



T H É M A

Commissariat général au développement durable

L'évaluation socio-économique des projets de prévention des inondations en France

JUIN 2019

En France, le coût annuel moyen des dommages causés par les inondations (et assurés au titre du régime Catastrophes Naturelles) s'élève à 520 millions d'euros. Pour réduire ces dommages, l'État subventionne les projets de prévention contre les inondations portés par les collectivités locales. Pour bénéficier des subventions, les collectivités doivent réaliser une évaluation socio-économique de leur projet. Le Commissariat Général au Développement Durable pilote l'élaboration de la méthode d'évaluation de référence pour que les projets puissent être comparés sur une base commune. Il a récemment publié une mise à jour de la méthode.

En France métropolitaine, près de 17 millions d'habitants sont exposés au risque d'inondation par débordement de cours d'eau d'après l'évaluation préliminaire des risques d'inondation réalisée par l'État en 2011.

Face à ce risque, les Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI, cf. Encadré 1) ont pour objectifs de garantir la sécurité des personnes et des biens, d'améliorer la résilience des territoires et de protéger l'environnement et le patrimoine culturel. Ils constituent l'un des principaux outils opérationnels de mise en œuvre

de la Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation (SNGRI) au niveau des territoires. Ils sont subventionnés par le fonds de prévention des risques naturels majeurs (appelé fonds Barnier) suite à un appel à projets lancé par l'État.

Sur la période 2011-2018, 95 PAPI complets ont été labellisés. Leur montant s'élève à environ 1,7 milliard d'euros dont 690 millions d'euros de subvention d'État (soit 40%). Plus de 80 % de ces montants finance des mesures structurelles (par ex. une digue, cf. axes 6 et 7 des PAPI dans l'Encadré 1).

Encadré 1 - Les Programmes d'Action de Prévention des Inondations (PAPI)

Portés par les collectivités territoriales, les PAPI mobilisent l'ensemble des axes de la gestion des risques d'inondation, à savoir :

Axe 1 : L'amélioration de la connaissance et de la conscience du risque (ex. organisation des retours d'expérience)

Axe 2 : La surveillance, la prévision des crues et des inondations (ex. nouvelles stations d'hydrométrie)

Axe 3 : L'alerte et la gestion de crise (ex. plans communaux de sauvegarde)

Axe 4 : La prise en compte du risque inondation dans l'urbanisme (ex. mise à jour des documents d'urbanisme)

Axe 5 : Les actions de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens (ex. travaux sur les habitations)

Axe 6 : La gestion des écoulements (ex. rétention des eaux à l'amont)

Axe 7 : La gestion des ouvrages de protection hydrauliques (ex. travaux relatifs aux systèmes d'endiguement)

UNE ÉVALUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE OBLIGATOIRE ...

Pour bénéficier des subventions de l'État, les programmes dont le coût des mesures structurelles (axes 6 et 7 des PAPI) dépasse 2 millions d'euros hors taxes doivent faire l'objet d'une évaluation socio-économique.

L'évaluation socio-économique des projets de prévention des inondations en France.

Cette évaluation permet de juger de la pertinence socio-économique des projets en **comparant leurs coûts et leurs bénéfices** au regard des objectifs-clés de la politique nationale de prévention des inondations. **Les coûts comprennent les coûts financiers directs et les coûts des impacts négatifs du projet. Les bénéfices correspondent aux dommages évités grâce à la réalisation du projet. Ils sont calculés par rapport à une situation de référence** sur un horizon temporel défini (généralement de 50 ans). La situation de référence correspond à une évolution prévisible du territoire en l'absence du projet à évaluer.

L'évaluation socio-économique, réalisée par les porteurs de projets, est jointe au dossier examiné par la Commission Mixte Inondation (CMI) qui décide de la labellisation du PAPI.

... ET ASSISE SUR UNE MÉTHODE DE RÉFÉRENCE NATIONALE...

