

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

DIRECTION GÉNÉRALE
DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art

FASCICULE **30**

DEUXIÈME PARTIE

Ponts et viaducs en maçonnerie



**Direction des Routes
et de la Circulation Routière**

244 boulevard St-Germain . 75775 Paris Cedex 16

Page laissée blanche intentionnellement

Instruction technique du 19 octobre 1979

2^e PARTIE

DISPOSITIONS PARTICULIERES

FASCICULE **30**

Ponts et viaducs en maçonnerie

Juin 1981

Document diffusé par

le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58, boulevard Lefebvre - 75732 PARIS CEDEX 15

le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - 92223 BAGNEUX

AVERTISSEMENT

Le présent document est l'un des fascicules dont l'ensemble constitue la deuxième partie de l'Instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art du 19 octobre 1979. La liste de ces fascicules est la suivantes :

- Fasc. 01. Dossiers d'ouvrage.
- Fasc. 02. Généralités de la surveillance.
- Fasc. 03. Mesures de sécurité - Auscultation - Surveillance renforcée - Haute surveillance.
- Fasc. 04. Surveillance topométrique.

- Fasc. 10. Fondations en site aquatique.
- Fasc. 11. Fondations en site terrestre.
- Fasc. 12. Appuis.
- Fasc. 13. Appareils d'appui.

- Fasc. 20. Zone d'influence - Accès - Abords.
- Fasc. 21. Equipements des ouvrages (protection contre les eaux - revêtements - joints de chaussée et de trottoirs - garde-corps - dispositifs de retenue).

- Fasc. 30. Ponts et viaducs en maçonnerie.
- Fasc. 31. Ponts en béton non armé et en béton armé.
- Fasc. 32. Ponts en béton précontraint.
- Fasc. 33. Ponts métalliques (acier, fer, fonte).
- Fasc. 34. Ponts suspendus et ponts à haubans.
- Fasc. 35. Ponts de secours.
- Fasc. 36. Ponts mobiles.

-
- Fasc. 37. Ponts en bois.
- Fasc. 38. Ponts en alliage léger.
- Fasc. 40. Tunnels, tranchées couvertes, galeries de protection.
- Fasc. 50. Buses métalliques.
- Fasc. 51. Ouvrages de soutènement.
- Fasc. 52. Déblais et remblais.
- Fasc. 53. Ouvrages de protection.

Cet ensemble de fascicules est élaboré, au sein du groupe chargé — sous la présidence de M. André MOGARAY, Ingénieur général des Ponts et Chaussées, coordonnateur de la mission spécialisée d'inspection générale des ouvrages d'art — de l'étude de la politique générale de surveillance et d'entretien des ouvrages d'art, par un groupe de travail dans lequel sont représentés :

- Les Directions départementales de l'Équipement de l'Ain, des Alpes de Haute-Provence du Gard, de la Moselle et du Nord.
- Les Centres d'études techniques de l'Équipement d'Aix-en-Provence, de Bordeaux, de Lille, de Lyon et de Rouen.
- Le Laboratoire central des Ponts et Chaussées.
- Le Service d'études techniques des routes et autoroutes.
- Le Centre d'études des tunnels.
- Le Service central technique des ports maritimes et des voies navigables.
- Le Centre national des ponts de secours.
- Le Service du contrôle des autoroutes concédées.
- La Direction générale des collectivités locales du ministère de l'Intérieur.

Le rapporteur du présent fascicule 30 (Ponts et viaducs en maçonnerie) est M. BASTET, ingénieur au Laboratoire régional du CETE d'Aix-en-Provence.

SOMMAIRE

CHAPITRE 1 - Champ d'application.....	7
CHAPITRE 2 - Généralités	7
2.1. Particularités de la surveillance et de l'entretien.....	8
2.2. Dossier d'ouvrage.....	9
CHAPITRE 3 - Notions sur les causes et la nature des désordres.....	11
3.1. Origines.....	11
3.1.1. Choix des matériaux.....	11
3.1.2. Mise en œuvre des matériaux et dispositions constructives.....	11
3.1.3. Terrains et massifs de fondation.....	12
3.1.4. Effets des charges d'exploitation.....	12
3.1.5. Effets de la température et du retrait.....	12
3.1.6. Ruptures par excès de compression.....	12
3.1.7. Circulation d'eaux agressives.....	12
3.1.8. Systèmes de drainage et d'évacuation des eaux.....	13
3.1.9. Présence d'organismes vivants nocifs.....	13
3.1.10. Exposition à une atmosphère nocive.....	13
3.1.11. Effet d'interventions humaines mal conduites.....	13
3.2. Manifestations	14
3.2.1. Décollements	14
3.2.2. Fissures	15
3.2.3. Affaissements.....	16
3.2.4. Dislocations.....	17
3.2.5. Déversements	17
3.2.6. Infiltrations	17
3.2.7. Altérations du parement des pierres ou des briques.....	17
3.2.8. Altérations des joints.....	17
3.2.9. Eclatements de pierres ou de briques.....	18
3.2.10. Epaufrures de maçonnerie.....	18
3.2.11. Erosions de maçonnerie.....	18
3.2.12. Effritements de briques.....	19
3.2.13. Désordres liés à la dégradation des fondations.....	19

CHAPITRE 4 - Surveillance	20
4.1. Visite annuelle.....	20
4.1.1. Points à examiner.....	20
4.1.2. Procès-verbal.....	22
4.2. Inspection détaillée.....	23
4.2.1. Mission de l'équipe d'inspection détaillée.....	23
 CHAPITRE 5 - Entretien et réparation.....	 25
5.1. Entretien courant.....	25
5.2. Entretien spécialisé et réparations.....	26
5.2.1. Rejointoiement des maçonneries.....	26
5.2.2. Injections dans les maçonneries.....	27
5.2.3. Amélioration des systèmes d'évacuation et de drainage des eaux.....	27
5.2.4. Pose de tirants transversaux.....	28
5.2.5. Etanchement de l'extrados des voûtes et arcs.....	29
5.2.6. Réfection de maçonneries.....	29
5.2.7. Création de barrières d'étanchéité.....	30
 ANNEXE 1 - Documentation et bibliographie.....	 33
 ANNEXE 2 - Modèle de document signalétique.....	 34
 ANNEXE 3 - Modèle de procès-verbal de visite annuelle.....	 37
 ANNEXE 4 - Cadre de procès-verbal d'inspection détaillée périodique.....	 40



Deux mille ans d'entretien

CHAPITRE 1

Champ d'application

Les dispositions du présent fascicule sont applicables à tous les ouvrages de franchissement en maçonnerie. Elles ne concernent pas les fondations et les perrés. Les grands arcs et les voûtes en béton ou béton armé font l'objet du fascicule 31.

En revanche, dans la mesure où d'autres fascicules s'y réfèrent, ces dispositions intéressent tous les ouvrages ou parties d'ouvrages en maçonnerie.

CHAPITRE 2

GÉNÉRALITÉS

Du fait qu'un arc, comme une voûte, présente aux naissances une composante horizontale de la résultante des pressions, les arcs et voûtes en maçonnerie ne seront pas distingués dans la suite du présent fascicule.

Les voûtes et arcs en maçonnerie sont parmi les plus anciennes structures existantes. Jusqu'au XIX^e siècle, toutes les voûtes à section rectangulaire pleine ont été conçues sans calculs, à partir de la forme de l'intrados et de l'épaisseur à la clé, les variations d'épaisseur de la structure étant déterminées à l'aide d'une loi empirique. Il convient de remarquer que la méconnaissance des matériaux et des contraintes d'utilisation des remplissages hétérogènes de maçonnerie entraîne une méconnaissance du fonctionnement de l'ensemble de la structure.

Si, depuis, toutes les voûtes n'ont pas fait l'objet d'une vérification, il existe de nombreuses méthodes de calcul parmi lesquelles la plus employée reste celle de MERY. Le but de cette méthode est de tracer l'enveloppe des courbes de pressions possibles, passant au maximum dans le tiers supérieur de la section de clé et dans le tiers inférieur des sections de retombée. Bien que largement vérifiée par l'expérience, cette méthode ne tient pas compte de l'influence des effets thermiques et laisse dans l'ombre le problème de la détermination de la position réelle de la courbe des pressions. En résumé, cette théorie ne permet pas de connaître, à un instant donné, l'état de contrainte existant dans une voûte.

2.1 — PARTICULARITÉS DE LA SURVEILLANCE ET DE L'ENTRETIEN

Les voûtes et arcs en maçonnerie forment un ensemble solidaire du milieu environnant (les matériaux constitutifs de la structure sont de même nature pour le remblai et le remplissage de la voûte ; il y a souvent absence de joints entre les tympans et les murs de soutènement).

Ces structures, dans la mesure où elles ne font pas l'objet d'une note de calcul, sont réputées à tort accessibles à toutes les charges.

Ces ouvrages périssent, le plus souvent, par leurs fondations ; leur stabilité implique donc la fixité de l'orientation et de l'écartement des appuis (fig. 1).

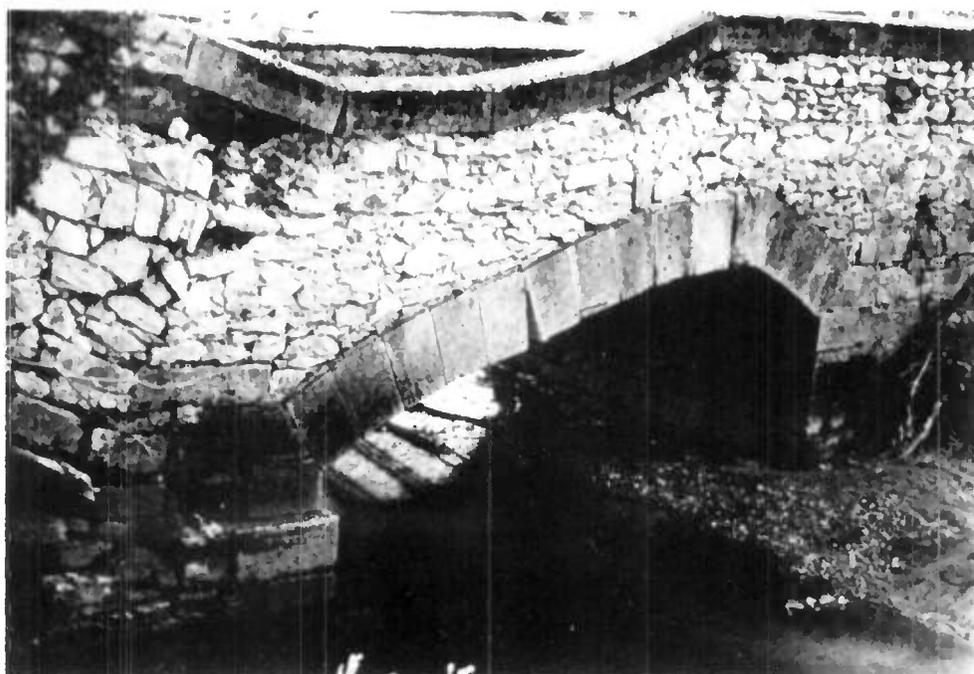


Fig. 1. — Rupture d'une voûte de pont en maçonnerie par écartement des appuis.

Durant la construction et lors du décentrement des voûtes et arcs en maçonnerie, une compression se développe dans l'ensemble de la structure, sous l'action du poids propre.

Dans le présent fascicule, seront mis en évidence les efforts auxquels sont soumis les arcs et voûtes en maçonnerie et qui relèvent de trois actions principales :

- le poids propre et la déformation de mise en place (y compris le retrait initial) (fig. 2) qui agissent indéfiniment et théoriquement sans modification ultérieure ;
- les variations de température ;
- les variations d'orientation et d'écartement des appuis.

