



# Comment évaluer les dommages psychologiques évités par la prévention des inondations ?

MARS 2022

Pour bénéficier des subventions de l'État, les programmes d'actions de prévention des inondations (Papi) dont le coût des mesures structurelles dépasse 5 M€ HT, doivent faire l'objet d'une évaluation socio-économique *ex ante*, dite « AMC inondation ». Cette obligation suscite de la part des porteurs de projet une demande de prise en compte de l'effet traumatisant des inondations. Pour y répondre, une méthode a été élaborée pour intégrer les dommages psychologiques à l'AMC inondation. Le coût d'un état de stress post-traumatique (ESPT) est estimé à 36900 € représentant les dépenses médicales et la perte de bien-être. Il excède dans la majorité des cas le montant des dommages causés au bâti et au mobilier par logement. En tenant compte de la probabilité de survenue d'un ESPT, le dommage psychologique moyen par habitant en zone inondable est compris entre 1600 € et 7400 € selon le type d'habitat (de plain-pied ou non) et la hauteur d'eau dans le logement.

La méthode a été élaborée par le Commissariat général au développement durable (CGDD) et le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) qui ont pu s'appuyer sur l'expertise d'acteurs de la lutte contre les inondations, d'économistes des risques naturels, de psychologues, d'acteurs de la gestion de crise, de représentants d'associations de sinistrés et d'économistes de la santé. Ces travaux s'inscrivent plus largement dans le cadre d'un groupe de travail, installé par France Stratégie et le Secrétariat général pour l'investissement et piloté par le CGDD, sur l'évaluation socio-économique des effets de santé des investissements publics. Ce large groupe s'est aussi attaché à proposer des outils d'évaluation socio-économique des effets sur la santé des rénovations énergétiques des logements, des phases chantier des projets d'infrastructure et des projets d'aménagement de l'espace public favorables à l'activité physique.

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.

## L'EFFICACITÉ DES PROGRAMMES D'ACTIONS DE PRÉVENTION DES INONDATIONS

Face au risque d'inondation et aux conséquences dommageables qu'il engendre, l'État porte une politique de gestion du risque inondation à l'échelle nationale, qu'il décline à l'échelle des territoires au travers des programmes d'actions de prévention des inondations (Papi).

Les Papi mobilisent l'ensemble des sept axes de la gestion des risques d'inondation. Les mesures des axes 6 « Gestion des écoulements » et 7 « Gestion des ouvrages de protection » sont des mesures dites « structurelles » visant à contrôler l'étendue des inondations. Elles consistent en la mise en place de protections dites « rapprochées » (par exemple des digues) ou des dispositifs de stockage des eaux en amont (par exemple un bassin d'écrêtement des crues).

Pour bénéficier des subventions du fonds de prévention des risques naturels majeurs, les Papi dont le coût des mesures structurelles dépasse 2 M€ HT doivent faire l'objet d'une évaluation socio-économique selon une méthode développée par le ministère chargé de la prévention des risques. Au-delà de 5 M€ HT, cette évaluation consiste en une analyse multicritère (AMC). Dans cette méthode dite « AMC inondation », le nombre d'habitants en zone inondable (ZI) doit être renseigné pour au moins quatre scénarios de crue, avant et après projet, ce qui permet de chiffrer le nombre moyen de personnes sorties de la ZI par le Papi.

## Comment évaluer les dommages psychologiques évités par la prévention des inondations ?

### SORTIR LES HABITANTS DES ZONES INONDABLES : UN ENJEU POUR LEUR SANTÉ

Les habitants de zones inondables sont exposés à des risques pour leur santé plus ou moins importants selon des caractéristiques qui leur sont propres (état de santé, âge, sexe, etc.) ou relatives à leur environnement (logement, cadre de vie...) ou à l'intensité de l'inondation (hauteur d'eau par exemple). Sont observés notamment des décès par noyade, des blessures, intervenant le plus souvent lorsque la personne cherche à fuir le danger, à porter secours à quelqu'un ou à mettre en sécurité des effets personnels ou occasionnées lors des opérations de nettoyage post inondation. Sont constatés également des troubles psychologiques à moyen et long termes causés par différents facteurs de stress (évacuation, relogement, dommages matériels...).

Du fait de leur durée, les effets psychologiques (dépression, anxiété, état de stress post-traumatique) représentent plus de 80 % des pertes d'années de vie en bonne santé attribuables aux inondations (Fewtrell et Kay, 2008).