Afin d'être en mesure de justifier les choix effectués entre projets sur une base commune, le **Ministère en charge de la prévention des risques naturels a développé, au niveau national, une méthode d'évaluation socio-économique de référence** dont le contenu est décrit dans un guide méthodologique publié par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) en 2014 puis en 2018 [1].

Cette méthode a été **élaborée par un groupe de travail**, créé en 2008. Piloté par le CGDD, il est composé d'experts du CGDD, de la Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère, de l'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA), du Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA), du Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (CEPRI), de la Caisse Centrale de Réassurance (CCR) et de la Mission Risques Naturels (MRN).

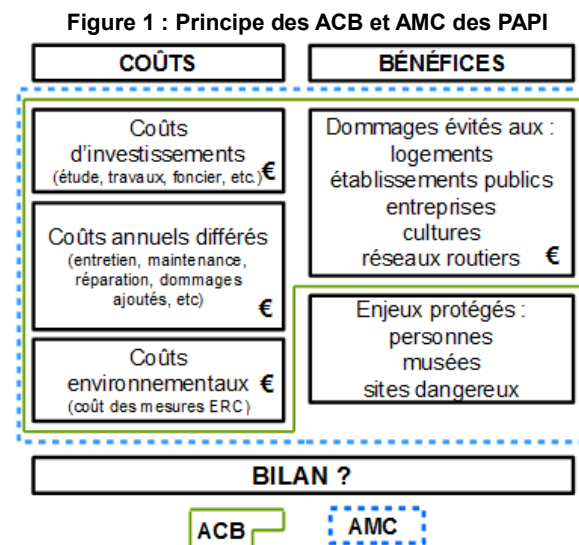
Ce groupe de travail développe des outils, suit leur utilisation et les confronte aux expériences étrangères, et fournit des **recommandations méthodologiques rigoureuses sur le plan scientifique dans le respect du principe de proportionnalité** (i.e. la complexité des études doit être proportionnée à l'enjeu que représente le projet (son envergure géographique, son contexte politique, son coût...)). Il veille à minimiser le coût de mise en œuvre de la méthode pour les porteurs de projet.

... PROPORTIONNÉE AU MONTANT DES PROJETS

Pour les groupes d'opérations structurales cohérentes d'un point de vue hydraulique dont le coût est compris entre 2 et 5 millions d'euros hors taxes, l'évaluation socio-économique obligatoire est une analyse coûts-bénéfices (ACB) standard. Elle repose

sur une comparaison des coûts d'une part et des bénéfices (ou dommages évités) *monétaires* d'autre part (cf. Figure 1).

Pour les groupes d'opérations de plus de 5 millions d'euros hors taxes, la méthode de référence nationale est une analyse multicritère (AMC) ou « analyse coûts-bénéfices étendue » depuis 2018. Dans l'AMC, les bénéfices pris en compte couvrent les impacts évités qui peuvent être monétarisés (il s'agit principalement de dommages matériels), ainsi que les impacts pertinents pour la justification des projets qui ne peuvent pas, en l'état actuel des connaissances et des travaux, être intégrés sous forme monétaire dans l'ACB standard. Il s'agit par exemple des bénéfices liés à la protection de bâtiments patrimoniaux ou de sites remarquables. On distingue ainsi, dans les bénéfices, les dommages évités (impacts monétarisés, que l'on retrouve dans l'ACB) et les enjeux protégés (impacts non monétarisés) grâce au projet (cf. Figure 1).



Source : CGDD

UNE ÉVALUATION DES DOMMAGES ÉVITÉS ...

Les dommages monétaires sont calculés à l'aide de fonctions de dommages (cf. Encadré 2). Elles établissent une relation quantifiée entre les paramètres d'aléa (le plus souvent, hauteur d'eau et durée de submersion) et le montant du dommage exprimé en euros. Ce dernier est estimé à l'aide d'un modèle qui tient compte des caractéristiques de l'enjeu exposé et de recommandations d'experts d'assurance suite à un sinistre (en termes par exemple de nettoyage, de réparation ou de remplacement pour le bâti ou de perte de valeur ajoutée pour les parcelles cultivées).

