

Mercuriale des prix de réparation des ouvrages d'art

Présentation succincte

Octobre 2016

Rédaction : CEREMA.

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Site web : www.cerema.fr

Sommaire

1 LE PROJET DE MERCURIALE DES PRIX DE REPARATION DES OUVRAGES D'ART	4
2 USAGES DE LA MERCURIALE.....	4
2.1 Différents niveaux d'usages.....	4
2.2 Comment utiliser la Mercuriale	4
2.3 Amélioration continue de la Mercuriale	5
2.4 Fiabilité des données de la Mercuriale.....	5
3 CONSTRUCTION DE LA MERCURIALE	6
3.1 Hypothèses de base.....	6
3.2 Acquisition et exploitation des données.....	6
3.3 Le cas des marchés à bon de commande.....	6
4 VERSION V3.....	6
5 ANNEXES.....	7
5.1 Annexe I : remontée des données	7
5.2 Annexe II : les différentes typologies d'ouvrages	8
5.3 Annexe III : liste des « macro-prix »	9
5.4 Annexe IV : informations récupérées par les enquêtes.....	10
5.5 Annexe V : comment récupérer les données sur le site de la Mercuriale	13

1 LE PROJET DE MERCURIALE DES PRIX DE REPARATION DES OUVRAGES D'ART

Le but de ce projet est de fournir aux maîtres d'ouvrages et aux gestionnaires **une évaluation des coûts de réparation des ouvrages d'art** sur leur patrimoine. Cette base de données s'inscrit dans une perspective plus large d'optimisation de la gestion des ouvrages d'art. En effet, une évaluation au plus juste du prix des travaux permettra de mettre en œuvre des procédures de priorisation sur les travaux à effectuer. La Mercuriale permet également aux gestionnaires d'évaluer l'effort financier global nécessaire au maintien de leur patrimoine.

Les données utilisées pour obtenir les matrices de la Mercuriale proviennent de chantiers réels. À ce jour elles proviennent de 159 marchés : 143 marchés concernant les ponts, 10 marchés concernant les murs et 6 marchés concernant les tunnels. Les données concernant les tunnels et les murs sont donc à manipuler avec précaution étant donné l'échantillon assez faible de données dont on dispose.

Les données utilisées dans les matrices sont anonymisées. Les gestionnaires sont donc encouragés à transmettre les données concernant les travaux effectués sur leur patrimoine afin de permettre l'actualisation des matrices de coût. La procédure de remontée des données est expliquée à l'annexe I.

2 USAGES DE LA MERCURIALE

2.1 Différents niveaux d'usages

Selon le niveau de précision utilisé, la Mercuriale peut être utilisée de différentes façons :

- Niveaux M1 et M2 : les maîtres d'ouvrages peuvent utiliser ces niveaux de précision pour évaluer l'effort financier à fournir pour maintenir leur patrimoine. Les macro-prix sont ici exprimés avec ou sans rectification par unité,
- Niveau M3 : cette matrice globale peut être utilisée sur l'ensemble du patrimoine. Elle permet d'évaluer différents scénarios de gestion à large échelle.

2.2 Comment utiliser la Mercuriale

Comparaison de stratégie de gestion : Pour chaque type d'ouvrages, la matrice donne le prix au m² de la réparation pour passer d'une classe IQOA à une autre.

Famille structurale	Classe d'état avant travaux	Classe d'état après travaux	Coût global moyen (€/m ²)
Mur poids	Toute classe	Toute classe	576
	3	2 (ou 1)	748
	2E	2 (ou 1)	184

Par exemple, on teste la stratégie « réparer tous les murs pour qu'ils soient en classe 2 » sur un patrimoine composé de 1000 m² de murs dont 750 m² en classe 2E et 250 m² en classe 3. Le coût moyen de remise à niveau est $750 \times 184 + 250 \times 748 = 325\,000 \text{ €}$

La première ligne de chaque matrice correspond aux travaux faisant passer de « toutes classes » à « toutes classes » constituent un coût moyen des travaux quelle que soit l'amélioration de la classe d'état, y compris dans les cas où cette classe d'état n'évolue pas.

