BARRAGES DE REGULATION EN RIVIERE : REVELER LA VALEUR DES SERVICES RENDUS AU TERRITOIRE – APPLICATION A L'YONNE AMONT

Dams and Waterway Infrastructure: Revealing the Value of Ecosystem Services – Application to the Upper Yonne River

Auteurs correspondants : **Béatrice DE ABREU,** beatrice.deabreu@ext.brl.fr

Line BABIOL, BRL Ingénierie, 1105 Avenue Pierre Mendès France, 30 000 Nîmes, line.babiol@brl.fr

Co-auteurs : **Daniel DOREAU,** Direction de l'ingénierie et de la maîtrise d'ouvrage – Service opérationnel de Dijon, 1 chemin Jacques de Baerze – CS 36229 – 21062 DIJON CEDEX, daniel.doreau@vnf.fr;

Olivier JOSSOT, DIEE (Direction des Infrastructures, Eau et Environnement), olivier.jossot@vnf.fr.

MOTS CLEFS

Services écosystémiques, analyse coûts-bénéfices, barrages, voies navigables, biodiversité, adaptation climatique, infrastructures hydrauliques, coûts évités, monétisation.

KEY WORDS

ecosystem services, cost-benefit analysis, dams, waterways, biodiversity, climate adaptation, hydraulic infrastructure, avoided costs, monetization.

RÉSUMÉ

Les barrages fluviaux et écluses historiquement conçus pour la navigation, sont au cœur du fonctionnement régulé des niveaux d'eau sur les rivières, et nécessitent pour certains des travaux conséquents de régénération et de modernisation. Dans un contexte de changement climatique, de pression sur la ressource en eau et de contraintes budgétaires, leur évaluation ne peut plus se limiter aux seuls usages de transport.

Cet article propose une lecture intégrée de leur valeur à partir d'une étude conduite sur l'Yonne amont (38 km entre les barrages de Vincelottes et de la Gravière), combinant modélisation hydraulique, analyse des services écosystémiques (SES) et analyse coûts-bénéfices (ACB). L'approche repose sur la comparaison de deux scénarios : un scénario de continuité (maintien et modernisation des ouvrages) et un scénario d'inaction (dégradation progressive des ouvrages et des milieux associés).

L'analyse met en évidence une chaîne de causalité structurante : les ouvrages assurent des fonctions hydrauliques qui conditionnent le maintien des milieux aquatiques et humides, eux-mêmes générateurs de services écosystémiques valorisables économiquement. Cette chaîne permet de relier directement les investissements dans les ouvrages à des bénéfices mesurables, notamment en termes de coûts évités.

Sur le périmètre étudié, caractérisé par un débit moyen de l'Yonne de l'ordre de 90 m³/s, les ouvrages jouent un rôle déterminant dans la stabilisation des conditions hydrauliques. Ils conditionnent notamment le maintien de zones humides, dont la valeur économique repose sur des fonctions de stockage de carbone, de régulation

hydraulique de la ressource et de support à la biodiversité. Ces ouvrages apportent également des fonctions de maintien des quais et d'infrastructure routière franchissant assurant une fonction en lien avec les activités économiques, sans compter les ouvrages de production d'eau potable, à valoriser.

Les résultats de l'ACB sur un horizon de 50 ans (taux 4 %) montrent que la valeur actualisée nette du scénario de continuité est positive. Les bénéfices incluent des revenus économiques directs (tourisme, agriculture), mais surtout des coûts évités significatifs : pertes agricoles liées à l'assèchement, dégradation des milieux et coûts de restauration écologique.

L'étude montre ainsi que la valeur environnementale conservée par les ouvrages se traduit directement en valeur économique via les coûts évités. Elle positionne les ouvrages fluviaux comme des infrastructures hybrides, à la fois grises et vertes, essentielles à la résilience des territoires et potentiellement éligibles à des financements climat et biodiversité.

ABSTRACT

Waterway infrastructures, historically designed for navigation purposes, are increasingly being questioned in terms of their economic relevance, particularly within secondary networks. In a context marked by climate change, increasing pressure on water resources, and growing budgetary constraints, their assessment can no longer be limited to transport-related functions alone.

This paper proposes an integrated assessment of their value based on a case study conducted on the Upper Yonne River (38 km between Vincelottes and La Gravière), combining ecosystem services analysis (ES) and cost-benefit analysis (CBA). The approach is based on the comparison of two scenarios: a continuity scenario (maintenance and modernization of infrastructure) and an inaction scenario (progressive degradation of infrastructure and associated environments).

The analysis highlights a structuring causal chain: infrastructures ensure key hydraulic functions which in turn determine the maintenance of aquatic and wetland ecosystems, themselves generating ecosystem services that can be economically valued. This chain makes it possible to directly link investments in infrastructure to measurable benefits, particularly in terms of avoided costs.

Within the study area, characterized by an average discharge of the Yonne River of approximately 90 m³/s), the infrastructures play a critical role in stabilizing hydrological conditions. In particular, they ensure the preservation of wetlands, whose economic value is based on carbon storage, hydrological regulation, and biodiversity support functions.

