



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**Stratégie nationale relative au
suivi en continu de la température
des cours d'eau et plans d'eau**

I. Introduction

La température des masses d'eau de surface joue un rôle crucial dans la santé des écosystèmes aquatiques et la biodiversité des peuplements qui y résident. Ce paramètre clé influence la dynamique de ces écosystèmes en affectant la distribution spatiale des organismes vivants, leur croissance, leur reproduction, leur comportement ou encore leur état sanitaire. Par exemple, des températures élevées couplées à des teneurs en nutriments élevées peuvent stimuler la croissance des algues, entraînant ainsi des problèmes de qualité de l'eau tels que la prolifération d'algues toxiques, la désoxygénation des milieux ou l'accumulation de matière organique. Des températures à la fois trop élevées et précoces dans l'année peuvent aussi perturber le cycle de vie et l'activité biologique des espèces en créant par exemple des décalages phénologiques entre proies et prédateurs ou en allongeant les périodes au-delà des seuils critiques de température et d'oxygène. En effet, la solubilité de l'oxygène diminue lorsque la température s'élève, créant une double contrainte pour les espèces aquatiques. La température est également un facteur déterminant dans l'évaporation de l'eau, ce qui affecte directement la disponibilité des réserves pour les différents usages (eau potable, irrigation, industrie ...).

Au fil des dernières décennies, la température des masses d'eau de surface en France hexagonale a connu une hausse significative, attribuable au changement climatique¹. Cette hausse engendre des modifications dans la répartition géographique des espèces, la composition et l'abondance des peuplements. Cette tendance va se poursuivre dans les années à venir, avec une augmentation du nombre et de l'intensité des épisodes de canicule et de sécheresse, qui auront des conséquences de plus en plus marquées sur la biodiversité, les fonctionnalités écologiques des milieux aquatiques, la ressource en eau, les usages et le cycle de l'eau.

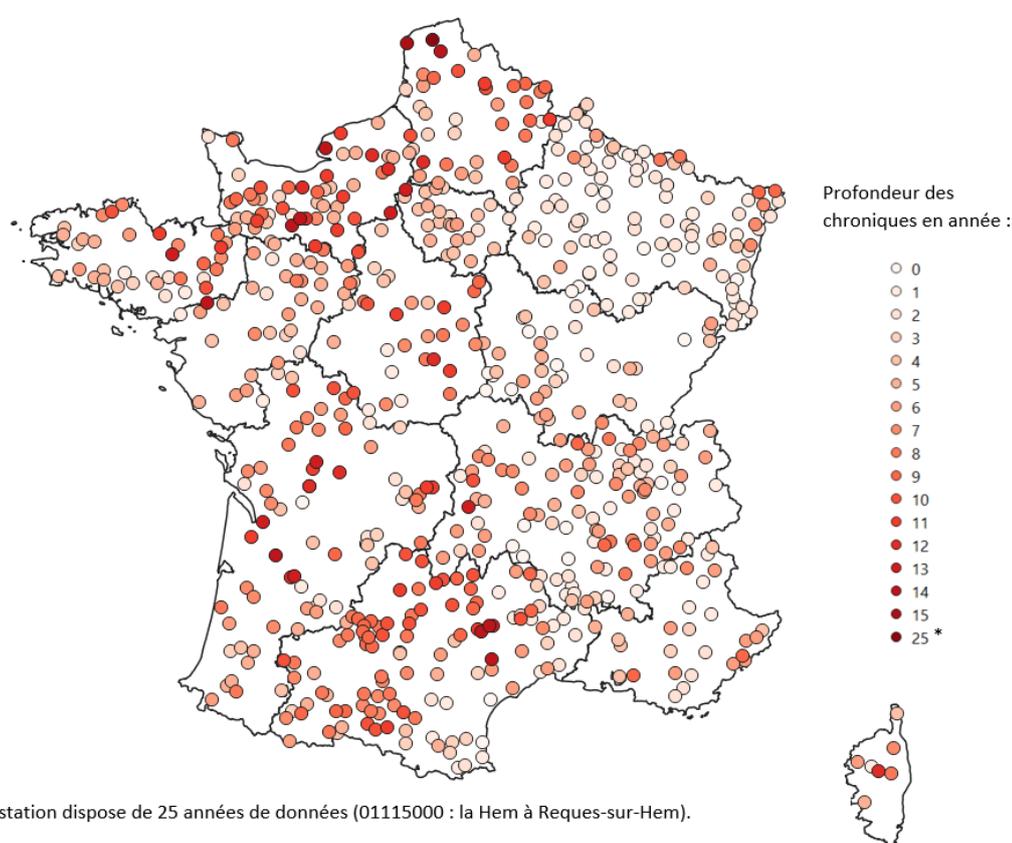
La surveillance **en continu** de la température des eaux de surface continentales, avec des chroniques longues de données, permet de documenter les effets du changement climatique et donc de contribuer à anticiper les effets, pour *in fine* être en capacité de s'adapter à ces changements. Le suivi en continu répond donc à un besoin crucial des autorités publiques, qui cherchent à optimiser la gestion de la ressource en eau pour prévenir les impacts des épisodes de canicules et de sécheresse sur les écosystèmes et la ressource en général. Plus précisément, la collecte de ces données de température est précieuse pour améliorer la connaissance de l'évolution des valeurs des éléments de qualité en conditions de références dans le cadre de l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau en aidant à identifier la part due aux évolutions thermiques, mais aussi pour alimenter les connaissances sur les espèces aquatiques. Elle peut aussi contribuer à mieux comprendre et mieux anticiper les modifications du cycle de l'eau consécutives aux changements de régimes thermiques (notamment ceux liés à l'augmentation de l'évaporation). Enfin, une documentation précise de la température et de son évolution dans le cadre du changement climatique est essentielle pour adapter les politiques publiques en matière de gestion de l'eau et des milieux aquatiques.