L'évaluation socio-économique des projets de prévention des inondations en France.

Renseignés en situation de référence et en situation avec projet, les **indicateurs de dommages monétaires reflètent les bénéfices liés à une mise hors d'eau certaine** (par la construction d'une digue par exemple) **ou probable** (par exemple avec le confortement d'un ouvrage permettant une diminution de sa probabilité de rupture) **et ceux liés à une diminution de la hauteur d'eau à laquelle est exposé l'enjeu.**

Encadré 2 - Les outils du guide AMC inondation [1]

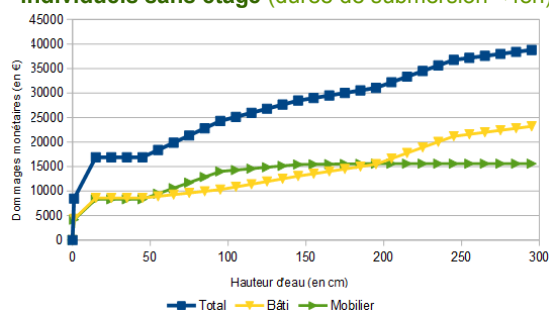
- Les fonctions de dommages monétaires [2] :

Il existe des fonctions de dommages directs pour les logements, les activités économiques, les établissements publics et les parcelles cultivées et une fonction de dommages indirects aux réseaux routiers.

Pour les logements, entreprises et établissements publics, les fonctions sont construites d'abord pour chaque composante élémentaire de l'enjeu (bâti, mobilier, équipement, stocks, etc.) puis agrégées à l'échelle d'une maquette. Une maquette décrit les composantes élémentaires pour une sous-catégorie d'enjeu (par ex. un logement individuel de plain pied (cf. Figure 2), un établissement scolaire, etc.).

Elles sont conçues pour être utilisées à partir de bases de données de localisation des enjeux gratuites et disponibles sur la France entière.

Figure 2 : Fonction de dommages aux logements individuels sans étage (durée de submersion <48h)

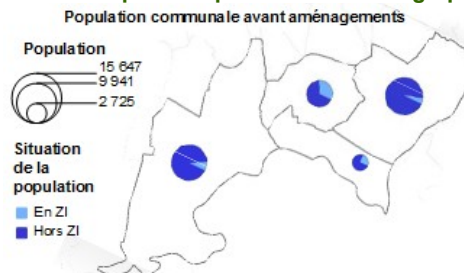


Source : CGDD

- Les « fiches indicateurs » [3] :

Pour chaque indicateur d'exposition d'enjeu, une fiche décrit les données à recenser et les bases de données disponibles (BD TOPO, BD Sirene, BD MAJIC, etc.) et les périmètre et méthode de calcul de l'indicateur. À l'aide d'un cas fictif, un exemple de représentation cartographique est aussi présenté (cf. Figure 3).

Figure 3: Exemple de représentation cartographique



Source : CGDD

... ET DES ENJEUX PROTÉGÉS...

Des indicateurs non monétaires sont proposés pour certains enjeux pour lesquels il est *actuellement* difficile soit de quantifier le lien entre les caractéristiques de l'inondation et l'impact sur l'enjeu (par ex. lien entre la hauteur d'eau et les décès), soit d'attribuer une valeur monétaire à l'impact de l'inondation sur l'enjeu (par ex. valeur de la dégradation d'une œuvre d'art). L'utilisation de ces indicateurs peut être temporaire car elle dépend de l'amélioration des connaissances et des méthodes.

Ces indicateurs sont quantifiés. La variation de chacun des indicateurs entre la situation de référence et la situation avec projet est calculée et donne une évaluation non monétaire de l'efficacité du projet. **Il s'agit de bénéfices liés à une mise hors d'eau certaine ou probable.** L'impact d'une diminution de la hauteur d'eau sur les zones qui restent inondées n'est pas reflété par ces indicateurs.