### ENTRE 1600 € ET 7 400 € DE BÉNÉFICIE PAR PERSONNE SORTIE DE LA ZONE INONDABLE

Pour quantifier *ex ante* le nombre de personnes souffrant d'un état de stress post-traumatique (ESPT) post inondation, le groupe de travail a retenu les résultats de la méta-analyse de Chen et Liu (2015) qui distinguent des pourcentages d'ESPT post inondation selon trois niveaux d'intensité d'inondation. En application du principe de proportionnalité, il a décidé de définir ces trois niveaux d'intensité à partir de deux informations géo-localisées (qu'il est donc possible de croiser) déjà exigées par la méthode nationale AMC inondation, à savoir le type de logement (de plain-pied ou non) et la hauteur d'eau à l'intérieur du logement.

La part des personnes souffrant d'ESPT est égale à :

- 4,41 % pour les habitants d'un logement à l'étage ou avec étage, soit la plus faible intensité d'exposition considérée ici ;
- 12,82 % pour les habitants d'un logement de plain-pied et une hauteur d'eau inférieure à 1 m, soit le niveau modéré d'intensité considéré ici. La hauteur d'un mètre est retenue en cohérence avec la distinction faite entre aléa modéré et aléa fort dans les plans de prévention des risques inondation. Elle reflète le seuil à partir duquel les personnes éprouvent des difficultés à se déplacer dans l'eau ;
- 20,06 % pour les habitants d'un logement de plain-pied et une hauteur d'eau supérieure à 1 m, soit le niveau le plus élevé d'intensité considéré.

Le dommage psychologique moyen par habitant inondé (*tableau 1*) est alors obtenu en multipliant le pourcentage d'ESPT par le coût d'un ESPT estimé à 36 900 €<sub>2016</sub>. Ce coût reflète des dépenses médicales et une perte de bien-être (*encadré 1*).

**Tableau 1 : dommage psychologique moyen par habitant selon le type de logement et la hauteur d'eau**

Hauteur d'eau (à l'intérieur du logement) (en m)	Dommage psychologique moyen par habitant (€ <sub>2016</sub> )	
	Habitants de logements à l'étage ou avec étage (P1-P2)	Habitants de logements de plain-pied (P2)
< 1	1 628	4 731
> 1		7 404

*Note : P1 est l'indicateur « Nombre de personnes habitant en ZI » et P2 est l'indicateur « Part des personnes habitant dans des logements de plain-pied en ZI » de l'AMC inondation.*

*Source : auteurs*

ENCADRÉ 1

### Estimation du coût d'un état de stress post-traumatique (ESPT)

Le coût d'un ESPT, estimé à hauteur de 36 900 €<sub>2016</sub>, est la somme de deux composantes :

- des dépenses médicales prises en charge par l'Assurance maladie, de 850 €<sub>2016</sub>, estimées à partir du coût annuel d'un traitement par anxiolytiques de 792 €<sub>2016</sub> (cartographie 2018 des dépenses de santé et pathologie) et de la durée moyenne d'un ESPT post catastrophe naturelle de 12,9 mois (Kessler et al., 2017) ;
- une perte de bien-être supportée par l'individu, de 36 050 €<sub>2016</sub>, estimée en valorisant, à hauteur de 129 000 €<sub>2016</sub> (soit la valeur d'une année de vie, Quinet, 2013), les années de vie perdues par incapacité (Disability Adjusted Life Years), elles-mêmes calculées en multipliant la durée de l'ESPT (12,9 mois) par un coefficient reflétant la perte de qualité de vie attribuée à l'ESPT de 0,26 (Stouthard et al., 1997).

La première composante de coût est marchande et la seconde non-marchande et correspond à la valeur que la société accorde au fait d'être en bonne santé.

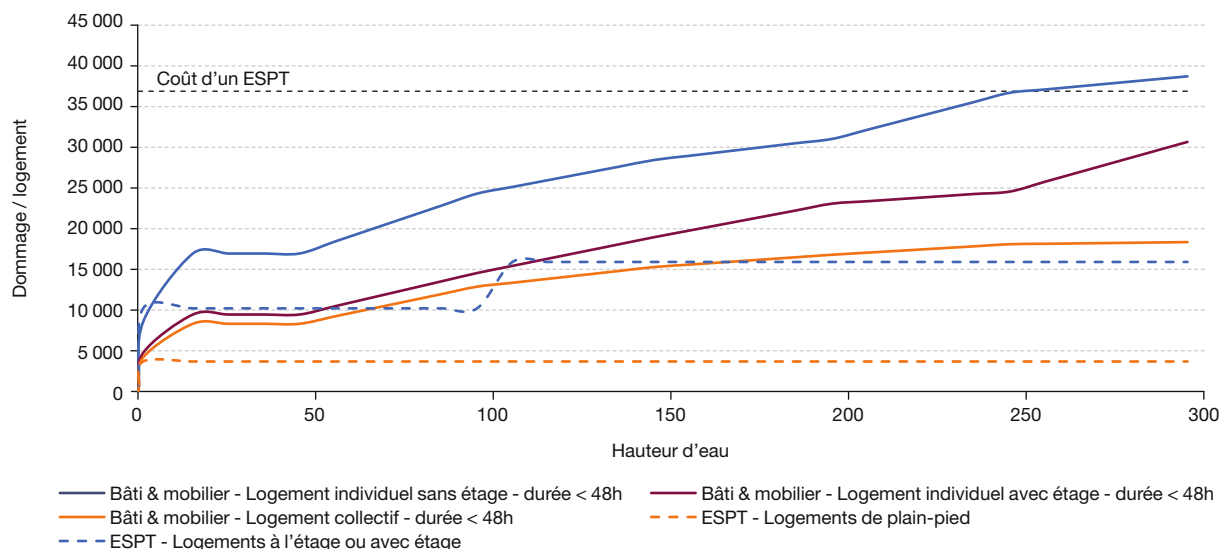
À titre de comparaison, le coût d'un ESPT (36 900 €) excède dans la majorité des cas le montant des dommages causés au bâti et au mobilier par logement (*i.e.* excepté pour les logements individuels sans étage exposés à une hauteur d'eau supérieure à 2 m 40, *graphique 1*). En tenant compte de la probabilité de survenue d'un ESPT, le montant de dommage psychologique moyen par logement représente encore près de la moitié des dommages aux logements pour les logements individuels de plain-pied (en bleu sur le *graphique 1*). Pour les logements individuels avec étage ou les logements collectifs (en orange sur le *graphique 1*), le dommage psychologique moyen représente entre 1/3 et 1/6 des dommages aux logements, selon la hauteur d'eau considérée.

# Comment évaluer les dommages psychologiques évités par la prévention des inondations ?

**Graphique 1 : comparaison des dommages psychologiques et au bâti et mobilier par logement**

Dommages par logement en €<sub>2016</sub>

Hauteur d'eau en cm



Note : les montants de dommages au logement sont obtenus en appliquant les fonctions nationales de dommages aux logements par entité de bien valables pour des inondations de plaine, et une durée de submersion inférieure à 48 h (CGDD, 2018). Les composantes « bâti » et « mobilier » sont additionnées pour chaque hauteur d'eau. Pour la comparaison, le dommage psychologique par logement est obtenu en retenant un nombre d'habitants moyen par logement de 2,2, soit la taille moyenne d'un ménage en France en 2017 selon l'Insee.

Source : auteurs

## LA PRISE EN COMPTE DU COÛT DES DOMMAGES PSYCHOLOGIQUES AMÉLIORERA LA RENTABILITÉ SOCIO-ÉCONOMIQUE DU PROJET

Afin de refléter l'incidence du projet évalué tout en tenant compte de la palette d'événements d'inondation d'intensité différente pouvant toucher un territoire chaque année, le dommage psychologique doit être évalué, à l'aide de cette méthode, pour au moins quatre scénarios de crue, avec et sans projet.

Le dommage psychologique évité en moyenne chaque année viendra alors s'ajouter au dommage évité moyen annuel (Dema), un des indicateurs d'efficacité du Papi

(tableau 2), calculé jusqu'à présent uniquement en termes de dommages matériels sur les logements, les établissements publics et les activités économiques. La valeur actuelle nette (VAN) et le ratio bénéfices/coûts, qui permettent d'apprécier la rentabilité socio-économique du projet, seront donc revus à la hausse, sans que leur interprétation ne soit modifiée.

La mise en œuvre de cette méthode par l'Inrae à titre expérimental sur le bassin de l'Or a montré que le dommage évité moyen annuel pouvait ainsi augmenter de 50 % une fois pris en compte ces dommages psychologiques évités, et que la VAN pouvait plus que doubler dans ce cas. L'amélioration de la rentabilité d'un projet liée à la prise en compte des dommages psychologiques reste toutefois très

**Tableau 2 : indicateurs de l'analyse synthétique 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 / NMA habitants Sref	AMC
	Nombre moyen annuel d'emplois protégés par le projet	NEMA emplois	AMC
	% d'emplois protégés par le projet	NEMA emplois / NMA emplois Sref	AMC
	Dommages moyens annuels évités par le projet	DEMA	ACB/AMC
	% 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

Note : le Dema est égal à B (pour bénéfices) dans les formules de la valeur actuelle nette et du ratio bénéfices/coûts.

\*ACB : analyse coûts-bénéfices, \*AMC : analyse multi-critère.

Source : CGDD (2019)

variable en fonction des caractéristiques du territoire (voir Grelot et Balzergue, 2022). Cette hausse des indicateurs de rentabilité dépend d'abord du poids des logements dans les enjeux protégés par le projet : par exemple si le projet protège avant tout des entreprises et seulement peu de logements, le fait de prendre en compte les dommages psychologiques n'impactera que faiblement la VAN du projet (hausse de la VAN de moins de 10 % pour certaines zones du bassin de l'Or). L'impact de la prise en compte des dommages psychologiques sur la VAN n'est pas non plus proportionnel au poids du logement dans les dommages évités par le projet, dans la mesure où une réduction de la hauteur d'eau se traduit par une baisse des dommages aux logements (bâti et mobilier) mais pas par une réduction des dommages psychologiques (sauf lorsque la hauteur d'eau passe le seuil de 1 m pour les habitants de plain-pied). C'est donc le nombre d'habitants complètement sortis de la zone inondable (c'est-à-dire la hauteur d'eau nulle après projet) d'une part et le type de logement dans lequel ils vivent (plain-pied ou non) d'autre part qui déterminent directement dans quelle mesure la rentabilité d'un projet est revue à la hausse grâce à la prise en compte des dommages psychologiques.

### UNE DÉMARCHÉ À PROLONGER

La démarche mériterait d'être poursuivie pour être adaptée à d'autres aléas (par exemple les crues torrentielles), intégrer d'autres effets de santé (tels que les effets sur la santé liés aux moisissures, les blessures ou les décès) et considérer d'autres populations sinistrées (notamment les personnes travaillant dans les zones inondées).

### RÉFÉRENCES

- Chen, L., & Liu, A. (2015). The incidence of posttraumatic stress disorder after floods: a meta-analysis. *Disaster medicine and public health preparedness*, 9(3), 329-333.
- *Analyse multicritère des projets de prévention des inondations*. Guide méthodologique 2018, CGDD, mars 2018.
- *L'évaluation socio-économique des projets de prévention des inondations en France*, CGDD, Théma Essentiel, juin 2019.
- Fewtrell, L., & Kay, D. (2008). *An attempt to quantify the health impacts of flooding in the UK using an urban case study*. *Public health*, 122(5), 446-451.
- Grelot, F. et Balzergue, P. (2022). *Évaluation monétaire des impacts psychologiques des inondations. Enseignements de l'application de la méthodologie CGDD-Cerema sur les sites expérimentaux du GT AMC*. Convention INRAE-DGPR n° 2103343215, Inrae.
- Kessler, R. C., Aguilar-Gaxiola, S., Alonso, J., Benjet, C., Bromet, E. J., Cardoso, G., ... & Koenen, K. C. (2017). *Trauma and PTSD in the WHO world mental health surveys*. *European journal of psychotraumatology*, 8(sup5), 1353383.
- Stouthard, M. E., Essink-Bot, M. L., Bonsel, G. J., Barendregt, J. J. M., Kramers, P. G. N., Van de Water, H. P. A., ... & Van der Maas, P. J. (1997). *Disability weights for diseases in the Netherlands*.
- Quinet, E. (2013). *L'évaluation socio-économique des investissements publics*, rapport du Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective. La Documentation Française, Paris.

**Bénédicte MEURISSE, SEVS\***  
**Paul GUÉRO, Cerema**

\*en poste au moment de l'étude

*Ce document est une synthèse de la partie « Inondations » du rapport du groupe de travail : CGDD, France Stratégie, SGPI (2022), *Évaluation socio-économique des effets de santé des projets d'investissement public*, sous la direction de Benoît Dervaux, Lise Rochaix, Bénédicte Meurisse (rapp.).*

Trois autres publications évaluent les effets sur la santé des rénovations énergétiques des logements, des phases chantier des projets d'infrastructure et des projets d'aménagement de l'espace public favorables à l'activité physique.

Dépôt légal : mars 2022  
ISSN : 2555-493X (en ligne)

Directeur de publication : Thomas Lesueur  
Rédacteur en chef : Hugues Cahen  
Coordinatrice éditoriale : Laurianne Courtier  
Maquettage et réalisation : Agence Efil, Tours

## Commissariat général au développement durable

Service de l'économie verte et solidaire  
Sous-direction de l'économie et de l'évaluation  
Tour Séquoia - 92055 La Défense cedex  
Courriel : diffusion.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

[www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr)

  
**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*