Les typologies utilisées pour les différents ouvrages sont précisées à l'annexe II. Certaines catégories plus générales sont susceptibles d'être ajoutées dans la prochaine version de la Mercuriale car certaines catégories ne contiennent pas assez d'ouvrages pour pouvoir effectuer une véritable étude statistique. Sur le site de la Mercuriale, on peut retrouver les données sous l'onglet Matrices et catalogues des macro-prix > Téléchargements des matrices et catalogues > Matrice globale.

Chiffrage d'un chantier de réparation : on peut également exploiter les données de la Mercuriale en utilisant les « macro-prix ». Cette présentation des données correspond aux niveaux de précision M1 et M2 (pour ce dernier, les matrices ne sont pas finalisées).

Pour chaque grande famille de réparation, correspondant aux familles utilisées dans les marchés, les prix moyens sont présentés. Cette présentation des données distingue prix des travaux et prix généraux. Du fait de leur importance et de leur chiffrage particulier, les prix généraux ne sont pas ici donnés par unités de mesure mais en pourcentage du prix du chantier.

Numéros de prix	Macro-prix	Unités	Macro-prix moyen
3181	Prix généraux seuls	Rapport au montant des travaux en %	3.3%
3202	Rejointoiement de parement	m ² de parement traité	50

Suivant ces matrices simplifiées, réparer un ouvrage en maçonnerie où le seul traitement à effectuer est le rejointoiement des maçonneries sur 10 m² peut être estimé à un coût moyen de $50 \times 10 \times (1 + 0.033) = 516.5 \text{ €}$

2.3 Amélioration continue de la Mercuriale

La Mercuriale a pour but de permettre à tous les gestionnaires d'accéder à des données précises et actualisées concernant les travaux de réparation. Dans la limite du possible, les données seront actualisées chaque année. Pour cela, il est nécessaire que les gestionnaires transmettent les données concernant leurs chantiers les plus récents. La procédure de remontées des données est expliquée dans l'annexe I.

2.4 Fiabilité des données de la Mercuriale

Afin que chaque utilisateur puisse se faire une idée de la fiabilité des données qu'il utilise, les matrices globales présentent non seulement le coût moyen mais également le nombre de chantiers ayant permis de calculer ce coût moyen et l'écart type correspondant à la distribution des données. Pour les « macro-prix » où plus de 4 valeurs ont été traitées, sont également présentés un histogramme des valeurs, une courbe de répartition statistique des valeurs, une boîte à moustache présentant les valeurs extrêmes ainsi que les quartiles ainsi qu'une courbe présentant la valeur des macro-prix par unités en fonction de la quantité renseignée sur ce chantier en particulier.

3 CONSTRUCTION DE LA MERCURIALE

3.1 Hypothèses de base

La construction de la Mercuriale se fonde sur plusieurs hypothèses qu'il est important de connaître afin d'utiliser au mieux les données :

- Les données proviennent de marchés réels.
- Aucune donnée récoltée n'a été écartée.
- Les données proviennent des offres proposées par les entreprises en réponse au marché de réparation. Elles ne correspondent pas au prix final des travaux réalisés.
- Les variantes n'ont pas été considérées.
- Les prix des travaux sur les fondations n'ont pas été considérés.

3.2 Acquisition et exploitation des données

Les données ont été acquises grâce au formulaire d'envoi des données [téléchargeable sur le site](#). Pour chaque marché, l'offre la moins-disante majorée de 15% a été retenue. Cela permet un traitement simple et une faible dispersion des valeurs, tout en évitant de sous-estimer le montant des travaux.