Pour chaque indicateur d'exposition d'enjeu, **une « fiche indicateur » décrit les données à récolter et les modalités de calcul (cf. Encadré 2).**

... DANS UNE ANALYSE MONO OU MULTI SCÉNARIO ?

Une analyse multi scénario pour comparer les projets entre eux et choisir ceux qui sont le plus efficace

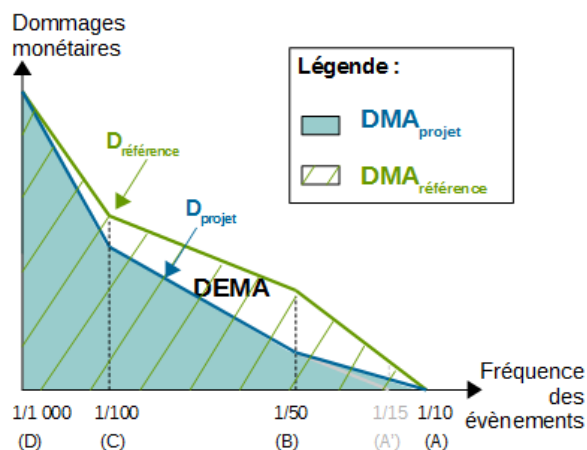
La palette d'événements d'inondations d'intensités différentes pouvant toucher un territoire chaque année est infinie. Dans la mesure où les dommages et les enjeux exposés varient avec l'intensité de l'événement (mesurée par la hauteur d'eau, cf. Figure 2, la durée de submersion, etc), **il faudrait** tenir compte de toutes les crues possibles sur une année donnée pour bien refléter les potentiels dommages et enjeux exposés sur un territoire et **raisonner en dommage moyen annuel ou en nombre moyen annuel d'enjeux exposés.**

L'évaluation socio-économique des projets de prévention des inondations en France.

Dans l'analyse à mener, au minimum quatre événements d'inondations sont considérés (application du principe de proportionnalité). Du plus fréquent au moins fréquent, il s'agit du scénario d'aléa de premiers dommages (i.e. événement le plus intense – en termes de hauteur d'eau par exemple – ne provoquant pas de dommages, cf. A et éventuellement A' sur la *Figure 4*), du scénario de dimensionnement du projet (i.e. scénario d'inondation le plus intense pour lequel l'ouvrage est conçu pour protéger totalement la zone ciblée, cf. B), d'un scénario d'aléa pour lequel l'ouvrage a un impact hydraulique limité (cf. C) et d'un scénario d'aléa extrême de période de retour d'au moins 1 000 ans (cf. D). Conformés à ceux retenus dans la Directive Inondation, ces scénarios ont été retenus de telle sorte à minimiser le risque de sous ou sur-estimation des dommages lié au fait de ne pas considérer tous les événements.

Les dommages associés à chaque événement d'inondation (ou scénario) sont ensuite pondérés en fonction de la fréquence de l'événement pour donner le **Dommage Moyen Annuel (DMA)** (cf. *Figure 4*).

Figure 4 : Courbes de répartition des dommages et représentation graphique du Dommage Moyen Annuel (DMA) et du Dommage Évité Moyen Annuel (DEMA)



Source : CGDD

La différence entre le DMA sans projet et le DMA avec projet correspond au **Dommage Évité Moyen Annuel (DEMA)**. Il correspond aux bénéfices monétaires annuels réalisés sur un territoire grâce au projet en tenant compte de tous les événements d'inondation qui peuvent s'y produire.

Symétriquement, le **Nombre Évité Moyen Annuel (NEMA)** d'enjeux (habitants, emplois, ...) correspond aux bénéfices non monétaires réalisés sur un territoire grâce au projet en tenant compte de toutes les crues possibles.

