

## Décider dans le contexte de la GEMAPI : exemple de méthodologie d'une approche intégrée d'aide à la décision et application aux projets d'aménagements

La complexité grandissante des choix décisionnels en matière de gestion des cours d'eau, imposée notamment par les politiques de gestion intégrée, s'accompagne d'un besoin accru de nouvelles méthodologies pour aider la décision. En se basant sur le cas d'application associé à la mise en œuvre de la GEMAPI, cet article présente une démarche globale et pluridisciplinaire combinant les concepts classiques d'analyse de risque (analyse coût-bénéfice, analyse déterministe des aléas...), d'évaluation environnementale et d'aide à la décision. Au-delà des résultats locaux, la démarche et les outils proposés peuvent être réutilisés en complément des méthodes existantes pour aider la décision mais aussi tracer et formaliser le processus de décision.

### Les besoins en matière d'aide à la décision

Pour définir un plan d'aménagement à l'échelle d'un bassin versant, plusieurs variantes relatives à la nature des mesures et de leurs implantations sont étudiées puis classées. Les décisions portent notamment sur le choix de stratégies globales basées sur des mesures structurelles (ouvrages de protection), non structurelles (zonage du risque, information préventive) et des solutions fondées sur la nature (SfN<sup>1</sup>) imaginées, sélectionnées à l'échelle du bassin versant, de zones exposées aux inondations, de sites naturels sensibles.

### Les méthodes actuelles restent insuffisantes

Pour satisfaire aux impératifs de protection contre les inondations, de préservation des milieux et de réduction des coûts, la sélection du meilleur projet devient un délicat problème de décision pluridisciplinaire. Les approches techniques, déterministes issues du monde de l'ingénierie (hydraulique, hydrologie, génie civil) demeurent classiquement et habituellement prépondérantes dans le processus d'analyse des risques. Cette technicité mise en œuvre en amont pour caractériser, quantifier les phénomènes, contribue à la prise de décision, mais peut s'avérer insuffisante pour prendre en compte les différents critères de décisions pluridisciplinaires relatifs aux choix ou à la comparaison des variantes en fonction de critères techniques, économiques, environnementaux et sociaux.

### Choisir la meilleure stratégie : la nécessité d'approches pluridisciplinaires

Chaque méthodologie d'aide à la décision répond à un objectif spécifique et il ne s'agit en aucun cas d'opposer les approches. Les analyses multicritères décrites dans le cahier des charges PAPI (Plans d'action de prévention contre les inondations) (MTES/CGDD, 2018) se focalisent par exemple volontairement sur l'analyse de l'efficacité de la réduction du risque d'inondation. Elles se basent sur des méthodes économiques telles que les analyses coûts/bénéfices (ACB) étendues dans un cadre d'analyse dit « multicritère » (AMC) sous la forme d'un tableau de bord sans volonté d'agrégation de valeurs d'indicateurs. Il convient de distinguer par la suite la terminologie du cadre précité et les cadres d'aide multicritère à la décision tels que ceux présentés dans cet article en tant que pistes méthodologiques. Les méthodes d'aide multicritère à la décision présentées ci-après sont encore peu connues et utilisées alors qu'elles pourraient représenter des compléments efficaces aux approches classiques. Pour les projets ayant une double portée de protection contre les inondations et de restauration des milieux, de nouveaux cadres sont en effet attendus pour répondre à ces nouveaux objectifs en valorisant, réutilisant, complétant l'existant. Le cas du Buëch, faisant l'objet de trois

1. *Nature Based Solutions* ou NBS en anglais.



articles d'application dans ce même numéro, est caractérisé par une richesse écologique remarquable dans un territoire pris en étau entre la montagne et la rivière (photo 1). Une nouvelle méthodologie d'aide multicritère (voir les articles de Di Maiolo *et al.* – pages 44-47, Philippe *et al.* – pages 54-57 et Piton *et al.* – pages 58-61, dans ce même numéro), associée au développement ou à la mise en œuvre de nouveaux indicateurs a été proposée pour analyser les mesures d'aménagement non seulement en termes de protection contre les inondations mais aussi en termes de préservation des milieux et de limitation de leur impact environnemental. Cet article présente tout d'abord le cadre d'application, les principes de l'aide multicritère à la décision puis la méthodologie d'intégration des différents outils.