The results of the cost-benefit analysis over a 50-year horizon (4% discount rate) show that the net present value of the continuity scenario is positive. The benefits include direct economic revenues (tourism, agriculture), but more importantly significant avoided costs, such as agricultural losses due to water scarcity, flood-related damages, environmental degradation, and ecological restoration costs.

The study therefore demonstrates that the environmental value preserved by these infrastructures is directly translated into economic value through avoided costs. It positions waterway infrastructures as hybrid assets—both grey and green—playing a key role in territorial resilience and eligible for climate and biodiversity financing mechanisms.

1. INTRODUCTION et PROBLÉMATIQUE

Les ouvrages hydrauliques du réseau fluvial français, dont certains datent de plus de 150 ans, ont été historiquement conçus pour la navigation. Sur certains tronçons, la conjugaison d'une faible intensité du trafic fluvial et des coûts de régénération conduit aujourd'hui à interroger la pertinence de leur maintien.

Cependant, cette approche sectorielle occulte une réalité essentielle : ces ouvrages assurent des fonctions hydrauliques structurantes pour les territoires. Dans un contexte marqué par l'augmentation de la fréquence des sécheresses, la dégradation des milieux aquatiques, la question n'est plus uniquement celle de leur utilité pour la navigation, mais celle de leur contribution à la résilience hydrologique, écologique et économique des territoires.

L'étude de l'Yonne amont s'inscrit dans cette perspective en proposant une évaluation intégrée des bénéfices associés aux ouvrages de VNF, en mobilisant une approche croisant services écosystémiques et analyse coûts-bénéfices.

2. MÉTHODOLOGIE ET PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

2.1. Périmètre géographique et fonctionnel

Le périmètre étudié couvre un tronçon de 38 km de l'Yonne entre les barrages de Vincelottes et de la Gravière. Il inclut un ensemble d'ouvrages hydrauliques (barrages, écluses, déversoirs) assurant la régulation des niveaux d'eau et la navigabilité. Ce territoire présente une diversité d'usages : agriculture, tourisme, loisirs, fonctions écologiques et régulation hydraulique. Le tronçon étudié s'inscrit dans un système fluvial caractérisé par :

- un débit moyen annuel de l'ordre de 92–93 m³/s,
- des étiages estivaux autour de 36 m³/s,
- des crues pouvant atteindre plus de 800 m³/s (QIX10).

Ces amplitudes hydrologiques élevées confèrent aux ouvrages un rôle déterminant dans la compréhension et régulation du système.

2.2. Approche analytique

L'étude repose sur deux outils principaux que sont l'identification et la valorisation des services écosystémiques et une analyse coûts-bénéfices comparant deux scénarios. L'un dit le 'scénario A' prévoit les investissements nécessaire (action) pour le maintien et la modernisation des ouvrages ; tandis que l'autre dit 'scénario B' prévoit l'arrêt des investissement (inaction) et la dégradation progressive des biens, milieux et activités reliées. Cette approche permet d'intégrer à la fois les coûts d'investissement et les bénéfices élargis, y compris non marchands, dans la balance.

Chaîne de causalité et structuration de la valeur socio-économique

L'évaluation des bénéfices associés aux ouvrages hydrauliques repose sur une formalisation explicite des relations de causalité entre les infrastructures, les milieux et les services rendus. Cette approche s'appuie sur une chaîne de valeur structurée, permettant de relier de manière cohérente les investissements aux bénéfices socio-économiques observables.

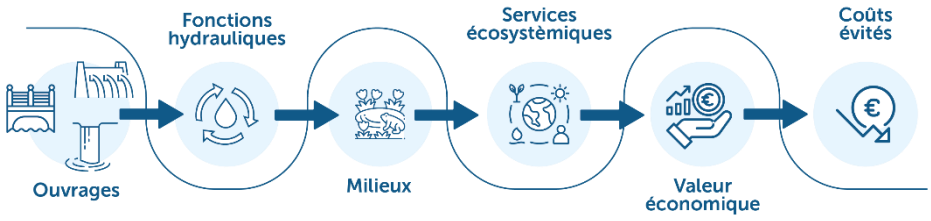


Figure 1 : Chaine de causalité

Dans ce cadre, les ouvrages (barrages, écluses, déversoirs) constituent les éléments initiaux du système. Ils assurent des **fonctions hydrauliques primaires**, telles que la régulation, le soutien d'étiage ou encore l'alimentation des nappes. Ces fonctions conditionnent directement l'état, la continuité et la fonctionnalité des milieux aquatiques et humides.

Le maintien de ces milieux permet à son tour la production de **services écosystémiques**, au sens du Millennium Ecosystem Assessment, incluant des services de régulation (qualité de l'eau), de soutien (cycles biogéochimiques), d'approvisionnement (ressource en eau) et culturels (usages récréatifs et paysagers).



Figure 2 Classification des SES par famille[1]

Ces services sont ensuite **traduits en valeur économique**, soit par des flux monétaires directs (activités agricoles, touristiques), soit par la monétisation de bénéfices non marchands (biodiversité, stockage de carbone, régulation hydraulique). Une part significative de cette valeur repose sur des **coûts évités**, correspondant aux dépenses ou pertes économiques qui seraient supportées en l'absence des ouvrages (, pertes agricoles en période d'étiage, coûts de restauration écologique, coûts de traitement de l'eau).