Le suivi en continu de la température de masses d'eau de surface continentales apparaît comme un élément indispensable pour une gestion durable de la ressource en eau et la protection de la biodiversité des écosystèmes aquatiques.

¹ Caballero, Y., S. Voirin-Morel, F. Habets, J. Noilhan, P. LeMoigne, A. Lehenaff, and A. Boone (2007), Hydrological sensitivity of the Adour-Garonne river basin to climate change, *Water Resour. Res.*, 43, W07448, doi:10.1029/2005WR004192.

II. État des lieux

Depuis 2008, l'Office français de la biodiversité (OFB) suit en continu le paramètre température sur des stations de surveillance des eaux de surface continentales de France hexagonale. Ces suivis constituent le Réseau National de suivi de la Température (RNT). Ce réseau compte 608 stations en cours d'eau avec au moins une année de données (365 jours) entre 2008 et 2023 (cf. carte 1) et 14 stations en plans d'eau avec au moins une année de données entre 2013 et 2023 (<https://dashboard.ecla.inrae.fr/lacs-temperatures-suivi-en-continu/>). Il vise à répondre aux enjeux relatifs aux changements globaux, à améliorer la connaissance du fonctionnement des écosystèmes aquatiques et à évaluer les impacts des activités humaines sur ces derniers. Le RNT continue actuellement de se développer et de nouvelles stations sont installées chaque année.



Carte 1 : Profondeurs des chroniques de données disponibles pour les stations suivies par l'OFB dans le cadre du RNT cours d'eau entre 2008 et 2023 (octobre)

Au-delà des suivis réalisés par l'OFB, de nombreux acteurs portent également des dispositifs de suivi en continu de la température. Pour avoir une meilleure idée du panel d'acteurs dans le domaine du suivi en continu de la température, l'OFB a réalisé en 2020 un état des lieux des producteurs de données de la température en continu. Les résultats ont permis de dresser un panorama général sur le sujet et fait apparaître une grande diversité de producteurs : Fédérations départementales de pêche, DREAL, OFB, parc nationaux et parcs naturels régionaux, collectivités territoriales (syndicats mixte, syndicats d'eau, conseils départementaux ...), instituts de recherche, associations, exploitants et industriels (VNF, EDF, Producteurs d'eau potable, etc...). Le périmètre d'étude est fonction de leurs

objectifs et du périmètre géographique sur lequel s'exerce leurs compétences. De plus, selon les opérateurs, les suivis sont de fréquences très diverses. On retrouve 1) des suivis très ponctuels, souvent réalisés pour associer une donnée température à un prélèvement lié à la surveillance de la qualité des eaux, par exemple lors d'interventions de la police de l'eau, 2) des suivis intermittents qui sont réalisés à fréquence relativement élevée mais sur une période limitée (plusieurs semaines à plusieurs mois dans l'année), souvent réalisés pour documenter les effets de la température sur la biologie des espèces, en particulier lors des périodes de reproduction, et enfin 3) les suivis en continu réalisés sur plusieurs années, tel que réalisé par le RNT de l'OFB, qui permettent de générer des chroniques de données sur plusieurs années. Ce sont ces données, en continu, qui permettent de documenter l'impact du changement climatique sur la température des masses d'eau.