Pour l'ACB, seuls les indicateurs de dommages monétaires évités (cf. indicateurs M de la *Figure 8*) sont renseignés. Ils permettent de calculer deux indicateurs d'efficacité (le DEMA et le pourcentage de dommages évités par le projet) et deux **indicateurs d'efficacité** (la valeur actualisée nette et le ratio bénéfices monétaires/coûts) (cf. *Figure 5*).

Pour l'AMC, deux indicateurs d'exposition d'enjeux (habitants et emplois) sont aussi renseignés. Ils permettent la construction de nouveaux **indicateurs d'efficacité** (pourcentage d'habitants sortis de la zone inondable par exemple) et de **coût-efficacité** (coût par habitant ou emploi protégé) (cf. *Figure 5*).

Il n'existe pas de règle de pondération de ces indicateurs.

Figure 5 : Indicateurs de l'analyse multi scénario des ACB et AMC des PAPI

Objectifs	Indicateurs synthétiques	Notations / formules	ACB/AMC
Efficacité	Nombre moyen annuel d'habitants protégés par le projet	NEMA habitants	AMC
	% d'habitants protégés par le projet	NEMA habitants / NEMA habitants Sref	AMC
	Nombre moyen annuel d'emplois protégés par le projet	NEMA emplois	AMC
	% d'emplois protégés par le projet	NEMA habitants / NEMA emplois Sref	AMC
	Dommages moyens annuels évités par le projet	DEMA	ACB/AMC
	% de dommages évités par le projet	DEMA / DMA Sref	ACB/AMC
Coûts-efficacité	Coût équivalent moyen annuel par habitant protégé	Cmoy / NEMA habitants	AMC
	Coût équivalent moyen annuel par emploi protégé	Cmoy / NEMA emplois	AMC
Efficience	Valeur Actualisée Nette	$VAN = -C_0 + \sum_{i=1}^T \frac{B_i - C_i}{(1+a)^i}$	ACB/AMC
	Ratio Bénéfices / Coûts	$B/C = \frac{\sum_{i=0}^T \frac{B_i}{(1+a)^i}}{\sum_{i=0}^T \frac{C_i}{(1+a)^i}}$	ACB/AMC

N.B. Dans l'AMC, un ou deux autres indicateurs d'efficacité peuvent être calculés sous la forme d'indicateurs moyens annuels d'enjeux protégés (NEMA) en fonction de la vulnérabilité spécifique du territoire.

Source : CGDD

Le calcul de ces indicateurs nécessite de recourir à des données (paramètres d'aléa, occupation du sol, etc.) qui peuvent comporter des marges d'erreur importantes. L'intervalle de confiance permet d'estimer l'impact cumulé de ces marges d'erreur sur les indicateurs. L'IRSTEA a élaboré un outil simplifié pour analyser la sensibilité des indicateurs d'efficacité de l'analyse multi scénario aux données utilisées pour les calculer [4].

Tenant compte de plusieurs événements d'inondation possibles, **les indicateurs moyens annuels permettent de comparer des projets qui protègent contre des événements d'inondation différents** (une crue trentennale, une crue centennale, etc.).

Encadré 3 - Illustration de l'analyse multi scénario

Un projet est dimensionné pour protéger un territoire, à dominante résidentielle, contre une crue trentennale (fréquence = 1/30). Ce territoire connaît des dommages dès l'occurrence d'une crue quinquennale (fréquence = 1/5).

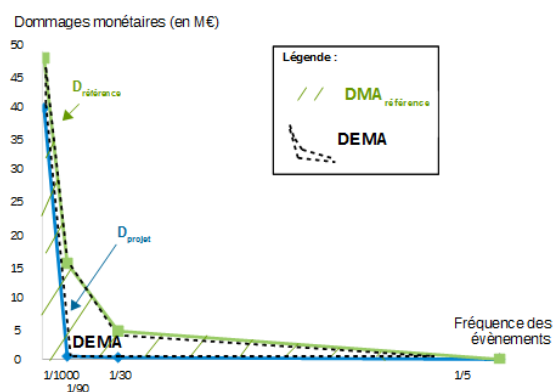
- Les indicateurs d'efficacité et d'efficience de l'ACB et de l'AMC :

Le coût total du projet (C) sur 50 ans s'élève à 10,7M€ (coût d'investissement, coûts annuels différés, coûts environnementaux).