3.3 Le cas des marchés à bon de commande

De très nombreux travaux de réparation se font par bons de commande. L'analyse est alors plus complexe. Elle n'est notamment possible que si le bon de commande est accompagné d'une description succincte des travaux. De plus, certaines séries de prix ne peuvent pas être étudiées pour les marchés à bon de commande. Du fait de l'hétérogénéité de ces marchés, leur traitement a été particulier : plusieurs marchés ont été utilisés pour chiffrer un même bon de commande afin d'obtenir un résultat plus homogène.

4 VERSION V3

Une troisième version de la Mercuriale est en cours de lancement. Outre l'actualisation des données afin d'avoir des matrices plus fiables, une attention particulière sera accordée aux matrices M3.

5 ANNEXES

5.1 Annexe I : remontée des données

Pour envoyer des données au groupe de travail il faut soit :

- préciser quelques données sur l'ouvrage et l'opération de réparation :
 - en remplissant le formulaire adapté au type d'ouvrage (les formulaires « pont », « mur » et « tunnel » sont **téléchargeables sur le site PILES** dans la rubrique « Mercuriale des prix »),
- envoyer par messagerie les éléments nécessaires à la construction des macro-prix (analyse des offres au format tableur Excel ou Calc accompagnée du BPU et de l'avant métré) ainsi que les éléments nécessaires à la compréhension des travaux réalisés (CCTP, plans, voire photos des travaux) à l'adresse «mercuriale.reparations-oa@cerema.fr ».

5.2 Annexe II : les différentes typologies d'ouvrages

Les typologies de ponts sont :

- Buse métallique
- Buse en béton
- Pont à poutres précontraintes par post-tension.
- Pont à poutres sous chaussée en béton armé
- Pont dalle en béton armé
- Pont dalle en béton précontraint
- Pont dalle nervurée ou pont à nervures en béton précontraint
- Pont cadre, portique
- Pont en maçonnerie
- Pont en maçonnerie avec élargissement
- Pont à poutre caisson en béton précontraint
- Pont à poutrelles enrobées
- Pont à poutres précontraintes par adhérence
- Pont mixte acier-béton
- Pont à tablier métallique
- Autre.

Les types de matériaux sont :

- Béton armé (contient pont à poutres BA, dalle BA, cadre ou portique)
- Buse en béton
- Buse en métal
- Béton précontraint hors caisson (contient VIPP, PRAD, Dalle BP ou Dalle nervurée BP)
- Caisson béton précontraint
- Maçonnerie (ou maçonnerie avec élargissement)
- Métallique et mixte (contient tablier métallique, pont à poutrelles enrobées, pont mixte acier-béton)
- Divers.

Les typologies de mur sont :

- Mur poids en maçonnerie de pierres sèches
- Mur poids en maçonnerie jointoyée
- Mur poids en béton
- Mur poids en gabion
- Mur poids en éléments préfabriqués en béton empilés
- Mur en béton armé encastré sur semelle
- Rideau de palplanches métalliques
- Paroi moulée ou préfabriquée
- Paroi composite
- Mur en remblai renforcé par éléments métalliques
- Mur en remblai renforcé par éléments géosynthétiques
- Paroi clouée
- Voile ou poutre ancré
- Ouvrages divers.

Les listes au sens de la méthodologie IQOA exploitées pour la matrice globale sont :

- *Liste 1* : mur poids en maçonnerie de pierres sèches, mur poids en maçonnerie jointoyée, mur poids en béton, mur poids en gabion, mur poids en éléments préfabriqués en béton empilés et sur en béton armé encastré sur semelle.
- *Liste 2* : rideau de palplanches métalliques, paroi moulée ou préfabriquée, paroi composite, mur en remblai renforcé par éléments métalliques, mur en remblai renforcé par éléments géosynthétiques, paroi clouée, voile ou poutre ancré, ouvrages divers.

