

Colloque Le Pont 2025

Bruno GODART

**avec l'aide de Renaud LECONTE et
Nicolas BESSOULE**

**Histoire et évolution
du corpus technique
et réglementaire**



Histoire et évolution du corpus technique et réglementaire

Historique sur les règles de surveillance et d'entretien des ponts 1870 - 1930

Le règlement du 7 mai 1870 (Ponts suspendus)

Rappel historique (*) :

C'est dans la période 1830 - 1850 que les ponts suspendus ont eu leur plus grand développement : on en recensait environ 500 en 1850.

Après 1850 et à la suite de nombreux accidents, leur construction a été quasi abandonnée (il était estimé qu'environ un tiers de ces ouvrages ne dépassait pas, pour des raisons diverses, le cap des 15 ans).

Ce règlement, qui arrive donc assez tard, comporte une partie relative à l'entretien et la surveillance :

Surveillance

L'ingénieur d'arrondissement doit effectuer **une visite annuelle détaillée** du pont et de toutes ses parties.

Une **épreuve quinquennale** par poids roulant est obligatoire.

Entretien

Il est entre autre spécifié que **les bois doivent être peints tous les trois ans et les fers tous les ans**, et même plus souvent s'il est nécessaire...

** Historique et analyse des règlements jusqu'en 1940 de calculs des ouvrages d'art métalliques et suspendus, Raymond LAFUENTE, Bull , liaison Labo . Ponts et chaussées n° 172 - mars - avril 1991.*

Le règlement du 27 décembre 1886 (Ponts suspendus)

Rappel historique (*) :

Il s'agit plutôt d'une circulaire consécutive à l'expiration des concessions ou du rachat de celles-ci à la suite de la loi du 30 juillet 1880, et donc de la prise en charge par l'Etat, ou les collectivités locales, de l'entretien des ponts suspendus. Il donne des indications sur les dispositions constructives à adopter :

- la suspension, y compris les ancrages, doit être visitable ;
- les suspensions doivent être conçues de manière à permettre un remplacement facile des câbles sans interruption de circulation, en particulier par : interruption des câbles en tête de pylône et suppression des câbles sans fin ;
- les câbles "tordus alternatifs" apparus depuis peu sur le marché sont conseillés.

Entretien

- "ces ouvrages représentent un capital considérable, ils doivent donc être conservés et entretenus soigneusement".

() Historique et analyse des règlements jusqu'en 1940 de calculs des ouvrages d'art métalliques et suspendus, Raymond LAFUENTE, Bull. liaison Labo . Ponts et chaussées n° 172 - mars - avril 1991.*

Instruction du 29 août 1891 pour la surveillance et l'entretien des ponts métalliques

Instruction du Conseil Général des P&C aux préfets :

« Indépendamment d'une visite annuelle portant principalement sur l'état de la rivure, les ponts métalliques seront soumis au moins une fois tous les 5 ans, et, dans tous les cas, chaque fois que l'on refera la peinture, **à une inspection détaillée et à une vérification des flèches permanentes.** »

« Il sera formé pour chaque pont métallique **un dossier dans lequel seront regroupés tous les renseignements relatifs à cet ouvrage** » (*Nota : première apparition de la notion de dossier d'ouvrage*)

Règlement du 8 janvier 1915 pour le calcul et les épreuves des ponts métalliques (Publication ESTP) :

Article 26 : Dispositions pour faciliter la visite et l'entretien :

« On s'attachera à **rendre faciles la visite, la peinture et la réparation des parties métalliques** et on fera connaître, s'il y a lieu, dans les mémoires à l'appui des projets, les mesures prises à cet effet. »

« On devra chercher **à rendre les principales pièces accessibles sans échafaudages spéciaux**, et sans qu'il soit nécessaire de circuler le long des poutres dans des conditions dangereuses. »

Circulaire ministérielle du 7 août 1930 relative à la surveillance des ouvrages métalliques (ferroviaires)

Fait suite au nouveau règlement du 10 mai 1927 sur les ponts métalliques et porte essentiellement sur le recalcul des ponts ferroviaires à la fatigue :

*« **Lorsqu'au cours d'une visite périodique**, on a été amené à constater une usure ou des déformations anormales de certaines pièces, la sécurité exige que les réseaux n'hésitent pas à entreprendre de nouvelles vérifications et à proposer de nouvelles mesures, s'il y a lieu »*

Pour les ouvrages dont les fatigues calculées sont :

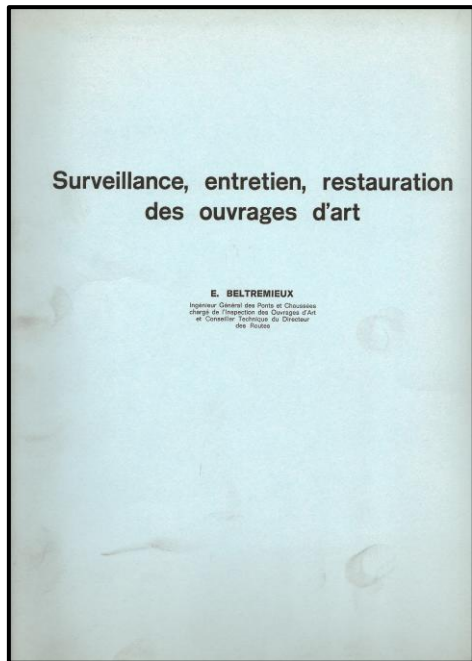
- entre $\frac{2}{3}$ et $\frac{4}{5}$ de la limite élastique du fer et de l'acier,
- entre $\frac{1}{3}$ et $\frac{2}{5}$ de la limite de rupture de la fonte,

« il conviendra de prouver que l'ouvrage peut être maintenu en service sur la base de constatations expérimentales (épreuves statiques avec Coefficient de Majoration Dynamique...) montrant des circonstances favorables négligées à la conception... »

Histoire et évolution du corpus technique et réglementaire

Historique des Instructions Techniques et Guides sur la gestion des ponts 1970 - 2025

1969 : Publication par E. Beltremieux d'un article de référence (*) qui jette les bases du futur SERO 70



Surveillance des ouvrages en service avec la surveillance continue, la surveillance périodique (visites annuelles, inspections détaillées), les visites par « hommes-grenouilles », la surveillance géométrique (topométrie), la haute surveillance,...

Méthodes techniques de surveillance (auscultation, essais, instrumentation, contrôle du comportement, etc.)

Actions d'Entretien (entretien courant et gros entretien), de **(grosses) Réparations** (restauration, consolidation) et de **Transformation** (renforcement, élargissement)

Article émaillé de nombreux exemples, avec un focus sur la corrosion et l'anti-corrosion, les problèmes des ouvrages en terrain minier, la gestion des 8 500 ponts détruits ou endommagés par la seconde guerre mondiale, les choix économiques à faire.

Dans sa conclusion : « Un entretien insuffisant conduit à un gaspillage de crédits, à des troubles dans l'exploitation routière, à des risques d'accidents graves. Il doit exister une politique d'entretien cohérente, efficace, appuyée sur des dotations importantes. ».....

« **En face de ces sollicitations acharnées à la destruction de ce capital, seules pourront lutter la compétence et la vigilance de l'ingénieur qui, pour sauver ce patrimoine d'ouvrages, aura fait sienne la célèbre devise : « je maintiendrai » »**

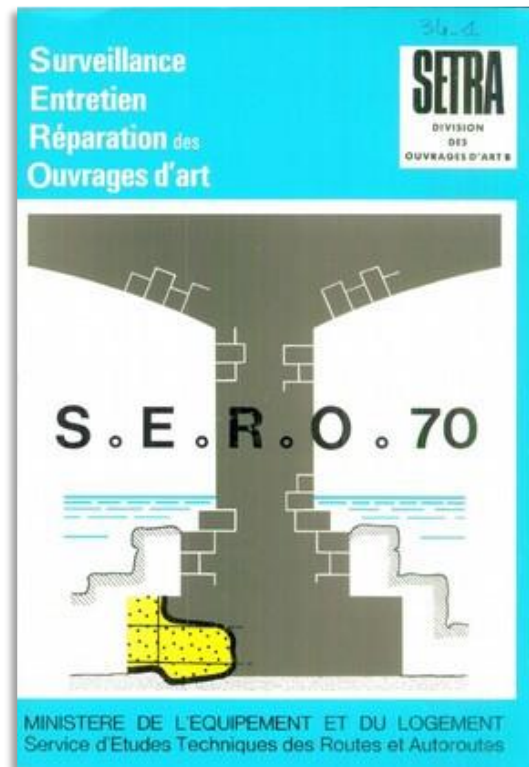
« *Surveillance, entretien, restauration des ouvrages d'art* » par Edouard BELTREMIEUX, Ingénieur Général des P&C chargé de l'Inspection des Ouvrages d'Art et Conseiller Technique du Directeur des Routes. TRAVAUX – La ROUTE, Nov. 1969, 28p. Le Pont 7/10/2025 | Page 8

1970 (mai) : le guide du SETRA sur la surveillance, l'entretien et la réparation des OA : SERO 70

Guide technique mis en place par la Division des Grands Ouvrages du Setra et le LCPC à la demande de la Direction des Routes en 1970.

Inspiré de l'article de l'ingénieur général BELTREMIEUX de 1969 (Surveillance, entretien, restauration des ouvrages d'art).

Recueil de plus de 16 circulaires de 1930 à 1967 concernant Pont métalliques, Pont suspendus, béton armé, Fondation et appuis, Incidents sur OA.



