

## Aide à la décision dans le cadre d'application de la loi GEMAPI : évaluation des effets d'aménagements sur l'écosystème

Lors de l'étude préalable d'un projet d'aménagement de cours d'eau et dans le cadre de la loi GEMAPI, les praticiens ont besoin d'outils pour évaluer le volet GEMA (Gestion des milieux aquatiques) qui soient complémentaires des analyses coût-bénéfices et multicritères développés pour le volet PI (Protection des inondations). Or ces outils centrés sur l'écologie du cours d'eau font aujourd'hui défaut. La méthodologie proposée dans cet article permet de recenser de manière objective les impacts sur le biotope pouvant être induits par un futur aménagement, et d'adopter en conséquence différentes mesures d'amélioration.

**U**n territoire éligible à la GEMAPI, constitué d'un ensemble de milieux aquatiques et forestiers rivulaires, est source d'une profusion de vie spécifique au cours d'eau concerné. Or, les cours d'eau sont depuis longtemps exploités et aménagés par l'homme. Les aménagements lourds impliquant du génie civil, des digues notamment, ont été généralisés pour lutter contre les inondations, valoriser les terres pour l'agriculture, rendre les cours d'eau navigables... Ces nombreux travaux ont naturellement des effets sur les caractéristiques physiques, hydro-géomorphologiques (hauteurs d'eau, vitesses...) et biologiques des milieux : connexions biologiques locales longitudinales, intégrité dendrologique... Ils ont par conséquent des effets sur le milieu vivant. Afin de prendre en compte et limiter ces effets, de nouvelles approches ont été développées, notamment la prise en compte de l'hydro-morphologie dans les décisions d'aménagement et l'inscription de la notion de continuité écologique dans les textes de la directive cadre européenne sur l'eau. Les méthodes ACB (Analyse coûts-bénéfices) et AMC (Analyse multicritères) sont toutefois essentiellement anthropocentrées et considèrent peu l'écologie du cours d'eau lors d'un futur aménagement ou d'une opération de maintenance.

Il est donc pertinent de définir une méthode qui permette de faire le meilleur choix possible vis-à-vis des enjeux tant anthropiques qu'environnementaux. En prenant en compte une évaluation détaillée des effets produits sur le milieu vivant par les aménagements projetés et en cherchant à les minimiser. Cette méthode a pour avantage d'aider à la comparaison de scénarios d'aménagements de cours d'eau dans le cadre d'application de la loi GEMAPI.

Cet article présente l'approche développée et appliquée pour l'aménagement d'un cours d'eau torrentiel sur la commune de La Faurie (Hautes-Alpes), dans le bassin versant du Buëch. Elle est complémentaire aux travaux présentés dans les articles de Piton *et al.* (pages 58-61), Philippe *et al.* (pages 54-57) et Tacnet *et al.* (pages 48-53) dans ce même numéro.

### Méthode développée

La figure ❶ décrit les étapes de la méthode permettant l'évaluation des effets sur le milieu vivant d'aménagements projetés. La méthode s'organise en quatre grandes phases décrites dans les paragraphes suivants. Celles-ci sont composées d'une ou plusieurs étapes indiquées sur la figure ❶ par des numéros.

## Évaluation et classification de l'écosystème « gémapien »

Cette phase (étape 1) repose sur l'analyse de documents. Nous avons utilisé les résultats de différentes recherches (Bensettiti *et al.*, 2012 ; Carnino *et al.*, 2010 ; Gayet *et al.*, 2016 ; Viry, 2013) pour identifier les effets des aménagements en projet sur, d'une part, le milieu aquatique et, d'autre part, le milieu forestier lié à une zone riparienne. Ces effets découlent des aménagements eux-mêmes, mais aussi de potentielles futures activités humaines, comme par exemple les activités récréatives (canoë kayak, pêche, VTT...).

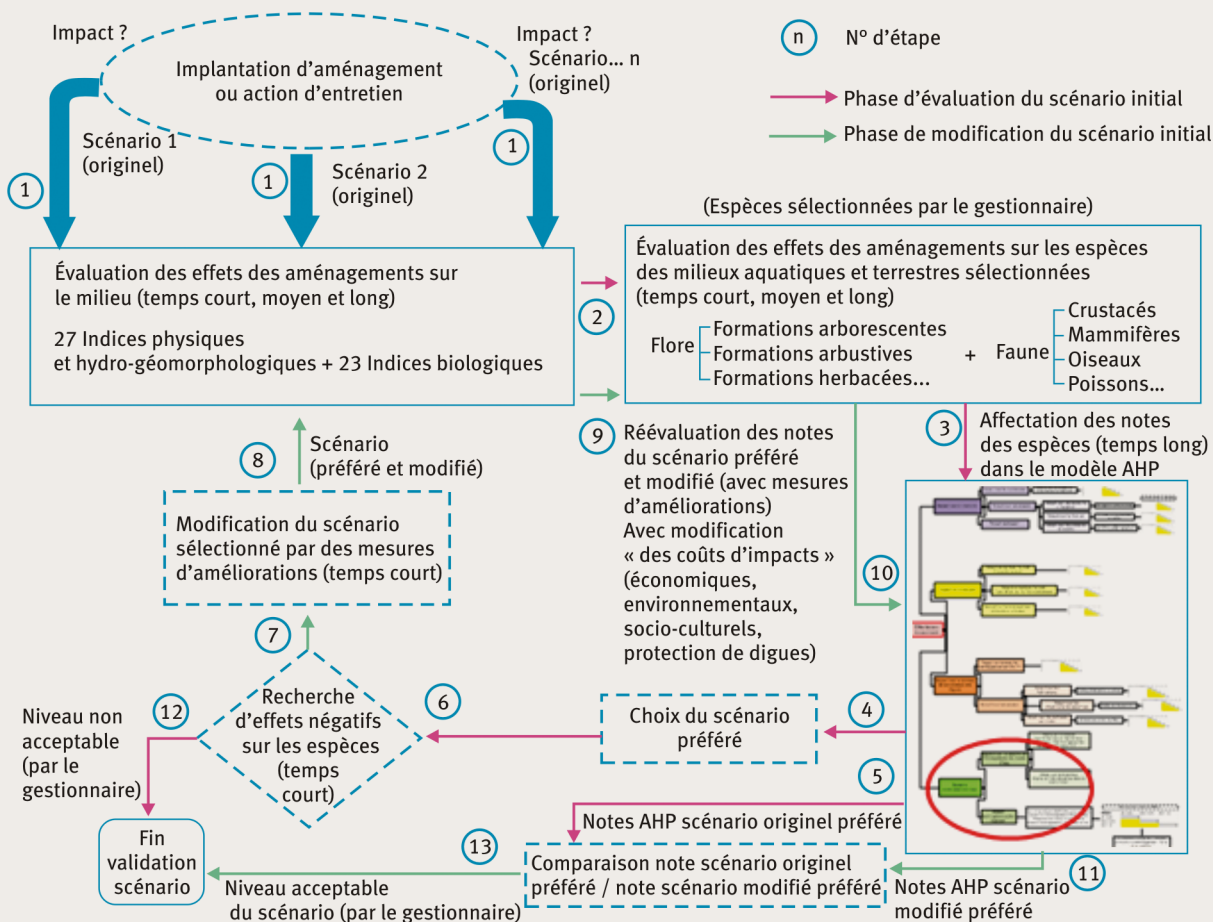
Ces effets sont traduits sous la forme d'indices de deux types, physiques, hydro-géomorphologiques (température, lumière...), et biologiques (effets d'éclusées, évolution de la strate arbustive...). Cinquante indices ont été produits : 35 concernant le milieu aquatique (22 effets physiques et hydro-géomorphologiques et 13 effets biologiques) et 15 le milieu forestier (4 effets physiques et hydro-géomorphologiques et 11 effets biologiques). Ces indices décrivent de manière générique l'ensemble des caractéristiques hydro-géomorphologiques et biologiques susceptibles d'être impactées par un scénario

d'aménagement. Une définition et une échelle de notation avec des jalons (-10 : forte diminution, -5, 0 : sans impact, +5, +10 : forte augmentation) sont fournis pour l'évaluation des indices. Par exemple, la restauration d'une digue de protection dotée d'un « perré » côté rivière a pour effet la coupe de la végétation arbustive qui y avait poussé et qui bordait le cours d'eau : il y aura par conséquent une forte augmentation de la lumière et de la température dans les zones précédemment à l'ombre. Les indices « température » et « lumière » pour le milieu aquatique sont alors notés +10 : forte augmentation. Les indices sont à renseigner sur trois temporalités : courte (2 ans), moyenne (8-10 ans utilisation non montrée dans l'article) et longue (15-20 ans) soit, *in fine*, cent cinquante indices à compléter pour chaque scénario d'aménagement. Si toutefois l'impact du scénario est inconnu, alors le score de -10 sera affecté. Nous avons validé ces indices auprès de quatre experts seniors spécialisés dans les ouvrages hydrauliques, l'aide à la décision ou l'écologie.

Les notes affectées aux indices « temps long » sont utilisées pour l'évaluation des effets sur les espèces dans l'étape suivante.

### 1 Illustration de la méthode avec les étapes permettant l'évaluation des effets d'aménagements projetés.

Les numéros indiquent les différentes étapes, la méthode permet l'évaluation des scénarios initiaux (flèches roses) et les scénarios modifiés par des mesures d'amélioration (flèches vertes).



► Ces indices ont été évalués sur un tronçon de digue qui doit être aménagé dans la commune de la Faurie (Hautes-Alpes). Trois scénarios ont été renseignés : le premier propose la rénovation de la digue de façon identique (sans strate arbustive), le second suggère un arasement partiel de la digue avec un enrobage empierré non joint rempli d'arbustes et le tiers supérieur planté d'arbustes, et le dernier présente une solution d'élargissement du lit avec la mise en place d'une banquette sur l'arrière. Deux séances de notation regroupant des experts en hydro-géomorphologie, écologie, génie civil ou aide à la décision ont été menées selon une approche consensuelle. La figure 2 présente un exemple de résultats : l'évaluation des cinquante indices, avec une projection considérant le temps court. Sur cette figure, le scénario 1 a été affecté d'une note de -10 pour l'indice n°28 correspondant à une forte diminution des connexions biologiques locales latérales, due à l'aménagement de berges. À l'inverse, le scénario 3 a été noté +10 pour l'indice n°16 correspondant à un fort « élargissement et déchenalisation » du lit.

Les indices développés peuvent s'appliquer *a priori* à toute rivière torrentielle, et avec des adaptations à des cours d'eau de plaine.

### Évaluation des effets du scénario préféré sur les espèces

Cette phase (étape 2) vise à définir les effets des aménagements sur le milieu « vivant » à partir des indices évalués dans l'étape 1.

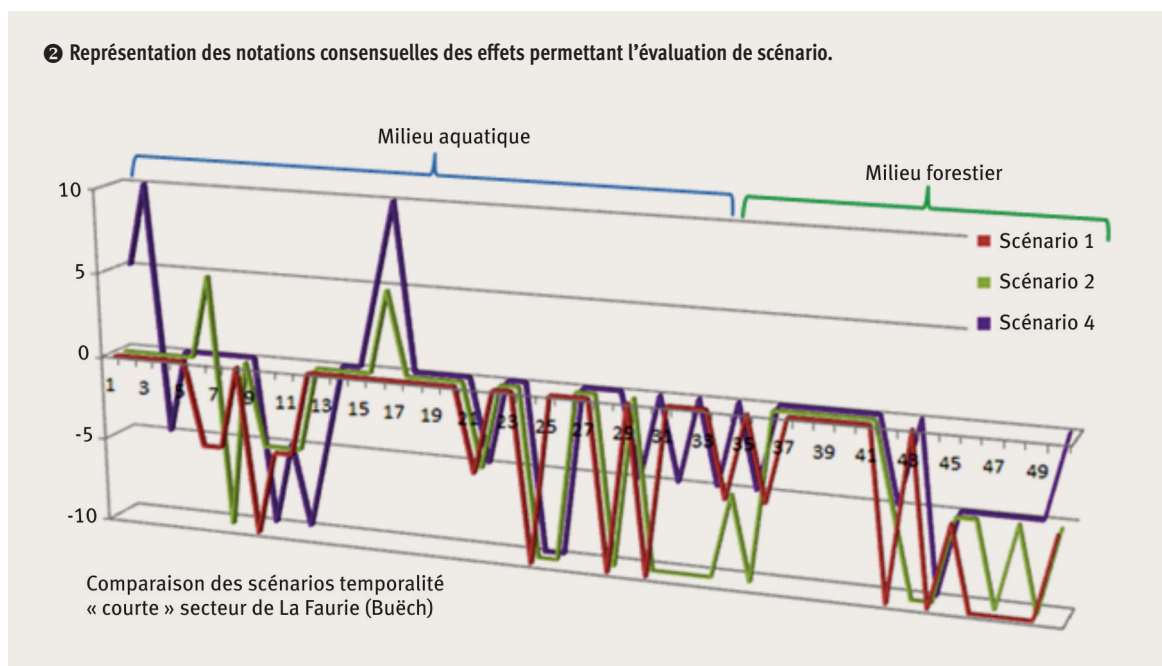
Une sélection des espèces animales et végétales, aquatiques et terrestres, est tout d'abord réalisée. En effet, au vu du très grand nombre d'espèces référencées sur un tronçon (921 pour le seul secteur de la Faurie !), un choix doit être établi. Le mode de sélection met l'accent sur les espèces les plus sensibles à l'impact d'un aménagement, « remarquables » ou « repères » peuplant la zone touchée