5.3 Annexe III : liste des « macro-prix »

Catalogue de macro-prix :

- Série 100 : macro-prix « généraux »
- Série 200 : macro-prix « réparations spécifiques aux ouvrages en maçonnerie »
- Série 300 : macro-prix « réparations spécifiques aux défauts du béton »
- Série 400 : macro-prix « réparations spécifiques aux défauts des ponts dalle et cadres en béton armé »
- Série 500 : macro-prix « réparations spécifiques aux caissons en béton précontraint »
- Série 600 : macro-prix « réparations spécifiques aux ponts à poutres béton armé et béton précontraint »
- Série 700 : macro-prix « réparations spécifiques aux ouvrages métalliques et mixtes »
- Série 800 : macro-prix « réparations spécifiques aux buses »
- Série 900 : macro-prix « réparations spécifiques aux appuis en béton »
- Série 1000 : macro-prix « réparations spécifiques aux équipements et éléments de protection »
- Série 2000 : macro-prix « réparations spécifiques aux tunnels » (en attente d'avoir collecté un nombre suffisant de marchés).

5.4 Annexe IV : informations récupérées par les enquêtes

L'enquêteur permet ainsi de récupérer, **pour les ponts**, les informations suivantes :

- Nom de l'ouvrage
- Département
- Date de construction de l'ouvrage
- Année de la réponse à l'appel d'offres travaux
- Gestionnaire : *Etat ; Département ; Groupement de communes ; Communes ; Société d'autoroutes ; Autre*
- Nombre de travée(s) ou arche(s)
- Portée(s) ou ouverture(s)
- Largeur totale, avec les définitions suivantes :
 - largeur totale de la structure de tablier (dalle ou hourdis béton sans les corniches)
 - largeur entre nus extérieurs des tympans pour les ouvrages en maçonnerie
 - longueur de radier pour les buses
- Longueur d'ouvrage, avec les définitions suivantes :
 - pour les ouvrages avec joints de chaussée : longueur entre joints de chaussée
 - pour les ouvrages sans joints de chaussée :
 - buses : 3 x ouverture
 - cadres, portiques et ouvrages en maçonnerie avec murs en aile ou en retour : distance entre nus intérieurs des culées + longueur droite des murs
 - cadres, portique et OA maçonnerie sans mur : distance entre nus intérieurs des culées + longueur à 3H/2V
- Surface tablier
- Tirant d'air sous ouvrage : *Strictement inférieur à 5 m ; Compris entre 5 et 10 m ; Compris entre 10 et 20 m ; Strictement supérieur à 20 m*
- Type de tablier : *Buse métallique ; Buse en béton ; Pont à poutres précontraintes par post-tension ; Pont à poutres sous chaussée en béton armé ; Pont dalle en béton armé ; Pont dalle en béton précontraint ; Pont dalle nervurée ou pont à nervures en béton précontraint ; Pont cadre, portique ; Pont en maçonnerie ; Pont en maçonnerie avec élargissement ; Pont à poutre caisson en béton précontraint ; Pont à poutrelles enrobées ; Pont à poutres précontraintes par adhérence ; Pont mixte acier-béton ; Pont à tablier métallique ; Autre*
- Type de pile : *Pile marteau (BA ou BP) ; Pile en béton armé ; Pile en maçonnerie ; Pile caisson ; Sans objet ; Autre*
- Type de culée : *Culée en béton armé en tête de talus ; Culées en béton armé à mur de front ; Culées en maçonnerie ; Sans objet ; Autre*
- Situation de l'ouvrage : *Zone urbaine ; Zone péri-urbaine ; Rase campagne ; Montagne ; Zone maritime ; Autre*
- Type de voie portée : *Passage à faune, passage agricole ; Voirie secondaire ; Route bidirectionnelle ; Route 2 x 2 ; Autoroute ; Autre*
- Type de voie franchie la plus pénalisante vis-à-vis des travaux : *Voie ferrée importante (électrifiée) ; Voie ferrée non électrifiée ; Autoroute ; Route à 2 x 2 ; Route bidirectionnelle ; Voirie secondaire ; Passage à faune, passage agricole ; Fleuve, canal, rivière navigable commercialement ; Fleuve ou rivière non navigable commercialement ; Autre*
- Contrainte d'exploitation sur l'ouvrage pendant les travaux : *Aucune contrainte d'exploitation sur l'ouvrage ; Une voie de circulation doit être conservée en toute circonstance ; Travail de jour possible sans contraintes horaires ; Travail de jour possibles avec plages horaires fixées ; Travail de jour impossible*
- Niveau de trafic supporté sur l'ouvrage (en 1000 véh/j) : *TMJA > 80 ; 60 < TMJA < 80 ; 35 < TMJA < 60 ; 15 < TMJA < 35 ; TMJA < 15*
- Notes IQOA ou équivalent des parties structure, équipements et appuis, avant et après travaux.

Pour les murs, le formulaire permet de récupérer les informations suivantes :

- Nom de l'ouvrage
- Département
- Gestionnaire : *Etat ; Département ; Groupement de communes ; Communes ; Société d'autoroutes ; Autre*
- Date de construction de l'ouvrage
- Situation de l'ouvrage : *Zone urbaine ; Zone péri-urbaine ; Rase campagne ; Montagne ; Zone maritime ; Autre*
- Type d'objet soutenu : *Voie ferrée importante (électrifiée) ; Voie ferrée non électrifiée ; Autoroute ; Route à 2 x 2 ; Route bidirectionnelle ; Voirie secondaire ; Passage à faune, passage agricole ; Canal, rivière navigable commercialement ; Rivière non navigable commercialement ; Construction ; Terrain naturel avec une pente inférieure à 10% ; Terrain naturel avec une pente supérieure à 10% ; Autre*
- Distance à l'objet soutenu : *Inférieure à la hauteur du mur ; Comprise entre la hauteur du mur et 3 fois la hauteur du mur ; Supérieure à 3 fois la hauteur du mur*
- Type d'objet protégé : *Voie ferrée importante (électrifiée) ; Voie ferrée non électrifiée ; Autoroute ; Route à 2 x 2 ; Route bidirectionnelle ; Voirie secondaire ; Passage à faune, passage agricole ; Canal, rivière navigable commercialement ; Rivière non navigable commercialement ; Construction ; Terrain naturel avec une pente inférieure à 10% ; Terrain naturel avec une pente supérieure à 10% ; Autre*
- Distance à l'objet protégé : *Inférieure à la hauteur du mur ; Comprise entre la hauteur du mur et 3 fois la hauteur du mur ; Supérieure à 3 fois la hauteur du mur*
- Longueur du mur
- Hauteur visible de soutènement minimale
- Hauteur visible de soutènement maximale
- Surface visible de soutènement
- Façon dont la surface visible a été obtenue : *calcul ou estimation*
- Type de mur : *Mur poids en maçonnerie de pierres sèches ; Mur poids en maçonnerie jointoyée ; Mur poids en béton ; Mur poids en gabions ; Mur poids en éléments préfabriqués en béton empilés ; Mur en béton armé encastré sur semelle ; Rideau de palplanches métalliques ; Paroi moulée ou préfabriquée ; Paroi composite ; Mur en remblai renforcé par éléments métalliques ; Mur en remblai renforcé par éléments géosynthétiques ; Paroi clouée ; Voile ou poutre ancrée ; Ouvrage divers*
- Type de matériau apparent : *Moellons en opus incertum ; Moellons équarris ; Pierres de taille ; Briques ; Béton lisse ; Béton ouvragé ; Béton brut de projection ; Métal non revêtu ; Métal revêtu ; Ecailles en béton ; Végétaux ; Autre*
- Conditions hydrologiques des fondations : *Fondations immergées ou non*
- Présence ou non de drainage
- Année et nombre de réponse à l'appel d'offres travaux
- Contrainte d'exploitation sur l'ouvrage pendant les travaux : *Aucune contrainte d'exploitation sur l'ouvrage ; Une voie de circulation doit être conservée en toute circonstance ; Travail de jour possible sans contraintes horaires ; Travail de jour possibles avec plages horaires fixées ; Travail de jour impossible*
- Niveau de trafic supporté sur l'ouvrage (en 1000 véh/j) : *TMJA > 80 ; 60 < TMJA < 80 ; 35 < TMJA < 60 ; 15 < TMJA < 35 ; TMJA < 15*
- Notes IQOA ou équivalent des parties zones d'influence, structure, équipements et drainage, avant et après travaux.

Pour les tunnels, une enquête similaire est lancée. Si besoin, le CETU (david.chamoley@developpement-durable.gouv.fr) peut assister directement les maîtres d'ouvrage ou gestionnaires dans le renseignement de l'enquête et dans la transmission des offres des marchés de réparation, qui, pour rappel, seront rendues anonymes.

Cette démarche d'accompagnement doit permettre de récupérer rapidement les données suivantes :

- Nom de l'ouvrage
- Département
- Gestionnaire
- Année de construction
- Année de la réponse à l'appel d'offres travaux
- Méthode de creusement : *traditionnel ou tunnelier*
- Type de revêtement : *rocher, béton projeté, béton coffré armé ou non, maçonnerie, autres*
- Etanchéité à l'extrados : *membrane PVC, aucune étanchéité, autres*
- Nombre de tubes : *1 ou 2*
- Nombre de voies par tube : *1 voie, 2 voies, plus de 2 voies, monodirectionnel, bidirectionnel*
- Longueur du tunnel (y compris les têtes)
- Section du tunnel, définie par la largeur entre piédroits et la hauteur en clé
- Etat du tunnel avant et après travaux (notes IQOA ou équivalent)
- Type de réseau intéressé : *autoroute, route nationale, route départementale, autres*
- Gabarit réglementaire
- Situation du tunnel : *zone urbaine, zone non urbaine, montagne*
- Contexte géologique : *roche massive peu ou très facturée, roche tendre, autres*
- Contexte hydrogéologique : *ouvrage hors ou sous nappe, variable selon les saisons*
- Contraintes d'exploitation pendant les travaux : *fermeture totale, une voie circulation maintenue, travail de jour, travail de jour avec plages fixes, travail de nuit, alternat, autres contraintes*
- Niveau de trafic : *faible (TMJA < 2000 véh), non faible*
- Trafic PL
- Trafic marchandises dangereuses : *autorisé ou non*
- Zone de protection ou architecturale : *oui ou non*
- Liste des familles d'équipements du tunnel : *pas d'équipement, éclairage, ventilation longitudinale ou transversale, signalisation, de la vidéosurveillance et DAI, GTC et supervision, des équipements de communications avec l'utilisateur, des équipements de sécurité*
- Type de travaux de rénovation en génie civil : *rectification de la géométrie, soutènement au rocher, confortation d'un revêtement béton, traitement des venues d'eau, sécurisation réglementaire, autres*
- Type de travaux de rénovation d'équipements : *rénovation de l'alimentation électrique BT ou HT, de l'éclairage, de la ventilation longitudinale ou transversale, de la signalisation, de la vidéosurveillance et DAI, GTC et supervision, des équipements de communications avec l'utilisateur, des équipements de sécurité, autres.*

5.5 Annexe V : comment récupérer les données sur le site de la Mercuriale

L'accès à la Mercuriale des prix de réparation des ouvrages d'art se fait depuis le site PILES (<https://piles.cerema.fr/>) dans l'onglet « Dossiers thématiques » puis « Mercuriale des prix » puis « Accéder à la Mercuriale » puis s'authentifier à l'aide du bouton « Authentification (Mercuriale des prix) » situé en bas de pages.

Pour pouvoir s'authentifier, il faut au préalable avoir demandé les droits de connexion via le bouton « Contact » situé en haut de pages.

Lorsque l'authentification a réussi, l'accès aux données de la mercuriale (matrices et catalogue des macro-prix) apparaît.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN