

# Sciences et Avenir

## Décryptage : quels défauts présentait le pont Morandi, qui s'est effondré à Gênes ?

Par [Sarah Sermondadaz](#) le [22.08.2018 à 20h00](#)

**Le pont Morandi de Gênes, qui s'est effondré le 14 août 2018, présentait-il des défauts de conception ? Éléments de réponse avec le professeur Jean-Michel Torrenti, ingénieur des Ponts et chaussées et chercheur à l'Ifsttar.**



Une portion du pont Morandi, qui s'est effondré le 14 août 2018 à Gênes, en Italie.

MARCO BERTORELLO / AFP

Le 14 août 2018 [s'effondrait un tronçon du pont dit "Morandi" à Gênes, en Italie](#). Une tragédie dont le bilan s'élève pour l'instant à 43 morts. Quelles sont les causes mécaniques de cet effondrement catastrophique ? Existait-il des problèmes de structure préalables sur ce [pont](#) ? Il appartiendra à l'expertise italienne de répondre à toutes les questions. Mais cet ouvrage d'art présentait plusieurs particularités propres à le fragiliser et à compliquer son entretien. C'est ce qu'explique à *Sciences et Avenir* [Jean-Michel Torrenti](#), chercheur à l'Institut français des sciences et technologie du transport, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar) et professeur à l'École des ponts et chaussées.

## Des haubans de béton précontraints, innovants en 1960... aujourd'hui datés

Qu'est-ce qui caractérise ces ponts conçus par l'ingénieur italien Riccardo Morandi, mort en 1989 à Rome à l'âge de 87 ans ? *"Ils ressemblent à des ponts à haubans (ndlr : des ponts suspendus par des câbles en acier le long de plusieurs pylônes de soutien) mais avec une particularité : les haubans ne sont pas de simples câbles en acier. En fait, il y a bien un cœur en acier tendu, mais il est noyé dans une poutre en béton précontraint"*, détaille Jean-Michel Torrenti. Par "précontrainte", il faut comprendre que le béton qui recouvre ces câbles est comprimé après sa solidification, ce qui a pour effet d'accroître sa résistance à la traction et à la flexion.

L'inconvénient principal : *"Le métal de ces câbles internes finit par se corroder, et il est difficile de les changer sans enlever le béton autour, même si ce n'est pas impossible."* D'où un besoin de maintenance accru : *"Normalement, la corrosion se voit par des taches à l'extérieur du béton."* Au Venezuela, le pont de Maracaibo construit par Morandi avait souffert d'un effondrement partiel après qu'un pétrolier a percuté deux pylônes du pont en 1964. À noter que les haubans n'étaient pas en béton précontraint... [mais bien en acier](#), plus facile à entretenir.



Le [Pont Morandi](#) après son effondrement le 14/08/2018. On distingue bien les poutres de béton précontraint qui jouent le rôle de haubans. / ANDREA LEONI / AFP

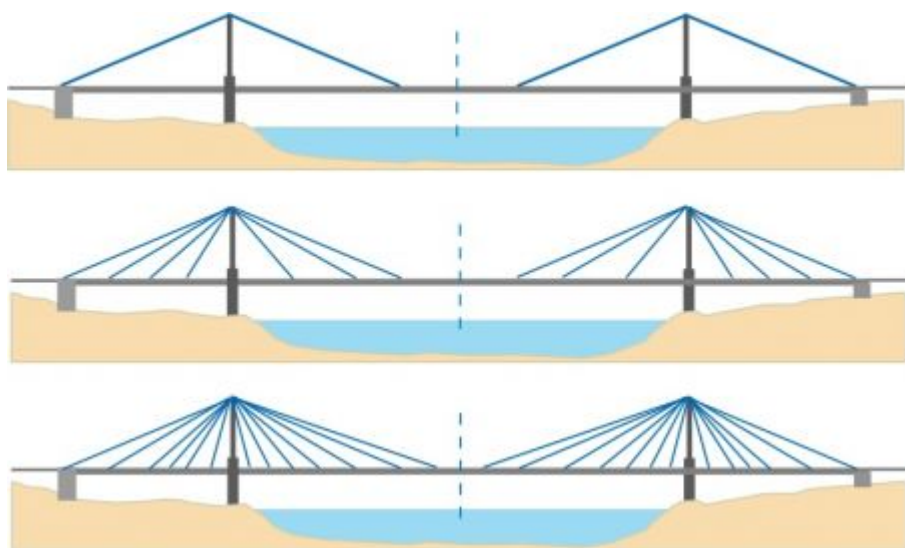
**BÉTON PRÉCONTRAIT.** Le diagnostic est toutefois plus difficile que sur un ouvrage classique, car le béton précontraint, soumis à une contrainte de flexion (pouvant être lié à son propre poids, auquel s'ajoute le poids des véhicules qui y circulent) ne fissure pas, contrairement au béton armé, matériau cousin plus couramment utilisé dans le bâtiment. Or, les fissures, signes très visibles d'usure d'un bâtiment, sont autant de signaux d'alerte qui peuvent indiquer la nécessité d'une opération d'entretien.

