



erapictures/Shutterstock

Les orages violents charrient des sédiments, renforçant l'érosion des sols. La qualité de l'eau pourrait en pâtir.

### Des stratégies pour l'adaptation

Les hydrosystèmes d'eau douce et les espèces qui les peuplent ont des capacités naturelles d'adaptation aux évolutions climatiques, notamment leur adaptabilité et la migration des populations. Néanmoins, de trop fortes pressions humaines locales (agricoles, industrielles et urbaines) sur le milieu réduisent ce potentiel adaptatif, les milieux se dégradant trop vite pour laisser le temps aux espèces de s'adapter, et rendant les hydrosystèmes vulnérables.

Les stratégies d'adaptation ont pour enjeu de restaurer la résistance des hydrosystèmes face aux contraintes climatiques, en privilégiant une gestion de la disponibilité en eau et de la biodiversité qui soit économiquement viable et fondée sur le partage des ressources et l'optimisation des usages. Il s'agit de réaliser des économies *via*

des actions techniques (réduction des fuites, recyclage), financières (tarification progressive encourageant les économies d'eau), un changement des pratiques (agricoles, industrielles ou domestiques) et une répartition plus équitable et responsable des ressources. Par ailleurs, l'aménagement du territoire doit être repensé pour éviter de concentrer les prélèvements dans les mêmes zones ou pour favoriser la rétention naturelle de l'eau.

Pour préserver la continuité du cycle de l'eau et répondre aux besoins de l'agriculture, il est nécessaire de veiller au maintien du bilan hydrique des sols, c'est-à-dire au bilan entre les entrées (précipitations, ruissellement, remontée capillaire à partir des nappes phréatiques) et les pertes (ruissellement, évaporation au niveau du sol et par évapotranspiration, drainage). On pourrait ralentir la vitesse des écoulements et favoriser l'infiltration par la création d'ouvrages spécifiques, la limitation des zones imperméabilisées, ainsi que le maintien des dépressions du sol et du tracé naturel des cours d'eau, des plaines inondables et des zones humides.

En ce qui concerne la biodiversité, il convient de favoriser les mécanismes naturels d'adaptation. Dans un premier temps, il apparaît essentiel de maintenir une taille et une diversité génétique suffisantes, maintien qui peut être assuré de différentes façons : limiter l'exploitation des composantes les plus vulnérables, contrôler les facteurs de stress (pollution, destruction des habitats, introduction d'espèces invasives) et renforcer les échanges des populations et des individus *via* l'entretien ou le rétablissement des voies de

migration (aménagements de passes à poissons, suppressions d'obstacles, par exemple). On peut conforter les mécanismes naturels d'adaptation par des interventions directes, par exemple aider à la migration des espèces les plus vulnérables. Soulignons que la stratégie d'adaptation la plus efficace consiste toujours à préserver les milieux de bonne qualité et à restaurer ceux qui ont été dégradés.

### Une ressource vitale

L'adaptation des hydrosystèmes d'eau douce au changement climatique est un enjeu crucial dont la réussite nécessite l'engagement tant des usagers que des gestionnaires. En raison des nombreuses voies par lesquelles le climat perturbe les hydrosystèmes, il est nécessaire de combiner diverses méthodes dans le temps et dans l'espace (restriction saisonnière de l'utilisation de l'eau, gestion des épisodes pluvieux au quotidien, gestion raisonnée des fertilisants et des produits phytosanitaires), tant au niveau local (la parcelle cultivée) que plus global (le bassin versant).

Face à des intérêts parfois contradictoires, il est nécessaire de continuer à développer des modèles permettant de simuler le comportement des hydrosystèmes et celui des populations des espèces qu'ils hébergent, mais aussi l'effet des mesures de gestion prises pour favoriser leur adaptation. Ces modèles permettent également de comparer l'impact des mesures préconisées, qu'il s'agisse de protéger ou de restaurer les milieux, ou encore d'améliorer la connectivité et les interactions de tous les acteurs pour qui l'eau est simplement... vitale.

### Bibliographie

C. Piou et E. Prévost, *Contrasting effects of climate change in continental vs. oceanic environments on population persistence and microevolution of Atlantic salmon*, *Global Change Biology*, vol. 19, pp. 711-723, 2013.