### L'aide multicritère à la décision en quelques mots

Une méthodologie d'aide à la décision correspond toujours à un besoin et un cadre spécifique. Aider à décider consiste ainsi autant à aider, identifier et comprendre le contexte de décision (qui décide? Sur quoi porte la décision? Quels sont les critères utilisés?), qu'à évaluer et comparer des solutions entre elles à l'aide de diverses méthodes de calcul agrégeant des évaluations de critères et de préférences. L'objectif est de faciliter l'appropriation de la démarche par les acteurs et le partage des facteurs (critères) de la décision en termes de nature et d'importance. Ceci permet en effet de progresser dans l'explicitation et la justification des choix en se rapprochant en toute transparence (hypothèses, préférences) de la meilleure solution. Le domaine de l'aide multicritère à la décision est donc avant tout un état d'esprit et une méthodologie avant d'être un ensemble d'outils calculatoires. En se basant sur le cas d'application associé à la mise en œuvre de la GEMAPI, cet article présente le principe des méthodes d'aide multicritère à la décision et une méthodologie de combinaison des approches entre elles.

### L'aide multicritère à la décision s'adresse aux problèmes complexes

Choisir une stratégie d'aménagement sur la base de critères environnementaux, techniques, économiques et sociaux, fait partie des problèmes de décision complexes en raison de l'hétérogénéité des critères (ex. : réduction des dommages, impacts écologiques, coûts économiques) et de la diversité des indicateurs permettant l'évaluation des critères. Ces derniers peuvent être qualitatifs, quantitatifs, plus ou moins imprécis et incertains : l'optimum conduisant à une méthode unique n'existe pas. Une autre difficulté de fond concerne bien souvent l'unicité et la spécificité des contextes de décision : la décision n'est prise qu'une seule fois, la validation de la décision ne peut jamais être établie de façon univoque. C'est d'ailleurs ici toute la subtilité de l'aide à la décision, qui ne fait que proposer des éléments d'analyse au décideur. Comprendre les principes de ces méthodes est donc essentiel. Différentes méthodes plus ou moins empiriques, documentées et testées peuvent être utilisées pour décider, y compris des réunions où l'on classe des solutions par consensus. Pour mieux gérer la complexité, tracer et expliciter les décisions de manière répétable, il est possible de recourir à des méthodes d'aide à la décision plus formalisées allant de simple matrices de priorisation de type Eisenhower (urgent/non urgent, prioritaire/non prioritaire) jusqu'à des méthodes multicritères avancées gérant l'imperfection de l'information (incertitude des scénarios, imprécision des évaluations – Tacnet, 2009).

### Des méthodes pour choisir, trier, comparer des solutions

L'aide multicritère à la décision englobe trois principales catégories de décisions qui consistent à choisir, trier, ranger des solutions ou des alternatives sur la base de critères sur lesquels les décideurs expriment des préférences (Schärlig, 1999). Les solutions, pouvant concerner la localisation, le type d'aménagement, la stratégie de protection, etc., font l'objet d'évaluations selon chacun

► des critères qui sont plus ou moins agrégées entre elles selon les méthodes : les méthodes d'agrégation totale transforment, pour chaque solution ou alternative, l'évaluation de chaque critère en une valeur d'utilité (nombre entre 0 et 1), avant de les agréger sous la forme d'un critère unique de synthèse, par exemple sous la forme d'une somme pondérée dans la méthode AHP ou *Analytic Hierarchy Process* (encadré ①).

D'autres méthodes telles que la méthode Electre TRI sont, par exemple, dédiées à l'analyse de problème de tri : on cherche alors plutôt à déterminer si une solution (par exemple, une mesure ou une stratégie  $a_i$ ) appartient à telle ou telle catégorie d'efficacité sachant que selon les critères, la catégorie d'appartenance peut varier (encadré ②).