1970 (mai) : le guide du SETRA sur la surveillance, l'entretien et la réparation des OA : SERO 70

Périmètre : ouvrages métalliques, ponts suspendus et haubanés, ponts en béton armé listés par l'ingénieur en chef (portée supérieure à 10 m)

Visites annuelles

Inspections détaillées tous les 5 ans (périodicité pouvant être annuelle pour les OA listés par l'ingénieur en chef). Un modèle type de procès verbal d'ID est présenté en annexe,

Un dossier doit être tenu à jour (donnée de conception, construction, surveillance, réparation, relevé de fissuration, photo)

« Un effort doit être fait pour étendre le modèle de gestion à tous les ouvrages d'art »

Circulaire N°72-96 du 29 juin 1972 relative à la surveillance et l'entretien des pont suspendus, ponts à haubans et ouvrages analogues

Annule et remplace les circulaires du 10/08/1964 et du 20/06/1967, et complète celle du 17/03/1936.

Rappel sur la vulnérabilité des ponts à câbles et de la vétusté d'une partie d'entre eux

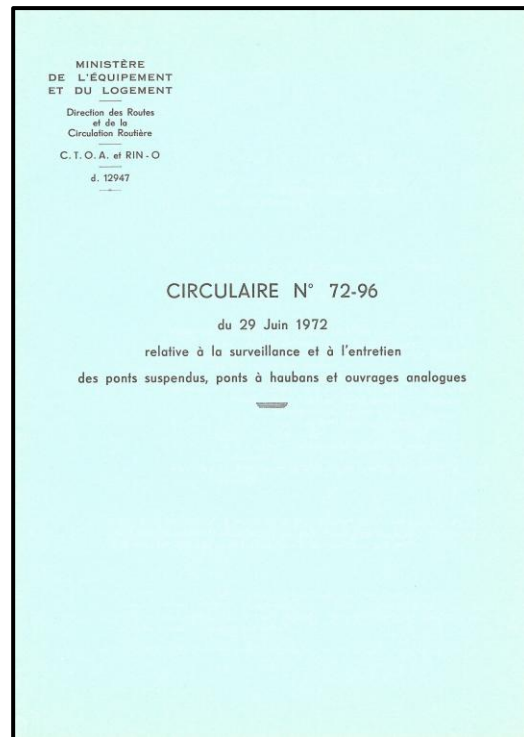
Nécessité d'une inspection détaillée annuelle des ponts vétustes ou anciens. Contrôles des flèches.

Mesures complémentaires de surveillance pour les ponts ayant une travée de plus de 150 m de longueur ou présentant des désordres

(topométrie, contrôle électromagnétique des câbles, surveillance acoustique, zones sous colliers)

Actions d'entretien : renforcement de la protection anticorrosion des éléments de suspension, remplacement des culots en fonte par des culots en acier, assainissement des chambres d'ancrage, réglage de la suspension sous le contrôle du SETRA,...

En annexe, figure un modèle de procès-verbal d'inspection détaillée.



1973 (octobre) : Journée d'information de Lyon

Défaillances et réparations des ouvrages d'art

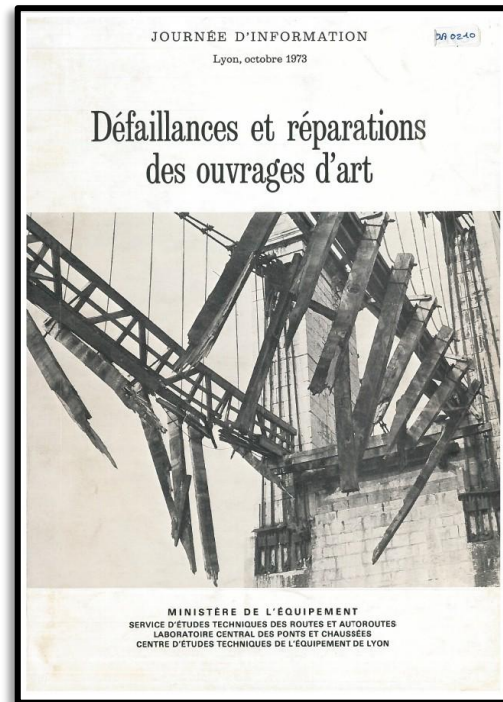
Incidents survenus sur les Ponts de Chazey (1^{er} pont caisson en BP de France, 1957), de Serrières (rupture câble porteur en 1972) et de Montmerle-sur-Saône (passage d'un PL à travers le platelage en bois le 18 août 1972).

Présentation d'investigations de qualité :

Gammagraphie, bobine électromagnétique, contrôle acoustique, pesée de réaction d'appui, libération de contrainte, suivi de fissuration, Photogrammétrie,...

Innovation en Gestion du patrimoine :

- Mise sous haute surveillance d'OA
- 1^{ère} passerelle d'accès négative aux OA
- **Besoin d'une Instruction Technique**



1975 (mai) : Mise à jour du SERO 70

- ❖ Fort intérêt des gestionnaires pour les techniques de gestion des OA.
- ❖ Augmentation du nombre d'OA nécessitant des réparations
- ❖ Ajout de nouvelles circulaires concernant :
 - Circulaire de 1971 et 72 : Protection anticorrosion des OA métalliques
 - Circulaire de 1974 : recensement des OA, moyens de visite

Autres nouveautés :

- Nouveaux moyens d'accès (Passerelles de visite, étude d'une passerelle en Aluminium)
- Introduction des Inspections détaillées exceptionnelles
- Nouvelles méthodes de réparations

1965 - 1985 : Nombreuses méthodes d'auscultation développées par le réseau des LPC

Liste non exhaustive :

1968 : La gammagraphie (V. Zouboff)

1968: Le contrôle électromagnétique des câbles (J.L. Robert, H. Bot)

1969 : L'extensométrie par jauges à fil résistant. (J. Chatelain)

1974 : L'auscultation dynamique des superstructures (G. Cannard, J. Prost, J. Caracilli, Y Venec)

1974 : L'auscultation dynamique des pieux par transparence (J. Caracilli)

1975 : Le flexigraphe laser pour mesure de flèches (J.M. Caussignac)

1977 : L'analyse minéralogique des bétons durcis (F.X. Deloye)

1978 : La pesée des réactions d'appui. (J. Chatelain, D.Ambrosino, A.Chabert)

1978 : La radioscopie des ouvrages d'art (J.C. Dufay)

1981 : La méthode des Moments de décompression (J.L. Duchène)

1983 : La mesure de la tension dans les câbles (R. Lafuente)

1983 : Les mesures de potentiel d'électrode (P. Brevet)

1985 : La mesure de contraintes par libération (C. Abdunur)

1985 : Scorpion, premier système de radioscopie télévisée (JC Dufay)

1985 : Méthodologie d'auscultation et de surveillance des câbles de pont suspendus (J.P. Gourmelon, J.L. Robert)

1986 : L'auscultation des fondations d'OA par sonar latéral (J.C. Jouanneau).

1976 : le cycle d'études des Ouvrages d'art dans les DDE

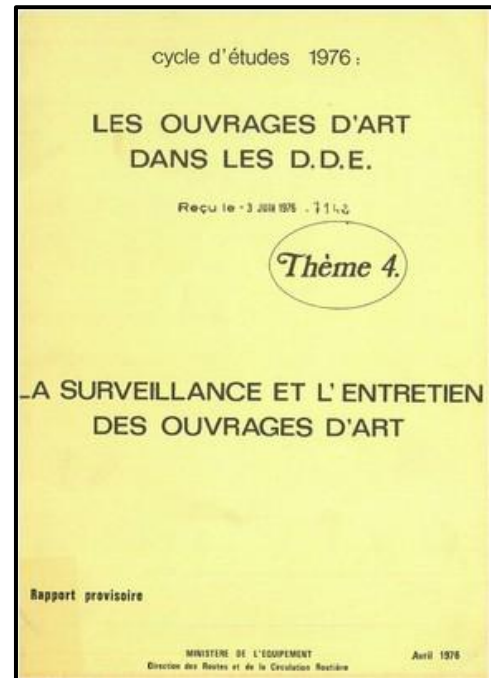
Rappel important : à l'époque, la DDE gérât l'ensemble des ponts situés sur les routes nationales, départementales et communales

« Prise en compte de la nécessité de la maintenance des ouvrages d'art en France...

Création d'une Cellule Départementale des Ouvrages d'Art (CDOA) dans chaque DDE

CDOA : entité spécifique dédiée à la gestion des OA, située au niveau du siège de la DDE et dirigée par un ingénieur des TPE. Elle s'appuyait sur les agents des subdivisions chargés de surveiller les OA.

DRCR, Cycle d'études 1976-1977, La surveillance et l'entretien des ouvrages d'art, Rapport définitif du thème IV, janv. 1977, 122 p



1978 : Effondrement du pont Wilson à Tours

Tours : 10 avril-3 mai 1978
de proche en proche 5 piles, 6 arches du
pont du 18e siècle se sont effondrées (RN 10)



Extrait de Démocratie locale – Spécial « Ouvrages d'art », Supplément au n°18, mars 1981.

- Effondrement de 5 arches du pont suite à une forte crue de la Loire.
- La cause principale est un affouillement d'une pile conjugué à un dégarnissage des pieux par enlèvement des alluvions à travers les enrochements de protection, dans la mesure où la cote du fond du lit dans les passes s'est retrouvée inférieure à celle du platelage, suite à l'abaissement du lit de la Loire consécutif à l'extraction de matériaux.
- La dernière inspection datait d'octobre 1976, et l'entretien du pont avait été assuré normalement.

Un « électrochoc » qui va précipiter la sortie d'une Instruction Technique en préparation sous la direction de l'Ingénieur Général Mogaray...

1979 (19 octobre) : Publication de l'Instruction Technique pour l'Entretien et la Surveillance des Ouvrages d'Art

Instruction du Ministre à toutes les DDE + Circulaire Mogaray.....

« Prise en compte de la nécessité de la maintenance des ouvrages d'art en France...