J.-P. Amigues et B. Chevassus-au-Louis, *Évaluer les services écologiques des milieux aquatiques : enjeux scientifiques, politiques et opérationnels*, coll. Comprendre pour agir, ONEMA, 2011. Téléchargeable sur : <http://www.onema.fr/Evaluer-les-services-ecologiques>

## HISTOIRE DES SCIENCES

# Louis Pasteur et Claude Bernard, entre respect et controverse

*Ou comment l'amitié et les querelles de deux figures majeures de la biologie du XIX<sup>e</sup> siècle ont servi les sciences biomédicales.*

Peter Wise

**I**l est rare qu'une découverte scientifique soit le fruit d'un unique chercheur. L'esprit d'équipe est tout aussi important que les compétences d'un chef. Les confrontations avec d'autres chercheurs de même. La compétition, les controverses améliorent les projets, révélant au passage la personnalité des protagonistes. La relation de Claude Bernard et de Louis Pasteur fut de cet acabit. Malgré des caractères opposés et des approches différentes de la recherche, ces deux grands scientifiques français, qui se sont côtoyés pendant 20 ans dans le Paris foisonnant du XIX<sup>e</sup> siècle, ont construit une relation symbiotique, émaillée de désaccords et de respect, qui s'est révélée fructueuse à plus d'un titre.

## Des arts à la biologie

Au moment de leur rencontre, à la fin des années 1850, leurs parcours les ont tous deux menés à la renommée – par des voies différentes. En 1832, Louis Pasteur, petit jurassien de dix ans, montre un talent certain pour les portraits en pastel. Plus tard, au Collège royal de Besançon, l'excentrique Charles Flajoulot – aussi professeur du peintre Gustave Courbet – aide le jeune garçon à développer ses compétences en pastel et lithographie. Mais les mathématiques et la physique l'attirent plus (« Avec de la science, on s'élève au-dessus de tous les autres » écrit-il à ses parents en 1840). Le baccalauréat de sciences en poche, Pasteur abandonne l'art et le Jura pour l'École normale supérieure, à Paris, où il suit un cours de physique et de chimie.

En 1848, il est déjà reconnu pour ses travaux sur la dissymétrie moléculaire (il a montré que certaines molécules existent sous deux formes images l'une de l'autre dans un miroir). En 1849, il obtient son premier poste : professeur de chimie à l'Université de Strasbourg. Dans les trois mois suivant son arrivée, il rencontre et épouse Marie Laurent, la fille du recteur de l'Université – un événement qui a pu faciliter sa progression de carrière.

Pas plus à Strasbourg que plus tard à Lille (où il occupe une chaire de chimie), Pasteur n'apprécie l'enseignement : cet engagement académique interfère avec ses recherches. En revanche, il est enthousiaste et ambitieux pour le développement des cours et leur organisation, et sait convaincre ses collègues du bien-fondé de ses projets. Il apprend aussi l'art de faire fructifier son argent, développe ses liens avec l'industrie et fait jouer son aura.

Dans ses recherches, la biologie et la médecine prennent peu à peu le pas sur la chimie. S'étant convaincu, par une étude systématique, que les substances non biologiques sont dominées par la symétrie et que la dissymétrie est la marque du vivant, il tente d'en déduire l'origine de la vie. Il synthétise aussi la quinine, un dérivé moins coûteux de la quinine, dont il teste (sans succès) le pouvoir thérapeutique pour le traitement des fièvres. La fermentation alcoolique, un phénomène mystérieux et objet de nombreuses discussions, l'introduit dans le monde des brasseries et des levures. En 1858, ses capacités d'administrateur sont récompensées par un poste de directeur d'études scientifiques à l'École normale supérieure. Il se bat pour

obtenir aussi un laboratoire équipé – une condition indispensable pour devenir compétitif en biologie. Dans ce domaine, Claude Bernard, de dix ans son aîné, est déjà un grand nom, qui enseigne et mène ses recherches au Collège de France et dans les facultés de science et de médecine de la Sorbonne.

Fils de viticulteurs du Beaujolais, Bernard a lui aussi d'abord été attiré par les arts. Adolescent, il rêvait de devenir auteur de théâtre. Mais en 1831, âgé de 19 ans, il commence, suivant le choix de son père, un apprentissage en pharmacie à Lyon. Obsédé par le doute cartésien, que lui ont enseigné ses professeurs de philosophie du collège, il est dépité par l'adhésion aveugle à la tradition et par le manque de preuves associées à la pratique de son nouveau métier. Démotivé, il se tourne vers ses premières amours – le théâtre – et écrit en secret une pièce, *La rose du Rhône*. Sa représentation, par une école de théâtre lyonnaise, est un succès et lui rapporte 100 francs. Renvoyé de son officine, il se consacre avec enthousiasme à l'écriture d'une nouvelle pièce en cinq actes, *Arthur de Bretagne*, dont il présente le manuscrit à un critique de théâtre parisien. Mais celui-ci coupe court à son élan artistique, lui conseillant de retourner à ses études de médecine.

La dissection, l'anatomie et la toute récente physiologie fascinent Bernard, mais les médecins des hôpitaux parisiens s'appuient encore plus sur les hypothèses et la tradition que les pharmaciens de Lyon. Bernard ne s' imagine pas clinicien : seule la recherche pourrait satisfaire sa quête de preuve cartésienne et de vérité. Tout juste diplômé, il