### Description de la démarche d'aide à la décision

L'étape de description du contexte de décision, malgré son caractère apparemment trivial, est toujours essentielle, quelle que soit le domaine d'application. Cette phase se construit par échange entre l'analyste (disposant

d'une connaissance suffisante du principe et des limites des méthodes) et le décideur (ou groupe de décision). Elle permet de formaliser et d'explicitier le contexte de décision avant de procéder à l'évaluation et à la comparaison des solutions. Elle constitue déjà en soit une étape primordiale d'appropriation des facteurs de décision par les acteurs en abordant les points suivants : quelle décision dois-je prendre ? Comment est-ce que je prends mes décisions ? Quels facteurs interviennent ? Quelle est leur importance respective ? Les principales étapes de la démarche proposée sont les suivantes (Tacnet, 2009) :

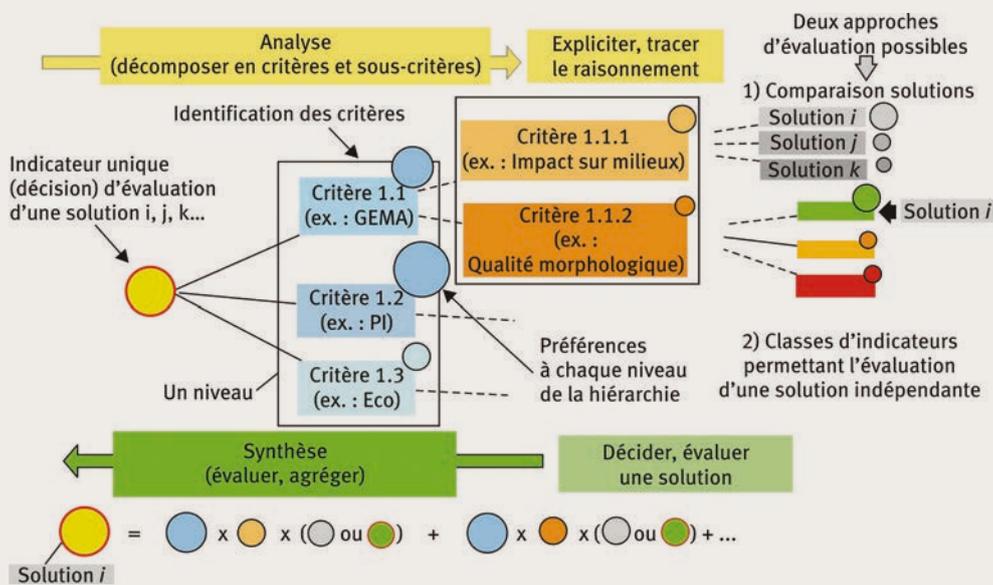
**1) identification préalable de la phase de gestion considérée** : dans un contexte de réduction du risque, par exemple, doit-on décider en phase de prévention, de gestion de crise, de réparation ? Les actions envisagées, les acteurs, les échéances ne sont en effet pas les mêmes dans les différents contextes ;

**2) description du contexte de décision visant à décrire** :

- les acteurs : qui décide ? À qui va-t-on demander d'exprimer des préférences ? Une collectivité, un service technique ?

## ① PRINCIPE D'ANALYSE HIÉRARCHIQUE DU PROBLÈME DE DÉCISION

Tout se passe comme si on projetait des grandeurs différentes (un niveau de qualité écologique, la capacité hydraulique d'un aménagement, le coût de travaux) dans une même unité. Il n'existe pas de référence absolue pour tous les contextes. Pour évaluer des solutions, l'esprit humain cherchera donc à comparer les solutions entre elles. L'analyse hiérarchique multicritère (AHP) repose sur ce principe de comparaison par paires des critères puis des solutions entre elles. Il s'agit par exemple d'évaluer une solution d'aménagement selon trois groupes de critères relatifs à la préservation du milieu aquatique (Critère C1.1, GEMA), de la protection contre les inondations (Critère C1.2, PI) et des volets économiques (C1.3, Eco). Le décideur va leur affecter un poids lié à leur importance relative dans l'évaluation (symbolisé par le diamètre croissant du cercle bleu symbolisant un poids numérique entre 0 et 1, voir Philippe *et al.*). Chacun de ces critères peut être lui-même décomposé en sous-critères : le critère GEMA est décomposé en sous-critères C1.1.1 et C1.1.2 auxquels le décideur accorde une importance (poids) symbolisé par le cercle orange. À l'extrémité de l'arbre, ce sont les solutions qui sont comparées entre elles (Cas 1, méthode dite Critère-Solution pour un faible nombre de solutions) ou affectées à des classes d'indicateurs (Cas 2, méthode dite Critère-Estimateur-Solution, adaptées au classement d'un grand nombre de solutions), classes verte, orange et rouge associées à des préférences prédéterminées (cercles de même couleur). Finalement, la note de la solution étudiée (le cercle jaune cerclé de rouge) est calculée par la somme pondérée de toutes les branches de l'arbre. La « meilleure » solution est celle qui obtient la plus forte note. Une différence de note, même minime, signifie alors obligatoirement qu'une des solutions est « préférée » à une autre même si cela est susceptible de perturber l'interprétation.