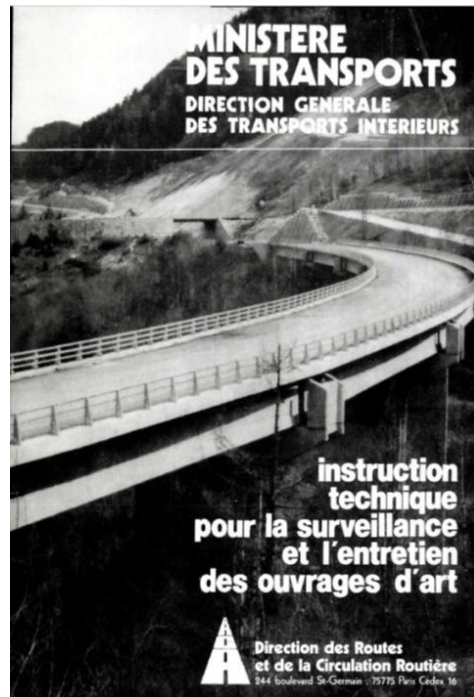
Avec la création d'une entité spécifique dédié à la gestion des OA : la CDOA

Objectifs :

- ☐ Connaissance à jour de l'état des ouvrages
- ☐ Entretien et remise en état
- ☐ Mesures de sécurité éventuelles
- ☐ Suivi de l'évolution de l'ouvrage à partir d'un **état de référence**

Circulaire d'application du 10 décembre 1979 dans un souci de service public

1er **grand recensement national** des ouvrages d'art routiers demandé pour le **30 juin 1980** : Tout gestionnaire (Etat, collectivité)



1979 (19 octobre) : Publication de l'ITSEOA

❖ Modalités d'organisation

- **Surveillance organisée**
 - Visite annuelle
 - Inspection détaillée périodique (5 ans)
- **Action particulière de surveillance**
- **Surveillance continue**
- **Surveillance renforcée et haute surveillance**

1^{ère} partie : Dispositions applicables à tous les Ouvrages

2^{ème} partie : Fascicules par types d'ouvrages, diffusés au fur et à mesure de leur impression

❖ Entretien et réparation

- **Entretien Courant** (souvent fait en régie avec la visite annuelle)
- **Entretien spécialisé** (confié à des entreprises)
- **Réparations** (confié à des entreprises après élaboration d'un projet de réparation)

1980 - 2006 : Publication de l'ITSEOA, 2^{ème} Partie

1980 : Fascicule 40 : Tunnels – Tranchées Couvertes Galeries de Protection

1981 : Fascicule 01 : Dossiers d'ouvrage

1981 : Fascicule 10 : Fondations en Site Aquatique

1981 : Fascicule 30 : Ponts et Viaducs en maçonnerie

1982 : Fascicule 35 : Ponts de Secours

1983 : Fascicule 02 : Généralités sur la Surveillance

1983 : Fascicule 21 : Equipements des Ouvrages

1984 : Fascicule 52 : Déblais et remblais

1984 : Fascicule 32.2 : Ponts en béton précontraint (non courant)

1985 : Fascicule 51 : Ouvrages de soutènement

1985 : Fascicule 50 : Buses métalliques

1986 : Fascicule 12 : Appuis

1986 : Fascicule 34 : Ponts suspendus et Pont à Haubans

1986 : Fascicule 32.1 : Ponts en béton précontraint (Pont courants)

1988 : Fascicule 53 : Ouvrage de protection

1990 : Fascicule 33 : Ponts Métalliques

1990 : Fascicule 31 : Ponts en béton non armé et en béton armé

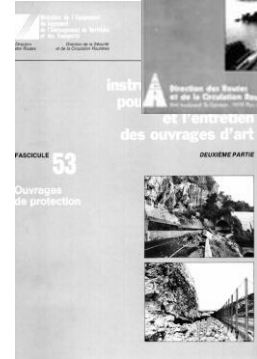
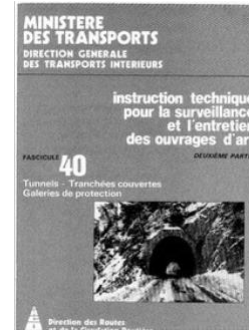
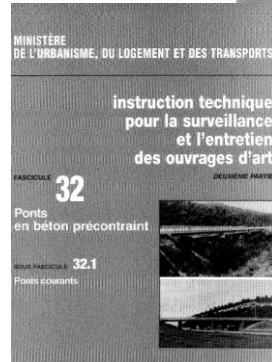
1991 : Fascicule 11 : Fondations en site terrestre

1998 : Fascicule 03 : Auscultation, Surveillance renforcée, Haute Surveillance, Mesure de sécurité immédiate ou de sauvegarde

2002 : Fascicule 13 : Appareils d'appui

2003 : Fascicule 20 : Zone d'influence, accès Abords

2006 : Fascicule 04 : Topométrie



1981 : Document (*) du Ministère de l'Intérieur sur la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art communaux

Brochure préparée sous la direction de l'IGPC M. Mogaray ; **adaptation de l'ITSEOA aux ouvrages communaux recommandée ...**



Ponts de plus de 5 m : 15 700 sur les voies communales et 26 500 sur les chemins départementaux

Rappel des **compétences du maire en matière de sécurité de passage sur les ponts** de sa commune (Art R 46 du Code de la route)

Rappel sur les causes principales des accidents de ponts, et **liste des six principales mesures préventives vis-à-vis des accidents d'ouvrages**

Les mesures de surveillance et d'entretien courants : **Visites annuelles et IDP pour les ponts de plus de 10 m**, les ponts provisoires, les buses métalliques d'ouverture > 5 m, les murs de hauteur > 5 m, les tunnels,...

Organisation des services : création de cellules OA dans les grandes villes et spécialisation d'un agent pour les villes moyennes....

Recours à une aide extérieure : Services technique de l'Etat (selon la loi du 29 septembre 1948) ou Bureaux d'études techniques privés (selon décret 75-60 du 30 janvier 1975)

Moyens financiers : possibilités de prêts par les caisses publiques ou de subventions par l'Etat et les Départements...

(*) Démocratie locale – Spécial « Ouvrages d'art », Supplément au n°18, mars 1981.

1981 (13-17 avril) : Colloque international Franco-Belge sur la gestion des ouvrages d'art, Bruxelles et Paris.

Il a abordé la surveillance, l'entretien et les réparations des ponts routiers et ferroviaires, réunissant des experts français et belges pour échanger sur ces sujets techniques.

Ce congrès a comporté **6 sessions** dont les communications sont présentées dans les 2 premiers volumes :

1. Sécurité et Portance des ouvrages
2. Surveillance et Auscultation
3. Pathologie et Renforcement
4. Techniques spéciales
5. Conception et Gestion
6. Politique de gestion : situation actuelle et perspectives

Le volume 3 comporte les rapports généraux et les discussions relatives aux sessions et quelques communications tardives.

Editions Anciens ENPC

1982-83 : Premières lois de Décentralisation (lois Defferre)

La tutelle exercée par le préfet disparaît. L'État contrôle les actes des collectivités locales a posteriori, non plus a priori.

Conséquence importante sur la gestion des OA en France :

La France possède l'un des réseaux routiers les plus longs et les plus denses du monde, soit : (au 31/12/1981)

- 5 734 km d'autoroutes ,
- 28 010 km de routes nationales ,
- 345 000 km de chemins départementaux,
- 404 000 km de voies communales .

Début du Transfert des routes départementales (et de leurs OA) aux 100 Départements (idem pour les communes...)

Création de Services dans les départements pour gérer les OA et transfert de subdivisions... (suivi par Acte II de la décentralisation (loi de 2003) : Transfert des personnels de l'Etat aux départements en 2006....)

Diminution de 250 000 à 23 000 du nombre de ponts gérés par l'Etat... et aujourd'hui environ 12 000 ponts...

1990 : La méthode départementale dite des PV Quantifiés

Guide élaboré par le Club d'Echange d'Experiences sur les Routes Départementales animé par le SETRA

Méthode de programmation des travaux de grosses réparations basée sur le croisement de la hiérarchisation des ouvrages (indice fonctionnel) et la connaissance des désordres (indice d'état)

La hiérarchisation des ouvrages d'art est obtenue à l'aide d'une méthode d'analyse multicritère. Les ouvrages d'art sont classés en deux groupes :

1er groupe : ouvrages d'art importants

2ème groupe : autres ouvrages

Pour chaque groupe des objectifs de qualité de service peuvent être définis .



1990 : La méthode départementale dite des PV Quantifiés

Etapes de la méthode

1. Décomposition en trois parties (Fondations appuis, Structure, Equipements) et calcul des dégradations limites pour chaque partie
2. Calcul des indices de gravité IG de chaque partie à partir des PV de visite ($IG = \text{Somme des } kc^2$ avec $c =$ valeur de la dégradation figurant dans le PV de visite quantifiée)
3. Calcul des indices d'urgence E de chaque partie à l'aide de IG et du niveau de service de l'OA
4. Calcul de la note d'intervention I de l'ouvrage à partir des indices d'urgence et classement des ouvrages
5. Préprogrammation des travaux pour une liste d'OA

Inconvénients de la méthode

Opérations arithmétiques effectuées sur des indices n'ayant pas la même signification

Opération artificielle d'élévation au carré des notes de dégradation

Automatisme du classement qui peut échapper au jugement de l'ingénieur

1990 et + : La méthode VSC (Visites Simplifiées Comparées) (LRPC Angers)

Méthode d'aide à la gestion (sécuritaire) pour les villes (qualifiée en 1999 par LCPC)

Les Objectifs de la méthode

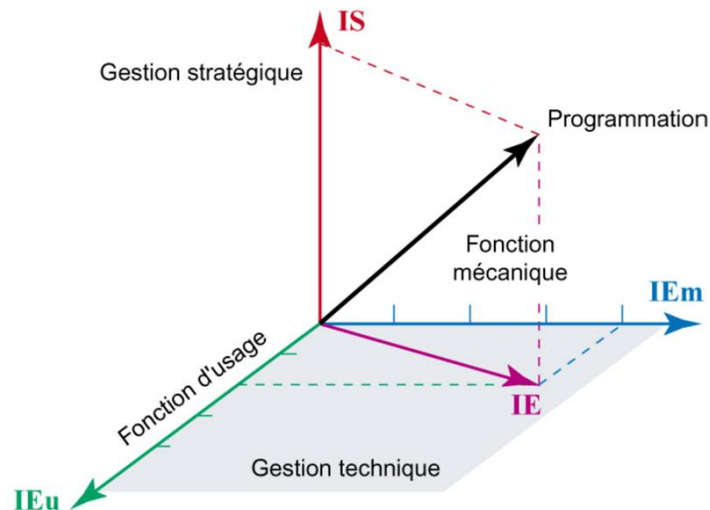
1. Traiter immédiatement les problèmes de sécurité publique
2. Accéder à une vue d'ensemble du parc des ouvrages et de son état
3. Prévoir, programmer les inspections détaillées, les investigations, les actions curatives et préventives, et aider à programmer les dépenses pluriannuelles de gestion du parc.

Le principe de la méthode

Classement des ouvrages à partir du croisement de 2 indices affectés à chaque ouvrage : indice d'état (IE) & indice stratégique (IS)

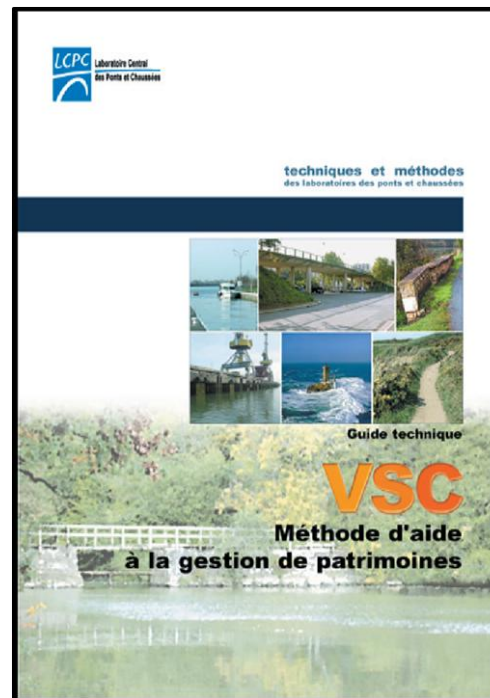
1990 et + : La méthode VSC pour les villes (CETE – LCPC)

Les axes de la méthode VSC



Un logiciel VSC disponible au Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien.

Extension depuis à d'autres parcs d'ouvrages (murs de soutènements, ouvrages portuaires, sentiers littoraux, etc.)



**Guide technique Août 2006 –
(LCPC – CETMEF)**

1989-1991 : Thèse de Jacqueline LLANOS sur l'économie de la maintenance des ponts routiers

Thèse menée en partie au LCPC (sous la direction de Claude Bois) et en partie au Bureau des Ponts de New York dirigé par Bojidar Yanev

Direction de thèse : Rémi Prudhomme (Univ. Paris-Est, Créteil)

Jacqueline LLANOS examine les pratiques de maintenance existantes en France et aux États-Unis, et montre qu'elles ne correspondent pas à l'optimum social. Elle définit les concepts, les outils de base, et les procédures qui permettraient la détermination des meilleures stratégies de maintenance par type de pont.

En utilisant la base de données des ponts de la ville de New York, qui contient des données sur l'état des ponts relevées sur plusieurs années, elle établit des modèles de dégradation des dalles en béton armé; puis elle applique les concepts définis précédemment à la détermination des stratégies de maintenance de ces dalles.

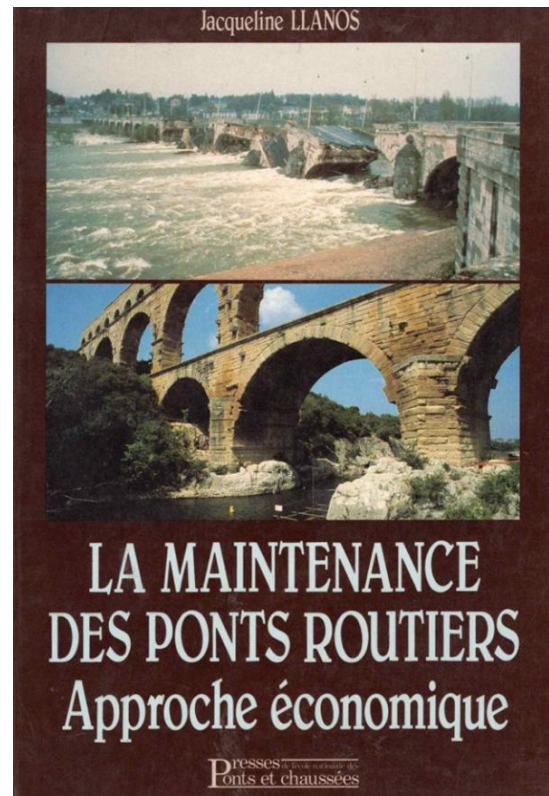
En l'absence d'informations analogues en France, J. Llanos est conduite à formuler des hypothèses pour estimer les dépenses annuelles souhaitables d'entretien des ponts gérés par la Direction des Routes et estime le coût de la remise à neuf de ces ponts. Enfin, elle conclut par des recommandations directement utilisables en France par les gestionnaires publics, en particulier la Direction des Routes.

1989-1991 : Thèse de Jacqueline LLANOS sur l'économie de la maintenance des ponts routiers

Publication en 1992 aux Presses de l'ENPC...

Exploitation par le SETRA et le LCPC de la thèse et conclusion importante :

Mise en évidence de la nécessité de créer une méthode d'évaluation simplifiée des OA afin d'avoir un indicateur quantifié de l'état des ponts pour pouvoir ajuster les budgets annuels nécessaires → Opération IQOA (Image de la Qualité des Ouvrages d'Art)



1994 : Lancement de l'opération IQOA

Après 2 ans de réflexions et de préparations des divers guides IQOA par SETRA/LCPC/CETE, lancement de l'opération IQOA par la DR pour les ponts.

En 1994, la Direction des Routes du ministère de l'Équipement lance une opération d'évaluation de l'état des ponts de son patrimoine non concédé, appelée Image Qualité des Ouvrages d'Art (IQOA).

En raison de l'étendue et de l'importance du patrimoine, le principe retenu consiste à demander aux DDE (CDOA) de procéder aux évaluations selon une méthodologie mise au point par le réseau scientifique et technique, avec l'aide de quelques CDOA et la participation de l'Inspection Générale des Ouvrages d'Art. Les CETE et les DDE assurent ensuite la diffusion de cette méthodologie et la coordination de son application.

Cette méthode, diffusée au sein des services de l'État, est livrée avec **une valise de formation** contenant des **procès verbaux de visite** et des **catalogues de désordres** rédigés par type d'ouvrage. Elle est associée à un **logiciel de gestion LAGORA** (Logiciel d'Aide à la Gestion des Ouvrages d'Art).

"IQOA" : EVALUATION DE L'ETAT DES PONTS POUR UNE MEILLEURE POLITIQUE DE MAINTENANCE

ROBICHON Yves (Direction des Routes) **BINET Christian** (SETRA) **GODART Bruno** (LCPC)

FRANCE

Mots clés : classification - dégradation - pont - banque de données - entretien - vieillissement

1. LE RESEAU ROUTIER FRANÇAIS. LA POLITIQUE D'ENTRETIEN SUR LE RESEAU NATIONAL.

Le réseau routier français comprend environ 900 000 km des routes dont 36 000 km appartiennent à l'État ; 6 000 km sont exploités par des sociétés d'autoroute à péage et 30 000 km sont directement gérés par la direction des routes du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme ; on estime aujourd'hui le nombre de ponts routiers français aux valeurs suivantes :

Ouverture :	5 à 20m	20 à 100m	> 100m	Total
Autoroutes concédées	1700	3100	300	5100
Réseau national	5900	5300	700	11900
Réseau départemental	23700	6200	600	30500
Réseau communal	14800	2400	200	17400
Total	46100	17000	1800	64900

Sur le réseau routier national non concédé géré directement par la direction des routes, on avait recensé en 1992 un patrimoine de 18 500 ponts de plus de 2m d'ouverture, 1 000 km de murs de soutènement, 45 km de tunnels et 96 km d'écrans phoniques. Les ponts, à eux seuls, représentent une valeur estimée à 70 milliards de francs, soit environ 10 % de la valeur de l'ensemble du patrimoine routier correspondant.

Depuis 1992, la direction des routes s'est engagée dans une politique volontaire de préservation de l'état de son patrimoine, qu'il s'agisse des chaussées ou des ouvrages d'art, et a pour cela mis en place deux indicateurs à savoir :

- IQRN (Image Qualité du Réseau National) pour les chaussées,
- IQOA (Image Qualité des Ouvrages d'Art) pour les ponts.

Ce dernier indicateur est actuellement étendu aux tunnels et le sera ultérieurement aux murs de soutènement.

L'objectif poursuivi est :

- d'avoir une évaluation de l'état du réseau et de son évolution dans le temps au moyen d'indicateurs physiques et financiers,
- d'en tirer des enseignements économiques pour fixer des budgets annuels d'entretien,
- de définir des politiques d'entretien contractualisées avec les services gestionnaires.

XXème Congrès Mondial de la Route, AIPCR, Montréal, 1995.

1994 : Organisation de l'opération IQOA

Aboutir à un classement des OA selon leur état (répartition par classe 1, 2, 2E, 3 et 3U, sur la base d'un degré d'urgence - **cotation et non notation...**)

Sur la base de **visites rapides** (examen visuel sans moyen d'accès particulier – ½ journée par pont)

Visites effectuées par **les personnels des subdivisions** des DDE et contrôlées par les CDOA qui affectent la note finale

Visite par tiers du patrimoine tous les 3 ans (compte tenu des moyens humains)

A l'aide d'outils pour aider au classement et assurer l'homogénéité (**Procès verbaux de visite** et **Catalogues de désordres**)

The image shows the front cover of a white form titled 'PROCÈS VERBAL DE VISITE'. At the top left is the '100th' logo with the text 'IMAGE DE LA QUALITÉ DES OUVRAGES D'ART'. To the right are fields for 'DEPARTEMENT', 'Subdivision', 'Ress. National', 'NOM DU FRANCHISSEMENT', and 'OUVRAGE N°'. Below these fields, the text 'PONT DALLE EN BÉTON ARMÉ' and 'TABLIER' is printed. In the center is a blue graphic of three horizontal bars. At the bottom, there are fields for 'CLASSE DE L'OUVRAGE' and 'DATE DE LA VISITE'.



1995 (26 décembre) : Révision de l'ITSEOA de 1979

Fait suite au Cycles d'études sur les OA de 1993-1995

Tire les enseignements de la première campagne d'évaluation IQOA de 1994

Evolution : pour tous les OA : une « surveillance organisée »

- Contrôle annuel allégé
- Intégration des visites IQOA triennales
- IDP tous les 6 ans au lieu de 5 ans (peut être portée à 9 ans pour les ouvrages les plus robustes)
- IDI (inspection détaillée initiale) obligatoire pour tout ouvrage neuf (ou ayant fait l'objet d'une réparation)

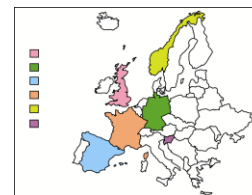
Un dossier d'ouvrage (simplifié, normal ou particulier)

L'obligation d'« entretien courant annuel » par la subdivision gestionnaire est formalisée.

1996 : Premier colloque LE PONT organisé par Christian Tridon avec l'aide de l'INSA de Toulouse

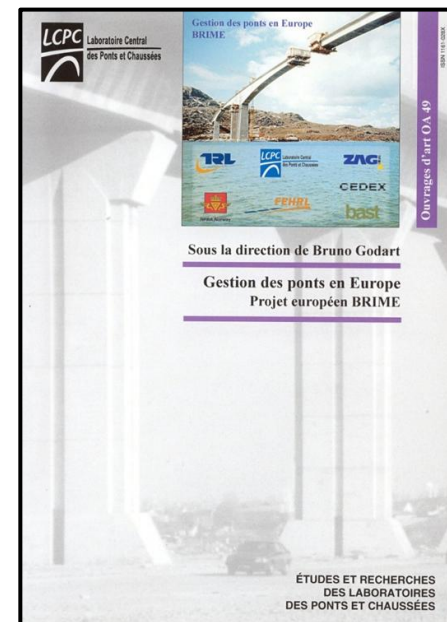
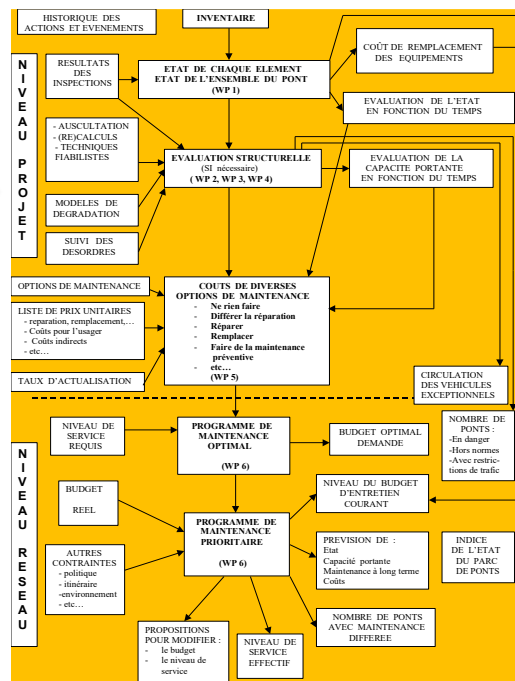
P R O G R A M M E	
9h00 9h45 : Accueil des Participants	
1 ^{ER} JOUR	2 ^E JOUR
9h45 10h00 <i>Présentation générale et coordination</i> M. Perez (CETE Bordeaux)	9h30 10h45 <i>Réparation et entretien des ponts métalliques</i> M. Ramondenc (SNCF)
10h00 10h30 <i>Historique des ponts de Toulouse</i> M. Coppelani (écrivain)	10h45 11h15 <i>Pause café.</i>
10h30 11h30 <i>Contexte économique</i> M. Robichon (Direction des routes - Ministère de l'Équipement)	11h15 12h00 <i>Altération et durabilité de la maçonnerie</i> M. Mamillan, Président du Comité International Pierre de l'ICOMOS
11h30 12h30 <i>La conception</i> M. Lacombe (SETRA)	12h00 12h30 <i>Débat ouvert.</i>
12h30 14h00 <i>Déjeuner</i>	12h30 14h00 <i>Déjeuner.</i>
14h00 16h00 <i>La pathologie du béton et du béton armé :</i>	14h00 14h45 <i>Exploitation de l'ouvrage d'art</i> M. Séguéla (Ville de Toulouse)
• <i>la carbonatation du béton</i> Mme Arliguie (LMDC - UPS)	14h45 15h30 <i>Diagnostic et surveillance</i> MM. Bisaro (GETEC) et Bernier (SOGETRAM)
• <i>la corrosion des armatures</i> M. François (LMDC - UPS)	15h30 16h00 <i>Débat de clôture.</i>
• <i>les réactions sulfatiques et les réactions alcalis</i> M. Escadeillas (LMDC - INSA)	
16h00 20h00 <i>Visite commentée de Toulouse.</i> Réception et apéritif à l'Hôtel de Ville.	

1998 - 2000 : Projet de recherche Européen BRIME (BRIdge Management in Europe)



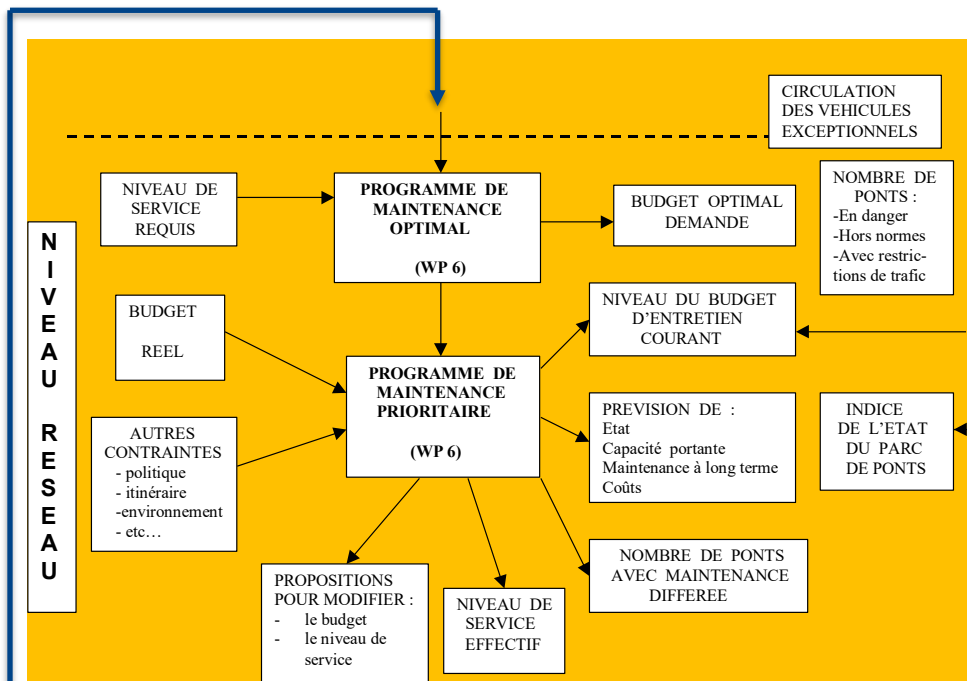
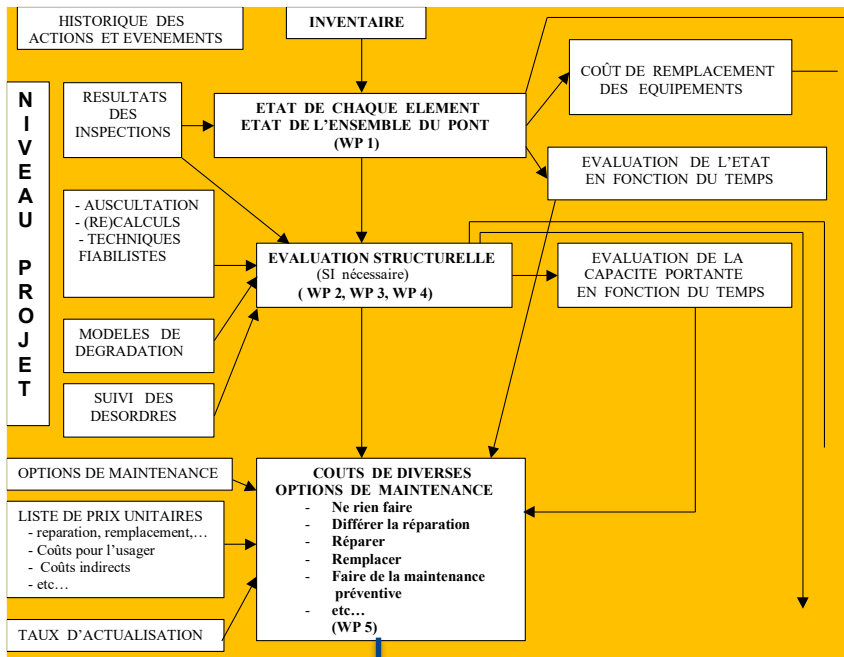
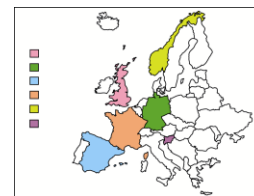
- 1: Classification de l'état d'un ouvrage.
- 2: **Evaluer la capacité portante des ponts existants.**
- 3: Effet de la dégradation sur la capacité portante.
- 4: Modéliser les taux de dégradation.
- 5: Critères pour la prise de décision.
- 6: "Prioritisation".
- 7: **Développement de l'ossature d'un système de gestion des ponts.**

Niveau d'évaluation	Résistance Modèle de charge	Modèle de Calcul des sollicitations	Type d'analyse
0	Pas d'évaluation formelle (Etat de la structure non inquiétant)		
1	Modèles utilisés à la conception	Simple	Analyse Semi-probabiliste
2	Propriétés des matériaux issus du dossier ou des normes	Raffiné	Coefficients partiels de sécurité à l'ELU (et ELS si nécessaire)
3	Modèles basés sur l'auscultation, les essais et observations sur site, etc.	Raffiné	Adaptation des Coef. Partiels ELU
4	Propriétés des matériaux basés sur des essais		
5	Distribution probabiliste de toutes les variables	Raffiné	Analyse complète de fiabilité



**Publication du Rapport final
en français
(LCPC OA 49 - 2005)**

1998 - 2000 : Projet de recherche Européen BRIME (BRIdge Management in Europe)



2006 (mai) : La méthode départementale (SETRA)

Amélioration de la méthode des PV Quantifiés

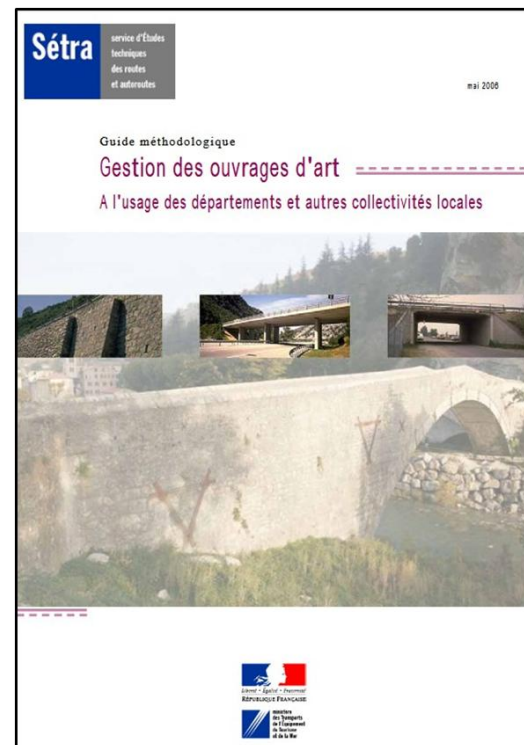
La méthode prend en compte les spécificités des départements :

- les parcs départementaux d'ouvrages d'art (OA) sont importants, mais très variables (de 150 à 2600 ponts par département, avec en moyenne 900)
- l'organisation des services gestionnaires des OA diffère selon les départements : la répartition des tâches doit s'adapter aux moyens disponibles.

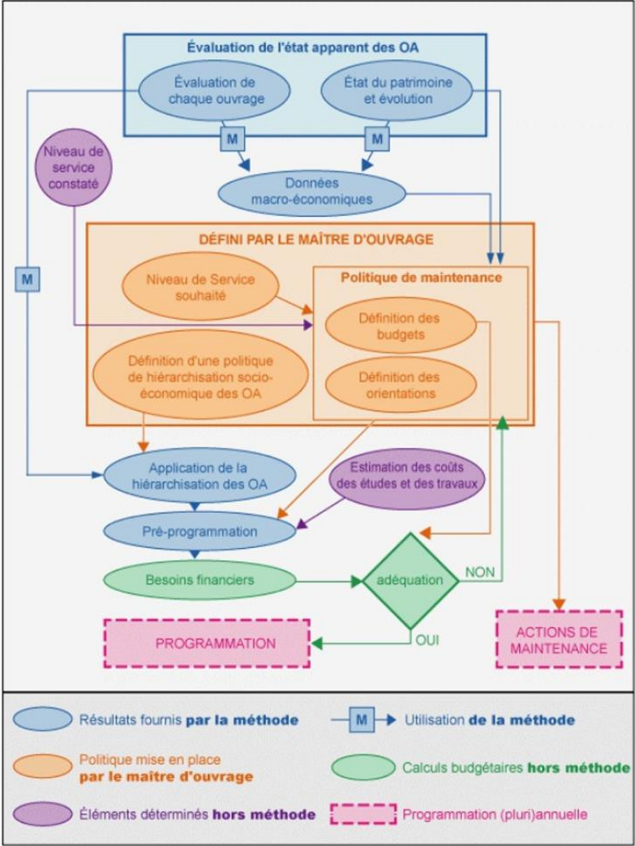
Elle comporte 4 grandes parties :

Parties I et II : évaluation technique des ouvrages et définition des critères de priorité de maintenance de ces ouvrages.

Parties III et IV : programmation et gestion à l'échelle du département, avec des outils macro-économiques qui aident le maître d'ouvrage à définir les choix nécessaires à l'élaboration des programmes de maintenance et de réparation



2006 (mai) : La méthode départementale (SETRA)



Organigramme des opérations et des outils de gestion des OA.

5	2 OA 95 k€				10 OA 230 k€
4		5 OA 140 k€	4 OA 120 k€		
3		6 OA 300 k€		4 OA 150 k€	
2	1 OA 100 k€		3 OA 85 k€		
1					1 OA 25 k€
	CT1	CT2	CT3	MT1	MT2
	IT				

Figure tirée de la méthode MD (2006)

Répartition des ouvrages suivant les couples (IE, ISE) avec indication du nombre d'ouvrages concernés et du coût.

IE = Indice d'Etat

ISE = Indice Socio-Economique

2010 : Révision de l'ITSEOA de 1979

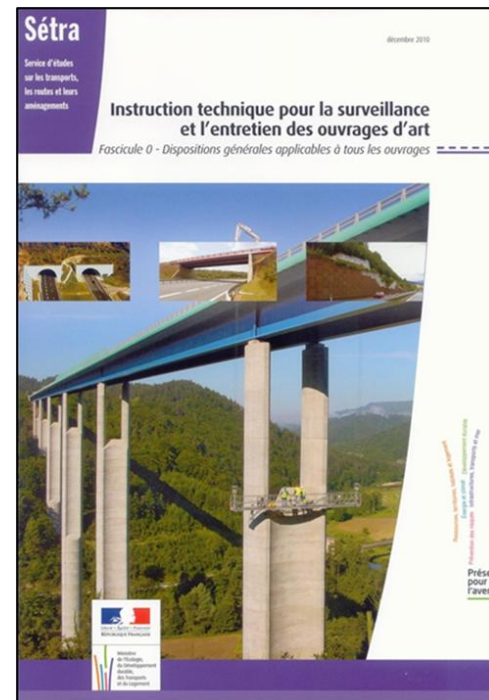
Nouvelle ITSEOA de 2010 : **Adaptation des fréquences des inspection détaillées à la robustesse des ponts** (1, 3, 6, 9 ans)

Développement par le CEREMA de **l'analyse de risques avec application aux familles de structures dites sensibles** : VIPP, buses métalliques, murs en terre armée, ouvrages affouillables,...

Création par le CEREMA d'une mercuriale de prix de réparation

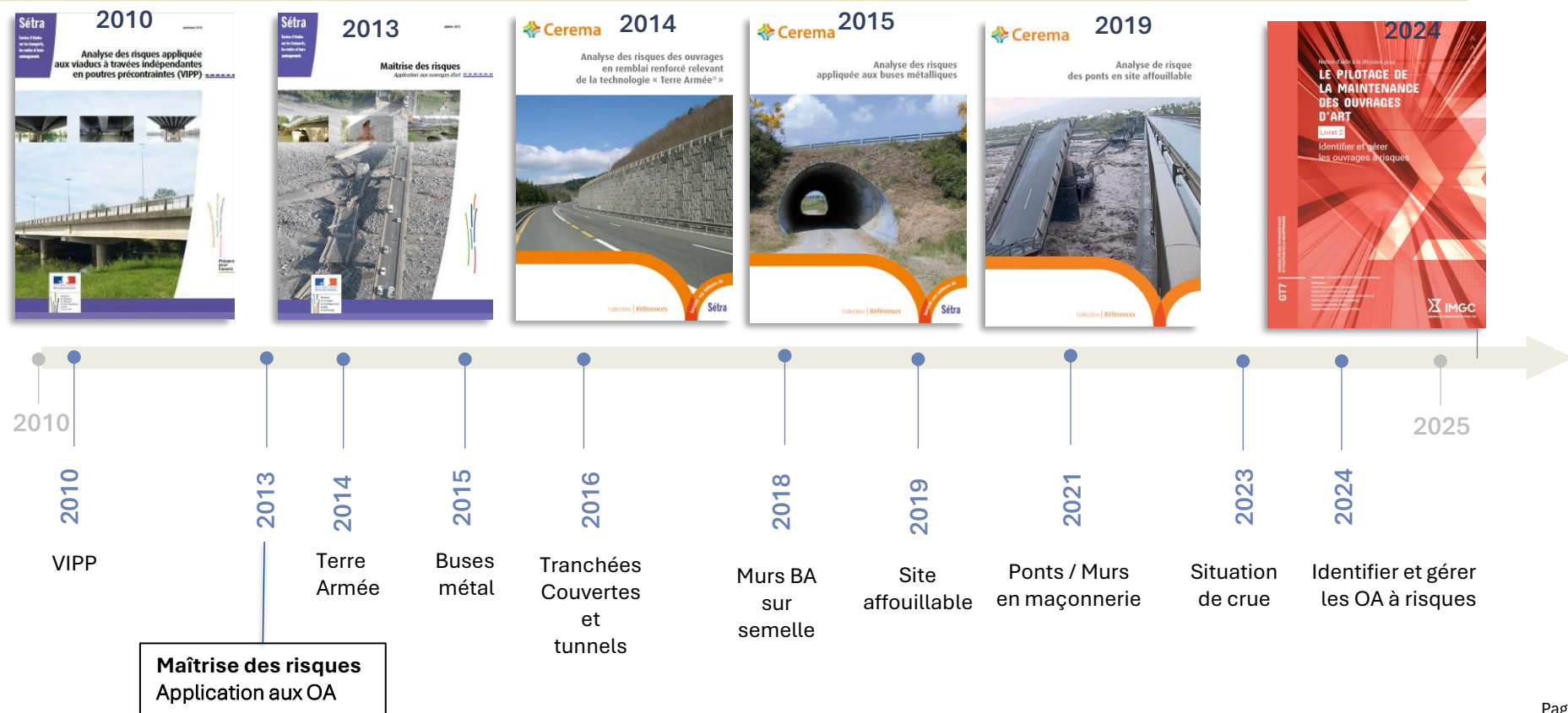
Promotion de la **notion d'inspections ciblées pour certaines pathologies** : idée de moduler les intervalles d'inspection en fonction des résultats d'auscultations légères appliquées lors des inspections...

Evaluation de stratégies de gestion à partir des lois d'évolution des indices IQOA du patrimoine et de matrices de transition d'état (par C. Cremona et A. Orcési).



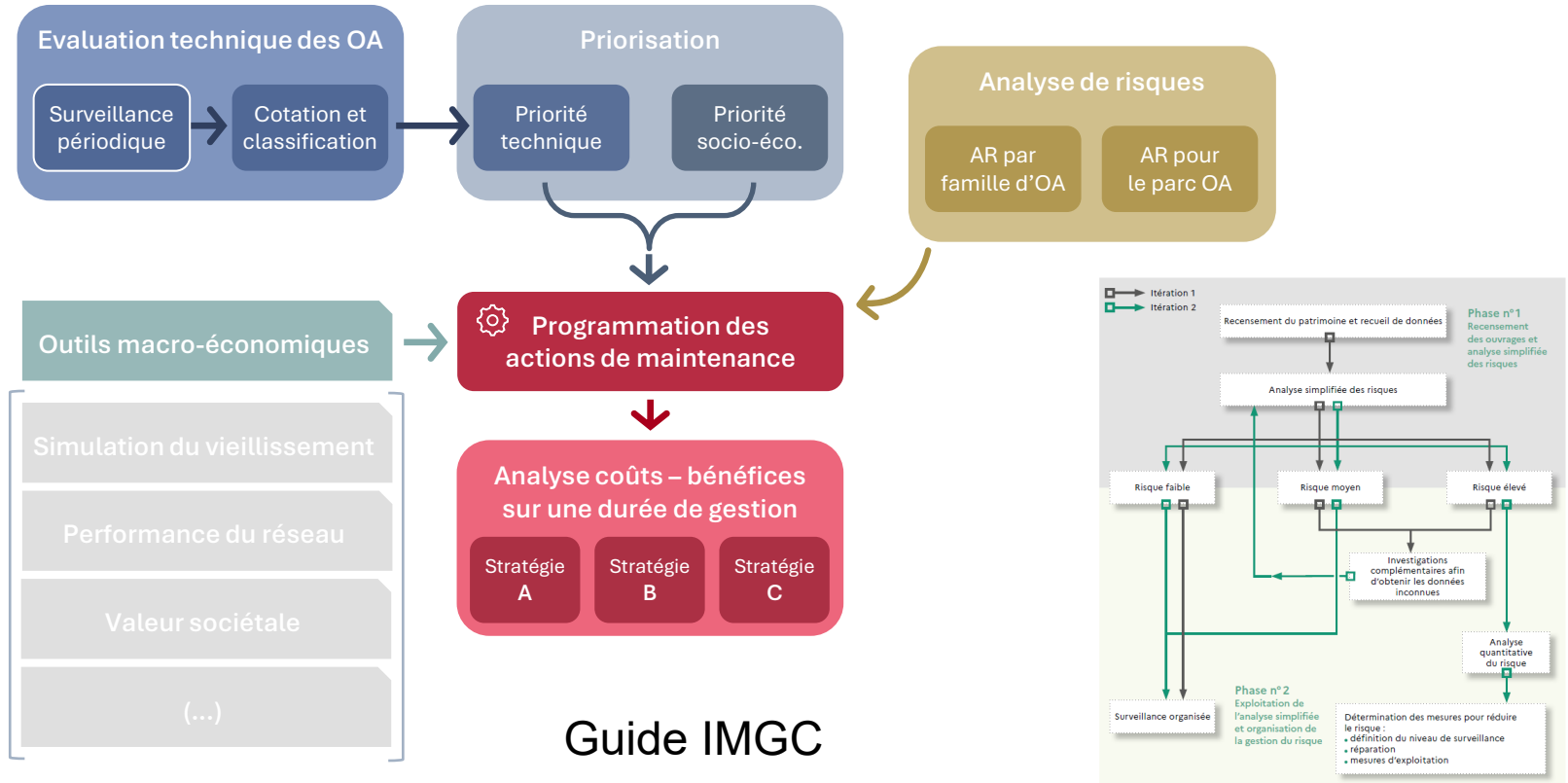
Les méthodes de gestion

2010-2025 : vers une démarche de gestion par les risques



Les méthodes de gestion

2010-2025 : vers une démarche de gestion par les risques



2021 : Les méthodes de gestion

Etablir une trajectoire budgétaire en prenant en compte le vieillissement



Prix en € / m ² (valeur 2019) pour ramener l'ouvrage à la classe 2	Classe d'origine		Dont coûts équipements
	3	3U	
Ponts à poutrelles enrobées	981	1540	769
Ponts bipoutres mixtes	459	916	351
Ponts cadres en béton armé	345	674	192
Ponts dalles en béton armé	769	1101	620
Ponts à poutres sous chaussée en béton armé	798	1816	645
Ponts dalles et nervurés en béton précontraint	686	1194	499
VIPP	615	1035	362
PRAD	763	1167	504
Pont caisson BP	527	793	370
Ponts en maçonnerie	612	1201	364
Buses métalliques	415	726	0
Buses béton	273	480	0
Ouvrages d'autres typologies	800	1800	0

Tableau 1 : Coût de retour en classe 2 des ouvrages en fonction de leur typologie IQOA (mercuriale des prix de réparation)

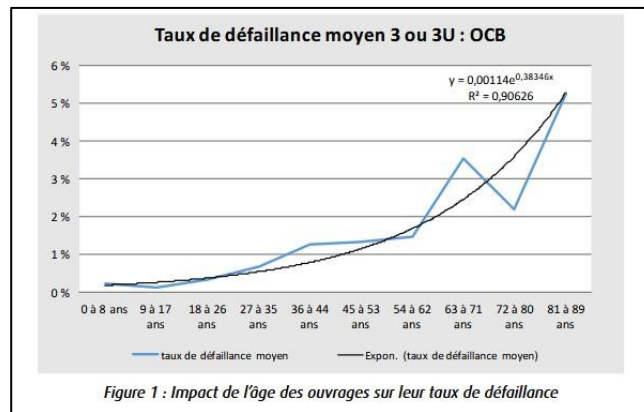


Figure 1 : Impact de l'âge des ouvrages sur leur taux de défaillance

Passer		À la classe				
		1	2	2E	3	3U
De la classe	1	78,11	19,08	2,45	0,35	0
	2	1,96	92,62	4,98	0,44	0
	2E	0,41	11,44	85,80	2,33	0,01
	3	0,14	5,76	5,52	88,55	0,04
	3U	0,26	6,42	12,42	5,03	75,87

Tableau 2 : Matrice de changement d'état des Ouvrages Classiques en Béton (en % annuel)

Commentaire : un ouvrage a ainsi une probabilité de 4,98 % de passer de la classe 2 à la classe 2E.

Méta-famille	Espérance de vie « sans intervention spécialisée majeure » (seuil 2E)	Espérance de vie « en bonne santé structurelle » (seuil 3-3U)	Espérance de vie « avant remplacement »
Buses en Béton (BB)	37 ans	119 ans	170 ans
Buses Métalliques (en environnement agressif) (BM)	non évaluable	41 ans	non évaluable
Grands Ouvrages Précontraints (GOP)	22 ans	43 ans	80 ans
Ouvrages Classiques en Béton (OCB)	33 ans	72 ans	100 ans
Ponts à Structure Métallique Porteuse (PSMP)	19 ans	56 ans	80 ans
Ponts en Maçonnerie (MA)	non évaluable	122 ans	170 ans

2005 – 2025 et + : Cahier Interactif UGE-Cerema sur l'auscultation des OA

En 2005 : Hormis le **fascicule 03 de l'ITSEOA**, constatation d'un **manque d'un document de référence sur les méthodes d'instrumentation et d'auscultation des OA**

Lancement d'une opération de recherche du LCPC (11N065) animée par C. Aubagnac de 2005 à 2009 avec pour but : Rédaction d'un guide didactique pour les gestionnaires d'ouvrages

→ Rédaction de fiches synthétiques sur des méthodes d'auscultation validées (sous pilotage de B. Godart)

En 2010, décision de passer à un cahier interactif sur le site internet de l'UGE... qui comporte 2 grandes parties :

- I. la présentation des **méthodes d'auscultation** sous forme d'une fiche synthétique par méthode
- II. la présentation des **procédures d'auscultation et de diagnostic** à appliquer dans les cas les plus fréquents ou les plus importants de pathologies

Caractère interactif : Existences de liens hypertexte entre méthodes et procédures, ajouts de fiches nouvelles et actualisation des fiches existantes

2005 – 2025 et + : Cahier Interactif UGE-Cerema sur l'auscultation des OA

<https://cahier-interactif-auscultation-ouvrages-art.univ-gustave-eiffel.fr>

**Auscultation
des ouvrages d'art**

Reconnaissance de l'état de tout ou partie
d'un ouvrage et des pathologies associées

Université
Gustave Eiffel

Cerema
Centre National d'Investigation sur les Ouvrages d'Art

À PROPOS DU CAHIER ▾ ÉQUIPE ÉDITORIALE ▾ MÉTHODES D'AUSCULTATION ▾ MÉTHODOLOGIES DE DIAGNOSTIC ▾



Un recueil de bonnes pratiques françaises en matière d'auscultation et de diagnostic, au service des professionnels de l'investigation sur ouvrage d'art.

Le cahier traite de l'auscultation des ouvrages d'art dans leur globalité, en considérant à la fois les structures, les fondations, les équipements et les éléments de protection mais en excluant les sols. Il aborde l'ensemble des principaux matériaux constitutifs des ouvrages : béton, métal, maçonnerie, bois.

Le cahier est organisé en deux recueils de fiches techniques :

- un recueil de méthodes d'auscultation des matériaux et des structures d'ouvrages d'art
- un recueil de méthodologies de diagnostic combinant plusieurs méthodes d'auscultation selon un ordonnancement optimal afin de connaître l'état des ouvrages.

Le cahier se veut un document simple à lire, pédagogique et didactique. Il est enrichi au fur et à mesure de la formalisation et de l'évolution des connaissances en matière d'investigation sur ouvrages d'art.

Le cahier s'adresse aux maîtres d'ouvrage, gestionnaires, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, laboratoires et entreprises, intervenant dans le domaine du diagnostic et de la réparation des ouvrages.

Les cahiers interactifs sur l'auscultation des ouvrages d'art



LES CAHIERS
INTERACTIFS

Histoire et évolution du corpus technique et réglementaire

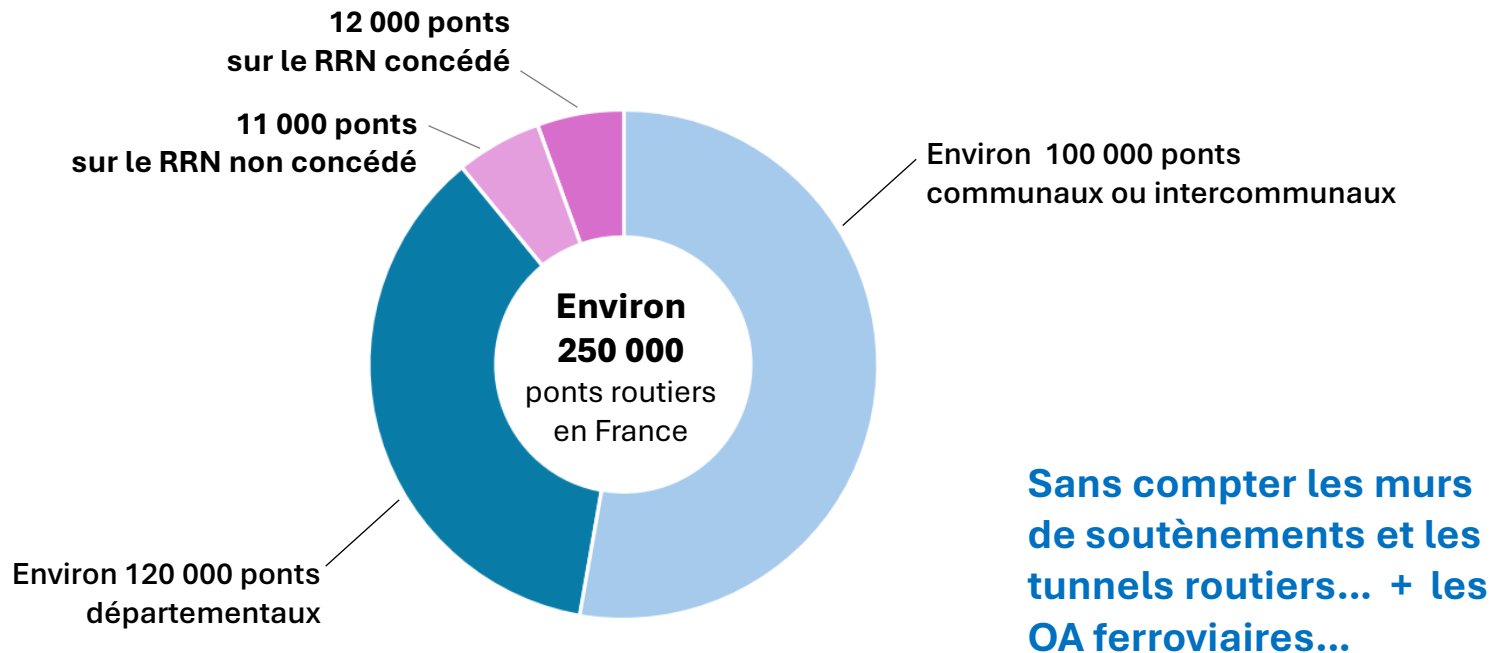
Le défi à venir :

Maintenir un parc vieillissant d'ouvrages de plus en plus sollicités

Le défi à venir

Maintenir un parc vieillissant d'ouvrages de plus en plus sollicités

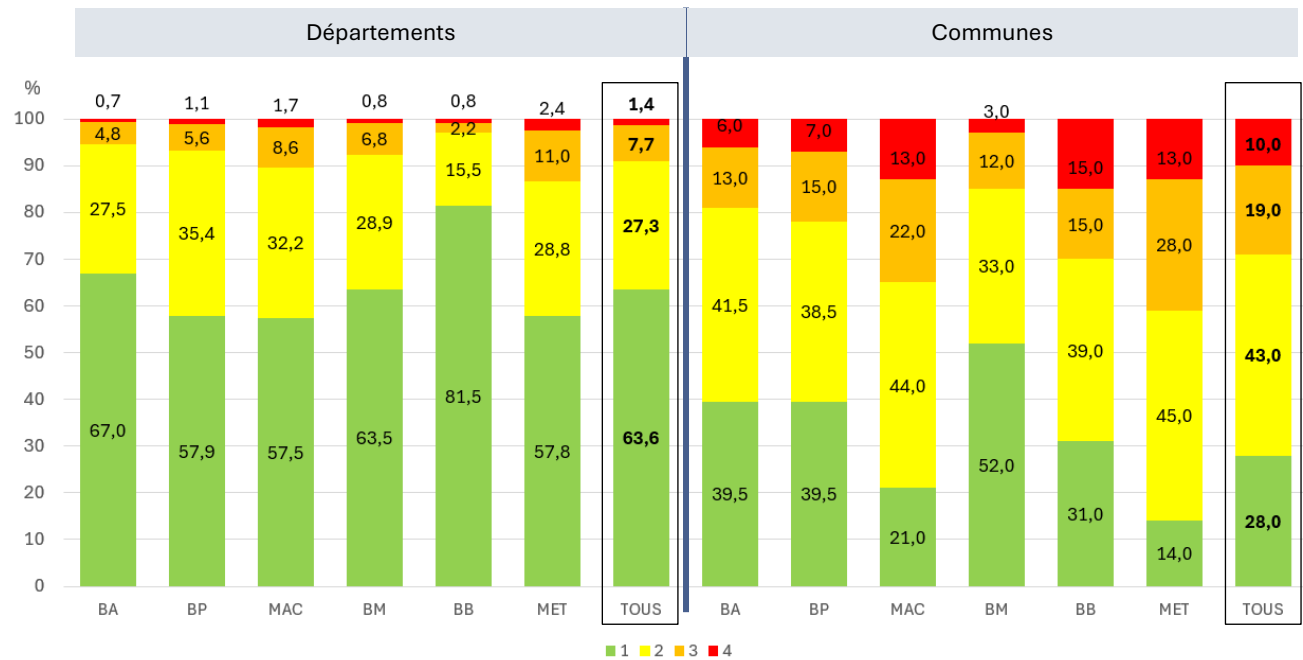
- **90 %** des **250 000 ponts routiers** sont gérés par les collectivités territoriales...



Le défi à venir

Maintenir un parc vieillissant d'ouvrages de plus en plus sollicités

Comparaison de l'état des ponts (en nombre) par famille d'ouvrage entre les Départements et les Communes pour l'année 2023



Données source : rapport ONR 2024
Échantillons : 47 départements pour 50 580 ponts évalués ; 10 947 communes pour 32 777 ouvrages

Le défi à venir

Maintenir un parc vieillissant d'ouvrages de plus en plus sollicités

- **90 %** des ponts sont gérés par les collectivités territoriales, soit environ 220 000 ponts
- Evaluation du nombre d'ouvrage structurellement dégradés (classes 3 et 4)
 - Départements : environ 10 000 ponts
 - Communes : environ 25 000 ponts
- Pour le seul bloc communal, on estime à :
 - **3 Md€** le coût de la réparation des ouvrages en classes 3 et 4
 - dont 1,3 Md€ pour les ouvrages en classe 4
 - dont **730 M€** pour les ouvrages les plus dégradés en classe 4, nécessitant une intervention à court terme
- Une enveloppe financière de l'Etat de 40 M€ par an sur 10 ans permettrait de réparer (ou de remplacer) ce lot d'ouvrages les plus dégradés (en conservant un taux de subventionnement de 60%)
- Le PNP devrait être pérennisé avec une enveloppe à hauteur de **50 M€ par an** (rapport AFT juillet 2025)

Le défi à venir

Maintenir un parc vieillissant d'ouvrages de plus en plus sollicités

La gestion [du] patrimoine [des ouvrages d'art] a pour objet de permettre son utilisation pérenne en toute sécurité [et] en évitant de s'acheminer vers une situation de dégradation nécessitant leur fermeture, voire leur remplacement.

Ce but ne peut être atteint que par une action méthodique et permanente de surveillance et d'entretien, et par **beaucoup de discernement** dans l'affectation des ressources.

C. Bois, CGPC-MISOA, 2003

Ingénieur général des Ponts et Chaussées, membre de la mission d'inspection spécialisée des ouvrages d'art

Merci pour votre attention