

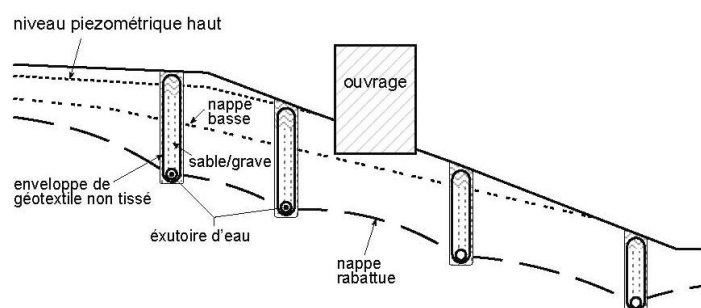
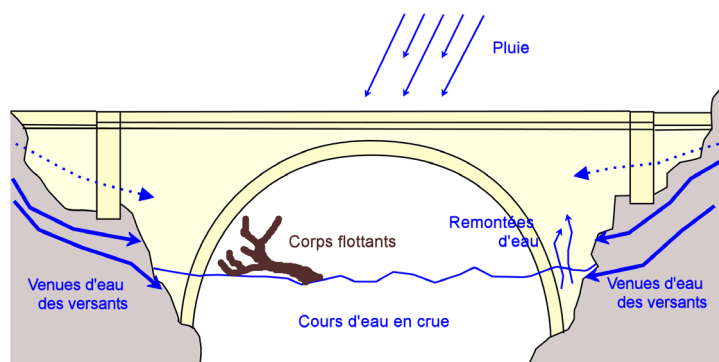
# Drainage et protection contre les eaux des ouvrages en maçonnerie



## Présentation

La plupart des pathologies sur les ouvrages en maçonnerie sont liées à l'eau (eaux de pluie, eaux de ruissellement, eaux du cours d'eau) et à sa circulation dans le corps de l'ouvrage.

Il est donc essentiel de prévoir dès la conception un bon système de protection : étanchéité, drainage, évacuation et, pendant la vie de l'ouvrage, un entretien minutieux de l'ensemble de ces dispositifs.



## Recommandations

### Modes opératoires

Un ouvrage en maçonnerie et plus particulièrement un pont, suivant la nature des éléments qui le composent (qualité géologique de la pierre ou degré de cuisson de la brique), se comporte comme une boîte qui peut se remplir d'eau et dont les parois sont plus ou moins étanches.

Cette eau, contenue dans les points bas de l'ouvrage, ressortira naturellement par les parois, par écoulement gravitaire ou par des exutoires naturels.

#### ● Cette eau entraîne en premier des désordres esthétiques puis des désordres structurels :

- apparition de coulures, efflorescences, concrétions ;
- dégradation de la qualité des matériaux et, notamment, appauvrissement de la qualité des mortiers ;
- dissolution du liant des joints, ce qui provoque le début d'une décompression des voûtes ;
- altération des pierres calcaires ;
- attaque du matériau de remplissage ;
- désordre par humidité permanente ;
- action du gel ;
- mise en charge du parement ;
- développement de la végétation : mousses, algues, arbustes (FABEM 6.1 chapitre 4.3.2).

#### ⇒ Drainage des eaux de surface

Pour protéger correctement les ouvrages en maçonnerie, il est nécessaire d'évacuer les eaux du dessus de la chaussée, de mettre en place une chape d'étanchéité, de prévoir un drainage correct et complet du remplissage, de traiter correctement le drainage et l'assainissement des abords et des accès.

Par ailleurs, l'eau, par son action mécanique sur le sol, peut conduire à des mouvements du terrain mettant en cause la solidité des ouvrages qu'il supporte (glissement de pentes, érosion interne ou externe, sous-pression (FAFO 1 chapitre 6).

Une simple inspection visuelle permet de constater que le drainage est inefficace : stagnation des eaux à la surface de la chaussée, non fonctionnement des gargouilles, ravinement des remblais, présence de coulures et concrétions... Ces investigations sont souvent combinées

à celles concernant les matériaux de remplissage et la chape d'étanchéité.

Les constructeurs au cours des âges ont cherché des solutions pour se prémunir contre les diverses attaques et tout particulièrement :

des eaux qui ruissellent à la surface de l'ouvrage, au moyen des pentes longitudinales et transversales de la chaussée ;

des eaux qui s'infiltrent dans les matériaux de remplissage des voûtes pour arriver au contact de la maçonnerie, au moyen de remblais plus ou moins drainants, de drainages internes et de chapes d'étanchéité ;

des eaux qui remontent dans les maçonneries enterrées...

## Recommandations

### ● Le réseau d'assainissement sur un pont se compose :

- d'un écoulement libre sur la chaussée et les trottoirs selon les pentes transversales et longitudinales de ces deux parties ;
- d'une collecte des eaux dans un caniveau le plus souvent disposé le long d'une bordure de trottoir ou d'une longrine support d'un dispositif de retenue ;
- d'une évacuation, si nécessaire, des eaux dans un réseau secondaire constitué par un collecteur via des avaloirs disposés dans le caniveau ou une corniche-caniveau via des gargouilles ;
- enfin d'un rejet au niveau des culées des eaux dans un exutoire, qui se raccorde au réseau d'assainissement routier (fossés, cunettes, collecteur d'eaux pluviales...) ; c'est pourquoi le projet d'assainissement d'un ouvrage d'art ne doit pas s'arrêter au niveau des culées.

Une étude hydraulique de l'ouvrage permettra de dimensionner les diverses parties du réseau d'assainissement en utilisant, si besoin est, les courbes IDF (courbes intensité - durée - fréquence) des averses et les formules classiques de l'hydraulique d'un écoulement à surface libre, voire en charge (**FABEM 6.4 annexe 4**).

### ⇒ Matériaux de remplissage

Le remblai des ponts-rails est souvent constitué de pierres sèches soigneusement rangées pour assurer un drainage efficace. C'est rarement le cas des petits ponts-routes pour lesquels les constructeurs ont utilisé les matériaux disponibles sur place (**FABEM 6.2 chapitre 6**). Il peut être envisagé de remplacer le remblai en association avec des travaux de reprise d'étanchéité, le nouveau matériau mis en place devra permettre le drainage jusqu'au point bas de captage et d'évacuation (**RECOS-STRRES 14**).

### ⇒ Drainage des eaux infiltrées dans l'ouvrage

Les chaussées et les trottoirs des ponts-routes pouvaient être revêtus de pavés. Les ponts-rails, eux, n'étaient pas revêtus. L'eau de pluie pouvait donc pénétrer plus ou moins dans le remblai. Des dispositifs sont donc nécessaires pour recueillir ces eaux d'infiltration.

### ● Dans les ponts existants bien conçus :

- transversalement : le dessus de la voûte est recouvert d'un béton maigre à base de chaux ou de ciment d'épaisseur variable recouvert par la chape d'étanchéité de façon à créer des formes de pentes dirigeant les eaux vers un drain recouvert de pierres sèches ;
- longitudinalement sur les piles :
  - soit les eaux sont ramenées vers le creux à la jonction des deux voûtes adjacentes où se trouve placée une gargouille qui évacue les eaux,
  - soit un béton maigre remplit le triangle curviligne situé à la retombée des deux voûtes adjacentes pour que le drain posé sur la chape puisse ramener les eaux vers une gargouille située sensiblement aux reins.

### ⇒ Chapes d'étanchéité

Les chapes d'étanchéité des ponts en maçonnerie sont généralement posées sur une couche de béton maigre ou de mortier avec formes de pentes pour faciliter l'évacuation des eaux vers les dispositifs de drainage. Suivant les périodes, les particularités locales et les matériaux disponibles, diverses solutions étaient employées. Ces informations doivent être obligatoirement corroborées par les ouvertures de fenêtres et les sondages à réaliser lors de l'étude préliminaire (**RECOS STRRES 10**).

## Recommandations

### ➔ Drainage des sols autour de l'ouvrage (FAFO 1 chapitre 6)

Le drainage utilise uniquement l'écoulement gravitaire. Son domaine d'application est surtout celui des terrains peu à très peu perméables. Les drains peuvent être situés le long des parties enterrées ou à une certaine distance de celles-ci.

La tranchée drainante est remplie de diverses couches de graviers, un filtre est interposé entre le matériau drainant et le sol en place pour éviter le colmatage du drain. Les tuyaux de drainage sont constitués de tubes perforés ou de tubes en matériaux poreux. Il y a lieu de prévoir des regards visitables au raccordement des drains, afin de permettre un entretien.

### Points importants

En présence de désordres structurels (fissures à la jonction de la voûte et du bandeau, basculement d'un mur de soutènement), les investigations sont à adapter à l'importance des désordres constatés.

La réparation d'ouvrages en maçonnerie (ponts, murs, tunnels) comprenant des rejointoiements et de l'injection pouvant modifier les écoulements dans l'ouvrage doit prévoir une protection, un suivi, une remise en état voire une création de dispositifs de drainage efficaces en fin de travaux.

La loi sur l'eau, promulguée en 1993 et le code de l'environnement (article L 211-1) (**FABEM 6.1 chapitre**

### Normes

**Le guide technique du SETRA de juin 1989** traite de l'assainissement des ponts-routes.

**Le guide technique du SETRA de mai 1992** traite de la protection contre l'action des eaux sur les ponts-routes en maçonnerie.

### ● Le drainage des talus

Les systèmes drainants ont pour but principal d'améliorer la stabilité des pentes.

Le drainage par barbacanes est mis en œuvre pour les murs de soutènement peu ou mal drainés et, de ce fait, soumis à des poussées hydrostatiques qui peuvent conduire à des désordres ou même à la ruine de l'ouvrage.

La seule présence des barbacanes est en effet insuffisante. La difficulté réside dans la mise en place du drain qui doit le plus souvent être disposé à une profondeur importante.

L'ensemble des techniques de drainage bénéficie des recherches et développements menés sur les géosynthétiques et les géomembranes, dont l'utilisation dans le domaine du drainage permet des réalisations de pérennité satisfaisante.

Il est nécessaire de se reporter aux Recommandations du Comité français des géosynthétiques portant sur les produits et la conception.

**7.2.6)** imposent : « la protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques. Il faut donc étudier les risques et les conséquences d'une pollution liée à un ouvrage en y ajoutant les pollutions dues à l'ensemble du réseau routier adjacent qui peuvent converger vers le pont. Cette étude peut imposer la création d'un bassin de rétention ou d'un dispositif de traitement des effluents, d'un raccordement au réseau d'assainissement... ».

**Le guide technique du SETRA de décembre 2001** sur l'élargissement des ponts en maçonnerie traite également du drainage et des chapes d'étanchéité.

## Proposition de plan de contrôle

Phases	Points de contrôle	Moyens de contrôle
Préparation de chantier	Contrôle de l'efficacité du drainage	Inspection visuelle fonctionnement des gargouilles
Préparation de chantier	Contrôle de l'efficacité du drainage	Inspection visuelle absence de flaques d'eau à la surface de la chaussée
Préparation de chantier	Contrôle de l'efficacité de l'étanchéité	Inspection visuelle absence de coulure et de concrétion
Préparation de chantier	Contrôle de l'efficacité du drainage	Inspection visuelle ravinement des remblais
Préparation de chantier	Vérification des capacités d'évacuation des différents dispositifs de drainage	Étude hydraulique de l'ouvrage ; vérification par calcul des débits et courbes IDF(intensité, durée, fréquence) ; caractéristiques de l'impluvium ( <b>FABEM 6.4 annexe 4</b> )
Préparation de chantier	Recherche de la géométrie de l'intrados de la voûte pour déterminer la position de barbacanes	Recherche dans le dossier d'archive de l'ouvrage s'il existe ou sondages forés et tassés
Préparation de chantier	Vérification des capacités d'évacuation des différents dispositifs de drainage	Etude hydraulique de l'ouvrage ; vérification par calcul dimensionnement des caniveaux, avaloirs, gargouilles, collecteurs ( <b>FABEM 6.4 annexe 4</b> )
Travaux	Matériaux drainants granulométrie	Contrôle des bons de livraisons conformes aux procédures
Travaux	Contrôle d'efficacité du drainage de sol	Mise en place et suivi d'un réseau de piézomètre contrôle du débit des drains
Travaux	Contrôle d'efficacité du drainage de sol	Mise en place de repères de déplacements contrôle des variations
Travaux	Contrôle exécution des barbacanes	Contrôle visuel des débits des barbacanes et de l'assèchement des parements de l'ouvrage
Travaux	Eviter de mettre en charge la maçonnerie par les barbacanes en cas d'importante variation du niveau du cours d'eau	Positionnement judicieux des barbacanes ou mise en place de clapets antiretour
Réception	Contrôles de l'efficacité des aménagements de surface et périphériques	Contrôle visuel du bon fonctionnement des écoulements ; absence de flaques d'eau en surface sur la chaussée et dans les systèmes d'écoulement
Réception	Contrôle de l'efficacité du drainage	Assèchement des surfaces de maçonnerie en extrados de voûte et en tympans ; absence de nouvelle efflorescence en parement

## Proposition de plan de contrôle

Travaux	<p>Contrôle des conditions climatiques (température ambiante, hygrométrie, température du support, point de rosée) en accord avec les données des FT peintures ou autre spécification applicable si plus contraignant</p> <p>A minima :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Hygrométrie <math>\leq 85\%</math></li> <li>● Température du support <math>&gt;</math> Point de rosée <math>+ 3^{\circ}\text{C}</math></li> <li>● Température du support <math>&lt;</math> au max fixé par la FT des peintures mises en œuvre</li> </ul>	Enregistrement journalier en continu des conditions climatiques selon Iso 8502.4
Travaux	Délai de recouvrement entre couches conformément aux obligations fixées par les FT des peintures et selon les conditions climatiques d'intervention mesurées	Contrôle interne selon PAQ
Travaux	Contrôle produit des emballages de peintures et diluants	Contrôle visuel : les numéros de lot, les DLUO sont contrôlés avant applications-étiquetage
Travaux	Contrôle produit des peinture	Contrôle aspect a l'ouverture : teinte, aspect sédimentation, mousse, odeur...
Travaux	Échantillonnage	A minima un échantillon par numéro de lot est prélevé pour conservation
Travaux	Contrôle des mélanges (type de malaxeur, durée, vitesses, etc.) et filtration avant emploi	Contrôle visuel
Travaux	Contrôle des épaisseurs humides en cours d'application	Mesure avec jauge humide
Travaux	Test de réticulation des primaires riche en zinc à base de liant éthyle silicate	Contrôle conformément à l'ASTM D4752
Travaux	Contrôle des épaisseurs sèches de chaque couche	Mesure avec jauge magnétique adaptée en accord avec l'ISO 19840
Travaux	Contrôle de l'aspect de chaque couche	Visuel
Réception	Contrôle colorimétrique	Colorimètres ou spectro-colorimètres
Réception	Contrôle après travaux de l'état de pollution au plomb et à l'amiante du site	Constat d'huissier et laboratoire spécialisé certifié COFRAC
Réception	Essai de traction en accord avec l'ISO 16276 sur plaque test ou in situ selon les dispositions du PAQ validé avec le MO	Contrôle par peigne ou équipement de traction selon les épaisseurs sèches du revêtement
Réception	Contrôle des épaisseurs sèches de chaque couche	Mesure avec jauge magnétique adaptée en accord avec l'ISO 19840
Réception	Contrôle de l'aspect de chaque couche	Visuel