Cette structuration en chaîne présente plusieurs avantages méthodologiques majeurs. Premièrement, elle permet d'établir un lien explicite entre les investissements dans les ouvrages et les bénéfices générés, en assurant la traçabilité des mécanismes de production de valeur. Deuxièmement, elle limite les risques de **double comptage**, en distinguant clairement les niveaux d'analyse (fonctions, services, valeurs). Enfin, elle offre un cadre robuste pour la **justification économique des services non marchands**, en les rattachant à des impacts mesurables et à des coûts évités, facilitant ainsi leur intégration dans une analyse coûts-bénéfices.

Cette approche constitue ainsi un cadre opérationnel pour l'évaluation intégrée des infrastructures hydrauliques, en cohérence avec les référentiels internationaux d'évaluation économique de l'environnement.

3. LES SERVICES RENDUS PAR LES OUVRAGES

Les barrages de régulation en rivière contribuent à une large gamme de services écosystémiques. Ils participent au maintien des niveaux d'eau en période d'étiage et à l'alimentation des nappes. Ils jouent également un rôle essentiel dans la préservation des zones humides et des habitats naturels, constituant des éléments structurants de la trame écologique.

Sur le plan socio-économique, ils soutiennent les activités agricoles par l'irrigation, contribuent à l'attractivité touristique (navigation, cyclotourisme, loisirs) et participent à la qualité paysagère du territoire.

[1] https://www.reseau-idee.be/fr/biodiver6d/comprendre/services-ecosystemiques

Enfin, ils offrent des opportunités en matière de production d'énergie renouvelable et de stockage de carbone, notamment via les milieux humides associés

3.1.Fonctions hydrauliques des ouvrages et production de valeur environnementale

Les barrages de régulation en rivière assurent en premier lieu des **fonctions hydrauliques primaires** qui structurent le fonctionnement du système fluvial. Ces fonctions reposent sur la capacité des ouvrages à contrôler les lignes d'eau, dans un contexte hydrologique caractérisé par une forte variabilité inter- et intra-annuelle des débits.

Ces fonctions incluent notamment :

- La stabilisation des lignes d'eau, par le maintien de cotes amont permettant de garantir des conditions hydrauliques relativement constantes dans les biefs.
- L'accompagnement à l'étiage, via le maintien de niveaux d'eau en période de basses eaux, limitant l'abaissement des nappes et des écoulements de surface.
- La contribution à la recharge des nappes, par augmentation du temps de séjour de l'eau et des échanges nappe–rivière.

Ces fonctions hydrauliques déterminent directement les conditions d'existence et de fonctionnement des **milieux aquatiques et humides associés**, en particulier les annexes hydrauliques, les zones alluviales et les zones de transition nappe–rivière. En l'absence de suivi et régulation de l'eau, la variabilité accrue des niveaux d'eau conduit à des phénomènes de déconnexion hydraulique, d'assèchement saisonnier et de dégradation morphologique des habitats.

3.2.Valeur environnementale conservée

Le maintien des lignes d'eau et des régimes hydrologiques associés permet de préserver un ensemble de milieux dont la valeur écologique est élevée. En particulier, la régulation hydraulique opérée par les ouvrages contribue à la **préservation des zones humides riveraines**, dont l'existence dépend de niveaux d'eau suffisamment élevés et stables ; à la **continuité fonctionnelle des habitats aquatiques**, en limitant les ruptures hydrologiques et les phénomènes d'isolement des annexes ; au **maintien de la biodiversité**, notamment des espèces dépendantes des gradients hydrologiques (poissons migrateurs, espèces benthiques, avifaune des milieux alluviaux).

Ces milieux assurent des **fonctions écologiques majeures**, dont certaines présentent une traduction économique directe ou indirecte comme le **stockage et la séquestration de carbone**, particulièrement dans les zones humides, via l'accumulation de matière organique ; la **filtration et l'épuration naturelle de l'eau**, par des processus biogéochimiques (dénitrification, adsorption des polluants, piégeage des matières en suspension) ; et la **régulation de la ressource en eau**, en évitant l'assèchement de certains secteurs des cours d'eau en période d'étiage.

Ces fonctions constituent le socle des services écosystémiques associés au système fluvial dont le niveau d'eau est sécurisé et modelé à l'aide de barrages mobiles.

3.3.Traduction économique : le rôle central des coûts évités

La valeur économique des services écosystémiques associés aux ouvrages hydrauliques se matérialise principalement sous la forme de **coûts évités**, qui constituent un élément central de l'analyse coûts-bénéfices.

Ces coûts évités correspondent aux dépenses ou pertes économiques qui seraient observées en l'absence des fonctions hydrauliques assurées par les ouvrages.

Ils incluent notamment les **coûts évités de traitement de l'eau**, liés au rôle d'épuration naturelle des milieux humides et des systèmes aquatiques (réduction des charges en nutriments, matières en suspension et micropolluants); les **coûts évités de restauration écologique**, qui seraient nécessaires en cas de dégradation des habitats (renaturation, recréation de zones humides, continuité écologique) ; et les **pertes agricoles évitées**, liées au maintien d'une ressource en eau disponible en période d'étiage et à la stabilisation des niveaux de nappe. À

titre d'illustration, sur le tronçon Vincelottes–La Gravière, le tourisme fluvial est valorisé à 30 €/visiteur pour environ 8 000 passages annuels, soit 480 000 €/an, et le stockage de carbone des 297 ha de zones humides riveraines est estimé à 608 000 €/an sur la base d'une valeur tutélaire de 256 €/tCO_2 [1].

D'un point de vue méthodologique, ces coûts évités permettent de relier directement les fonctions écologiques à des **indicateurs économiques mesurables**, ce qui constitue un levier essentiel pour l'intégration des services non marchands dans les analyses économiques.

Ainsi, la robustesse de l'analyse coûts-bénéfices repose sur l'établissement d'un lien explicite entre les **fonctions hydrauliques, les milieux maintenus, les services écosystémiques** qui mènent à l'estimation des **coûts évités.**

Cette articulation permet de dépasser une approche descriptive des bénéfices environnementaux pour les inscrire dans une logique économique objectivée, compatible avec les cadres d'évaluation des investissements publics.

4. LE COÛT DE L'INACTION

Le scénario d'inaction correspond à un arrêt progressif de l'entretien et maintenance, puis des investissements, et donc à une dégradation progressive des ouvrages hydrauliques et, par extension, des fonctions qu'ils assurent au sein du système fluvial. Cette dynamique ne se limite pas à une simple perte d'infrastructure, mais s'inscrit dans un processus systémique de désorganisation des équilibres hydrauliques et écologiques.

En effet, la disparition du maintien ou la défaillance des ouvrages entraîne une rupture dans la chaine de valeur qui les relie aux services environnementaux et économiques rendus. La perte de capacité de régulation hydraulique se traduit par une variabilité accrue des niveaux d'eau, affectant directement les milieux aquatiques et humides. Cette dégradation des milieux induit à son tour une diminution des services écosystémiques, conduisant finalement à des impacts économiques mesurables pour le territoire.

Concrètement, l'absence de régulation et de modélisation hydraulique se manifeste par une baisse des niveaux d'eau en période d'étiage, générant des situations de stress hydrique pour les usages agricoles et accentuant la vulnérabilité des cultures et le risque d'assèchement des captages en eau potable. Parallèlement, la déconnexion progressive des zones humides, liée à l'abaissement des lignes d'eau et à la réduction des échanges nappe–rivière, conduit à une perte de fonctions écologiques essentielles, notamment en matière de biodiversité et de régulation biogéochimique. La variabilité hydrologique accrue, caractérisée par des amplitudes plus fortes entre basses et hautes eaux, se traduit également par une augmentation des risques, tant pour les infrastructures que pour les activités économiques soumise à ces marnages. Enfin, la dégradation des paysages et des milieux naturels affecte directement l'attractivité territoriale, en particulier pour les activités touristiques et récréatives.

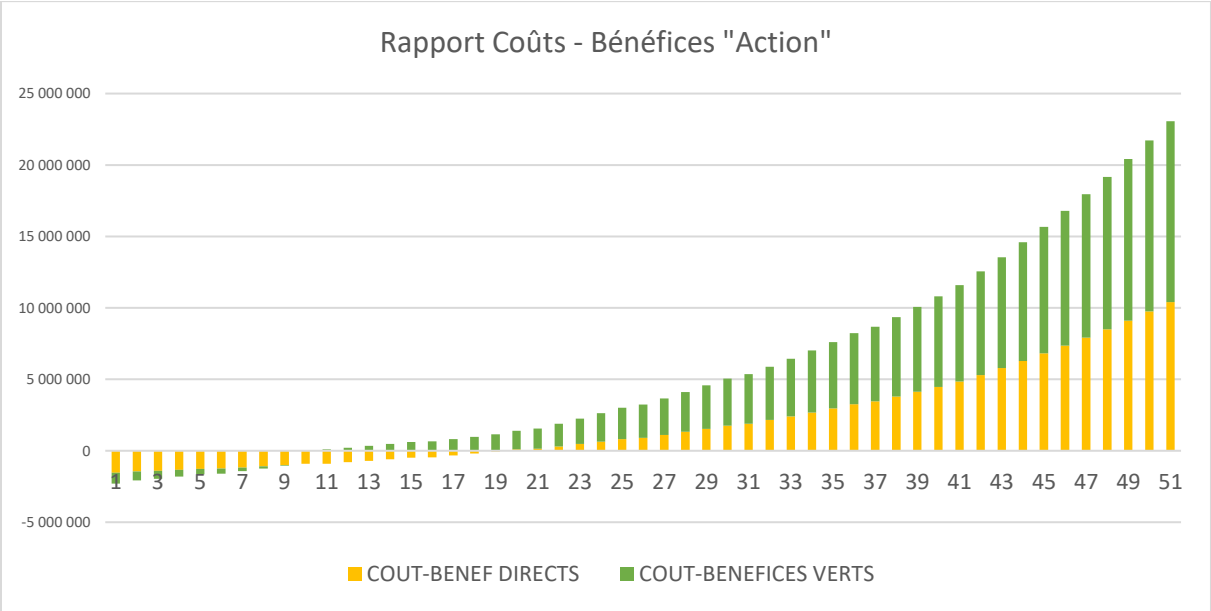
Ces différents mécanismes s'additionnent et interagissent, produisant des effets cumulatifs qui se traduisent par des **coûts systémiques** pour le territoire. Ces coûts, souvent diffus et différés dans le temps, restent largement sous-estimés dans les approches économiques classiques centrées sur les seuls coûts d'investissement ou d'entretien des ouvrages.

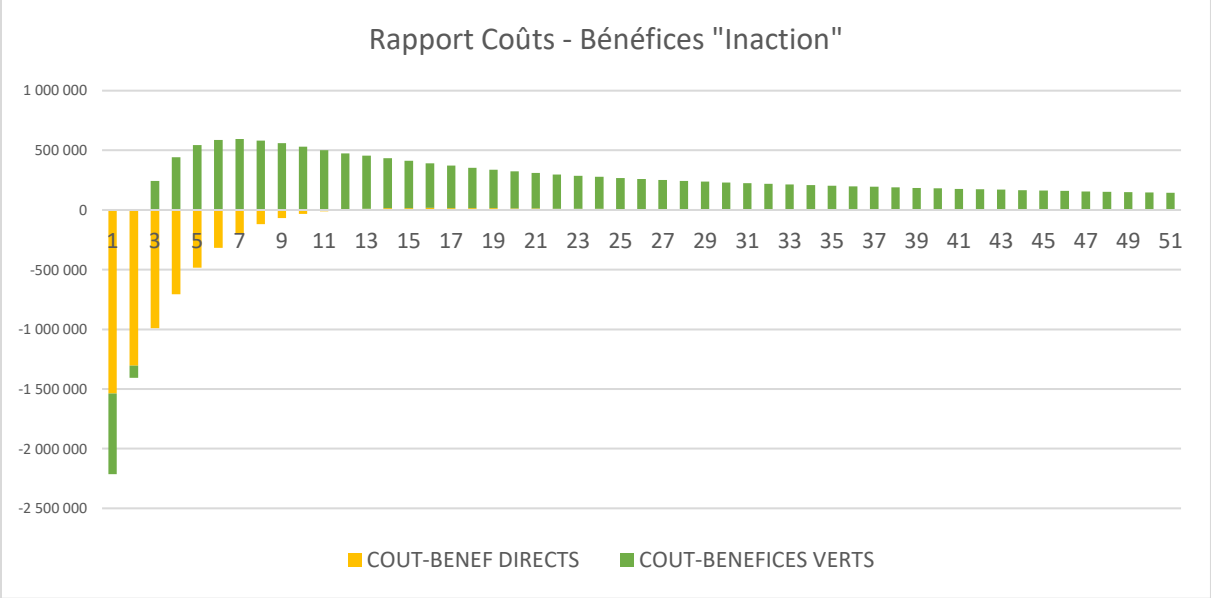
5. RÉSULTATS DE L'ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES

L'analyse coûts-bénéfices réalisée sur un horizon de 50 ans, avec un taux d'actualisation de 4 %, met en évidence la supériorité économique du scénario de maintien et de modernisation des ouvrages. Les résultats montrent une valeur actualisée nette positive, traduisant un excédent de bénéfices par rapport aux coûts sur la période considérée, ainsi que des flux annuels de bénéfices significatifs. En moyenne annuelle sur la période, les bénéfices bruts s'élèvent à 15,8 M€/an pour le scénario de continuité contre 0,6 M€/an pour le scénario d'inaction, soit une valeur actualisée nette (VAN) à 50 ans de 143,1 M€ contre 11,0 M€, et un ratio bénéfices/coûts de 2,70 contre 2,59 respectivement [1].

*Les schémas résultant de l'étude économique montrent que les **coûts-bénéfices verts** occupent une place centrale dans l'équilibre socio-économique du projet. Dans le scénario **de l'action**, les bénéfices directs et environnementaux augmentent conjointement dans le temps, avec une contribution croissante des bénéfices verts à long terme. Dans le scénario **d'inaction**, les bénéfices directs restent plus limités, et la valeur du projet repose principalement sur les bénéfices environnementaux. Ces résultats soulignent que la prise en compte des*

***services écosystémiques** et des **externalités positives** est déterminante pour apprécier correctement l'intérêt collectif du projet.*





L'analyse détaillée des composantes de la valeur met en lumière une structuration particulière des bénéfices. Ceux-ci se répartissent entre des bénéfices marchands, directement observables à travers les activités économiques telles que le tourisme ou l'agriculture, et des bénéfices non marchands, issus des services écosystémiques, qui font l'objet d'une monétisation dans le cadre de l'analyse. À ces deux catégories s'ajoute une composante déterminante : celle des **coûts évités**, qui constitue une part prépondérante de la valeur totale.