Les résultats de cet état des lieux ont également permis de souligner le grand intérêt d'une valorisation de ces données, que ce soit dans un but scientifique ou d'appui aux politiques publiques en faveur des écosystèmes aquatiques. Toutefois la diversité des approches, des objectifs visés et des modalités de structuration des réseaux de mesure (implantation, densité de stations et modalités de stockage de la donnée) peut rendre l'exercice complexe.

A ce jour, il existe une grande diversité d'acteurs qui réalisent des suivis de la température des cours d'eau et plans d'eau en France, mais en dépit de ces diverses initiatives, force est de constater que les données ainsi collectées en continu ne sont que trop peu utilisées et valorisées.

III.Stratégie nationale

Partant de ce contexte et de cet état des lieux, un groupe de travail, composé des principaux acteurs publics en charge de la gestion quantitative et qualitative des masses d'eau, a été mis en place afin de définir une stratégie nationale en matière de suivi en continu de la température des masses d'eau de surface continentales. Le groupe de travail vise à fournir un cadre commun pour produire et mettre à disposition des données de bonne qualité et d'optimiser les financements à mobiliser pour cela, notamment les financements publics. Cette stratégie nationale, portée par le Ministère en charge de l'Environnement, répond tout d'abord à différents objectifs de court terme, et également de plus long terme. Pour répondre à ces objectifs, il apparaît la nécessité de i) définir un réseau pérenne de stations de suivi de la température en continu, et ii) de construire un outil numérique pour bancariser, analyser et visualiser les données. Enfin, il est nécessaire de mobiliser l'ensemble des acteurs pour valoriser l'ensemble des données produites sur le territoire. Cette mobilisation passera notamment par la mise à disposition de l'outil numérique développé.

1. Pourquoi suivre la température des cours d'eau et plans d'eau ? Quels objectifs ?

- *Documenter sur le long-terme, à l'échelle des grands bassins et du territoire national, les grandes tendances d'évolution de la température des eaux continentales dans le cadre du changement climatique ainsi que les impacts sur les écosystèmes aquatiques* : la température de l'eau est un indicateur important du changement climatique. En particulier, les suivis intermittents et en continu sont les plus intéressants puisqu'ils peuvent aider à quantifier ces tendances et à évaluer leurs impacts sur les écosystèmes aquatiques. Les données recueillies sont nécessaires à l'évaluation des tendances de fond et à la documentation des épisodes extrêmes. Elles pourraient aussi permettre d'évaluer la part de l'évaporation, dont la température est l'un des facteurs clefs, dans les modifications du cycle de l'eau. Elles peuvent

également servir à mieux comprendre les liens entre les écosystèmes aquatiques et ce paramètre, mais également à identifier les zones où les écosystèmes aquatiques sont les plus vulnérables à ces changements. Plus spécifiquement, dans le cadre de l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau de surface continentales telle que prescrite par la directive cadre sur l'eau, ces données sont précieuses pour documenter et prendre en compte l'évolution des conditions de référence. L'acquisition en continu de données de thermie permettrait également d'alimenter les modèles de prédiction des températures de l'eau pour anticiper les impacts sur les écosystèmes aquatiques.

Evaluer l'efficacité des mesures de gestion de l'eau et des milieux aquatiques : Le suivi en continu de la température de l'eau peut aider à évaluer l'efficacité des mesures adaptatives de gestion de l'eau, telles que la réglementation de la pêche en eau douce ou la mise en œuvre de zones de protection en lien avec les périodes de reproduction des espèces. De plus, l'ensemble des mesures liées à la restauration hydromorphologiques des cours d'eau telle que la végétalisation des berges, la restauration de radiers ou la suppression des seuils, peut être éclairé par ce type de suivi. Les données de température, parmi d'autres indicateurs, peuvent aider à évaluer l'efficacité des politiques de restaurations qui doivent permettre aux écosystèmes aquatiques de s'adapter au changement climatique.