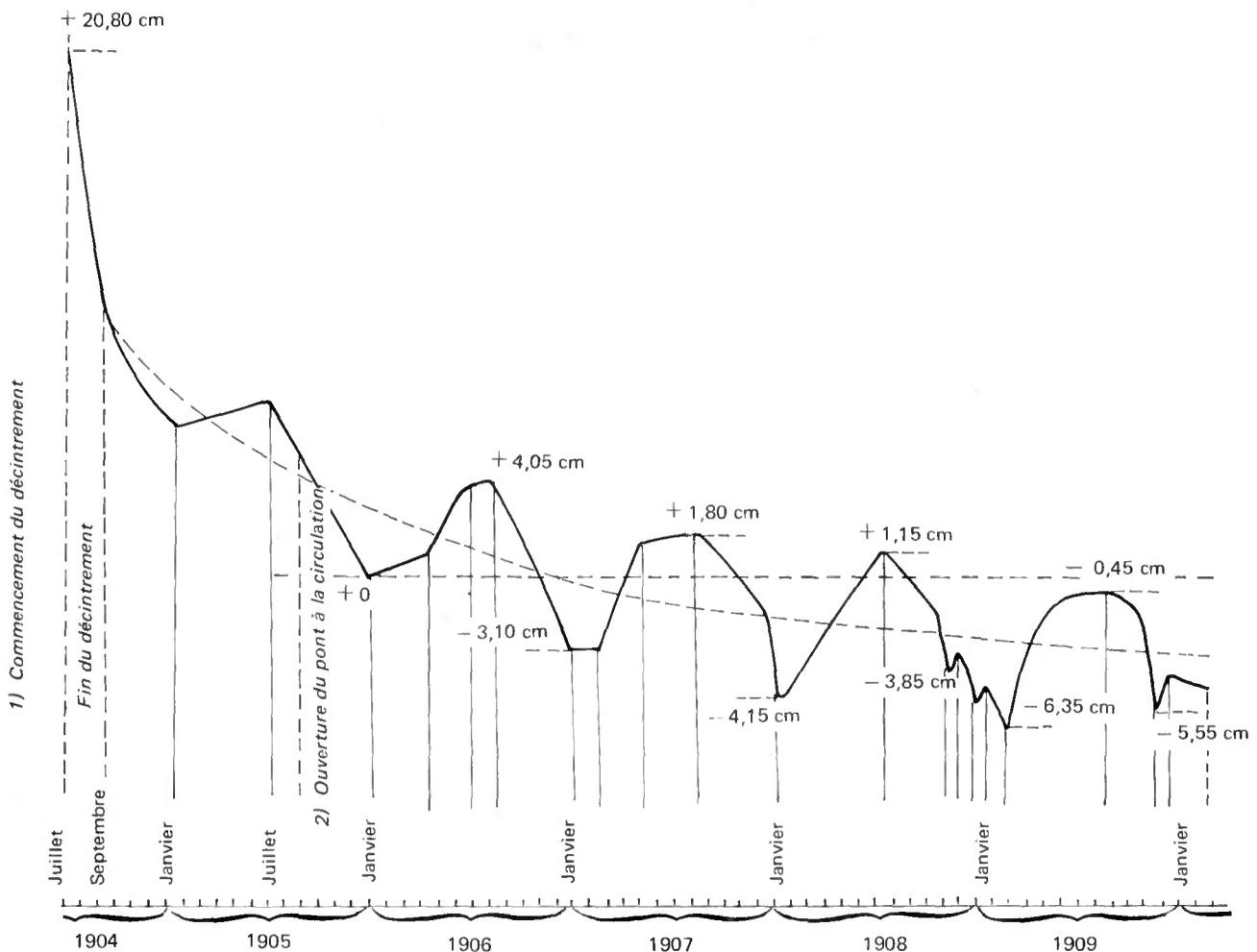


Fig. 2. — Exemple de mouvements de clef de voûte depuis le décintrement.

2.2 — DOSSIER D'OUVRAGE

En raison de l'ancienneté des structures en maçonnerie, la première difficulté rencontrée par un gestionnaire est la constitution d'un dossier d'ouvrage malgré l'absence d'archives.

Dans le sous-dossier 1 : *Conception et construction*, il convient de recueillir un maximum de renseignements sur les méthodes d'exécution employées, avec l'indication des phases successives et la description des cintres utilisés, ces éléments étant très significatifs des difficultés rencontrées à la construction de l'ouvrage.

Dans le sous-dossier 2 : *Etat de référence*, deux pièces présentent un intérêt primordial :

— *Le document de synthèse* doit être le résultat, non seulement d'une compilation, mais aussi d'une réflexion sur les différentes données disponibles. Cette réflexion doit également porter sur l'interprétation des mesures et constatations effectuées ainsi que sur la prévision de leur évolution à plus ou moins long terme. Il est signalé l'intérêt d'une analyse attentive des quantités portées au décompte définitif permettant de mettre en évidence certains points qui ne ressortent pas directement des plans d'exécution (en matière de soutènement notamment).

Dans le cas d'un ouvrage existant, pour lequel les renseignements manqueraient sur ce point et où des désordres peuvent être liés à la nature du matériau de remplissage de la voûte, il convient (à l'occasion de la première inspection détaillée) de procéder avec prudence à quelques sondages et à quelques prélèvements du matériau de remplissage de la voûte. Leur analyse permet de faciliter le diagnostic des équipes d'inspection détaillée amenées à intervenir sur l'ouvrage.

— *Les plans d'inspection* (relevé de l'intrados coupe en travers ; vue en élévation et coupe longitudinale ; plans de toutes les parties d'ouvrage utiles à la compréhension du fonctionnement de la structure, à sa surveillance et à son entretien) sont cotés et le report des désordres est fait à l'échelle.

L'établissement de ces documents doit être confié à des spécialistes possédant une très bonne connaissance des ouvrages en maçonnerie, assortie d'une bonne expérience du fonctionnement des structures.

Ces plans d'inspection servent de documents de base pour les visites annuelles et les inspections périodiques ou exceptionnelles ultérieures. Ils sont mis à jour à l'issue de chacune de ces actions de surveillance.

CHAPITRE 3

NOTIONS SUR LES CAUSES ET LA NATURE DES DÉSOFFRIMENTS

3.1 — ORIGINES

Elles peuvent être les suivantes :

3.1.1 — Choix des matériaux

- pierres présentant des défauts de nature à diminuer leur résistance mécanique à la compression (veines ou cavités remplies de matière terreuse ou pulvérulente) ;
- pierres poreuses et hygroscopiques, très sensibles à l'action du gel ;
- briques mal cuites, hétérogènes ou de qualité médiocre ;
- pierres extraites en période froide qui éclatent sous l'effet du gel (l'extraction en saison sèche favorise l'élimination de l'eau et rend la pierre résistante au gel).

3.1.2 — Mise en œuvre des matériaux et dispositions constructives

- pierres montées dans le sens d'une fissuration préférentielle ou avec emprisonnement de cavités — souvent d'origine fossile — rendant la pierre moins résistante et/ou plus sensible au gel ;
- utilisation de chaux grasse en milieu immergé entraînant (par défaut d'air) la carbonatation et donc le durcissement du liant ;
- utilisation de mortiers hydrauliques sensibles au gel (cas des dosages inférieurs à 250 kg/m³ avec une forte proportion d'eau et une granulométrie peu étudiée) ;
- réalisation de joints de maçonnerie d'épaisseur trop faible (inférieure à 8 mm). Cette erreur conduit à une répartition non uniforme des charges et provoque des points durs qui sont à l'origine de fissures par éclatement des pierres. Inversement, des joints trop épais peuvent entraîner des décompressions par une importante altération en épaisseur du liant, suite à une attaque d'eaux agressives, à des phénomènes de retrait ou à une insuffisance de résistance du matériau de liaison ;
- utilisation, à la construction, de chaux grasse expansive, pour le remplissage des maçonneries de blocage. Par carbonatation à l'air, la chaux grasse présente des retraits importants et provoque des tassements de la maçonnerie de blocage, accompagnés de fissures de l'habillage par excès de compression (Ex. : fissuration des chaînes d'angle ou des parements d'appui d'un ouvrage) ;
- utilisation de mortiers de hourdage trop secs pour une maçonnerie poreuse ou hygroscopique. Il y a dessiccation du mortier par pompage de l'eau, ce qui entraîne la désagrégation du hourdage ;
- utilisation de chapes putrescibles, en carton bitumineux ou à base de paille, ouvrant à plus ou moins long terme un chemin privilégié aux circulations d'eau venant de l'extrados ;
- réalisation de contre-chapes en mortier de ciment provoquant, à la moindre déformation de l'ouvrage, un poinçonnement de la chape, qui favorise les infiltrations d'eau dans les joints de voûte ;

alisation, dans les remblais, d'évidements longitudinaux qui provoquent des poussées supplémentaires et favorisent le déversement des tympans et des murs en retour ;

exécution de voûtes d'élégissement transversales dans la structure, créant des points sur l'extrados des arcs et des voûtes, ce qui entraîne l'apparition de fissures transversales à l'emplacement de leurs appuis.

3.1.3 — Terrains et massifs de fondation

- dimensionnement des appuis et des fondations :
 - sous-estimation des descentes de charge ou surestimation des résistances du terrain d'assise,
 - méconnaissance de la nature géologique du site d'implantation des appuis ;
- travaux en évolution se produisant dans la zone d'influence de l'ouvrage pouvant modifier l'équilibre du terrain de fondation et entraîner sa décompression, voire sa disparition ;
- affouillements des appuis dus à la modification du régime d'écoulement des eaux superficielles ou souterraines et à la détérioration ou au contournement de leur protection.

3.1.4 — Effets des charges d'exploitation

L'augmentation du trafic lourd, en poids total et en charge par essieu, le passage des roues de camions au ras des tympans, en réduisant la diffusion des efforts par élévation excessive et instantanée de la poussée horizontale des remblais plus ou moins saturés d'eau, provoquent le déversement et la dislocation des maçonneries de soutènement.

Les efforts excentrés des charges roulantes lourdes sur les petits passages inférieurs en voûte provoquent des tassements différentiels des fondations de l'ouvrage, avec des désordres sur l'ensemble des maçonneries et, en particulier, des fissures diagonales de torsion.

3.1.5 — Effets de la température et du retrait

Quand la résultante des efforts dus aux surcharges, à la température, au retrait et aux charges permanentes, sort du tiers central d'une section, l'ouvrage risque de se fissurer aux endroits les plus vulnérables. On constate souvent des fissures verticales dans les parapets et les tympans ; ces fissures d'origine thermique ne sont pas à confondre avec les joints prévus à la construction et obtenus par affaiblissement des joints existants au droit des piles et au niveau des reins (ces joints se prolongent souvent à travers le couronnement jusqu'au parapet).

Les élégissements en forme d'arc au droit des piles des grands arcs en maçonnerie provoquent, essentiellement sous effet thermique, une fissuration transversale de l'intrados des grands arcs.

Les phénomènes thermiques et la construction par double rouleau des grands arcs en maçonnerie produisent dans les bandeaux une fissuration parallèle à la ligne d'intrados.

3.1.6 — Ruptures par excès de compression

L'augmentation des contraintes de compression dans les remplissages et/ou dans les parements de maçonnerie peut provoquer des ruptures de pierres ou de briques par éclatement, s'accompagnant souvent d'un délitage du matériau sous l'effet des cycles gel-dégel.

3.1.7 — Circulation d'eaux agressives

Les eaux très pures (eaux de pluie, eaux granitiques) dissolvent la chaux des mortiers ou de certaines pierres et l'entraînent à travers les défauts de la maçonnerie.

Les eaux séléniteuses (chargées en sulfate de chaux au contact du gypse) attaquent les liants hydrauliques et provoquent la formation de sel de Candlot, dont la cristallisation désagrège les maçonneries.

Les eaux résiduelles, d'origine industrielle ou domestique, sont plus ou moins chargées en produits acides insuffisamment neutralisés, en effluents d'huiles minérales ou végétales, en savon, etc. Elles attaquent et décomposent les liants hydrauliques.

Les eaux de déverglaçage et l'eau de mer, par les sels qu'elles contiennent, attaquent les liants hydrauliques de même que les éléments métalliques incorporés à la maçonnerie (tirants, épingles, etc.).