Ces coûts évités recouvrent notamment les pertes agricoles en période de sécheresse, les coûts de dégradation et de restauration des milieux, ainsi que les coûts supplémentaires de traitement de l'eau en cas de dégradation de la qualité des ressources. L'analyse montre que ces coûts, bien qu'invisibles en situation de fonctionnement normal du système, représentent une part majeure de la valeur générée par le maintien des ouvrages.

Ainsi, l'un des enseignements centraux de l'étude réside dans le fait que la valeur économique des barrages de régulation ne repose pas principalement sur les revenus directs qu'ils génèrent, mais sur leur capacité à **éviter des coûts futurs significatifs**, en maintenant des conditions hydrologiques et écologiques favorables.

Les ouvrages contribuent à la régulation de la ressource en eau, à la biodiversité et aux usages socio-économiques :

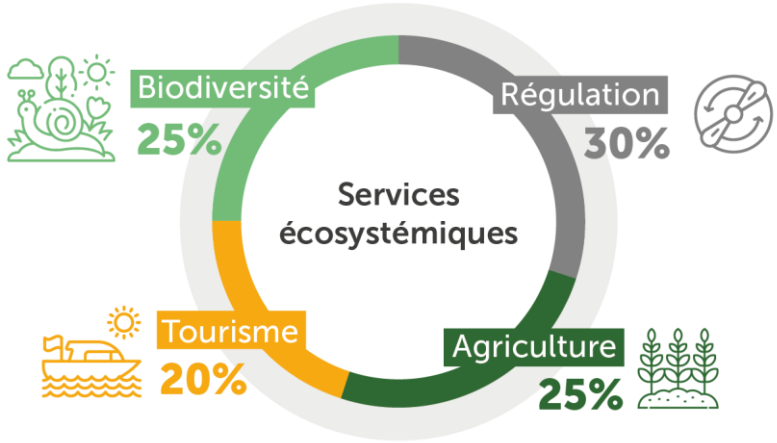


Figure 3: services écosystémiques rendus par le maintien des ouvrages

6. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

6.1.Des infrastructures hybrides au cœur de la résilience territoriale

Les résultats obtenus conduisent à reconsidérer la nature même des barrages de navigation. Loin de se limiter à des infrastructures techniques dédiées à la navigation ou à la gestion de l'eau, ils apparaissent comme des systèmes hybrides, à l'interface entre infrastructures grises et infrastructures vertes.

En tant qu'infrastructures hydrauliques, ils assurent des fonctions de régulation indispensables au fonctionnement des territoires. En tant que supports de services écosystémiques, ils contribuent au maintien de milieux naturels fonctionnels, générateurs de bénéfices environnementaux et socio-économiques. Cette double dimension conduit à les considérer comme des **actifs naturels artificialisés**, dont la valeur réside dans leur capacité à maintenir des équilibres complexes entre usages, milieux et risques.

Dans un contexte de changement climatique, marqué par une variabilité accrue des conditions hydrauliques, ces infrastructures jouent un rôle central dans les stratégies d'adaptation, en contribuant à la sécurisation de la ressource en eau et à la réduction des vulnérabilités territoriales. Une modélisation hydraulique bidimensionnelle réalisée sur le tronçon objective cette vulnérabilité : pour un débit d'étiage de 10 m^3/s, l'abandon des ouvrages se traduirait par un abaissement de la ligne d'eau pouvant atteindre 3,3 m et une réduction de 25 % de la surface en eau du lit mineur [1]. Ces débits, représentatifs du fonctionnement actuel des ouvrages, ne constituent toutefois pas une projection climatique prospective au sens des trajectoires RCP/SSP ; l'intégration d'un tel scénario climatique dans la construction des flux économiques à 50 ans reste un axe de renforcement méthodologique.

6.2.Implications pour le financement des infrastructures

La mise en évidence du rôle des ouvrages dans la production de services écosystémiques ouvrirait des perspectives en matière de financement. En effet, la reconnaissance de leur contribution à des objectifs environnementaux globaux, tels que l'adaptation au changement climatique, la préservation de la biodiversité ou la gestion durable de la ressource en eau, permettrait de mobiliser des sources de financement diversifiées.

Ces financements peuvent inclure les dispositifs dédiés au climat, en particulier ceux orientés vers l'adaptation, les instruments liés à la biodiversité, les financements des agences de l'eau, ainsi que les programmes européens

tels que LIFE ou Interreg. Cette approche contribue à dépasser une logique de financement sectoriel, en intégrant les ouvrages dans des stratégies transversales de transition écologique.

6.3.Limites méthodologiques et perspectives de renforcement

Un premier test de sensibilité, portant sur les coûts d'investissement et de fonctionnement, a été conduit : une hausse de 1 % de l'ensemble des coûts fait varier le ratio bénéfices/coûts de -0,5 % pour le scénario de continuité et de -0,6 % pour le scénario d'inaction, avec un effet plus marqué sur la composante directe (jusqu'à -2,7 %) [1]. Un test de sensibilité complémentaire, portant sur le taux d'actualisation retenu (4 %, contre 1,4 % dans le Rapport Stern ou le taux décroissant de 2,5 % puis 1,5 % puis 1 % recommandé par France Stratégie – Quinet II, 2019) ainsi que sur les valeurs unitaires mobilisées pour la monétisation des services non marchands (valeur du carbone, valeur des zones humides), reste à conduire pour consolider la robustesse des résultats.

Enfin, si l'étude compare ici deux scénarios polaires – continuité et inaction –, l'architecture de la chaîne de causalité mobilisée, qui relie fonctions hydrauliques, milieux, services et coûts évités selon un rythme d'évolution propre à chaque service, apparaît transposable à des scénarios de gestion différenciée par ouvrage (entretien priorisé, modernisation ciblée). Cette déclinaison intermédiaire n'a pas été testée dans le cadre de la présente étude et constitue une piste de renforcement méthodologique pour les développements futurs.

CONCLUSION

L'étude menée sur l'Yonne amont met en évidence que la valeur des barrages de régulation en rivière ne peut être appréhendée à travers leurs seuls usages visibles. Leur contribution essentielle réside dans leur capacité à maintenir des systèmes hydrauliques et écologiques fonctionnels, dont dépend une part significative de la valeur économique des territoires.

La relation structurante mise en évidence est celle qui relie le maintien des ouvrages à la conservation d'une valeur environnementale, laquelle se traduit économiquement par des coûts évités. Cette articulation constitue un élément central de la démonstration, en permettant de relier directement les fonctions écologiques à des impacts économiques mesurables.

Dans cette perspective, les barrages de régulation en rivière doivent être considérés comme des leviers de résilience territoriale, des actifs économiques à long terme et des supports d'investissement dans la transition écologique qui mériteraient d'interroger les possibilités de co-financement. Cette requalification justifie pleinement leur maintien et leur modernisation, non seulement au regard des usages actuels, mais également au regard des enjeux futurs liés à la gestion de l'eau, à la biodiversité et au climat.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Voies Navigables de France ainsi que l'ensemble des partenaires institutionnels et techniques ayant contribué à la réalisation de l'étude.

RÉFÉRENCES ET CITATIONS

- [1] BRL Ingenierie (2025). Étude economique des benefices directs et indirects rattaches aux services de VNF et des ouvrages de l'Yonne amont
- [2] Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being
- [3] ADEME (2020). Évaluation economique des services ecosystemiques
- [4] A. Delavaud, E. Milleret, Stanislas Wroza, Helene Soubelet, Ana Deligny, Jean-François Silvain (2020) Indicateurs et outils de mesure – Évaluer l'impact des activites humaines sur la biodiversite ? Coll. Expertise et synthese. Paris, France : FRB, 92 p.
- [5] Treich N. (2008). "L'analyse couts-benefices en 10 questions", Les cahiers de la securite industrielle, Institut pour une Culture de Securite Industrielle Meunier, V. (2009). "Analyse cout-benefices : guide methodologique". Numero 2009-06 des Cahiers de la Securite Industrielle, Fondation pour une Culture de Securite Industrielle, Toulouse, France (ISSN 2100-3874).
- [6] Agence de l'eau Loire-Bretagne (2017). "Eclairer les dimensions sociales et economiques de la politique de l'eau sur le bassin Loire-Bretagne - Methodes et outils d'analyse sociale et economique : concepts, mise en œuvre et exemples d'applications".
- https://economie.eaufrance.fr/lanalyse-couts-benefices-acb
- [7] L'ACB (analyse cout/benefice) : une aide a la decision au service de la gestion des inondations Guide a l'usage des maitres d'ouvrage et de leurs partenaires, CEPRI.
- https://cepri.net/les-outils-a-votre-disposition/les-lois-et-le-risque-inondation/acb/
- Ademe. (2016). Base Carbone, Documentation des facteurs d'emissions de la Base Carbone, version 11.5.0. Ademe. (s. d.).

- ADEME – SITE BILANS GES. CONSULTE A L'ADRESSE HTTPS://WWW.BILANS-GES.ADEME.FR/FR/ACCUEIL/CONTENU/INDEX/PAGE/PRINCIPES/SIGRAS/0

- UICN FRANCE. (2014A). INDICATEURS DE BIODIVERSITE POUR LES COLLECTIVITES TERRITORIALES : CADRE DE REFLEXION ET D'ANALYSE POUR LES TERRITOIRES. PARIS, FRANCE. CONSULTE A L'ADRESSE HTTP://UICN-FR-COLLECTIVITES-BIODIVERSITE.FR/LES-INDICATEURSDE-BIODIVERSITE/ UICN FRANCE, M. (2014B). LE REPORTING BIODIVERSITE DES ENTREPRISES ET SES INDICATEURS. ÉTAT DES LIEUX ET RECOMMANDATIONS. PARIS, FRANCE. 120.

- METHODOLOGIE D'EVALUATION HYBRIDE DES INTERACTIONS ENTRE LA BIODIVERSITE ET LES SYSTEMES URBAINS : VERS UNE SYNERGIE ENTRE L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE, L'EXPERTISE ECOLOGIE ET LA DATA SCIENCE ALINE BRACHET HTTPS://THESES.HAL.SCIENCE/TEL-03433005V1/FILE/VA_BRACHET_ALINE_16072020.PDF

- IUCN. (2017, NOVEMBRE 23). SPECIES THREAT ABATEMENT AND RECOVERY (STAR) METRIC. CONSULTÉ À L'ADRESSE IUCN WEBSITE: HTTPS://WWW.IUCN.ORG/REGIONS/WASHINGTON-DC-OFFICE /OUR-WORK/SPECIES-THREAT-ABATEMENT-AND-RECOVERY-STARMETRIC

- IUCN. (2018). GUIDE PRATIQUE POUR LA REALISATION DE LISTES ROUGES REGIONALES DES ESPECES MENACEES – METHODOLOGIE DE L'UICN & DEMARCHE D'ELABORATION. CONSULTE A L'ADRESSE HTTPS://UICN.FR/WP-CONTENT/UPLOADS/2018/04/GUIDE-PRATIQUE-LISTES-ROUGES-REGIONALES-ESPECES-MENACEES.PDF

- IUCN ET AL. (2019A). BIODIVERSITY RETURN ON INVESTMENT METRIC. CONSULTÉ À L'ADRESSE HTTPS://EC.EUROPA.EU/ENVIRONMENT/BIODIVERSITY/BUSINESS/ASSETS/PDF/BRIM%20INTRO% 20SHORT.PDF

- IFC. (2012). NORME DE PERFORMANCE 6 – CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE ET GESTION DURABLE DES RESSOURCES NATURELLES VIVANTES. CONSULTE A L'ADRESSE HTTPS://WWW.IFC.ORG/WPS/ WCM/CONNECT/2D981909-33CD-4700-9035-F8F983EE241F/PS6 FRENCH_2012.PDF?MOD=AJPERES&CVID=K0GPLOB#:~:TEXT=LA%20NORME%20DE%20PERFORMANCE%206,CAPITALE%20POUR%20LE%20D%C3%A9VELOPPEMENT%20DURABLE

- CDC BIODIVERSITE. (2015). ENTREPRISES ET BIODIVERSITE : QUELS OUTILS POUR QUELLES DECISIONS ? ANALYSE COMPARATIVE ET GUIDE OPERATIONNEL POUR L'ACTION [LES CAHIERS DE BIODIV'2050 : CLUB B4B+]. MISSION ECONOMIE DE LA BIODIVERSITE. CONSULTE A L'ADRESSE MISSION ECONOMIE DE LA BIODIVERSITE WEBSITE: HTTP://WWW.MISSION-ECONOMIE-BIODIVERSITE. COM/PUBLICATION/ENTREPRISES-ET-BIODIVERSITE-QUELS-OUTILSPOUR-QUELLES-DECISIONS

- CDC BIODIVERSITE. (2017). VERS UNE EVALUATION DE L'EMPREINTE BIODIVERSITE DES ENTREPRISES : LE GLOBAL BIODIVERSITY SCORE (LES CAHIERS DE BIODIV'2050 NO 11). MISSION ECONOMIE DE LA BIODIVERSITE. CONSULTE A L'ADRESSE MISSION ECONOMIE DE LA BIODIVERSITE WEBSITE: HTTPS://WWW.MISSIONECONOMIE-BIODIVERSITE.COM/PUBLICATION/VERS-UNE-EVALUATION-DE-LEMPREINTE-BIODIVERSITE-DES-ENTREPRISES-LE-GLOBALBIODIVERSITY-SCORE

- CDC BIODIVERSITÉ. (2019A). GLOBAL BIODIVERSITY SCORE: A TOOL TO ESTABLISH AND MEASURE CORPORATE AND FINANCIAL COMMITMENTS FOR BIODIVERSITY : 2018 TECHNICAL UPDATE (BIODIV'2050 OUTLOOK : CLUB B4B+ NO 14; P. 68). MISSION ECONOMIE DE LA BIODIVERSITE. CONSULTE A L'ADRESSE MISSION ECONOMIE DE LA BIODIVERSITE WEBSITE: HTTP://WWW. MISSION-ECONOMIE-BIODIVERSITE.COM/EVENT/LE-GLOBAL-BIODIVERSITY-SCORE-UN-OUTIL-DEVALUATION-DE-LEMPREINTE-BIODIVERSITE-DES-ENTREPRISES-ET-INSTITUTIONS-FINANCIERES-PRESENTATION-EN-FRANCAIS-2

- CDC BIODIVERSITE. (2019B). INTRODUCTION AU GLOBAL BIODIVERSITY SCORE – UN OUTIL DE MESURE D'IMPACT BIODIVERSITE DES ENTREPRISES ET PORTEFEUILLES D'ACTIFS. PRESENTE A PRE- 86 87 SENTATION DU GBS, CDC BIODIVERSITE. CONSULTE A L'ADRESSE HTTPS://WWW.MISSION-ECONOMIE-BIODIVERSITE.COM/ACTUALITES/PRESENTATION-DU-GLOBAL-BIODIVERSITY-SCORE-FONCTIONNEMENT-APPLICATION-ET-SOCLE-COMMUN

- CDC BIODIVERSITÉ. (2019C). INTRODUCTION TO THE GBS – A TOOL TO ASSESS THE BIODIVERSITY FOOTPRINT OF BUSINESSES AND FINANCIAL ASSETS. PRESENTE A SIDE EVENT IPBES.