Grâce au projet, 74 % des dommages générés en moyenne chaque année par les inondations sont évités (DEMA/DMAref = 0.74), soit un bénéfice annuel (DEMA) de 0,68M€ (on a DMAref=0,91M€, cf. Figure 6). Le bénéfice total sur 50 ans (B) s'élève alors à 19,2M€.

Ce projet permet ainsi d'économiser sur 50 ans 8,5M€ de dommages à la société (VAN=8,4M€). Ainsi, pour chaque euro investi dans le projet, 1,78€ de dommages est économisé (B/C=1,78).

Figure 6 : DMAréférence et DEMA



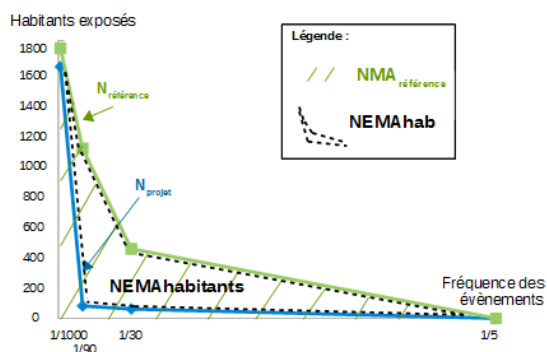
- Les indicateurs d'efficacité et de coûts-efficacité de l'AMC :

Le projet permet de protéger en moyenne chaque année 54 habitants (NEMAhabitants, cf. Figure 7). Autrement dit, grâce au projet, 79% des habitants exposés au risque inondation en situation de référence ne sont plus inondés. (on a NMAhab.ref=68, cf. Figure 7).

L'atteinte de cet objectif de protection des habitants coûte 6 800€ par habitant protégé (Cmoy / NEMAhab=6 800).

Le projet génère aussi un co-bénéfice en termes d'emplois protégés. En effet, le projet permet de protéger, en moyenne chaque année, 16 emplois (NEMAemplois).

Figure 7 : NMAréférence et NEMA pour les habitants



Source : CGDD

Une analyse du scénario de dimensionnement pour avoir une vision plus exhaustive des coûts et des bénéfices des projets et de leur répartition entre enjeux, communes, ...

Pour caractériser plus précisément l'impact du projet et ses bénéfices (monétaires ou non) ainsi que leur répartition entre enjeux, entre communes, etc, le nombre de scénarios doit être réduit en application du principe de proportionnalité. Il est recommandé d'étudier uniquement le scénario de dimensionnement du projet.

Dans l'AMC, l'analyse du scénario de dimensionnement repose sur seize indicateurs non monétaires d'exposition d'enjeux (par ex. le nombre de bâtiments patrimoniaux), cinq indicateurs monétaires de dommages (ex. dommages monétaires aux logements) et trois indicateurs monétaires de coûts (ex. coût d'investissement) (cf. Figure 8). Ils se répartissent selon les quatre axes de la directive inondation : santé humaine, économie, environnement et patrimoine, et traduisent les objectifs de la SNGRI : augmenter la sécurité des populations exposées, stabiliser à court terme et réduire à moyen terme le coût des dommages liés à l'inondation et raccourcir fortement le délai de retour à la normale des territoires sinistrés.

L'évaluation socio-économique des projets de prévention des inondations en France.