par les travaux. Ce choix établi par le gestionnaire, les agences ou syndicats de bassins, doit représenter des espèces vivant dans les milieux aquatique et terrestre. Elles sont classées en catégories (liste non fermée) comme les poissons, les crustacés, les insectes, les mammifères, les espèces végétales. Ainsi, sur la zone de la Faurie, ont été sélectionnés des poissons (Blageon, Chabot), des crustacés (Écrevisse à pieds blancs), des mammifères (Castor d'Eurasie, Petit Rhinolophe, Petit Murin), des oiseaux (Martin Pêcheur d'Europe, Chevalier Cul Blanc, Petit Gravelot), des insectes (Agrion de Mercure, Rosalie des Alpes, Apollon), des espèces végétales et/ou des habitats (rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse, forêts à *Alnus Glutinosa* et *Fraxinus Excelsior*).

Pour chaque scénario, les effets sur les espèces et les habitats sont déterminés pour les indices physiques, hydro-géomorphologiques et biologiques pertinents (espèces aquatiques/terrestres) dont l'évaluation est différente de zéro aux temps court, moyen ou longs. Ces effets sont évalués échelle de -10 à +10 à dire d'expert, en utilisant les recommandations pour chaque espèce, à partir des fiches issues des cahiers d'habitats Natura 2000 (tomes 1, 3, 6, 7,8) ou les fiches « Corine Biotopes » classées 2, 3, 4, 6, 8. Par exemple, une des recommandations, dans la fiche Natura 2000, pour la Rosalie des Alpes est de conserver du bois mort en forêt. La présence de bois mort est reliée à l'indice biologique « Cycle de la matière/ratio volume mort/volume total ». Ainsi, si cet indice est noté à -10 (forte diminution du bois mort), l'effet sur la Rosalie sera noté -10 (fort impact négatif).

### Évaluation des scénarios et choix du scénario préféré

La phase suivante (étapes 3, 4 et 5) a pour objectif, premièrement, d'évaluer les différents scénarios sur la base d'une méthode multicritère AHP (*Analytic Hierarchy Process*) (voir les articles de Tacnet *et al.* – pages 48-53



et Philippe *et al.* – pages 54-57, dans ce même numéro), prenant en compte tous les critères (milieu vivant, hydrogéomorphologie, critères socio-culturels, critères économiques et niveau de protection des digues) et, deuxièmement, de sélectionner l'un des scénarios dit « préféré ». Pour ce qui est du milieu vivant, la note utilisée dans le modèle est la moyenne des effets sur les espèces/habitats obtenue à partir des évaluations de l'étape 2.

### Décision finale du choix d'aménagement

Cette dernière phase (étapes 6 à 13) a pour objectif d'établir la décision finale du choix de l'aménagement. Deux situations peuvent être rencontrées :

- si, suite à l'étape 6, le gestionnaire estime que les effets du scénario « préféré » ne sont pas significatifs sur les espèces vivantes, alors le processus s'arrête et le scénario préféré est retenu (étape 12) ;
- dans le cas contraire, des mesures d'améliorations sont envisagées (introduction de fascines, mise en place de « passe à poissons »), ce qui conduit à un scénario modifié qui est évalué. La méthode AHP est à nouveau mise en œuvre, en tenant compte de ces mesures d'améliorations dans tous les critères (intégration de leur coût, retombées socio-culturelles des nouvelles mesures...). Le nouveau score calculé par la méthode AHP (étape 11) est alors comparé au score obtenu pour le scénario préféré (étape 5) et un choix est réalisé entre le scénario préféré et le scénario modifié.

### Conclusion

Tous les gestionnaires de bassin sont confrontés à la difficulté de choisir entre plusieurs alternatives de scénario d'aménagement. La méthodologie proposée dans cet article vise à recenser et à évaluer de manière objective, les effets sur le biotope pouvant être induits par un futur aménagement et idéalement à réduire les effets négatifs. Les zones ripariennes introduisent des problématiques spécifiques car elles peuvent être touchées directement par l'aménagement (exemple : coupe de la ripisylve), mais cet impact peut également générer des changements pour la vie aquatique (plus de lumière dans le cours d'eau puisque les arbres ont été coupés).

Les valeurs des indices que nous avons obtenues sont à considérer comme des indicateurs de tendance, et non comme une note absolue des effets. Il faut garder à l'esprit que les résultats et analyses de cette méthode ne peuvent pas remplacer des études scientifiques particulières *in situ*.

Cette méthode appliquée sur le bassin versant du Buëch peut se décliner sur d'autres vallées, à minima de montagne. Elle est également susceptible d'être utilisée dans le cas d'actions de maintenance d'ampleur significative. Pour conclure, on peut espérer que cette meilleure connaissance induise une meilleure conservation de l'état des écosystèmes, dans le cadre d'un aménagement d'un cours d'eau, préservant ainsi les deux pans de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations. ■

### Les auteurs

**Pascal DI MAIOLO, Corinne CURT, Patrice MÉRIAUX, Yann LE COARER et Michel VENNETIER**

Irstea, UR RECOVER,  
3275 route de Cézanne,  
CS 40061, F-13182 Aix-en-Provence Cedex 05, France.

✉ [pascal.dimaiolo@irstea.fr](mailto:pascal.dimaiolo@irstea.fr)  
✉ [corinne.curt@irstea.fr](mailto:corinne.curt@irstea.fr)  
✉ [patrice.meriaux@irstea.fr](mailto:patrice.meriaux@irstea.fr)  
✉ [yann.lecoarer@irstea.fr](mailto:yann.lecoarer@irstea.fr)  
✉ [michel.vennetier@irstea.fr](mailto:michel.vennetier@irstea.fr)

**Antoine GOURHAND, Clémentine GAND, Jocelyne PROUTEAU-HOFFMANN, Cyril RUHL et Carolyne VASSAS**

Syndicat mixte de gestion intercommunautaire  
du Buëch et de ses affluents (SMIGIBA),  
Maison de l'Intercommunalité, F-05140  
Aspres-sur-Büech, France.

✉ [agourhand.smigiba@orange.fr](mailto:agourhand.smigiba@orange.fr)  
✉ [cgand.smigiba@orange.fr](mailto:cgand.smigiba@orange.fr)  
✉ [jprouteauhoffmann.smigiba@orange.fr](mailto:jprouteauhoffmann.smigiba@orange.fr)  
✉ [cruhl.smigiba@orange.fr](mailto:cruhl.smigiba@orange.fr)  
✉ [cvassas.smigiba@orange.fr](mailto:cvassas.smigiba@orange.fr)

### Remerciements

Les développements scientifiques à l'origine du présent article ont été réalisés dans le cadre du partenariat « API-GEMAPI » entre le SMIGIBA, la Direction territoriale Méditerranée du Cerema et Irstea (voir l'article de Papay et de Menthère, pages 66-67 dans ce même numéro).

### EN SAVOIR PLUS...

✉ **BENSETTITI, F., PUISSAUVE, R., LEPAREUR, F., TOUROULT, J., MACIEJEWSKI, L.**, 2012, *Évaluation de l'état de conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaire. Guide méthodologique, Version 1*, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

✉ **CARNINO, N., TOUROULT, J.**, 2010, *Évaluation de l'état de conservation des habitats forestiers à l'échelle d'un site Natura 2000 : du concept vers un outil pour le gestionnaire*, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

✉ **GAYET, G., BAPTIST, F., BARAILLE, L., CAESSTEKER, P., CLÉMENT, J.-C., GAILLARD, J., GAUCHERAND, S., ISSELIN-NONDEDEU, F., POINSOT, C., QUÉTIER, F.**, 2016, *Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides-version 1.0*, Onema, collection Guides et protocoles.

✉ **VIRY, D.**, 2013, *État de conservation des habitats humides et aquatiques d'intérêt communautaire. Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Guide d'application. Version 1*, Muséum national d'histoire naturelle, Paris.