Améliorer la planification de l'utilisation de l'eau : Les données de température en continu sont précieuses pour aider à planifier les usages de l'eau. Par exemple, si les températures de l'eau augmentent, il peut être nécessaire d'adapter les usages pour réduire les impacts sur les écosystèmes aquatiques et les activités économiques qui dépendent de cette ressource. De plus, les suivis en continu permettent, dans une certaine mesure, de documenter les changements de température imputables aux activités humaines et ceux dues au changement climatique. Ces informations permettront d'orienter la planification et les mesures de gestion prioritairement vers une atténuation des effets des activités humaines.

Détecter, sur l'ensemble du territoire, les changements de température qui pourraient affecter la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques pour prioriser les actions correctives ou palliatives à mettre en place. Dans un objectif de plus long terme, l'accès à une donnée de température en continu, idéalement en direct, permettra aux autorités compétentes de communiquer et prendre rapidement des mesures de gestion. Par exemple, concernant la surveillance des espèces invasives, dans les zones où celles-ci ont été identifiées, la température de l'eau est un indicateur parmi d'autres pour aider à surveiller leur propagation, et prendre en conséquence les mesures de gestion adaptées. Elle peut aussi aider à mieux gérer les risques d'eutrophisation et à anticiper ou réduire les mortalités d'organismes (notamment les poissons).

2. Définir un réseau national pérenne de suivi en continu de la température des cours d'eau et plans d'eau.

Construire un réseau pérenne de mesure est un élément clé de la stratégie nationale qui doit permettre d'aboutir au maillage spatial et temporel le plus optimal possible du territoire de France hexagonale dans un premier temps, et des Outre-mer dans un second temps. Ce réseau pérenne doit permettre de collecter des séries de données thermie sur le long terme afin de répondre à l'objectif principal : la documentation de l'évolution des températures des masses d'eau dans le cadre du

changement climatique et ses impacts sur les écosystèmes aquatiques. Le maillage devra pour cela répondre à deux critères principaux : 1) la pérennité, qui peut se traduire en pratique par un choix de stations devant être en mesure de fournir des données de température en continu sur plusieurs dizaines d'années sans interruption et 2) la représentativité, avec un réseau de stations qui doit permettre de représenter le réseau hydrographique français dans toute sa diversité à la fois en termes d'habitats, de tailles de cours d'eau mais aussi de régimes thermiques. Ce réseau devra être rationalisé et dimensionné en se basant sur l'existant. Les stations des programmes de surveillance de l'état des eaux et de mesures quantitatives gérés par des acteurs publiques (OFB, agences de l'eau, DREALs, VNF), pour l'essentiel choisies parmi celles qui sont exemptes de pressions anthropiques entraînant des anomalies thermiques notoires, formeront le socle de ce réseau national pérenne de mesure. Les stations de mesure de ce réseau devront répondre à un cahier des charges harmonisé et adapté aux objectifs, qu'il conviendra de préciser. En particulier, la localisation, la pérennité des dispositifs et l'utilisation de protocoles standardisés pour assurer la comparabilité et l'exploitabilité des données recueillies pour les analyses à long terme seront des critères essentiels. Le développement d'un cahier des charges et de documents méthodologiques sera réalisé par le groupe de travail national. Enfin, sur le long terme, ce réseau pérenne devra se développer pour améliorer le maillage du réseau hydrographique et répondre aux enjeux et objectifs de la présente stratégie.

3. Développer un outil de bancarisation national des données de thermie.

La diversité des acteurs et des producteurs de données température en continu se traduit également par une grande diversité des modalités de bancarisation, de mises en qualité et de diffusion des données. L'absence d'outil fédérateur permettant de répondre de façon harmonisée à ces enjeux limite à la fois l'accessibilité à la donnée, sa mise en qualité, sa standardisation selon des pratiques communes, sa pérennité, mais également sa valorisation.