Figure 8 : Indicateurs de l'analyse mono scénario de l'AMC des PAPI

Objectifs	Axes de la DI	N°	Indicateurs élémentaires
Générer des bénéfices	Santé humaine	P1	Nombre de personnes habitant en ZI et part communale
		P2	Part des personnes habitant dans des logements de plain-pied en ZI par commune
		P3	Capacité d'accueil des établissements sensibles
		P4	Part de bâtiments participant directement à la gestion de crise situés hors et en ZI
		S1	Alimentation en eau potable: nombre de personnes desservies par des captages situés en ZI
		S2	Capacités d'hébergement communales hors ZI en cas de nécessité d'évacuation
	Économie	M1	Domages aux logements
		M2	Domages aux entreprises
		M3	Domages aux activités agricoles
		M4	Domages aux établissements publics
		M5	Domages indirects aux réseaux routiers
		P5	Trafic journalier des réseaux de transport en ZI
		P6	Part d'entreprises aidant à la reconstruction après une inondation dans les communes exposées
	Environnement	P7	Nombre d'emplois en ZI
		S3	Nombre de postes énergie et télécommunication en ZI
		P8	Stations de traitement des eaux usées en ZI: charge journalière entrante en moyenne annuelle
		P9	Déchets: capacités de traitement et de stockage en ZI
		P10	Nombre de sites dangereux en ZI
Patrimoine	S4	Espaces naturels protégés: superficie d'espaces protégés en ZI	
	P11	Nombre de bâtiments patrimoniaux et surface de sites remarquables en ZI	
	S5	Nombre annuel de visiteurs dans les musées en ZI	
À moindre coût	M6	Coûts d'investissement	
	M7	Coûts annuels différés	
	M8	Coûts environnementaux	

P : indicateur principal, S : indicateur secondaire, ZI : zone inondable
Source : CGDD

Ressources :

[1] *Analyse multicritère des projets de prévention des inondations. Guide méthodologique 2018.* CGDD

[2] Les fonctions de dommages sont disponibles à cette adresse : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/evaluation-economique-des-projets-gestion-des-risques-naturels#e4>

[3] Les fiches indicateurs sont disponibles dans les annexes techniques du guide méthodologique 2018.

[4] Cet outil peut-être demandé via la boîte mail : experts.amc@developpement-durable.gouv.fr

Directeur de la publication : Thomas Lesueur, Commissaire général au développement durable

Auteurs : Bénédicte Meurisse, Doris Nicklaus

Remerciements : aux membres du GT AMC inondation pour leur relecture attentive

Dépôt légal :

ISSN : 2555-7564

Commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

Sous-direction de l'Économie des Risques Naturels et des Risques

Tour Séquoia

92055 La Défense cedex

Courriel : ernr.seei.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.ecologique-solidaire.gouv.fr



UNE MÉTHODE ÉVOLUTIVE

Cette méthode d'évaluation socio-économique des PAPI, qui sert de référence à l'échelle nationale, s'enrichit au fur et à mesure de l'avancée des travaux du groupe de travail en charge de son élaboration.

Dernièrement, les travaux ont permis d'élargir :

- la **palette des coûts** considérés (ex. coûts environnementaux liés à l'infrastructure) ;
- le champ d'application de la méthode à d'**autres types de projets** (ex. confortements d'ouvrage).

Les **travaux en cours** poursuivent quatre objectifs :

- l'**amélioration des fonctions de dommages**, par exemple en croisant les données qui en résultent avec des données observées ;
- l'introduction de **nouveaux enjeux** dans les indicateurs de dommages monétaires évités (*cf. Figure 1*) (ex. dommages psychologiques, dommages directs aux voiries) ;
- l'analyse critique et l'adaptation des outils et des méthodes pour d'**autres phénomènes** (crues torrentielles, submersions marines, etc.) en considérant leurs spécificités ;
- le développement de méthodes et d'outils pour l'évaluation d'**autres axes des PAPI** (ex. évaluation des mesures de réduction de la vulnérabilité des bâtis, *cf. Encadré 1*).