En 1960, le béton précontraint, du fait de ses excellentes propriétés mécaniques, était vu comme l'avenir, mais l'état des connaissances était imparfait." Notamment le phénomène de "fluage" (déformation progressive et irréversible sous l'effet des contraintes mécaniques), lié à des changements dans la structure du ciment au cours du temps." Car lorsqu'il est soumis à une contrainte même inférieure à sa limite d'élasticité (en deçà de laquelle les déformations sont

réversibles) suffisamment longtemps, le béton finit par se déformer, et ce de façon irréversible. "Aujourd'hui, on sait mieux prendre en compte ce phénomène dès la conception. Ce n'était pas le cas à l'époque", où la connaissance du phénomène était imparfaite. S'est ainsi produite au fil des ans une déformation supplémentaire des haubans sans doute mal prise en compte lors de la construction.

## Une conception élégante... mais posant des problèmes de robustesse

Le chercheur de l'Iffstar se veut rassurant : "À ma connaissance, il n'existe pas de pont de ce type en France. Bien sûr, nous avons des ponts à haubans, comme par exemple le viaduc de Millau." Mais Jean-Michel Torrenti pointe une différence fondamentale avec le pont français, achevé en 2004 : "Les haubans du viaduc de Millau sont plus classiques, ce sont des câbles en acier." Et surtout, il s'agit d'un système multi-haubans. Chaque travée (c'est à dire, section horizontale comprise entre deux pylônes) est supportée par une nappe de 11 haubans en acier, de part en part. Or le pont de Morandi se caractérise par son faible nombre de haubans, 2 par travée, ici construits en béton précontraint plutôt qu'en acier. "L'intérêt des haubans multiples, c'est que s'il y en a un qui casse, la charge peut être reportée sur les autres pour soutenir le tablier (ndlr : structure porteuse soutenant la route) et éviter sa chute." Autrement dit, le système est redondant.



Divers types de ponts à haubans. Aujourd'hui, on privilégie les ponts à haubans multiples / Crédits : Wikimedia/Roulex45

**ROBUSTESSE.** L'héritage de Riccardo Morandi est considéré comme un fleuron du génie civil italien. "Il a inventé une typologie très intéressante", avec des ponts qui "sont à la fois posés" et "suspendus", a expliqué à l'AFP [Marc Mimram](#), ingénieur et architecte, évoquant "une très grande qualité harmonieuse de ces ouvrages". Une qualité esthétique qui se paye toutefois par une robustesse moindre. "Le pont Morandi est conçu avec des travées indépendantes, c'est à dire que la structure porteuse de la route n'est pas conçue d'un seul bloc", poursuit Jean-Michel Torrenti. Elle est faite de segments discontinus qui se rejoignent au niveau des pylônes. "Ce choix ne pose normalement pas de problème de structure, les travées sont stables lorsque tous les segments sont en place." Mais si un hauban vient à casser, l'ensemble se déséquilibre. "Les tabliers continus sont plus robustes, car leur poids peut alors se redistribuer le long des autres points d'attache avec le pont."

## La résistance au vent, élément-clé lorsqu'on construit un pont

Il est aussi possible que les contraintes exercées par le vent aient été insuffisamment prises en compte : le pont s'est effondré pendant un orage. "C'est souvent la force exercée par le vent qui

*détermine les différents paramètres de résistance des ponts à haubans construits aujourd'hui. On évoque la piste de l'éclair percutant un hauban pour expliquer l'effondrement du pont Morandi, mais je pense que le vent aussi peut être en cause." Et l'hypothèse d'un problème de fondation, que certains évoquent en Italie ? "C'est possible aussi, l'expertise devra trancher. Mais on voit sur les vidéos que les pylônes ne tombent qu'après les morceaux de tablier."*

**ESSAIS.** Autre différence avec les années 60 : la puissance de calcul aujourd'hui disponible. De quoi mener à bien des simulations du comportement mécanique de l'ouvrage dans tous types de conditions climatiques, complétés par des essais en soufflerie, *"les turbulences du vent n'étant pas facile à prédire"*. Le fluage, lui aussi, est mieux intégré aux codes de calcul actuels. Aujourd'hui, les simulations numériques ne sont obligatoires que sur les constructions neuves, et non sur des ouvrages anciens, mais d'autres secteurs d'activité imposent des recalculs. Par exemple, dans le secteur du nucléaire, comme avec le risque sismique qui a été réévalué après la catastrophe de Fukushima en 2011.