3.1.8 — Systèmes de drainage et d'évacuation des eaux

L'absence ou le mauvais fonctionnement des systèmes de drainage et/ou d'évacuation des eaux généralise les infiltrations plus ou moins agressives dans l'ouvrage ; en outre, elle favorise les circulations d'eau qui attaquent les liants hydrauliques, désorganisent les maçonneries et accentuent les désordres dus aux effets dynamiques des charges routières.

3.1.9 — Présence d'organismes vivants nocifs

Les lichens, mousses, champignons, etc., proliférant dans la maçonnerie, sécrètent des acides humiques qui désagrègent les joints et les pierres.

Les plantes grimpantes et les plantes à racines (lieries, figuiers, etc.) provoquent, par pénétration dans les défauts de la maçonnerie, des déchaussements de pierres ou des éclatements de parties d'ouvrage.

Les bactéries et les rongeurs s'attaquent aux éléments en bois ainsi qu'à la maçonnerie ; ils peuvent mettre en danger la stabilité de la structure.

3.1.10 — Exposition à une atmosphère nocive

Un ouvrage construit dans une atmosphère saine peut se trouver plus tard au centre d'une agglomération industrielle dont l'atmosphère est chargée de fumées et de vapeurs acides. Les principales agressions des parements en pierres et en briques des maçonneries proviennent :

- des vapeurs acides et des suies d'origine atmosphérique ou dégagées par des machines,
- des gaz d'échappement des véhicules en milieu urbain.

3.1.11 — Effet d'interventions humaines mal conduites

Les élargissements de chaussées à bon compte (par suppression des trottoirs ou des parapets, par création sans précaution d'une dalle en béton armé) provoquent, sous l'effet de la circulation, une dégradation rapide de la structure et des déversements de maçonnerie.

Avant toute intervention sur l'ouvrage et pour vérifier la bonne tenue des tympans, il est souhaitable (à titre indicatif) de supposer que les descentes de charges dans le corps de voûte se font au moins à 45° au voisinage de la clé d'une arche en maçonnerie.

Les rejointoiements « efficaces » ou les revêtements d'intrados de voûtes, sans amélioration des systèmes de drainage et d'évacuation des eaux, favorisent les rétentions d'eau qui accentuent l'effet dynamique des surcharges sur la structure et favorisent les désordres dus au gel et au dégel.

Les réfections de chaussées sur ouvrage sont souvent à l'origine d'une augmentation des surcharges, d'une extension à plus ou moins long terme de la largeur roulable (par recouvrement progressif des trottoirs d'origine), d'une modification des systèmes d'évacuation des eaux sur les ouvrages en maçonnerie ; ces opérations sont souvent génératrices de désordres importants.

Les réparations partielles (injections de remblais, tirants insuffisants en nombre, drainage ponctuel...) déplacent les efforts vers des parties d'ouvrage en équilibre, ou en théorie peu sollicitées, et engendrent de nouveaux désordres.

L'exploitation de mines, l'ouverture de fouilles sur l'ouvrage et dans sa zone d'influence peuvent provoquer des tassements et la dislocation des maçonneries.

Le creusement inconsidéré du lit des rivières (en amont ou en aval des ouvrages), la modification des conditions de ruissellement des bassins versants et d'écoulement des rivières, les travaux de curage et de recalibrage, la construction de digues, la suppression de méandres... sont autant d'actions susceptibles de mettre en cause la stabilité des fondations d'anciens ouvrages en maçonnerie fondés superficiellement.

2. MANIFESTATIONS

3.2.1. — Décollements

Ces désordres se traduisent par une fissure nette, visible entre deux parties d'ouvrage de rigidité ou de fonctionnement différent. Les décollements des ouvrages en maçonnerie intéressent surtout les jonctions entre : les murs en retour et les tympans, l'arc ou la voûte et les tympans (fig. 3 et 4).

Fig. 3. — Décollement de bandeau.



Fig. 4. — Décollement et chute d'un moellon du bandeau.

3.2.2 — Fissures

Les fissures sont repérées par leur direction dans le parement dans lequel elles débouchent :

— sur l'intrados ou l'extrados d'une voûte ou d'un arc, elles peuvent être longitudinales (parallèles à l'axe de la voie portée), transversales (perpendiculaires à cet axe) ou diagonales (obliques par rapport à cet axe) ;

— sur un parement vertical ou subvertical (mur, tympan, etc.), elles peuvent être horizontales ou inclinées (l'angle avec la verticale doit alors être indiqué).

Les fissures longitudinales des voûtes se rencontrent principalement en partie centrale de l'intrados, ou aux jonctions entre intrados et bandeaux.

Les fissures transversales des voûtes peuvent se rencontrer soit sur l'intrados, soit sur l'extrados ; elles se prolongent généralement par des fissures inclinées sur les bandeaux, perpendiculairement à la courbe d'intrados ; si une voûte (ou un arc) présente simultanément des fissures d'intrados au voisinage de la clé et des fissures d'extrados aux reins ou aux naissances, sa stabilité est compromise.

Les fissures verticales des murs ou des tympan (fig. 5) sont généralement traversantes ; elles doivent être distinguées des joints de construction.



Fig. 5. — Fissure verticale du tympan au voisinage de la naissance d'une voûte.

ne fissure horizontale ou subhorizontale du tympan, près de la jonction avec le bandeau, est le signe d'un affaissement de ce dernier, qui peut être concomitant d'un affaissement de la voûte.

Les fissures horizontales peuvent également se rencontrer sur les parements transversaux des appuis (fig. 6) ; elles sont généralement le signe d'un mouvement des fondations.

2.3 — Affaissements

Les désordres, visibles à l'œil nu, se traduisent par des discontinuités géométriques soit en alignement droit, soit en courbe (parapet, ligne d'intrados...) (fig. 7).

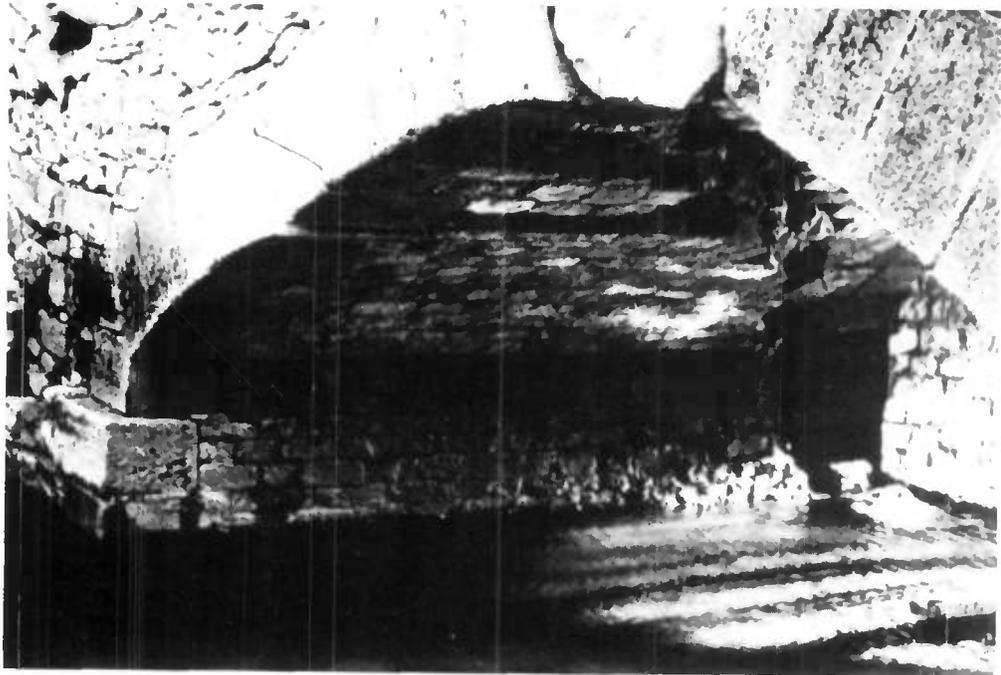


Fig. 6. — Fissure horizontale d'un appui.



Fig. 7. — Affaissement d'un appui.

3.2.4 — Dislocations

Ces désordres affectent surtout les structures porteuses en maçonnerie ancienne qui, par perte de cohésion ou de résistance mécanique, se désorganisent et se disloquent.

3.2.5 — Déversements

Les renflements ou les défauts de verticalité des parements de la maçonnerie traduisent l'existence de déversements dans l'ouvrage. Ces désordres affectent plus particulièrement les parois de soutènement des arcs et voûtes en maçonnerie (tympans, murs en retour, murs garde-grève). Ils peuvent mettre en cause la pérennité de l'ouvrage.

3.2.6 — Infiltrations

Dans les voûtes et arcs en maçonnerie, les défauts des matériaux et les désordres de la structure ouvrent le chemin aux infiltrations d'eau. Ces infiltrations favorisent des circulations d'eau dans l'ensemble de l'ouvrage, provoquant des désordres qui se caractérisent par des altérations de parements et/ou de joints (fig. 8), des décollements et des déversements de parties d'ouvrages.



Fig. 8. — Infiltration d'eau et altération des joints sous l'effet du gel.

3.2.7 — Altérations du parement des pierres ou des briques

Ces altérations prennent deux formes : des taches noires ou brunes, provenant de matières organiques contenues dans les ciments ou les pierres ; des efflorescences blanches d'origine cristalline, actives ou amorphes, provenant de dépôts de sels qui se trouvent dans les pierres, les briques, les sables et liants des mortiers ou dans le sol.

NOTA :

Il convient de ne pas confondre les efflorescences avec le calcin naturel, couche dure à base de carbonate de chaux, constituant un épiderme protecteur, imperméable à toute venue d'eau extérieure et résistant à l'acidité des agents atmosphériques ou polluants.

3.2.8 — Altérations des joints

Les circulations d'eau ou l'action des agents atmosphériques, en surface ou à travers les parements des maçonneries, provoquent la disparition des joints par dissolution chimique des liants. Cette altération peut s'accompagner de disparition de moellons (fig. 9).

3.2.9 — Eclatements de pierres ou de briques

Les éclatements sont dus soit à l'insuffisance, voire au manque de résistance mécanique du matériau (dépassement de la résistance à la compression des matériaux), soit à la gélivité des pierres et des briques (hygroscopie, porosité, cavités d'origine ou fissures).

3.2.10 — Epaufures de maçonnerie

Les épaufures sont provoquées par le choc mécanique de corps solides sur les pierres ou briques de la maçonnerie (choc de solides charriés par les torrents ; choc de véhicule ; contact anormal avec éclatement...).

3.2.11 — Erosions de maçonnerie

L'érosion des pierres et des briques est provoquée par le frottement ou la projection de corps durs sur une maçonnerie en matériau plus tendre (érosion de pierres calcaires d'un appui immergé ; abrasion d'un parement par frottement des véhicules...) (fig. 10).



Fig. 9 — Altération des joints de maçonnerie et disparition de moellons d'une voûte.



Fig. 10 — Erosion des pierres calcaires d'un parement de pile.

3.2.12 — Effritements de briques

Sous l'effet du gel, les briques hétérogènes ou hygroscopiques se délitent et se désagrègent.

3.2.13 — Désordres liés à la dégradation des fondations

Quelques mécanismes parmi les plus importants sont les suivants :

- les déchaussements (fig. 11) et affouillements de fondations en maçonnerie.
- la création de cavités dans la maçonnerie ou d'excavations dans le terrain portant (même quand il existe une protection par massifs d'enrochements),
- le contournement des culées de l'ouvrage,
- l'effet produit par le choc des masses d'eau, le marnage, le batillage (fig. 12).



Fig. 11. — Déchaussement de la fondation d'un ouvrage en maçonnerie par des racines d'arbres.

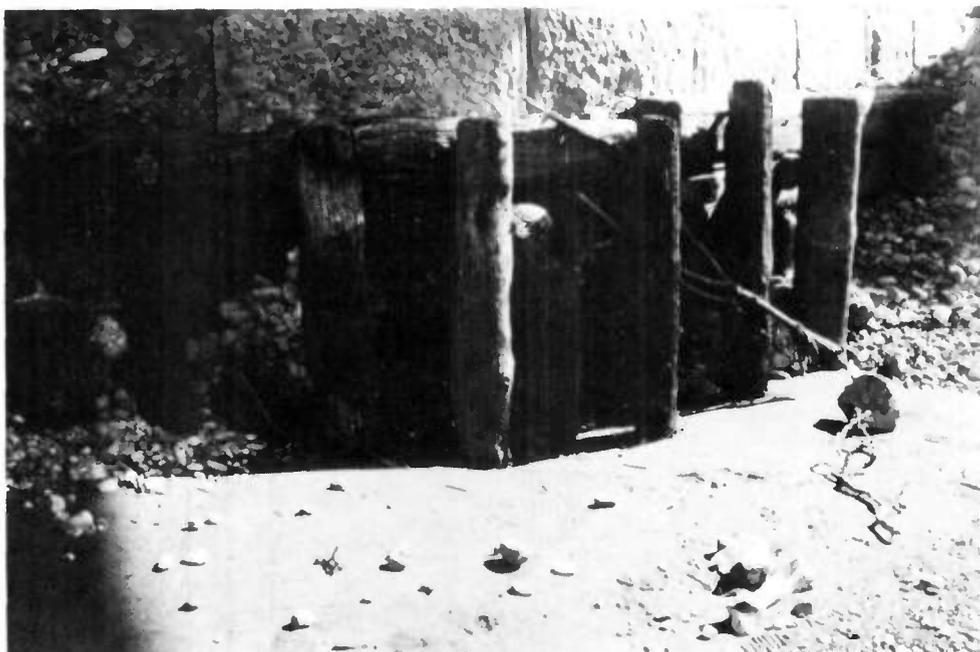


Fig. 12 — Mise à nu des pieux en bois, provoquée par les délestages d'un barrage situé en amont de l'ouvrage.

CHAPITRE 4

LA SURVEILLANCE

En France, les trois quarts des ponts en service sont en maçonnerie ; ce sont en général des structures anciennes et, en conséquence, leur surveillance doit faire l'objet d'une attention toute particulière.

Par priorité, il ne faut pas méconnaître que les **affouillements** sont la **cause principale** de la destruction de ce type de structure et il importe de souligner que **la surveillance des piles et des culées des voûtes et arcs** en maçonnerie doit être une **préoccupation majeure** des gestionnaires d'ouvrages.

L'**eau**, sous toutes ses autres manifestations, est un élément déterminant de l'état des structures en maçonnerie ; il faut donc s'attacher à surveiller plus particulièrement l'apparition de **nouvelles venues d'eau** et les **défauts de fonctionnement des systèmes de drainage et d'évacuation des eaux**. Ces désordres ou défauts sont une **cause lente et irréversible de ruine** des ouvrages.

Un ouvrage en maçonnerie forme un tout avec le terrain environnant ; une fois sa position d'équilibre atteinte, il faut avoir le souci de ne pas perturber cet état d'équilibre.

4.1 — VISITE ANNUELLE

La visite annuelle doit être programmée de façon à se situer à des périodes permettant d'effectuer toutes les constatations sur toutes les parties de la structure. Les conditions atmosphériques et thermiques doivent être choisies :

- pour juger du comportement réel de l'ouvrage dans les périodes où il est le plus sollicité,
- pour apprécier le fonctionnement des systèmes d'évacuation et de drainage des eaux, en période de pluie et de crue.

Pendant l'intervention, l'équipe doit effectuer :

- un relevé des conditions atmosphériques et de température intéressant l'ouvrage et sa zone d'influence,
- une vérification, notamment au niveau des bordures, parapets et garde-corps, de l'allure générale du profil en long de l'ouvrage.

Il est rappelé que l'équipe doit avoir à sa disposition les relevés schématiques en plan et en élévation des principales parties d'ouvrage (fig. 13). A défaut, elle exécute sur place les schémas susceptibles de permettre de relever succinctement les défauts et de répertorier correctement les photos des désordres prises lors de la visite.

4.1.1 — Points à examiner

L'intervention de l'équipe de visite comprend, essentiellement, un examen visuel de l'ensemble de la structure et une analyse de l'évolution dynamique des défauts antérieurement relevés :

Rive
gauche

Vue développée de l'intrados de la voûte

Rive
droite

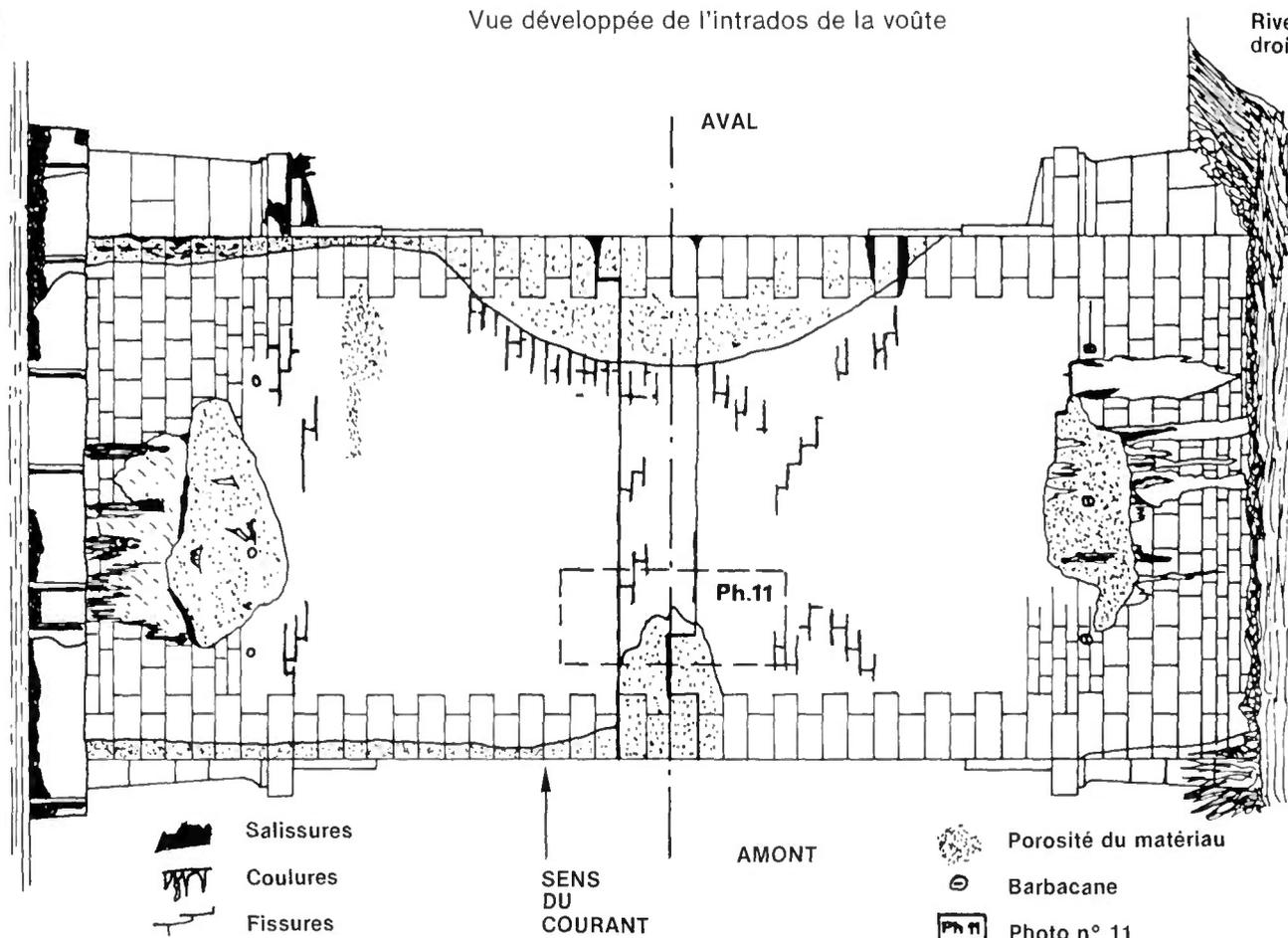


Fig. 13. — Exemple type de relevé schématique.

4.1.1.1 — Fondations et appuis

Voir fascicules 10, 11 et 12. En particulier, il y a lieu de s'assurer de :

- l'intégrité des appuis (vérifier à l'étiage si les fondations sont correctement protégées des affouillements) ;
- la stabilité des zones d'appuis (en relevant toute modification de la courbure des intrados, du profil en long ou en travers de la chaussée, de l'état général des abords, etc.) ;
- l'écartement constant des appuis en relevant : l'ouverture éventuelle de joints sur les tympans, la fissuration transversale des voûtes au voisinage des retombées et de la clé, les décollements entre le parapet et le tympan, etc.

4.1.1.2 — Intrados

- relever sur le développé schématique de l'intrados de l'ouvrage les nouvelles venues d'eau, les éclatements de pierres ou de briques, les nouvelles stalactites, les fissures avec leur localisation succincte, etc.
- indiquer les défauts et désordres visibles ou apparus (enlèvement de végétation) depuis la dernière visite, l'évolution des défauts précédemment constatés, l'état des réparations effectuées depuis la dernière action de surveillance, etc.

4.1.1.3 — Bandeaux et chaînes d'angles

Noter les défauts géométriques de ces parties d'ouvrage ; indiquer sur un développé schématique les fissures existantes et noter leur prolongation éventuelle dans les tympans, les

parapets ou les fondations ; signaler les éclatements de moellons et de briques, les chutes de pierres, etc.

4.1.1.4 — Tympan

Les fissures sont reportées sur une vue en élévation schématique.

Les déversements de tympan sont relevés et évalués au fil à plomb en prenant, chaque année, les mêmes points de référence.

Les disparitions de moellons de maçonneries, les fuites de fines ou de remblai à travers les joints, les défauts d'entretien (végétation, altérations de joints...) sont systématiquement notés.

4.1.1.5 — Systèmes de drainage

L'équipe indique avec précision : l'emplacement, le type, le nombre et l'efficacité des systèmes de drainage de l'ouvrage.

Il ne faut pas hésiter à faire plusieurs constatations dans l'année à des périodes favorables (pluies) pour juger du fonctionnement du système de drainage ; en particulier, si les désordres de la structure peuvent être liés à un défaut de drainage, des mesures régulières par jaugeage doivent être entreprises.

Il y a lieu d'indiquer, sur les schémas en plan et en élévation, les joints de maçonnerie servant éventuellement de drains au corps de voûte et ceux présentant des traces d'entraînement de matériaux.

4.1.1.6 — Abords et équipements des ouvrages

Voir fascicules 20 et 21. En particulier :

Toute modification de la zone d'influence de l'ouvrage doit être systématiquement notée : changement du lit de la rivière, aménagement du profil en long ou en travers de la chaussée, travaux en tranchée effectués au voisinage de l'ouvrage, etc. La création ou l'aménagement d'ouvrages contigus à la structure doivent faire l'objet d'une remarque notée dans le procès-verbal de visite annuelle (ex. : construction d'une buse de décharge, confortement d'un mur de soutènement, étanchement d'un canal d'irrigation, drainage, curage, etc.).

4.1.1.7 — Partie supérieure de l'ouvrage

L'état de surface du revêtement de la chaussée doit être examiné. Les flaches, « nids de poule » et autres dégradations de la chaussée sont souvent révélateurs de défauts beaucoup plus importants de la structure (affouillement, tassement, rupture de voûte,...).

L'état des bordures de trottoirs et des plinthes, les défauts géométriques affectant les parapets et les systèmes de protection, souvent indicateurs de déformations d'ensemble, sont à relever systématiquement.

L'équipe doit vérifier le bon fonctionnement des systèmes d'évacuation des eaux, dont l'emplacement, le type et les dimensions doivent figurer sur les plans utilisés pour la visite ; au besoin, plusieurs constatations annuelles doivent être envisagées. A défaut d'existence de tels systèmes, les chemins préférentiels de circulation d'eau jusqu'à l'intrados doivent être repérés.

