cours d'eau : ceux-ci peuvent être découpés en 3 groupes : le fleuve Loire, les grands cours d'eau (Mayenne et Oudon) et les moyens ou petits cours d'eau (Vendée, Grand Lay, Chère, Moine).

En module spécifique néanmoins (module rapporté à la surface de bassin versant), on retrouve une hiérarchie très proche de celle des altitudes.

Fig. 10 : Modules calculés à partir des données de débits des stations d'hydrométrie



A module équivalent, les données morphologiques ne sont cependant pas tout à fait identiques. La largeur du plan d'eau illustre cette variabilité. Selon ce paramètre, la Mayenne est plus à rapprocher des moyens ou petits cours d'eau que de l'Oudon. Il faut par ailleurs noter des singularités morphologiques pour la plupart des stations

Fig. 11 : Estimation des largeurs de plan d'eau au droit des stations de mesure

Comparaison par rapport aux valeurs seuils du « bon état »

Dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), la définition du bon état amène à examiner le paramètre température parmi l'ensemble des paramètres de physico-chimie. Force est de constater que celui-ci est rarement déclassant : pour qu'une masse d'eau soit « déclassée » par la température, il faudrait que 10 % des valeurs de températures mesurées dépassent la valeur de 25,5 °C (pour les eaux cyprinicoles). Avec des mesures effectuées une fois par mois, cela correspond à deux mesures au-dessus de cette valeur, ce qui, actuellement, ne se produit que très rarement en Pays de la Loire.

Néanmoins, si on s'intéresse aux différentes fonctions biologiques, au-delà de la caractérisation du « bon état » au sens de la DCE, le paramètre température peut être un élément explicatif intéressant dès lors qu'on le compare à des valeurs seuils qu'on sait importantes pour la biologie des organismes aquatiques.

Données collectées

Les données collectées couvrent partiellement les années 2003 à 2008 pour ces 8 stations.

Il a néanmoins été possible de reconstituer certaines données manquantes. Cette reconstitution ne peut toutefois porter que sur des données journalières et dans la mesure où l'analyse a porté principalement sur des comparaisons par rapport à des seuils.

Données disponibles issues des mesures

station	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	
Cigné	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	0	
Derval	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	4	
Foussais	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	2	
Montjean	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	2	
Segré	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	2	
St-Crespin	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	0	
St-Prouant	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Vert	1	
Tiffauges	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	0	
Total		0	2	3	3	1	2	11

Données reconstituées

station	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	
Cigné	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	5	
Derval	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	5	
Foussais	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	5	
Montjean	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	2	
Segré	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	4	
St-Crespin	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	3	
St-Prouant	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	1	
Tiffauges	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	0	
Total		0	5	4	6	5	5	25

Fig. 12 : années-stations disponibles avant et après reconstitution des données manquantes :

En vert, les données complètes pour l'année (calcul possible de moyennes journalières)

En jaune, les données présentes partiellement pour l'année

Le travail de reconstitution des données a permis de passer, en moyennes journalières, d'un lot de 11 années-stations complètes à 25 années-stations (cf. fig. 12).

Le travail de « reconstitution » a donc été fait, dans le cas présent, uniquement sur des moyennes journalières, en fonction de la longueur des chroniques manquantes et de la proximité des seuils de 5°C et 20°C dans les chroniques corrélées : il ne s'agit pas de combler des défauts de mesure par interpolation, ce qui ne peut se faire que pour des durées de quelques heures, mais d'estimer des valeurs moyennes journalières en utilisant des corrélations avec d'autres valeurs (température d'un autre cours d'eau, température de l'air). Ici, les corrélations n'ont été faites que par rapport à d'autres cours d'eau, et ne sont pas valables dans l'absolu, mais surtout au regard des analyses recherchées : allure générale des variations, calcul des minimums et maximums, comparaison à des seuils bas et haut (cf. 4 et 5 pages suivantes).

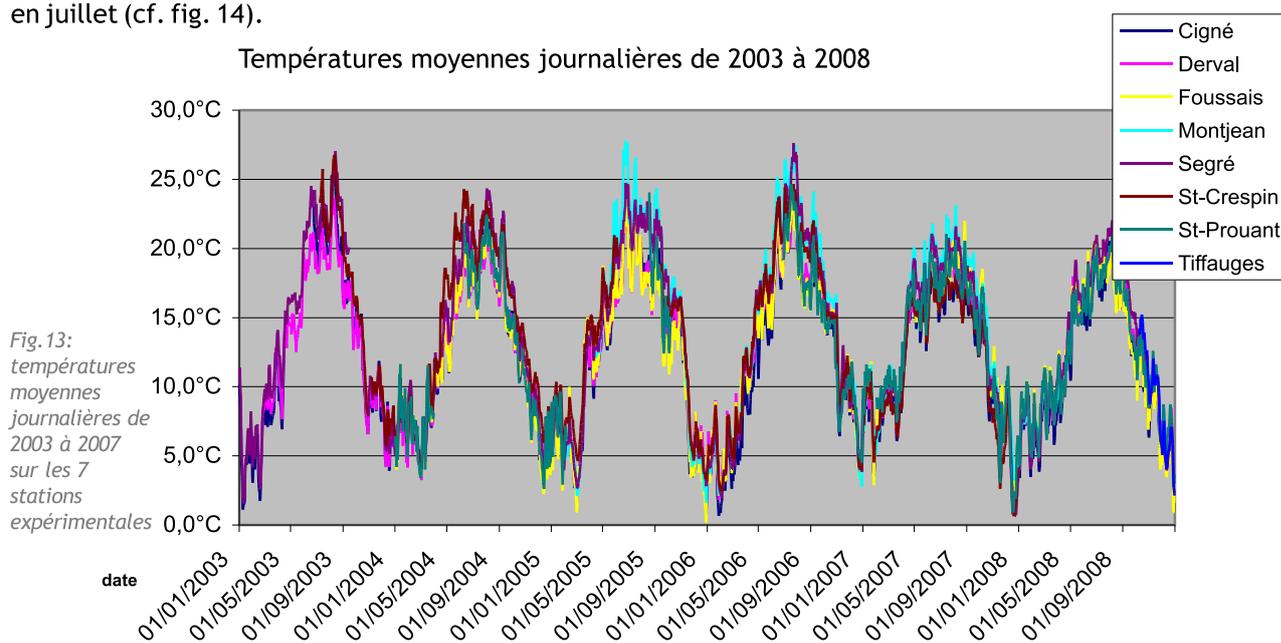


4 - Analyse des données

Des régimes thermiques comparables...

L'analyse des données continues depuis 2003 montre des données proches entre les stations : les températures varient globalement entre 5°C et 25°C, selon des cycles saisonniers très proches entre les différents cours d'eau (cf. fig. 13).

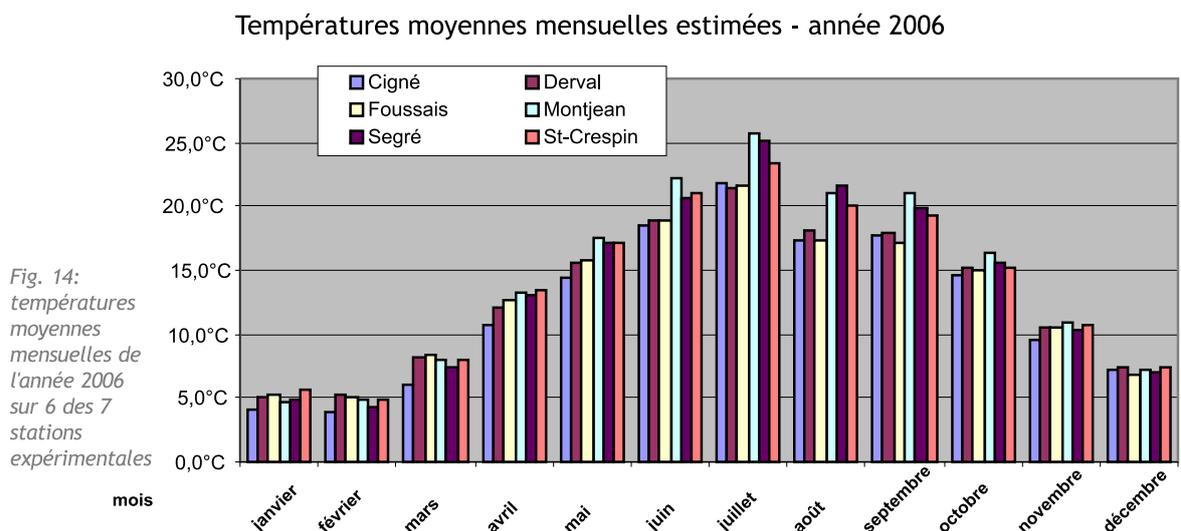
En moyennes mensuelles, si on compare sur l'année 2006 (une des années pour lesquelles on a pu estimer les valeurs pour le plus grand nombre de stations), les régimes thermiques apparaissent aussi tout-à-fait comparables, avec un minimum en janvier ou février, et un maximum en juillet (cf. fig. 14).



... mais des différences à signaler

Si on examine les données de plus près, et en particulier en isolant certaines années ou certains événements, on peut toutefois noter des différences.

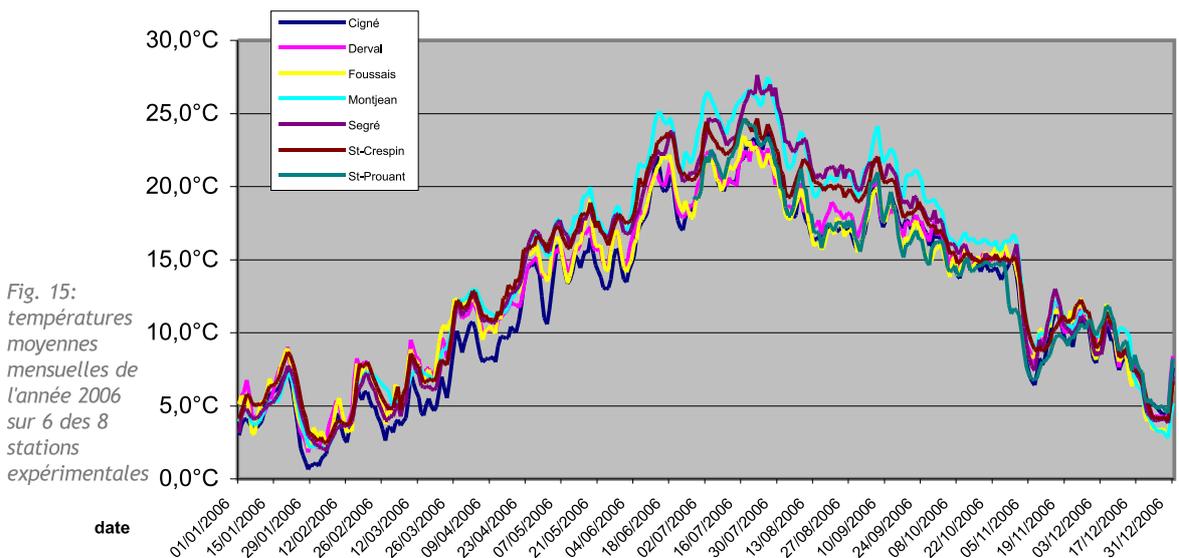
Sur l'année 2006 par exemple (cf. fig. 15), on constate que les stations de Montjean et Segré se détachent assez nettement pour les maximums, tandis que la station de Cigné se distingue par ses minimums. En première approche, on pourra expliquer ces particularités, de façon qualitative, par la largeur du plan d'eau (qui renforce les échanges atmosphériques et limite l'effet éventuel de la ripisylve) pour Segré et Montjean, ou a contrario par l'importance de la ripisylve pour Cigné.



Ces nuances sont d'autant plus importantes au regard des éléments connus quant à la biologie des cours d'eau, puisque les extrêmes mesurés sont proches de seuils significatifs pour la biologie aquatique.

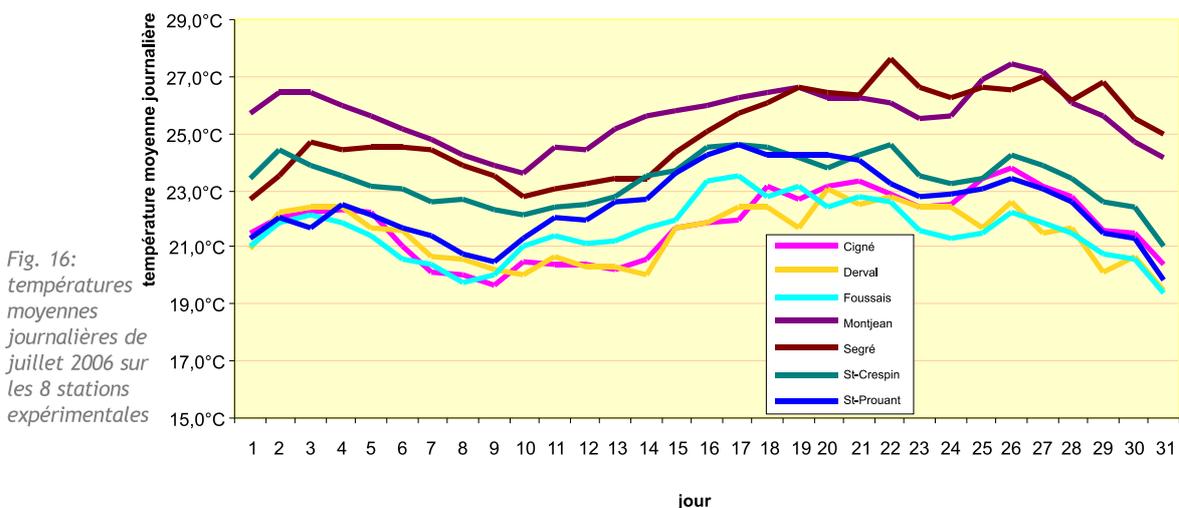
En zoomant la comparaison sur le mois de juillet 2006 (cf. fig. 16), qui est un des mois les plus chauds de la période 2003-2008, on voit bien que les températures maximales aux stations de Segré et Montjean s'écartent des autres de plus de 3°C, et qu'elles sont les seules à se situer une grande partie du mois au-dessus du seuil de 24-25°C.

Températures moyennes journalières 2006



Au-delà des régimes thermiques globaux, l'analyse des données en continu fournit des indications sur les variations quotidiennes (cf. fig. 16 ci-dessous) : la température varie, au cours du mois, entre 23 et 28°C pour la Loire ou entre 20 et 24°C pour Cigné ou Saint-Prouant, en passant par de multiples phases de montées et de descente.

Températures moyennes journalières juillet 2006



Un examen plus fin des données montre en outre les variations jour/nuit : sur la station de Montjean en juillet 2006 par exemple, on constate une régularité de cette variation, avec une amplitude de 0,5 à 1°C, qui s'estompe néanmoins dans les phases de plus forte variation (cf. fig. 17).



Cette variation journalière est encore plus forte pour les plus petits cours d'eau, pour lesquels elle peut atteindre plusieurs degrés par jour : dans le cas de l'Oudon (fig. 18), l'amplitude maximale atteint 2,75 °C pour la même période ; dans le cas de la Mayenne (fig. 19), l'amplitude journalière dépasse souvent 3 °C pour atteindre un maximum de 3,86 °C, alors que l'amplitude mensuelle, elle, est plus faible.

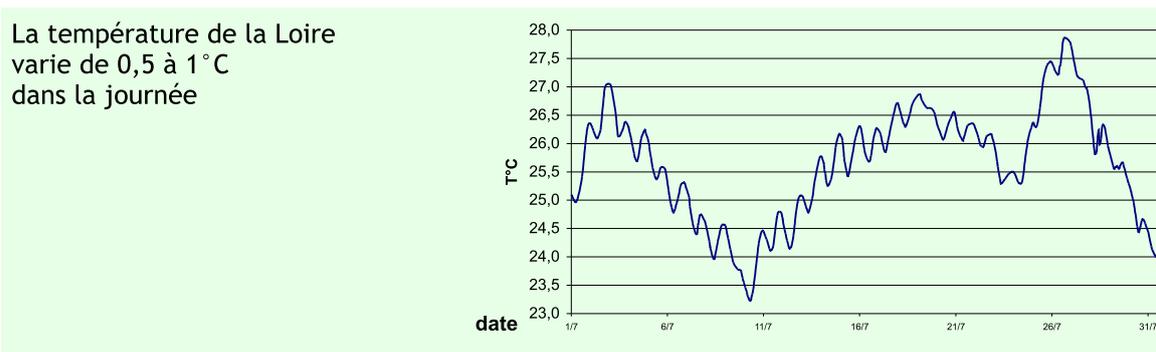


Fig. 17: températures instantanées de la Loire à Montjean en juillet 2006

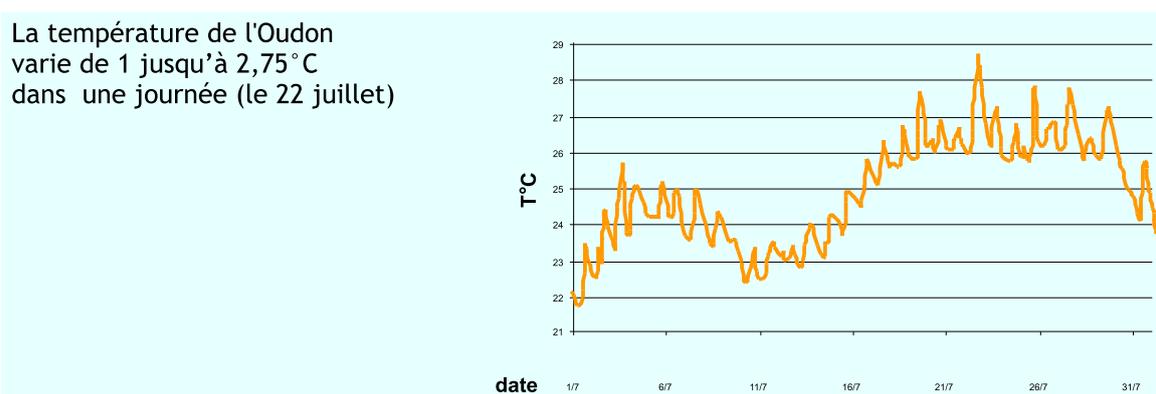


Fig. 18: températures instantanées de l'Oudon à Segré en juillet 2006

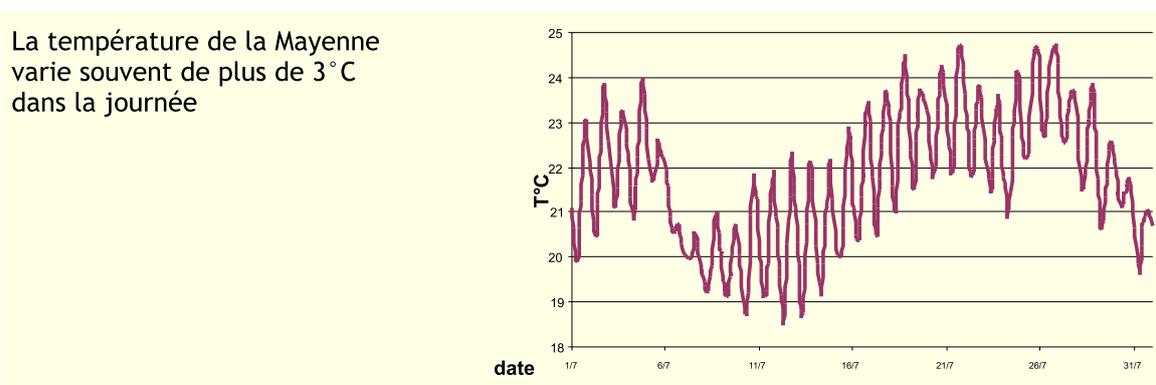


Fig. 19: températures instantanées de la Mayenne à Cigné en juillet 2006

Une analyse plus poussée consisterait à comparer ces données aux températures de l'air, ce qui n'a pas pu être fait dans le cadre du présent travail.

5 - Vers des indicateurs température

Comparaison entre les mesures en continu et des mesures ponctuelles

L'observation physico-chimique des cours d'eau, notamment dans le cadre des réseaux de surveillance de la directive cadre sur l'eau, donne lieu à des mesures régulières mais néanmoins ponctuelles de températures en divers sites jugés représentatifs de l'ensemble des cours d'eau. Elle aboutit globalement à la prise d'une mesure par mois.

Il s'agit donc d'une mesure mensuelle, qui peut être comparée d'une part aux moyennes mensuelles issues des mesures en continu (cf. fig. 20), et d'autre part à la variabilité constatée pour le mois donné (cf. fig. 21). Pour la Mayenne, dont l'amplitude de variation est généralement plus faible, on note au mois de mars 2007 par exemple un écart de plus de 8°C entre le minimum et le maximum.

Dans tous les cas une mesure ponctuelle ne rend pas compte de la diversité des conditions rencontrées durant le mois.

Et ces écarts sont dus avant tout à la variabilité mensuelle voire journalière des températures, plus qu'aux différences de conditions de mesure.

On constate donc qu'en l'absence de mesures continues, la connaissance des températures des cours d'eau par des mesures ponctuelles demeure très sommaire.

Comparaison entre mesure continue et prélèvement ponctuel: la Mayenne à Cigné en 2007

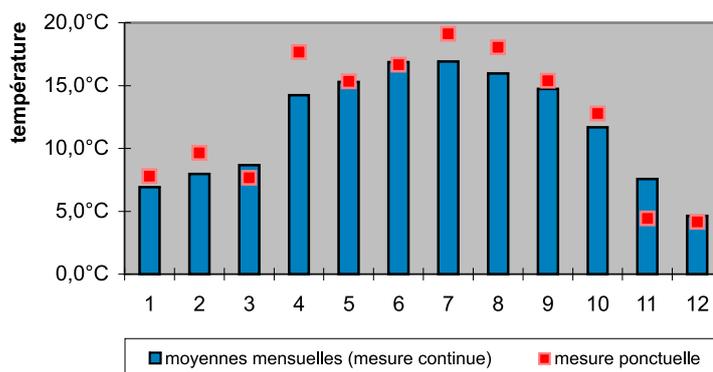


Fig. 20 : Graphique de comparaison des mesures ponctuelles et des moyennes mensuelles pour une station donnée

Profils des estimations de températures - La Mayenne à Cigné en 2007

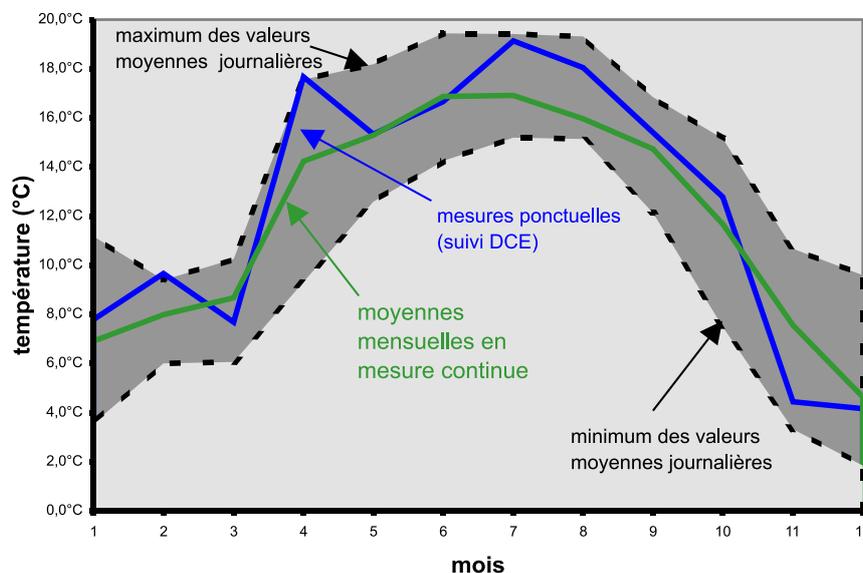


Fig. 21 : mesures ponctuelles, moyennes mensuelles et amplitudes de variation des températures de la Mayenne à Cigné en 2007



Comparaison par rapport aux valeurs seuils du « bon état »

En 2006, la température moyenne journalière de la Loire à Montjean a dépassé 25 °C pendant 39 jours

Dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), la définition du bon état amène à examiner le paramètre température parmi l'ensemble des paramètres de physico-chimie. Force est de constater que celui-ci est rarement déclassant : pour qu'une masse d'eau soit « déclassée » par la température, il faudrait que 10 % des valeurs de températures mesurées dépassent la valeur de 25,5 °C (pour les eaux cyprinicoles). Avec des mesures effectuées une fois par mois, cela correspond à deux mesures au-dessus de cette valeur, ce qui, actuellement, ne se produit que très rarement en Pays de la Loire.

Néanmoins, si on s'intéresse aux différentes fonctions biologiques, au-delà de la caractérisation du « bon état » au sens de la DCE, le paramètre température peut être un élément explicatif intéressant dès lors qu'on le compare à des valeurs seuils qu'on sait importantes pour la biologie des organismes aquatiques.

Caractérisation par les conditions thermiques des cours d'eau

D'une manière plus globale, on pourrait utiliser le paramètre température, en plus des paramètres classiques d'hydrologie, pour caractériser une année sur un cours d'eau (cf. fig. 22) : on a testé ici une comparaison des années-stations en fonction du nombre de jours de dépassement de valeurs seuils de 5 °C (inférieure) et 20 °C (supérieure)

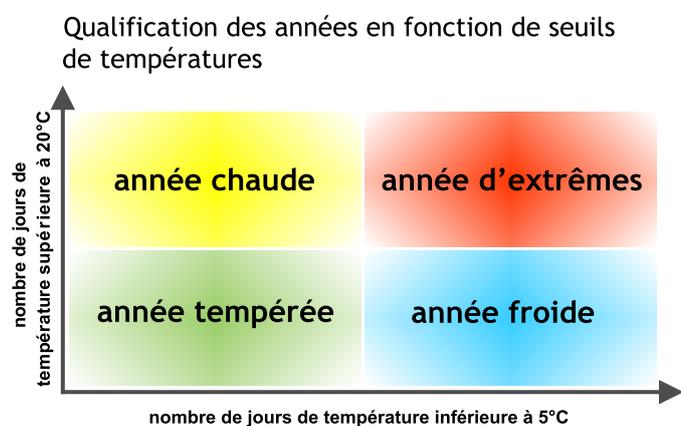


Fig. 22 : schéma de qualification des années en fonction du dépassement des seuils de 5 °C et 20 °C

Lorsqu'on représente les années-stations reconstituées selon ce graphe (cf. fig. 23), on distingue alors assez nettement certaines convergences : l'année 2007 apparaît comme une année particulièrement tempérée, tandis que l'année 2006 apparaît comme une année d'extrêmes.

L'utilisation des valeurs seuils paraît notamment un élément intéressant pour suivre les effets du changement climatique, et envisager des corrélations avec les données d'hydrobiologie, corrélations qui sont encore trop hasardeuses avec les courtes séries actuellement disponibles.

Pour ce type d'analyse, seule la mesure en continu permet de produire la comparaison à des seuils.

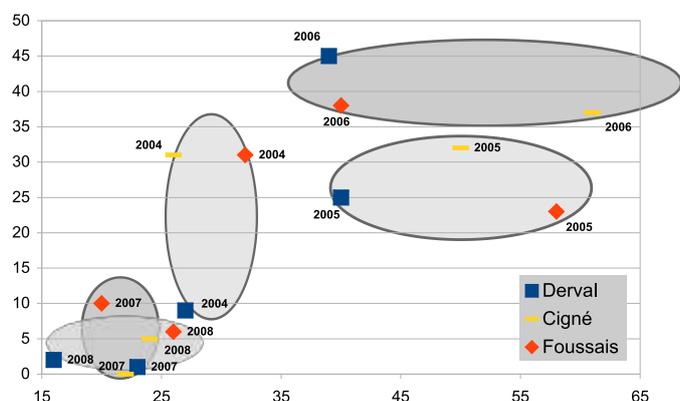


Fig. 23 : caractérisation des années thermiques pour 3 stations

³ Une valeur de 24 ou 25 °C correspond davantage à une limite pour certaines fonctions biologiques, mais n'était pas suffisamment discriminante pour l'ensemble des années-stations sur la période des mesures. Par contre, pour une station donnée particulièrement « chaude » (comme par exemple Segré), le graphe avec la valeur seuil de 24 °C donne aussi des résultats intéressants.

conclusion

La mesure des températures en continu comporte les difficultés inhérentes à toutes les mesures en continu, et en particulier en terme de protocoles de mesure et de moyens humains nécessaires pour assurer dans les faits cette continuité, et gérer ensuite les données : valider, reconstituer, bancariser, mettre à disposition.

Il s'agit pourtant d'une connaissance essentielle, qu'il faudra savoir relier à la connaissance de l'hydrobiologie qu'impose désormais la DCE, et qui pourrait par ailleurs donner lieu à de nouvelles attentes en terme de gestion de crises.

Mieux connaître les évolutions des températures extrêmes constitue par ailleurs une nécessité compte tenu de l'effet potentiel de ces dernières sur la biologie des écosystèmes aquatiques.

Sur un très petit réseau et peu d'années de recul, les résultats obtenus par la DRAEL Pays de la Loire sont d'ores et déjà encourageants quant à la différenciation des cours d'eau, l'identification de phénomènes particuliers, la caractérisation thermique des périodes temporelles.

En 2009, 5 nouvelles sondes ont été installées par la DREAL, de façon à mieux couvrir les différents types de cours d'eau.

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures et transports

**Présent
pour
l'avenir**

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement

Service ressource naturelles et paysages
34, place Viarme BP 32205
44022 Nantes cedex 1
tél : 02.40.99.58.55
fax : 02.40.99.58.78
courriel : DREAL-Pays-de-la-Loire@
developpement-durable.gouv.fr