- la motivation de la décision : pourquoi décide-t-on ?
- l'objet de la décision : qu'est ce qui est décidé? Que cherche-t-on à comparer ou choisir (solutions et alternatives envisagées)? S'agit-il de solutions techniques, d'étapes de réalisation, de lieux et phases de mise en place (intervenir à tel endroit d'abord) ?
- l'échelle temporelle de la décision : décide-t-on à court, moyen ou long terme ?
- l'échelle ou l'étendue spatiale de la décision (le modèle d'aide à la décision ne repose pas sur les mêmes critères si l'on décide d'un aménagement local, d'une stratégie à l'échelle du bassin versant) ;
- le mode de prise de décision (la décision est-elle individuelle, collective, tracée ?) ;
- les coûts associés aux décisions prises ;

**3) choix, combinaison de méthodes d'aide à la décision, conception des modèles :** en raison du domaine d'application, plusieurs techniques et approches doivent être envisagées de manière non exclusive. Diverses combinaisons de techniques d'aide multicritère à la décision (voir encadrés ❶ et ❷ des approches d'agrégation totale, de sur-classement), d'analyse économique (type analyse coûts/bénéfices ou efficacité), d'analyse de bénéfices, opportunités, coûts, risques, d'optimisation (basée sur la théorie classique de la décision rationnelle) restent possibles, sans adopter de position dogmatique mais en comprenant les principes, avantages et limites de chacune d'entre elles sachant que « *Le simple est toujours faux. Ce qui ne l'est pas est inutilisable* » (Paul Valéry, *CŒuvres II*, 1942). Utiliser un outil, une méthode plus simple, moins perfor-

mante et comportant des biais mais dont le processus est compréhensible, peut finalement être plus efficace en termes de contribution à l'aide à la décision ;

**4) la dernière étape concerne l'application et, le cas échéant, la validation des résultats de la méthode :** les méthodes d'aide multicritère à la décision concernent par essence des contextes de décision multifactoriels et complexes dans lesquels la décision ne peut bien souvent n'être prise qu'une seule fois. Valider un modèle d'aide à la décision pose donc un délicat problème de fond. Un modèle d'aide à la décision doit être validé par rapport à des cas connus de « bonnes » décisions.

### Proposition de méthodologie intégrée

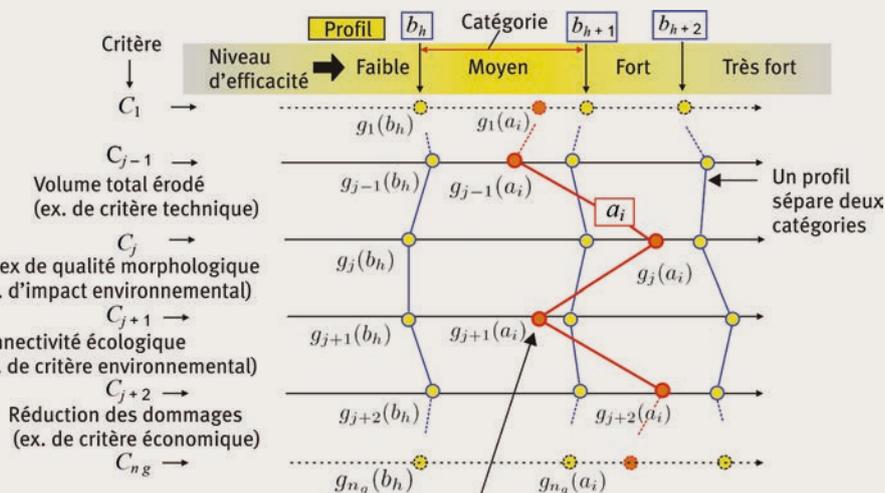
#### Un modèle multicritère hiérarchique composite

Plusieurs applications sont décrites dans des articles du même numéro pour illustrer la mise en œuvre de la démarche globale d'aide à la décision pour le choix de stratégies de protection combiné avec la prise en compte des impacts environnementaux. L'originalité de la démarche repose sur la proposition d'un modèle global basé sur un modèle multicritère hiérarchique (voir Philippe *et al.*, pages 54-57, dans ce même numéro) mais combinant de manière non exclusive différents outils et méthodes portant sur (1) la protection contre les inondations, (2) les dommages évités, les coûts d'investissement et de maintenance, (3) l'évaluation des impacts socio-culturels et (4) l'évaluation des impacts environnementaux. Cette évaluation des impacts environnementaux combine l'évaluation de l'état morphologique de la

## ❷ PRINCIPE DE MISE EN ŒUVRE D'UNE MÉTHODE DE TRI PAR SURCLASSEMENT

### Exemple d'Electre TRI

On cherche par exemple à déterminer le niveau d'efficacité d'une solution d'aménagement par rapport à des critères hydro-morphologiques, environnementaux, économiques. La solution est représentée par un profil d'évaluation en rouge, les limites des valeurs des critères associés aux profils limitant les catégories sont en bleu. Ces méthodes sont intéressantes pour discriminer rapidement des grands nombres de solutions avant d'étudier ensuite plus en détail les meilleures mesures. Les calculs sont basés sur des fonctions d'appartenance floue non détaillés ici mais par exemple, la solution  $a_i$  pourrait appartenir aux catégories « efficacité forte ou moyenne ».



► rivière calculée à l'aide de l'indicateur MQI (*Morphological Quality Index*, Projet REFORM) (4.1), avec l'impact des mesures sur les milieux aquatiques et terrestres obtenu à partir d'une approche d'analyse fonctionnelle systémique (4.2) (voir Piton *et al.* – pages 58-61, Philippe *et al.* – pages 54-57, Di Maiolo *et al.* – pages 44-47, dans ce même numéro).

Ce cadre global permet de lier entre elle des approches de nature différente (ACB, MQI, approches systémiques...) et d'exploiter les résultats sur chacun des volets considérés – (1), (2), (3) et (4) – soit isolément de manière sectorielle, soit de manière agrégée (niveau de décision globale, rectangle jaune bordé de rouge, figure 1) sous réserve d'établir un protocole correct liant ces méthodes avec l'analyse multicritère hiérarchique (normalisation des échelles d'évaluation notamment pour assurer la compatibilité des formalismes).

### Une méthodologie intégrée

L'approche proposée est générique pour aider les décisions de choix, de comparaison de stratégies ou mesures dans l'esprit de l'application de la loi GEMAPI. Cette analyse complète les démarches et l'arsenal des méthodes classiques d'analyse du risque et d'évaluation environnementale par une nouvelle classe d'approches issues des sciences de la décision (figure 2). En plaçant l'identification du processus de décision au centre de la démarche, notamment au travers de l'explicitation des contextes de décision (acteurs, solutions, critères, préférences, indicateurs), elle introduit les méthodologies de l'aide à la décision en complément des méthodes d'ingénierie

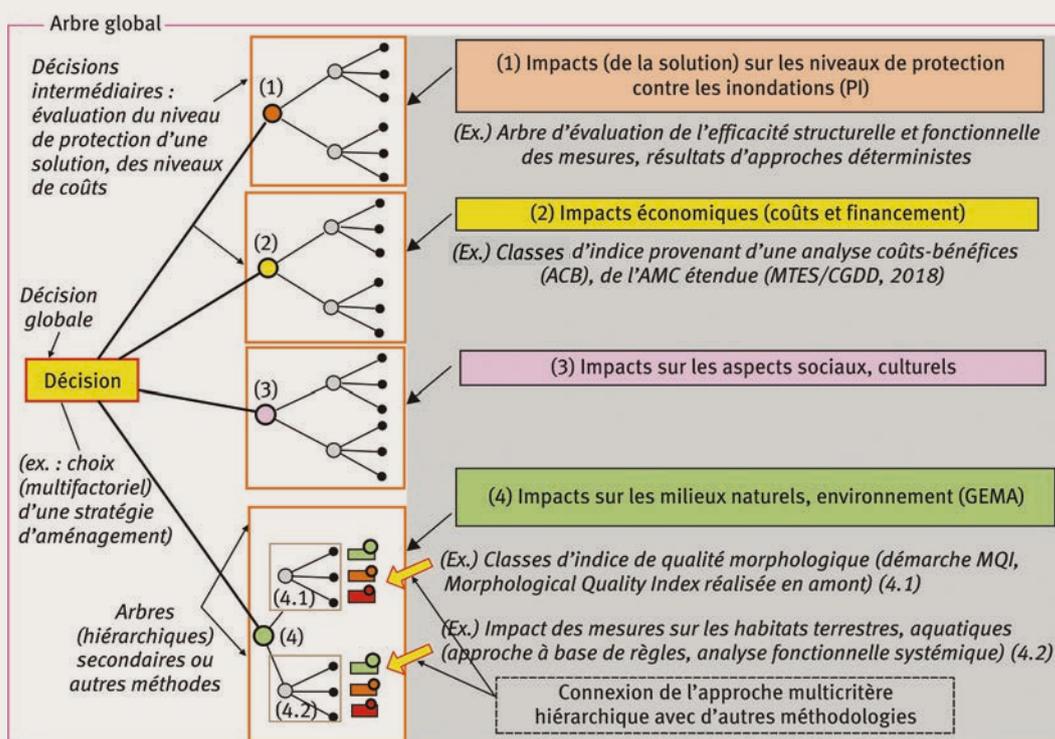
courantes pour gérer les problèmes complexes de réduction des risques et de préservation des milieux. Le principe global est donc de proposer un cadre étendu pour l'aide à la décision basé sur une utilisation conjointe des méthodes d'analyse du risque (classiques) et des effets environnementaux (moins courants) (partie gauche de la figure 2) alimentant des méthodes d'aide à la décision et d'évaluation notamment de type aide multicritère (partie droite de la figure 2).

### Conclusions

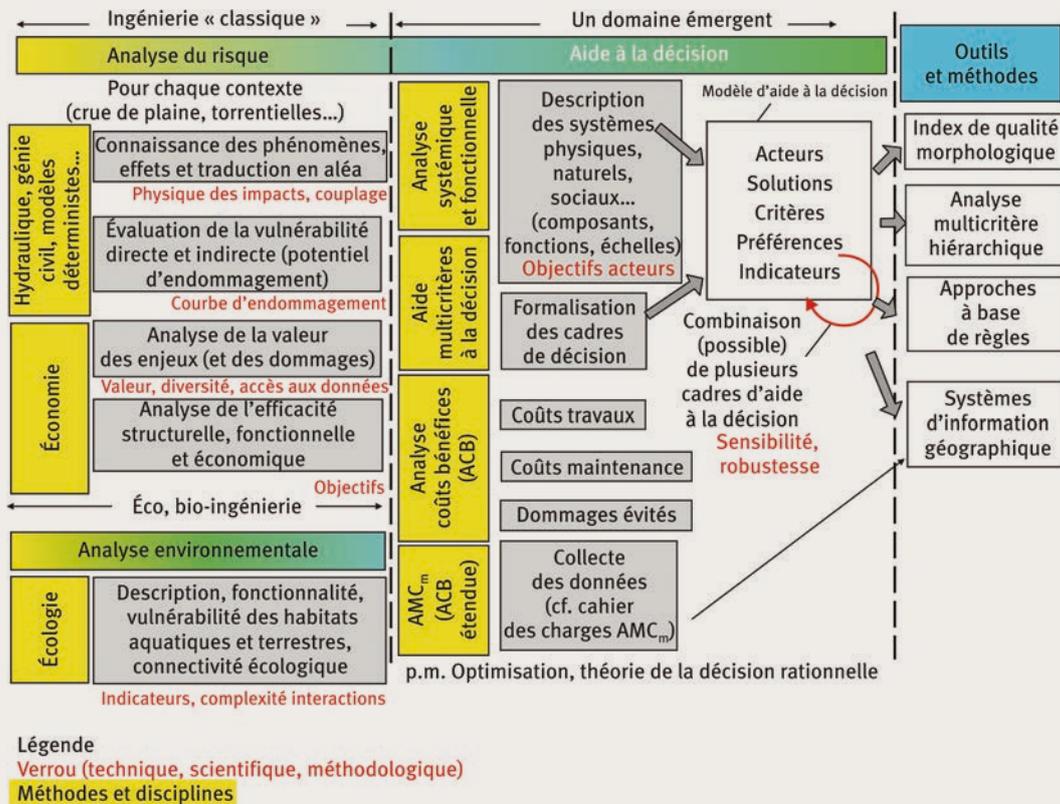
Mettre en œuvre et gérer de manière pratique, l'application de la loi GEMAPI en cohérence avec les dispositifs réglementaires existants, repose sur des prises de décision combinant de manière toujours originale des facteurs techniques, économiques, environnementaux, mais aussi humains, culturels et sociaux dans un contexte de changement global. Du fait de la complexité des décisions, il n'existe pas et il ne peut pas exister de méthode universelle et générique pour aider à la décision. Nous proposons une évolution de paradigme basée sur la combinaison de nouvelles méthodologies en complément des approches sectorielles (ACB, analyse déterministe des aléas) souvent issues des sciences de l'ingénieur, de l'ingénierie écologique qui restent indispensables mais insuffisantes à elles seules pour aller au bout du processus d'aide à la décision.

La démarche proposée est globale, pluridisciplinaire, réaliste et pragmatique. Elle combine les concepts classiques d'analyse de risque, d'évaluation environnementale et

#### 1 Un cadre global systémique d'analyse du problème d'aide à la décision relatif à la mise en œuvre de la GEMAPI.



② Approche intégrée d'ingénierie et d'analyse du risque dans le cadre de la mise en œuvre de la GEMAPI.



quelques premiers exemples de formalismes théoriques d'aide à la décision. Sa mise en œuvre suppose d'analyser le contexte de décision avec les acteurs avant d'imaginer tout développement et permet de garantir une explicitation et une traçabilité des principes et étapes de décision. Par rapport aux approches classiques, cette étape constitue ainsi déjà un résultat en soit en partageant la vision des problèmes à l'échelle du bassin versant et facilitant du même coup les processus de décision ultérieurs. La simple analyse du problème, partagée entre analystes, experts techniques et décideurs, suffit en effet à modifier durablement la vision du problème, constituant déjà, avant tout calcul, une forme d'aide à la décision au travers de la prise de recul qu'elle permet.

D'un point de vue pratique, au-delà de l'aspect calculatoire des méthodes, il est important d'avoir conscience du caractère relatif des résultats d'évaluation de ces approches et de les considérer réellement comme des aides à la décision. Connaître, partager les principes des méthodes entre les acteurs, réaliser des tests de sensibilité et de robustesse est important pour éviter les mauvaises interprétations ainsi que les erreurs d'applications. ■

**Les auteurs**

**Jean-Marc TACNET, Guillaume PITON et Félix PHILIPPE**

Univ. Grenoble Alpes, Irstea, UR ETGR, Centre de Grenoble, 2 rue de la Papeterie-BP 76, F-38402 St-Martin-d'Hères, France

✉ jean-marc.tacnet@irstea.fr  
✉ guillaume.piton@irstea.fr  
✉ felix.philippe@irstea.fr

**Antoine GOURHAND 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  
✉ cvassas.smigiba@orange.fr

**Remerciements**

Les résultats méthodologiques ont été obtenus dans le cadre du projet AAP Gemapi Cerema/Irstea et du projet H2020 NAIAD (Nature Insurance Value : Assessment and Demonstration). EU Grant n°730497.

**EN SAVOIR PLUS...**

■ **MTEs/CGDD**, 2018, *Analyse multicritère des projets de prévention des inondations - Guide méthodologique*, mars 2018, 166 p., disponible sur : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Théma - Analyse multicritère des projets de prévention des inondations - Guide.pdf>

■ **SCHÄRLIG, A.**, 1999, *Décider sur plusieurs critères, Panorama de l'aide à la décision multicritères*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 304 p.

■ **TACNET, J.-M.**, 2009, *Prises en compte de l'incertitude dans l'expertise des risques naturels par analyse multi-critères et fusion d'information*, Thèse de doctorat, Sciences et Génie de l'Environnement, Ecole nationale des Mines de Saint-Étienne.