Le développement d'un outil comblant ce manque, devra répondre aux besoins de l'OFB, des DREAL, des Agences de l'eau et des autres producteurs (fédérations départementales, collectivités territoriales, ...) afin de bancariser les données le plus largement possible. Cet outil étant également essentiel pour l'élaboration des politiques publiques à l'échelle nationale, sa finalisation devra permettre la bancarisation des données du nouveau réseau national pérenne, dès que possible,

Une première expression de besoins sera à rédiger au regard des attentes identifiées par le groupe de travail national et les producteurs de données participant à ces réflexions. Elle reposera également sur les spécifications des outils existants et la connaissance acquise par leurs gestionnaires. L'ergonomie, la visualisation, la qualification des données, la mise à jour des référentiels seront autant de caractéristiques dont l'outil devra tenir compte. Il devra aussi répondre aux problématiques propres à cette thématique, notamment concernant la volumétrie des données, les modalités de mises en qualité et la métrologie. L'interopérabilité sera un axe fort, une vigilance toute particulière sera à apporter dans les standards employés qui devront se baser sur les travaux du Sandre.

Le périmètre de l'outil se concentrera dans un premier temps sur les données de température en continu des eaux superficielles, cours d'eau et plans d'eau. Cependant, dans la mesure du possible, l'outil sera construit pour anticiper, dans un second temps, l'intégration d'autres types de données telles que des données ponctuelles, des données produites sur d'autres types de milieux (eaux souterraines, littorales, ...), ou d'autres paramètres mesurés en continu (par exemple l'oxygène dissous).

Cet outil performant offrira ainsi la possibilité de rendre accessible de nombreux jeux de données de qualité, répondant à des standards d'échanges nationaux, dans une optique de valorisation des

données et d'appui aux politiques publiques. Il proposera par exemple la possibilité de visualiser graphiquement des chroniques de données températures. L'outil permettra ainsi de répondre aux objectifs de la stratégie nationale en ce qui concerne l'évaluation de l'efficacité des mesures de gestion et de planification de l'utilisation de l'eau, ainsi que, sur le plus long terme, la détection de changements de température qui pourraient affecter la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques. La mobilisation et la participation de l'ensemble des producteurs de données de température pour alimenter cet outil sera donc essentiel pour atteindre les objectifs. Par ailleurs, au-delà des suivis en continu collectés au travers du réseau pérenne, l'outil permettra la collecte des données de températures issues des suivis ponctuels et intermittents réalisés par la grande diversité des producteurs.

4. Mobiliser, en complément des producteurs nationaux, l'ensemble des producteurs de données thermie, sur l'ensemble du territoire.

L'état des lieux des producteurs a permis de mettre en avant une grande variété d'acteurs dont les objectifs poursuivis ne sont pas toujours orientés vers la connaissance et la documentation du changement climatique à long terme. Cependant, ces acteurs produisent des données ponctuelles, intermittentes, et parfois en continu qui peuvent être précieuses pour les autorités publiques, et peuvent permettre de répondre en partie aux objectifs de la stratégie nationale. Il est donc essentiel que ces acteurs soient mobilisés dans un objectif de partage de la donnée produite. Cette mobilisation pourra se faire *via* la fédération des acteurs autour des objectifs de la présente stratégie, en particulier en ce qui concerne l'acquisition de données pour l'optimisation des politiques publiques en matière de protection des écosystèmes aquatiques et de leur biodiversité. Pour aider ces acteurs à développer leur activité de suivi en continu de la température, un outil de bancarisation national pour valoriser les données produites, ainsi que de documents méthodologiques seront mis à disposition. De plus, les financements publics octroyés pour les suivis thermie de ces acteurs seront conditionnés au respect des prescriptions méthodologiques et au versement des données produites dans cet outil national. Enfin, les mesures de thermie déjà acquises dans le cadre d'études locales (souvent à partir de fonds publics) pourront également être capitalisées par les maîtres d'ouvrages *via* cet outil de bancarisation national.

Cette mobilisation de l'ensemble des producteurs (collectivités territoriales, syndicats mixte, syndicats d'eau, conseils départementaux, VNF, DDT, instituts de recherche, associations, exploitants et industriels, EDF, Producteurs d'eau potable, etc...) se fera principalement au niveau local *via* les services et opérateurs de l'Etat qui sont au plus proche du terrain, et en particulier *via* la communication de la présente stratégie.