Les modifications apportées aux dispositifs de sécurité sur les ouvrages sont soigneusement notées et leurs conséquences éventuelles analysées (déversement de tympan à la suite du remplacement d'un parapet par un garde-corps, par exemple...).

4.1.2 — Procès-verbal

La visite annuelle donne lieu à un procès-verbal conforme au modèle donné en annexe 3.

4.2 — INSPECTION DÉTAILLÉE

Cette inspection détaillée doit être effectuée par une équipe spécialisée en ouvrages d'art (il est rappelé que le subdivisionnaire doit y prendre part et, dans certains cas, également l'ingénieur d'arrondissement de gestion).

L'inspection détaillée doit porter sur les points suivants :

- les abords et équipements d'ouvrage (voir fascicules 20 et 21) ;
- les appuis et fondations (voir fascicules 10, 11 et 12) et sur tous les points de la structure à examiner en se référant au paragraphe 4.1.1., relatif à la visite annuelle, et en prenant l'avis de spécialistes.

L'équipe doit obligatoirement disposer de moyens d'accès adaptés ; un examen à l'aide de simples jumelles n'est pas acceptable.

4.2.1 — Mission de l'équipe d'inspection détaillée

4.2.1.1 — Exécution de relevés sur les plans d'inspection (fig. 14) avec :

- la cartographie complète et l'inventaire des désordres à l'échelle sur les plans d'inspection de l'ouvrage (longueur et ouverture des fissures ; localisation, étendue et profondeur des éclatements de maçonnerie ; points d'apparition, sens et direction des cheminements, coulures ou venues d'eau, etc.) ;
- l'inventaire, la localisation et le relevé de tous les dispositifs de mesures implantés ou en place sur l'ouvrage le jour de l'inspection détaillée ;
- l'inventaire, la localisation et le relevé des caractéristiques de fonctionnement des systèmes de drainage et d'évacuation des eaux (jaugeages).

VUE EN ÉLÉVATION DE LA FACE AMONT

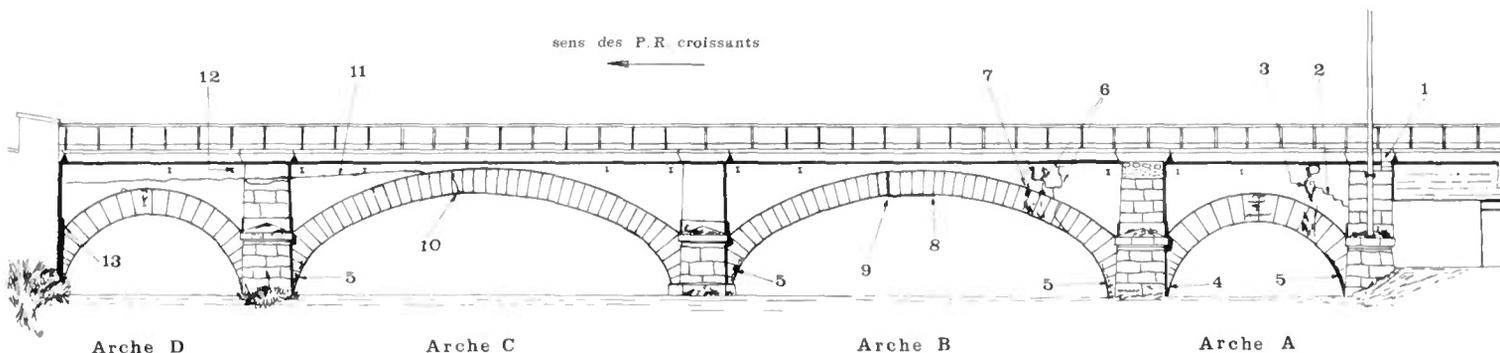


Fig. 14. — Exemple type de schéma d'inspection détaillée.

1. Décollement de la pierre supérieure de la pile dû à un jeu insuffisant entre la dalle de l'ouvrage d'art en béton précontraint et le dessus de la pile en maçonnerie.
2. Ouverture des joints de maçonnerie (sur une longueur égale à la dalle de transition des deux ouvrages d'art).
3. Humidité provenant de l'about de la dalle de transition de l'ouvrage d'art en béton précontraint et traversant le tympan.
4. Décollement de l'enduit à l'intrados de la voûte et sur une hauteur de 1,50 m.
5. Altération des voussoirs constituant le bandeau jusqu'au niveau de la section de rein.
6. Ouverture des joints de maçonnerie du tympan avec prolongation dans le bandeau.
7. Humidité, provenant du remblai graveleux, régnant entre les tympans et s'infiltrant par l'ouverture des joints.
8. Large fissure transversale régnant sur toute la largeur de la voûte.
9. Seconde fissure parallèle à celle repérée en 8 (traverse le bandeau et le tympan). (La voûte est affaïssée, sur une largeur de 1,50 m, entre les fissures repérées en 8 et en 9).
10. Fissure transversale régnant sur toute la largeur de la voûte et se prolongeant dans le bandeau.
11. Déplacement du tympan vers l'extérieur dû aux pressions horizontales s'exerçant sur les parements intérieurs.
12. Fers en I ancrés régulièrement dans les tympans.
13. La construction d'un mur de soutènement a nécessité la découpe de l'avant-bec.

4.2.1.2 — Rédaction d'un procès-verbal d'inspection détaillée

(Cadre en annexe 4) avec :

- la description de la structure et de son fonctionnement, avec le rappel des principales caractéristiques dimensionnelles et les conditions d'utilisation de l'ouvrage ;
- l'inventaire exhaustif de toutes les parties d'ouvrages inspectées, avec la description des désordres constatés, leur évolution éventuelle et la référence aux photos et aux plans d'inspection.

4.2.1.3 — Rédaction d'une note de synthèse avec :

- le classement des fissures suivant leur cause (cisaillement, torsion, compression) et leur aspect (décrochements des lèvres des fissures correspondant à des tassements d'appui, etc.) ;
- le résultat de l'analyse des contraintes susceptibles d'avoir provoqué les désordres (études du dimensionnement de la structure, relevé des éclatements consécutifs à des efforts de compression excessifs, etc.) ;
- les résultats, à l'exploitation, des opérations topographiques des dispositifs de mesure en place (fissuromètres, piézomètres, inclinomètres, etc.) ;
- la justification et les résultats des actions complémentaires d'auscultation exécutées dans le cadre de l'inspection détaillée (implantation des dispositifs de mesure, fréquence des relevés, résultats partiels, etc.) ;
- la justification et les résultats des investigations particulières menées sur l'ouvrage : sondages pour définir l'épaisseur du corps de voûte ; analyse chimique du matériau de remplissage ; profométrie pour la détection de barrettes aux joints ou de cintres métalliques enrobés ou noyés dans la voûte, etc.

4.2.1.4 — Rédaction d'une note de conclusion indiquant :

- l'état de service de l'ouvrage à la date de l'inspection détaillée ;
- les actions complémentaires de surveillance ou d'investigation éventuellement nécessaires à l'évaluation de l'état de service de l'ouvrage (calculs, analyses chimiques, mesures à long terme, etc.) ;
- les travaux de confortement ou de réparation à envisager, avec leur degré d'urgence ;
- le cas échéant, la date de la prochaine inspection détaillée à envisager.

CHAPITRE 5

ENTRETIEN ET RÉPARATION

5.1 — ENTRETIEN COURANT

Pour les ouvrages en maçonnerie, l'entretien courant est une action qui s'inscrit dans le cadre de la surveillance continue. Ces interventions, qui nécessitent peu de moyens en matériel et en personnel, évitent d'avoir recours, à terme, à des opérations ponctuelles d'entretien spécialisé ou de réparations souvent lourdes et onéreuses.

Avant toute opération d'entretien, même mineure, chaque subdivisionnaire ou gestionnaire d'ouvrage doit s'assurer que cette intervention n'est pas de nature à modifier profondément le fonctionnement de la structure, ou à engendrer des désordres plus désastreux que ceux à éliminer.

Il convient de maintenir en état les accès de visite d'un ouvrage ; toutefois, cela ne doit pas conduire sur les talus à des opérations de déboisement ou d'enlèvement de végétation, dont le rôle est essentiel dans la tenue des terres.

Les corps flottants accumulés près des appuis (fig. 15) qui constituent un obstacle à l'amont des ouvrages, et sont générateurs d'affouillements, doivent être éliminés régulièrement, et en particulier lors de la préparation des visites et inspections.

L'élimination de la végétation proliférant dans les joints (fig. 16), sur les trottoirs ou entre les moellons est une opération fondamentale pour préserver les maçonneries des altérations ou éclatements dus soit à l'humidité, soit, quelquefois, à des efforts engendrés, dans la structure, par les racines de certaines plantes.

Il importe de nettoyer les barbacanes et les systèmes de drainage ; toutefois, ce nettoyage des drains ne doit pas avoir pour effet de provoquer une fuite des fines du corps de voûte ou des remblais d'accès.



Fig. 15. — Obstacles solides formant écran et générateurs d'affouillement.

Fig. 16. — Végétation nuisible à supprimer.



Il est parfois essentiel de modifier un système d'écoulement des eaux sur ouvrage pour mettre « hors d'eau » la structure. Cependant, cette modification ne doit pas entraîner la mise en charge des ouvrages de soutènement annexes, ni provoquer des infiltrations d'eau du remblai d'accès vers le corps de voûte (et, bien souvent, sous la chape d'étanchéité de l'ouvrage principal).

5.2 — ENTRETIEN SPÉCIALISÉ ET RÉPARATIONS

Toute intervention faisant appel à un spécialiste doit être précédée d'une étude destinée à :

- rechercher tous les désordres ainsi que leur origine,
- définir la nature des travaux à entreprendre,
- mettre au point la méthode de réparation,
- maîtriser le déroulement du chantier,
- évaluer les résultats à en attendre.

Cette étude réalisée, il est possible de faire exécuter, en régie, certains travaux d'entretien spécialisé par des agents de l'administration.

Il faut rappeler par ailleurs, que l'enlèvement des matériaux de remplissage du corps de voûte, opération à réaliser avec prudence, est souvent une condition nécessaire à la bonne exécution des travaux de réparation.

De même, la création de barrières drainantes permet de limiter les venues d'eau en provenance des abords de l'ouvrage.

5.2.1 — Rejointoiement des maçonneries

Cette opération fait suite, bien souvent, à la constatation d'une altération des parements de la maçonnerie ou des joints entre pierres. Toutefois, un rejointoiement de maçonnerie doit être précédé d'une campagne de remise en état des systèmes de drainage et d'évacuation des eaux. Beaucoup trop d'opérations de rejointoiement ont pour résultat de créer des cuvelages, dont l'effet est désastreux pour la pérennité des ouvrages.

Les altérations peuvent avoir deux origines : une désagrégation chimique des pierres ou des joints sous l'effet de certains agents atmosphériques, ou une disparition des joints et une altération des pierres sous l'action des circulations d'eau entre le dessus de l'ouvrage et l'intrados ou les parements verticaux de soutènement de la structure.

Il importe donc, en premier lieu, d'analyser l'origine des désordres :

- si les défauts n'ont aucun rapport avec les circulations d'eau internes à l'ouvrage, le rejointoiement peut être entrepris en tenant compte des causes de dégradations ;
- si les désordres proviennent de l'absence de chape d'étanchéité ou d'un défaut des systèmes de drainage et/ou d'évacuation des eaux, il importe de remédier d'abord à ces défauts, puis d'attendre la disparition complète des circulations d'eau à l'origine des altérations pour entreprendre sans risque l'opération de rejointoiement, destinée à protéger les joints dégradés et à reconstituer l'homogénéité des maçonneries.

A titre d'exemple, le rejointoiement manuel des maçonneries peut comporter les opérations suivantes :

- Dégarnissage, sur une surface limitée, du joint de maçonnerie par élimination du mortier décomposé. Cette opération, exercée au jet d'eau (après essais) ou au burin, doit être faite sur une profondeur minimale de 5 cm (ou jusqu'aux zones saines), afin de permettre un accrochage correct du mortier rapporté. Si un risque quelconque de mouvement des maçonneries est à craindre, à la suite d'une décompression par dégarnissage des joints, il importe de prévoir le calage des moellons et un étaielement des parties porteuses de la structure pendant toute la durée de l'opération de rejointoiement.
- Une fois dégarni, nettoyé et lavé, le joint doit rester humide pendant le colmatage au mortier de ciment ; ce dernier doit être frais et de consistance ferme. Dans le cas d'un rejointoiement exécuté à la main, le bourrage se fait par refoulement énergique en fond de dégarnissage ; le joint est ensuite lissé à la truelle et au fer.

L'utilisation d'appareils spéciaux (machines à rejointoyer mécaniquement les joints à l'air comprimé) permet d'effectuer des bourrages corrects en fond de dégarnissage et évite des erreurs d'exécution pouvant rendre le rejointoiement inefficace.

Il est conseillé d'adopter des joints moulés en creux sur le parement et d'utiliser des mortiers de rejointoiement de dosage inférieur à 500 kg de ciment par mètre cube, afin d'éviter les phénomènes de retrait et de dessèchement des joints.

5.2.2 — Injections dans les maçonneries

Ces injections, destinées à rétablir la transmission d'efforts de compression entre les éléments porteurs de la maçonnerie, ne doivent être pratiquées que dans le cas de fissures ayant une ouverture supérieure à 5 mm et/ou dans celui de cavités à remplir.

Ces interventions requièrent la plus grande prudence car elles ne doivent en aucun cas conduire à l'injection des systèmes de drainage, des remplissages de voûtes ou des remblais, ce qui aurait pour effet de désorganiser les maçonneries et, éventuellement, de déplacer la courbe des pressions vers le haut, par solidarisation du remplissage du corps de voûte avec l'extrados. Il convient notamment de penser aux effets de l'opération sur l'écoulement des eaux à l'intérieur de la structure. Dans certains cas une étanchéité supérieure est à prévoir (fig. 17). Il convient par ailleurs de se méfier des risques d'essorage du coulis de ciment dans les ramifications.

5.2.3 — Amélioration des systèmes d'évacuation et de drainage des eaux

Les anciens ouvrages en maçonnerie ne possèdent pas (ou bien ne possèdent plus) de chape d'étanchéité, ce qui est à l'origine de circulations d'eau importantes entre le dessus de l'ouvrage et l'intrados ou les parements verticaux de soutènement. Il est parfois nécessaire d'envisager, non seulement une modification du profil en long de la chaussée ou l'aménagement de caniveaux sur les ouvrages et aux abords, mais aussi l'ouverture de gargouilles au travers des maçonneries, ou de barbacanes au droit de systèmes de drainage existants ou de zones susceptibles de subir une mise en charge hydraulique.

Venues d'eau en tête de piles.

Eclatement de moellons
en pierre calcaire gélive
consécutif aux circulations d'eau.

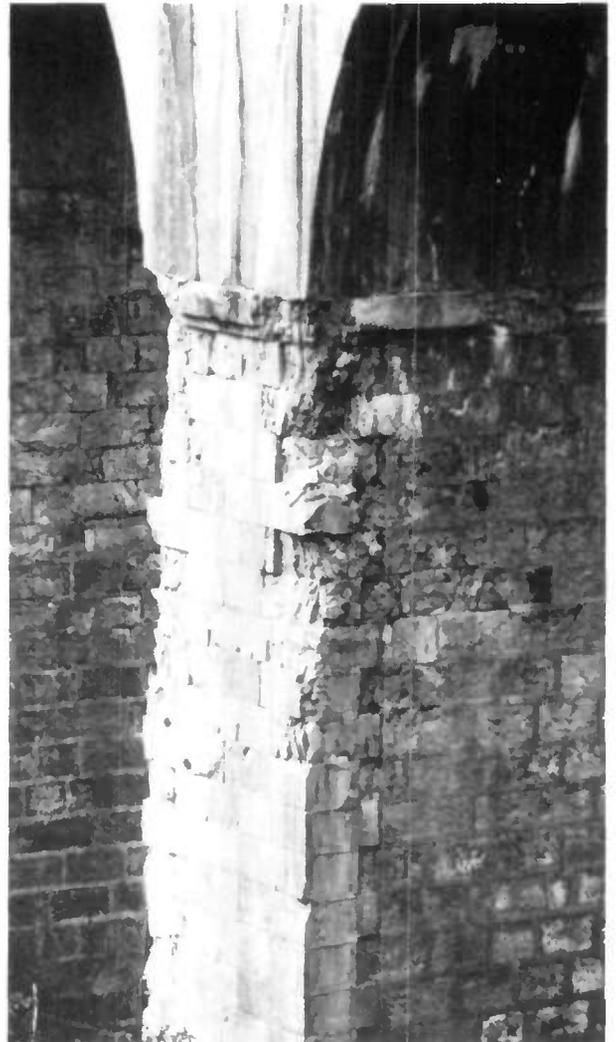


Fig. 17. — Conséquences de l'injection sans précautions du remplissage de voûtes.

Ces opérations d'aménagement de gargouilles et de barbacanes doivent se faire avec beaucoup de précautions. Il est indispensable :

- de procéder à des sondages destinés à permettre le choix des zones intéressantes,
- d'aménager des gargouilles ou des barbacanes de diamètre suffisant pour absorber les débits maximaux,
- de blinder les tuyaux d'écoulement des eaux et de prévoir des crépines en fond de barbacanes afin d'éviter la fuite des éléments fins des matériaux de remplissage du corps de voûte et des remblais d'accès,
- de remettre en état, dans la mesure du possible, les drains (par soufflage sous pression à l'eau). Parfois, il convient de créer des drains dans les zones où la mise en charge hydraulique peut être nuisible pour la pérennité de la structure.

Ces interventions délicates ne doivent être entreprises qu'après étude complète des conséquences qu'elles peuvent avoir sur le système de drainage.

Il est du plus grand intérêt d'associer toutes ces opérations à la réfection (ou à la création) de la chape d'étanchéité.

5.2.4 — Pose de tirants transversaux

Cette réparation a pour but d'arrêter les déversements des tympans ou des bandeaux. Elle est aussi utilisée pour bloquer l'évolution des ouvertures de fissures longitudinales dans le corps de voûte.

Avant d'entreprendre ce type d'intervention, il importe de vérifier que les désordres constatés ne proviennent pas, par exemple, d'un élargissement « à bon compte » de l'ouvrage avec suppression de parapets et trottoirs, ayant entraîné une mise en charge hydraulique du remplissage du corps de voûte. Dans tous les cas, il est important de prévoir l'évacuation de l'eau du corps de voûte car, sous l'effet d'une surcharge instantanée, l'eau du matériau saturé transmet intégralement les surpressions horizontales.

Au niveau de l'analyse d'un déversement, il convient de rechercher qui, du tympan ou du bandeau, entraîne l'autre (l'épaisseur du tympan le rend quelquefois très rigide et un déversement des têtes se traduit alors par un décollement, à la jonction intrados-bandeau).

Les déversements ou les ouvertures de fissures longitudinales sont des désordres acquis pour un ouvrage en maçonnerie ; il convient donc de les arrêter, mais il n'est pas toujours souhaitable de les rattraper par la pose de tirants actifs. En effet, cette technique peut provoquer dans les maçonneries des désordres plus importants que ceux à éliminer, et cela, par une redistribution des efforts et des déformations.

En outre, elle nécessite un suivi très attentif afin d'éviter des ruptures brutales de tirants ou de tympans, ce qui entraînerait l'effondrement du corps de voûte.

Compte tenu des problèmes que pose la mise en œuvre de précontrainte dans ce type de structure, il est préconisé d'utiliser, le plus souvent possible, des tirants passifs et d'éviter la mise en œuvre de tirants actifs dans des structures aussi hétérogènes que les maçonneries anciennes.

Dans tous les cas, l'opération de pose de tirants transversaux doit être réalisée par une entreprise spécialisée, possédant du matériel adapté et performant. En particulier, il importe d'adapter le type de tirants et les méthodes de forage à la réparation envisagée (tirants entre tympans à travers le remplissage du corps de voûte ou tirants entre bandeaux à travers la douelle, techniques nécessitant des matériels de forage différents). Il est impératif de gainer et d'injecter les tirants implantés dans les remplissages ou dans les remblais. Ces opérations sont conseillées, mais ne sont pas toujours nécessaires pour des tirants mis en œuvre dans les douelles, à condition que la protection soit assurée contre les effets de la corrosion, en particulier, au niveau des plaques d'ancrage et des systèmes de boulonnage des éléments de tirants.

5.2.5 — Etanchement de l'extrados des voûtes et arcs

A l'occasion d'un décaissement total ou partiel du corps de voûte d'un ouvrage en maçonnerie, il est important de refaire ou de recréer une étanchéité sur l'extrados de la voûte ou de l'arc. En raison de l'ampleur des travaux entrepris pour une telle intervention, il importe de ne pas omettre d'effectuer toutes les opérations nécessaires à l'efficacité de la réparation : injection de maçonneries ; création ou rétablissement des écoulements ; mise en place d'un remblai perméable insensible à l'action des eaux et de densité faible...).

L'étanchéité proprement dite doit être épaisse et suivre les déformations de l'extrados (chape bitumineuse, complexes ou tissus plastifiés, etc.). Sa mise en place doit se faire sur un support régulier ; les relevés d'étanchéité seront effectués au voisinage des têtes, en liaison avec les formes de pente et les systèmes d'évacuation ou de drainage des eaux.

Il est déconseillé de réaliser des chapes à mi-hauteur des remblais du corps de voûte ; en effet, ce système d'étanchéité est rarement efficace et sa pérennité s'avère douteuse à long terme.

Une opération de réfection de chape d'étanchéité de pont ou viaduc en maçonnerie ne peut être réalisée sans le concours, avant et pendant les travaux, d'un spécialiste (CETE, LCPC, SETRA).

5.2.6 — Réfection de maçonneries

Il est, quelquefois, nécessaire d'envisager le remplacement de certains moellons dégradés ou de reprendre en sous-œuvre des parties d'ouvrages en maçonnerie.

Ces techniques sont d'une exécution délicate car elles nécessitent la connaissance des descentes de charges dans les parties altérées et de l'étendue des désordres (souvent un défaut localisé cache une avarie générale de la maçonnerie).

Lorsqu'il s'agit de travaux concernant les maçonneries en profondeur, il est indispensable de ne travailler que par petites parties non voisines l'une de l'autre ou par plots successifs. Ces petites surfaces doivent être déterminées en fonction de l'incidence que les travaux pourraient avoir sur l'ouvrage.

L'entreprise à retenir pour effectuer les travaux doit être expérimentée et spécialisée ; toute modification de l'environnement d'un désordre (dégarnissage des joints, sondages, démolitions...) doit être précédée de la mise en place de dispositifs de soutènement, d'étaieement et de calage, de dimensions suffisantes pour supporter les efforts existant dans les maçonneries, afin d'éviter l'effondrement de la structure pendant les opérations de démolition.

Des dispositifs de décintrement doivent être prévus et maintenus en place jusqu'au durcissement des nouveaux joints de maçonnerie et même après réfection complète des parties porteuses réparées. Les liaisons entre les parties nouvelles et les maçonneries anciennes doivent être soignées dans le but d'éviter des redistributions d'efforts à l'intérieur de la structure.

5.2.7 — Création de barrières d'étanchéité

Afin d'arrêter la progression de l'humidité dans l'épaisseur des maçonneries, il est quelquefois nécessaire de créer des barrages anticapillaires.

Cette technique de réparation requiert le concours de spécialistes ayant une parfaite connaissance des phénomènes capillaires. Elle exige une étude préalable et ne se justifie que dans la mesure où les altérations des parements de moellons ou de briques peuvent mettre en danger la stabilité des éléments porteurs atteints.

Annexes

Page laissée blanche intentionnellement

ANNEXE 1

DOCUMENTATION - BIBLIOGRAPHIE

Liste arrêtée du 31 décembre 1980

- Grandes voûtes SEJOURNÉ (1915)
- Cours de ponts en maçonnerie H. LANG (ENPC, 1935-1936)
- Cours de ponts en maçonnerie M. SEMEAC (ENPC, 1947-1948)
- Cours de ponts en maçonnerie AURIC (ENPC, 1911)
- Maçonnerie - Les matériaux (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire) R. PUJOL (1907)
- Ouvrages d'art, Livre II - Ponts en maçonnerie (ESTP) M. FERREU (1927)
- Pratique des travaux - 1^{re} partie - Matériaux de construction (ESTP, 1923)
- Cours de construction des ponts Ph. CROIZETTE DESNOYERS (1885)
- Cours de construction des maçonneries - Ecole d'application de l'Artillerie et du Génie R. PUJOL (1907)
- Ponts antérieurs au XIX^e siècle remarquables par leur architecture ... F. de DARTEIN (1907)
- Manuel de l'Ingénieur des Ponts et Chaussées : 10^e fascicule A. DEBAUVE (Dunod, 1873)
- Annales de l'ITBTP Série « Matériaux » M. MAMILLAN
 - Dix ans de recherche sur les pierres de taille, série n° 11, fév. 1954
 - Gélivité des matériaux, série n° 34, juil.-août 1967, p. 1017.
- Annales de l'ITBTP, Série « Gros œuvre » L. LOGEAIS
 - Pathologie des ouvrages en maçonnerie 2^e partie : les maçonneries dans leurs fonctions de parois, série n° 16, mars 1973.
 - Conceptions nouvelles en matière de murs en maçonnerie, série n° 26, juin 1976.
- Dictionnaire de maçonnerie J.-R. DEBLUTS (Bloc ETP 1966)
- Dictionnaire de l'architecture et des sciences et arts qui s'y rattachent E. BOSC (Firmin Didot, 1883)
- Etude sur les ponts et pierres remarquables par leur décoration Ch. BÉRANGER (Librairie Polytechnique 1907)
- Désordres constatés sur les ponts-routes en maçonnerie - Réparation de ces désordres (document des sessions de Formation continue de l'ENPC sur la pathologie des ouvrages d'art 1976 à 1980) D. CORNET
- Prescriptions techniques pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art en maçonnerie, notice générale ES 9En° 1, 15 nov. 1977 Document SNCF
- La maladie de la pierre (Hors série des Editions de la Caisse nationale des Monuments historiques)
- L'étanchement des ponts en maçonnerie Document LCPC (Groupe Horizontal Réparation des ouvrages d'art) 1980.

ANNEXE 2

MODÈLE DE DOCUMENT SIGNALÉTIQUE

Indication du Service :

PONT DE.....

DOCUMENT SIGNALÉTIQUE

- Date de mise à jour :
- Nombre de pages :

1 — IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE

Numéro d'identification :		
Département	Voie(s) concernée(s)	P.R. (ou P.K.) origine
Nature et nom de l'ouvrage		Commune(s)

- Maître d'ouvrage : (avec référence aux actes administratifs)
- Service gestionnaire : (arrondissement et subdivision)
- Permissionnaire et occupants de voirie :
(avec références aux permissions de voirie et autres actes administratifs)
- Obstacle(s) franchi(s) :
(nature, statut juridique et dénomination, service gestionnaire, P.R. ou P.K. de l'ouvrage sur la ou les voies franchies).
- Photographie de l'ouvrage (en élévation) :
- Schéma de situation de l'ouvrage :
- Perspective schématique du site avec les indications suivantes :
 - points cardinaux,
 - direction, numérotation et P.R. ou P.K. sur les voies,
 - sens du courant sur la rivière,
 - numérotation des appuis (piles et culées).

2 — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

2.1 — Type de structure (description sommaire) :

2.2 — Nature(s) des matériaux de la structure :

2.3 — Ouverture de la brèche franchie :

2.4 — Longueur de l'ouvrage :

2.5 — Biais (géométrique) de l'ouvrage :

2.6 — Ouvrage(s) de soutènement contigu(s) (*description*) :

2.7 — Etendue de la zone d'influence (oui, non) :

2.8 — Rayon de courbure en plan de la voie portée :

2.9 — Profil en long de la voie portée (*nature, pente (s)*) :

2.10 — Profil en travers de la voie portée (*nature, pente (s)*) :

2.11 — Nombre d'arche (s) :

- ouverture principale,
- répartition des ouvertures (dans le sens des P.R. croissants),

2.12 — Largeur de l'ouvrage (entre-têtes) :

- largeur roulable,
- trottoirs (*nombre, largeur (s)*),
- nombre de voies de circulation.

2.13 — Nombre d'appuis Intermédiaires :

2.14 — Nombre d'appuis en site aquatique :

2.15 — Limitation de charge :

date de décision :

2.16 — Limitation (s) de gabarit (s) :

- voie(s) franchie(s) :

- gabarit transversal :
- tirant d'air :

date de décision :

date de décision :

- voie portée :

- gabarit transversal :
- tirant d'air :

date de décision :

date de décision :

2.17 — Limitation (s) de vitesse (s) :

- voie franchie :

date de décision :

- voie portée :

date de décision :

2.18 — Elévation générale avec cotes principales et indication des différents points de repérage topométrique :

2.19 — Coupes schématiques :

(à la clé et sur appui intermédiaire)

2.20 — Aménagement(s) postérieur(s) à la mise en service :
(description, date, références au dossier d'ouvrage)

2.21 — En cas d'interruption de la circulation sur (ou sous) l'ouvrage :

- une déviation est possible de la voie franchie par :
- une déviation est possible de la voie portée par :
- existence d'un plan de détournement de circulation dans le dossier de l'ouvrage, oui-non :

2.22 — Caractéristiques particulières :

(site d'exposition, agressivité de la zone d'influence...)

2.23 — Photographies et schémas particuliers et caractéristiques (avec légende) :

3 — CONCEPTION ET CONSTRUCTION

3.1 — Date de construction :

3.2 — Date de mise en service :

3.3 — Environnement et renseignements géologiques

3.3.1 — Appréciation sur la stabilité des terrains concernés :

3.3.2 — Hydrogéologie (nappe, régime des eaux) :

3.3.3 — Carrière(s) et ouvrage(s) de décharge situé(s) à proximité :

3.4 — Construction

3.4.1 — Service constructeur :

3.4.2 — Entreprise(s) ayant participé à la construction :

3.4.3 — Hypothèses de calculs (règlement(s) particularité(s) :

3.4.4 — Nature(s) et origine(s) des matériaux mis en œuvre :

3.4.5 — Mode de construction (type de cintre, mode d'avancement) :

3.4.6 — Incident(s) de construction :

3.4.7 — Etanchéité (type, emplacement) :

3.4.8 — Revêtement de chaussée (type, épaisseur) :

3.4.9 — Système(s) d'évacuation des eaux (description, emplacement) :

3.4.10 — Système(s) de drainage (description, emplacement) :

3.4.11 — Dispositif de retenue sur ouvrage :

- extérieurs (côté droit et côté gauche dans le sens des P.R. croissants),
- intérieurs (côté droit et côté gauche dans le sens des P.R. croissants),
- modification(s) apportée(s) depuis la mise en service.

3.4.12 — Equipement(s) sur ouvrage (type(s), emplacement(s) :

3.4.13 — Réseaux divers portés (nature(s), dimension(s), réservation(s) :

3.4.14 — Réseaux divers franchis (nature(s), dimension(s), réservation(s) :

3.4.15 — Dispositifs de surveillance (nature(s), emplacement(s) :

3.4.16 — Dispositifs de destruction des ouvrages (nature(s), emplacement(s) :

3.4.17 — Remarques particulières :

4 — ETAT DE RÉFÉRENCE - VIE DE L'OUVRAGE

Pour chacune de ces rubriques, énumération, description succincte et référence au dossier d'ouvrage.

4.1 — Etat de référence

et particularités signalées dans le document de synthèse des pièces du dossier :

4.2 — Etudes, essais, reconnaissances, auscultations :

(date(s), résultats).

4.3 — Constatations de désordres :

(date(s), nature(s), localisation(s) et évolution(s) éventuelle(s).

4.4 — Rechargement(s) de la voie portée :

(date, méthode suivie, épaisseur mise en place).

4.5 — Entretien spécialisé et travaux de réparation :

(date(s), nature(s) et localisation(s).

4.6 — Projet(s) d'amélioration :

(élargissement, rectification, etc.).

4.7 — Points particuliers :

(fréquence des visites d'appuis immergés, des relevés topométriques, précautions à prendre pour visites et inspections détaillées, personne(s) dépositaire(s) des clefs d'accès particuliers, etc.).

5 — BIBLIOGRAPHIE

- Cartes géologiques (numéros, dates, références) :
- Cartes topographiques (numéros, dates, références) :
- Photographies de la couverture aérienne (numéros, dates, références) :
- Principaux articles techniques publiés sur l'ouvrage (références) :
- Références des actes administratifs relatifs à l'ouvrage (conventions internationales, consignes d'exploitation...)

ANNEXE 3

MODÈLE DE PROCÈS-VERBAL DE VISITE ANNUELLE

Indication de service :

Numéro d'identification :
Date du procès-verbal :
Feuillet n° :

PROCÈS-VERBAL DE VISITE ANNUELLE

Le présent procès-verbal comprend... feuillets. Chaque feuillet doit comporter le numéro d'identification et la date du procès-verbal

1 — IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE

Numéro d'identification :		
Département	Voie(s) concernée(s)	P.R. (ou P.K.) origine
Nature et nom de l'ouvrage		Commune(s)

1.1 — Photographie d'ensemble (éventuellement)

2 — VIE DE L'OUVRAGE

2.1 — Documents de référence

- Date de construction de l'ouvrage :
- Date de la précédente visite annuelle :
- Date de la dernière inspection détaillée :
- Date(s) des dernières vérifications réglementaires concernant les ouvrages des occupants du domaine public :
- Date de la dernière visite des fondations en site aquatique (le cas échéant) :
- Date des dernières vérifications des installations mécaniques, électriques ou électromécaniques existantes sur l'ouvrage (le cas échéant) :
- Date et nature de la dernière intervention sur la zone d'influence de l'ouvrage :
- Date de la dernière mise à jour du document signalétique :

2.2 — Constatations et faits intervenus depuis la dernière visite ou inspection :
(description(s), date(s), référence(s) au dossier d'ouvrage).

2.3 — Travaux d'entretien spécialisé et réparations effectués depuis la précédente visite annuelle :
(description(s), date(s), référence(s) au dossier d'ouvrage).

2.4 — Campagne(s) de mesures et essais divers effectués depuis la dernière visite ou inspection :
(description(s), date(s), référence(s) au dossier d'ouvrage).

3 — CONDITIONS DE LA VISITE

3.1 — Date de la visite :

3.2 — Equipe de visite :
(nom(s) et fonction(s)).

3.3 — Autres participants à la visite :
(nom(s) et fonction(s)).

3.4 — Moyens mis en œuvre :
(accès, signalisation temporaire).

3.5 — Conditions atmosphériques :
(température, précipitations au cours du mois précédent la visite, si possible).

3.6 — Conditions particulières de la visite :
(difficultés, incidents) :

4 — CONSTATATIONS

Chaque constatation doit être localisée, décrite, et faire l'objet, si possible, de renseignements chiffrés (largeur, longueur, surface, ouverture et, si nécessaire, des croquis ou des photographies sont à joindre).

4.1 — Zone d'influence aux abords et aux accès de l'ouvrage

4.1.1 — Etendue de la zone visitée :

4.1.2 — Zones d'accès et abords de l'ouvrage :

4.1.2.1 — remblais, talus, quarts de cône perrés (stabilité, ravinements, tassements, érosion, débris divers...),

4.1.2.2 — système d'évacuation et de drainage des eaux aux abords (existence, nature, fonctionnement),

4.1.2.3 — chaussée et revêtements des accès (fissuration, faïençage, flaches, points bas, défauts particuliers),

4.1.2.4 — raccordements des accès avec l'ouvrage (marche d'escalier, affaissement, venues d'eau),

4.1.2.5 — dispositif de retenue (existence, nature, alignement, état),

4.1.2.6 — constatations diverses (déplacements ou inclinaisons anormales d'arbres, de poteaux électriques ou téléphoniques, traces d'animaux pouvant exercer des dégradations, dépôts divers, travaux réalisés aux abords...),

4.1.2.7 — ouvrages annexes (ouvrages souterrains de voiries des concessionnaires ou autres permissionnaires de voirie...).

4.2 — Partie supérieure de l'ouvrage

4.2.1 — Profil en long général de l'ouvrage (alignement apparent, cassure éventuelle du parapet, flaches... le nivellement si nécessaire est à joindre au présent P.V.) :

4.2.2 — Chaussée et revêtement du tablier (fissuration, faïençage, flaches, points bas, défauts particuliers, rechargements) :

4.2.3 — Trottoirs et bordures (alignement, descellement, cassures, absences d'éléments, traces de chocs, comparaison entre la hauteur de la bordure et celle figurant au dossier qui permet de contrôler l'importance d'un rechargement de la chaussée) :

4.2.4 — dispositifs de retenue (existence, nature, alignement, état) :

4.2.5 — Réservations de réseaux divers (existence, nature, utilisation, état...) :

4.2.6 — Signalisation permanente (existence, adaptation, état...) :

4.2.7 — Dispositifs de surveillance et de nivellement (existence, état, relevés...) :

4.2.8 — Divers (présence de végétation, de dépôts...) :

4.3 — Intrados

4.3.1 — Report des constatations sur les vues en plan de l'intrados (effectué à partir des tirages du levé de l'intrados figurant au dossier d'ouvrage) :

4.3.2 — Récapitulation des constatations :
(préciser comment a été effectuée la visite : passerelle
échelle
jumelles

- | | |
|----------------------------------|---|
| - chutes de moellons, | - circulations d'eau, |
| - chutes de briques, | - entraînements de matériaux, |
| - déchaussements de moellons, | - érosion de matériaux (hydraulique, éolienne), |
| - décompressions de maçonneries, | - déjoints, |
| - altérations, | - déformations, |
| - éclatements, | - effondrements, |
| - épaufrures, | - dislocations, |
| - effritements, | - affaissements, |
| - efflorescences, | - décollements, |
| - infiltrations, | - fissures, |
| - humidité, | - végétation, |

(cette liste n'est pas exhaustive !)

4.4 — Dispositifs de drainage et d'évacuation des eaux

- 4.4.1 — Existence et nature (emplacements de caniveaux, fossés, avaloirs, puisards, fils d'eau, drains, barbacanes, gargouilles, canalisations...) :
- 4.4.2 — Fonctionnement des dispositifs de drainage et d'évacuation des eaux (colmatage, entraînement d'éléments fins, traces diverses sur les débouchés des barbacanes...) :
Il est rappelé l'intérêt de faire coïncider la visite annuelle avec une opération de curage général des systèmes de drainage et d'évacuation des eaux.
- 4.4.3 — Fonctionnement des éventuels équipements mécaniques ou électromagnétiques d'évacuation des eaux (clapets, pompes, systèmes de vidange) :

4.5 — Dispositifs de retenue et équipements de la voie franchie (le cas échéant).

4.6 — Parements de soutènement :

(tympans, murs en aile ou en retour, murs de soutènement).

- 4.6.1 — Report des constatations sur des vues en élévation des murs et parements de soutènement de l'ouvrage (effectuées à partir des tirages des levés de ces parements de soutènement figurant au dossier d'ouvrage),
- 4.6.2 — A la localisation et à la description des principales caractéristiques des constatations, ajouter si nécessaire les photographies légendées en utilisant les termes consacrés pour chacune des parties d'ouvrage décrites.

4.7 — Fondations

- 4.7.1 — Report sur une même vue des constatations faites par les plongeurs autonomes (pour les parties immergées) et par les visiteurs d'ouvrages (pour les parties « à sec » et visibles) :
- 4.7.2 — Indications schématisées sur une même vue des actions de l'eau sur les parties immergées (abrasions, niveaux d'eaux, sens des courants, mouvements des lits...) :
- 4.7.3 — Système(s) de protection en place (enrochements, radiers, protections diverses...) :
- Signaler les indices d'affouillement et noter les variations du lit des cours d'eau (curages, dragages...). Ces indications sont fondamentales pour la détection des mouvements d'appuis.*

4.8 — Dispositifs en place

- 4.8.1 — Relevé des dispositifs de mesure sur les plans de l'ouvrage à partir des documents existants au dossier d'ouvrage (vue en plan, en élévation ou développée) :
- 4.8.2 — Vérification du fonctionnement des appareils de mesure et relevé de l'évolution éventuelle des ouvertures, des décrochements, des hauteurs, des débits, etc. :

4.9 — Ouvrages annexes (locaux souterrains, emplacements des permissionnaires et occupants de voirie, ouvrages d'élargissement galeries, structures et matériaux différents ou de fonctionnement indépendant...):

Cette liste n'est pas exhaustive ; chaque ouvrage doit être traité séparément en suivant le même processus que pour l'ouvrage principal.

4.10 — Remarques diverses ou générales (circulation lourde inhabituelle, travaux au voisinage de l'ouvrage...):

5 — CONCLUSIONS

5.1 — Observations, suggestions et avis éventuels :

Signature de l'agent ayant conduit la visite annuelle et date :

5.2 — Observations du Subdivisionnaire comportant (1) :

- un avis sur l'état de l'ouvrage,
- l'indication des suites données ou qu'il propose de donner à la visite annuelle (1),
- les décisions prises concernant l'entretien courant,
- les propositions d'entretien spécialisé,
- les propositions de visite complémentaire,
- les propositions d'inspection détaillée exceptionnelle,
- les autres propositions.

Signature du Subdivisionnaire et date :

5.3 — Visa et instructions de l'Ingénieur d'Arrondissement de gestion au Subdivisionnaire :

Signature de l'ingénieur d'Arrondissement de gestion et date :

(1) Les avis, propositions et instructions peuvent faire l'objet d'annexes détaillées.

ANNEXE 4

CADRE DE PROCÈS-VERBAL D'INSPECTION DÉTAILLÉE PÉRIODIQUE

Ce cadre ne s'applique qu'aux inspections détaillées périodiques, à l'exclusion des autres types d'inspection : inspection détaillée avant mise en service, inspection détaillée de fin de garantie, inspection détaillée exceptionnelle, pour lesquelles l'agent conduisant la visite peut, en fonction du but recherché et des constatations effectuées, adapter et modifier le présent modèle.

L'inspection détaillée périodique, valant visite annuelle, l'énumération des points à examiner, explicitée dans le modèle de procès-verbal de la visite annuelle, n'a pas été reprise dans les rubriques correspondantes de l'inspection détaillée périodique si elle ne comportait pas de modification.

Indication du Service

Numéro d'identification :
Date du procès-verbal :
Feuillet n° :

PROCÈS-VERBAL D'INSPECTION DÉTAILLÉE N°

Le présent procès-verbal comprend... feuillets. Chaque feuillet doit comporter le numéro d'identification de l'ouvrage et la date du procès-verbal.

1 — IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE

Numéro d'identification :		
Département	Voie(s) concernée(s)	P.R. (ou P.K.) origine
Nature et nom de l'ouvrage		Commune(s)

1.1 — Photographie d'ensemble (éventuellement)

2 — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

2.1 — Schémas cotés :

- coupe longitudinale,
- vue en plan,
- coupe(s) transversale(s),
- plans de détail (utiles à la compréhension du procès-verbal).

2.2 — Photographies (datées et légendées).

3 — VIE DE L'OUVRAGE

3.1 — Documents de référence

- 3.1.1 — Date de construction de l'ouvrage :
- 3.1.2 — Date de la dernière inspection détaillée :
- 3.1.3 — Date(s) et nature(s) des actions de surveillance effectuées depuis la précédente inspection détaillée :
- 3.1.4 — Date(s) des dernières vérifications réglementaires concernant les ouvrages des occupants du domaine public :
- 3.1.5 — Date et nature de la dernière visite des fondations en site aquatique (le cas échéant) :
- 3.1.6 — Date et nature de la dernière intervention sur la zone d'influence de l'ouvrage :
- 3.1.7 — Date de la dernière mise à jour du document signalétique :
- 3.1.8 — Date de la dernière mise à jour des plans d'inspection de l'ouvrage :
- 3.1.9 — Date des dernières vérifications des installations mécaniques, électriques ou électromécaniques existant sur l'ouvrage (le cas échéant) :

3.2 — Constatations et faits intervenus depuis la dernière action de surveillance

- Énumération datée avec référence(s) au dossier d'ouvrage et interprétation dans le cadre de l'évolution générale de l'ouvrage :

3.3 — Travaux d'entretien courant, spécialisé, ou réparations effectuées depuis la dernière inspection détaillée

- Énumération datée avec référence(s) au dossier d'ouvrage appréciation sur les résultats obtenus :

3.4 — Campagnes de mesures et essais divers effectués depuis la dernière inspection détaillée

- Énumération datée avec référence(s) au dossier d'ouvrage et interprétation des résultats dans le cadre de l'évolution générale de l'ouvrage :

3.5. — Evolution de l'ouvrage avant l'inspection

- Analyse tenant compte des indications et orientations du document de synthèse du dossier d'ouvrage (sous-dossier 2) et des procès-verbaux précédents (sous-dossier 3).

4 — CONDITIONS DE L'INSPECTION

4.1 — Date de l'inspection :

4.2 — Equipe d'inspection nom(s) et fonction(s) :

4.3 — Autres participants à l'inspection nom(s) et fonction(s) :

4.4. — Moyens mis en œuvre : (accès, signalisation, nacelle, passerelle, autres matériels) :

4.5 — Conditions atmosphériques : (température, précipitations au cours du mois précédant l'inspection...) :

4.6 — Conditions particulières de l'inspection : (difficultés, incidents...)

5 — CONSTATATIONS

Le modèle du procès-verbal de visite annuelle (annexe 3) donne une énumération des points à examiner.

6 — MESURES, ESSAIS, RECONNAISSANCES EFFECTUÉS

7 — DOCUMENTS GRAPHIQUES, PHOTOGRAPHIES

Plans des désordres à l'échelle (cartographie des fissures), correspondance entre les désordres de la partie supérieure de l'ouvrage et ceux de l'intrados (photographies légendées éventuellement).

8 — INTERPRÉTATION DÉTAILLÉE DE TOUTES LES OBSERVATIONS EFFECTUÉS

9 — CONCLUSIONS

9.1 — Appréciation sur l'état de l'ouvrage et son évolution :

9.2 — Propositions de modification ou de mise à jour :

- du document signalétique,
- du dossier d'ouvrage,

9.3 — Suggestions concernant les travaux d'entretien courant avec éventuellement un ordre de priorité :

9.4 — Propositions d'actions complémentaires de surveillance ou d'investigations :

9.5 — Suggestions concernant les études, les travaux d'entretien spécialisé et les réparations s'avérant nécessaires ou souhaitables avec éventuellement un ordre de priorité :

Signature de l'agent ayant conduit l'inspection détaillée et date :

9.6 — Observations du Subdivisionnaire comportant :

- un avis sur l'état de l'ouvrage,
- l'indication des suites données ou qu'il propose de donner à l'inspection détaillée (1),
- les décisions prises concernant l'entretien courant,
- les propositions d'entretien spécialisé,
- les propositions d'investigations complémentaires d'études et de réparations,
- les autres propositions (limitation du trafic...)

Signature du Subdivisionnaire et date :

9.7 — Visa et instructions de l'Ingénieur d'Arrondissement de gestion au Subdivisionnaire

Signature de l'Ingénieur d'Arrondissement de gestion et date :

(1) Les avis, propositions et instructions peuvent faire l'objet d'annexes détaillées.

Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement