

Harel de La Noë, un grand ingénieur des ponts

Rail et béton armement les ponts

Par Franck Bourien et Pierre Goréguès, secrétaire et président de l'association Harel de La Noë depuis 1995, techniciens supérieurs en génie civil

Après s'être adjoint le rail vers 1830, la révolution industrielle hisse le fer à son apogée (figure 4). A l'ombre de la tour Eiffel, un matériau déjà cinquantenaire se niche dans ses fondations. Nombre d'ingénieurs seront pionniers dans l'emploi du béton armé à l'aube du XX^e siècle. Harel de la Noë l'expérimentera à grande échelle pour les chemins de fer d'intérêt local de l'Ouest de la France.



Figure 1 : Portrait Louis Auguste Harel de la Noë à 60 ans de G. de Kerprigent.

Louis Auguste Harel de La Noë naît en 1852 à St Brieuc. Il y grandit en plein essor des chemins de fer. Excellent élève au lycée Impérial, il monte à Paris où il deviendra ingénieur « X-Ponts », côtoyant un autre breton, Fulgence Bienvenüe, père du métro parisien. À 24 ans, Harel est nommé dans l'Aveyron, puis dans le Finistère où il s'imprègne des innovations d'Armand Considère. Il réalise ses premières grandes constructions pour le département de la Sarthe, où il affirme son style architectural («Père Nougat») qui décline tous les matériaux : pierre, acier, brique et ciment armé (figure 2). En 1900, il obtient la médaille d'or de l'Exposition Universelle pour le pont en «X» au Mans. En 1901, il est promu sur les Côtes-du-Nord où il mènera de grands travaux. En 1910, l'Académie des Sciences lui décerne le prix Caméré. Sa fin de carrière est difficile. Il devient sourd, la guerre lui prend son unique fils et interrompt ses travaux. En 1918, il prend sa retraite et reçoit le titre d'inspecteur général honoraire. Jusqu'à la fin de sa vie en 1931, il défendra ses ouvrages avant-gardistes, jugés à tort trop fragiles par ses successeurs.

Un ingénieur de talent au service de son Pays

Harel de La Noë n'a pas 50 ans et c'est la consécration : le pont en « X » (figure 3) en ciment armé est inauguré au Mans en 1898 en présence du Président de la République, Félix Faure, de Ferdinand Foch, de Gustave Eiffel et de Fulgence Bienvenüe. Trois ans plus tard, il est nommé ingénieur-en-chef dans sa ville natale, poste qu'il convoitait depuis de nombreuses années. Il apporte dans ses bagages une solide expérience de 25 ans en construction de voies ferrées (127 km dans la Sarthe) et d'ouvrages d'art. Suite à l'effondrement meurtrier de la passerelle du Grand Globe Céleste de l'Exposition Universelle de 1900, l'Etat décide de réglementer les constructions en ciment armé. De 1900 à 1905, Harel participera aux travaux de la commission éponyme, dont le rapporteur général



Figure 2 : Gare de La Ferté-Bernard dans la Sarthe, construite en 1898.



Figure 3 : Pont en « X » sur la Sarthe au Mans achevé en 1898.

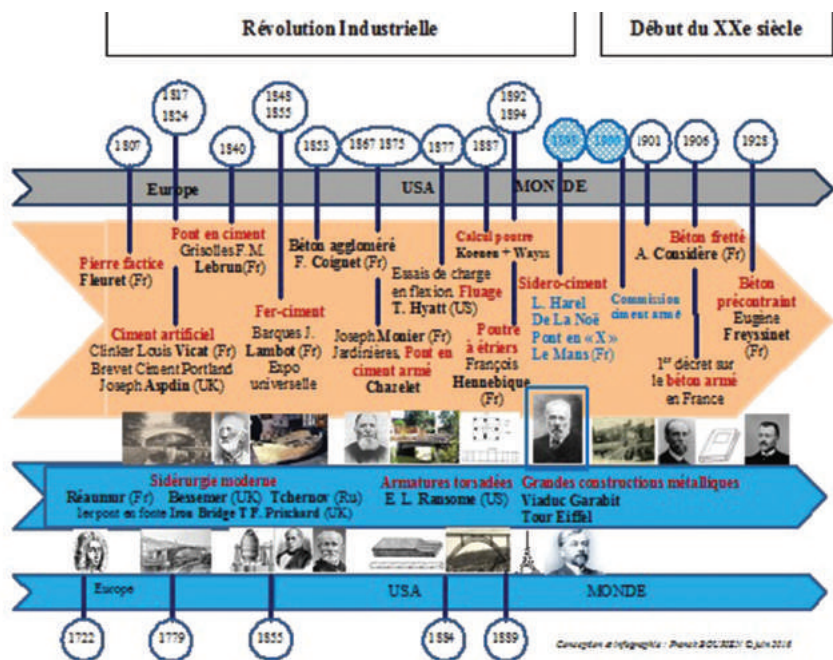


Figure 4 : Frise chronologique « les ponts en béton armé - inventions préalables et naissance d'une nouvelle technique ».



Figure 5 : Viaduc de Souzain entre Saint-Brieuc et Plérin.

est Armand Considère. Y siègent 12 autres personnalités, dont des pionniers de cette technique, parmi lesquels François Coignet, Augustin Mesnager, François Hennebique et Charles Rabut. Elle conduira à la rédaction de la circulaire du 20 octobre 1906 considérée comme le premier règlement français du béton armé. Elle fera foi jusqu'en 1934, après la reconnaissance des phénomènes de fluage et l'invention de la précontrainte par Eugène Freyssinet dont la devise, très proche de l'esprit d'Harel, était « tout gaspillage de matière et de main-d'œuvre est une trahison ».

Relever des défis techniques, économiques et sociaux

Le département des Côtes-du-Nord est en retard économique. Son désenclavement débute en 1863 avec l'arrivée des chemins de fers nationaux à voie normale (ligne Paris-Brest) et doit se poursuivre avec le déploiement d'un réseau d'intérêt local à voie métrique. Il s'agit de relier, par le « petit train », St Brieuc aux nombreux chefs-lieux de canton, pour développer les échanges agricoles, industriels et sociaux. Harel accepte de relever le défi d'étudier et de superviser la construction de deux réseaux de 250 et de 200 km de voies et d'une soixantaine d'ouvrages associés (ponts, gares, châteaux d'eau,...) pour traverser un paysage au relief capricieux. Il travaille en régie avec

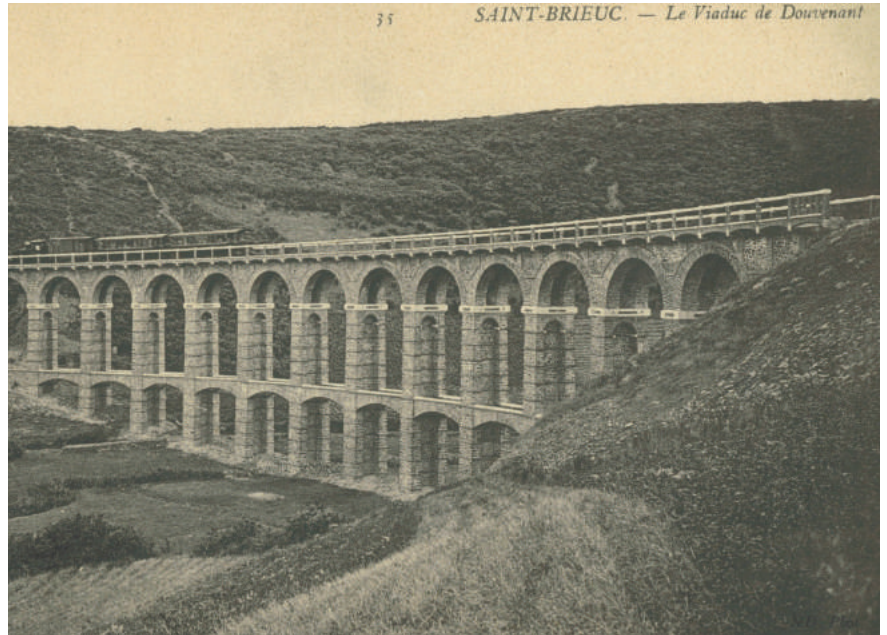


Figure 6 : Viaduc de Douvenant entre Saint-Brieuc et Languieux.

une centaine d'ouvriers qu'il forme à ses techniques.

Un homme multifacette : ingénieur, architecte, urbaniste, visionnaire et négociateur

Pour un tel chantier, Harel devra mobiliser sa force de caractère face au mécontentement des sociétés privées de construction d'ouvrage d'art, comme l'entrepreneur national Piketty, ou face aux critiques acerbes des granitiers locaux. Il use de ses talents de négociateur pour convaincre les élus et mener les démarches d'expropriation foncière. Le choix de créer de nouvelles voies sur les vallées, plutôt que d'aména-

ger une percée très polémique au cœur de la vieille ville de St Brieuc, contribue encore de nos jours à la fluidité de sa circulation routière. Ce choix de tracé et les procédés de construction retenus permettent d'inaugurer dès 1905 les premières lignes vers Moncontour et Plouha, ainsi que plusieurs ouvrages majeurs, comme la gare centrale, les boulevards « suspendus » de St Brieuc et quatre viaducs monumentaux (Souzain, Toupin Douvenant et Parfond de Gouët : voir figures 5 et 6). La cité des vallées est désormais ceinte de nouveaux « remparts » (figure 7), et de « portes » symboliques (figure 8). Bien que précur-

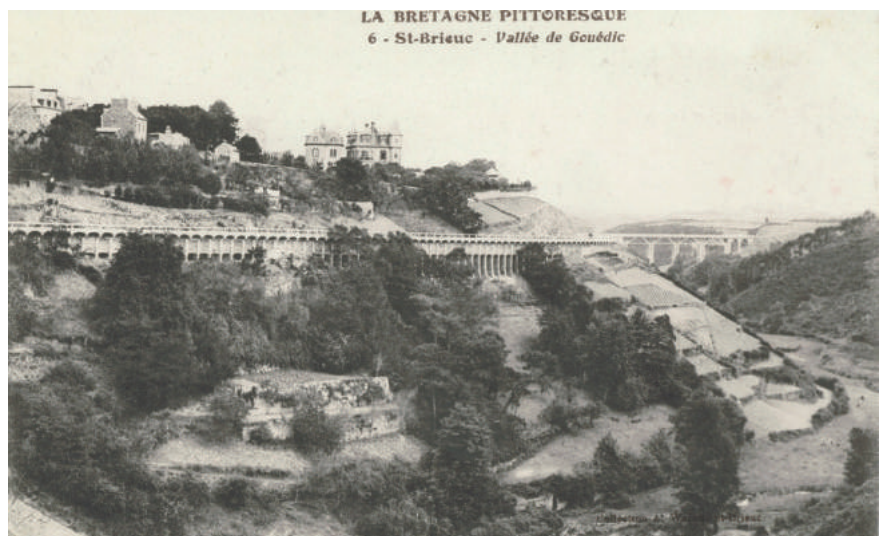


Figure 7 : Murs de soutènements des « nouveaux boulevards » suspendus et viaduc de Toupin à Saint-Brieuc.



Figure 9 : Viaduc de Grognet, ouvrage caractéristique du 1^{er} réseau des chemins de fer des Côtes-du-Nord

seur dans son domaine, Harel a déjà conscience des évolutions futures : « Je construis pour les 50 ans à venir. Au-delà, l'évolution de l'automobile modifiera les besoins ». En effet, le développement exponentiel de la route sonnera le glas des petits trains, laissant de nombreux ouvrages d'art à l'abandon à partir des années 50.

Des ponts d'un nouveau genre au service des trains

Dès octobre 1901, Harel annonce sa nouvelle approche : « Le procédé le plus économique pour établir sous une voie un ouvrage de hauteur modérée, consiste évidemment à employer les matériaux les moins coûteux en quantité aussi faible que possible ». Outre le fait qu'il emploie

le béton armé dans les fondations, les piles, les voûtes et les tabliers de ses ponts, cette approche s'illustre, tant dans la conception des ouvrages que dans le temps gagné lors de leur construction. Standardisation des procédés face à une main d'œuvre inaccoutumée à ce nouveau matériau composite, préfabrication foraine, intégration paysagère des ouvrages dans le tracé des lignes, continuité esthétique, caractérisent l'œuvre de l'ingénieur brioichin. À ce propos, Gustave Eiffel déclarait en 1898, lors de l'inauguration du Pont en « X » au Mans : "en fait de tour, Monsieur Harel en a plus d'un dans son sac. Parce que je suis ingénieur, croyez-vous que la beauté ne me préoccupe pas ? Nous nous efforçons de

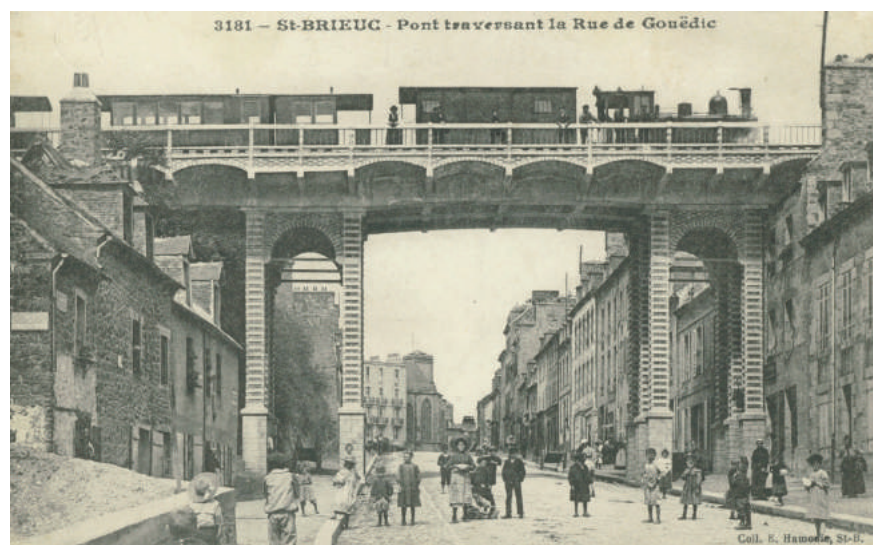


Figure 8 : Pont de la rue de Gouédic à Saint-Brieuc, démoli en 1997.

faire solide et durable, pourquoi ne nous efforcerions nous pas de faire élégant ? ».

Une constante recherche d'innovation

Ouvrages d'art caractéristiques du premier réseau de chemin de fer (1901-1907). Appelés « type Grognet », ces ouvrages standardisés portent le nom du viaduc validé en 1903 par des essais de charge de 119 tonnes, devant les représentants des autorités locales et nationales. Hélas, cet ouvrage de référence ayant été rejoint par une carrière, il a été partiellement dé-

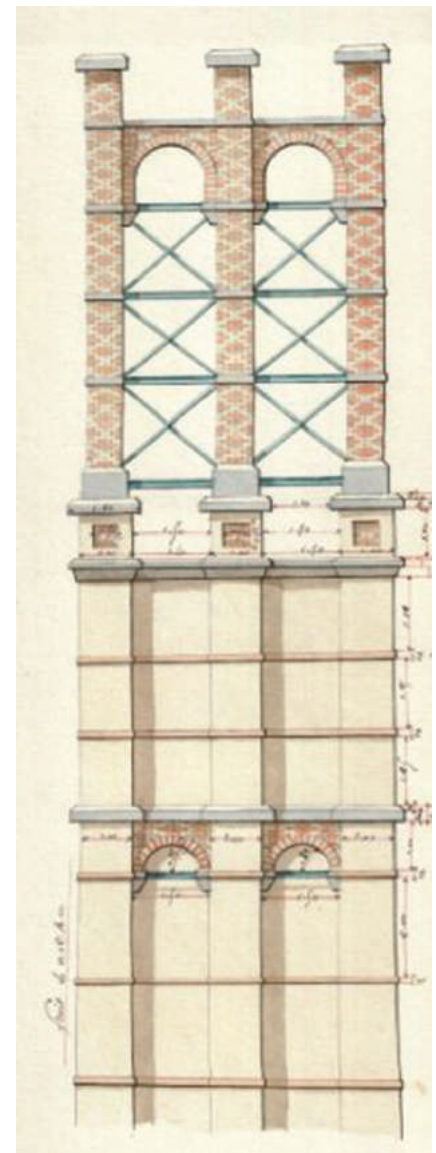


Figure 10 : Détails des pylônes de pile en béton armé avec briques coffrantes du viaduc de Toupin, avant sa modification en 1967 © médiathèque de l'École Nationale des Ponts et Chaussées



Figure 11 : Gare centrale des chemins de fer départementaux de Saint-Brieuc modifiée en 1931, devenue gare routière en 1956, puis réhabilitée en restaurant universitaire en 1994.

truit dans les années 90 (figure 9). Les ponts du premier réseau comprennent des piles en maçonnerie évidées en « H » dans lesquelles sont intercalés des chaînages en béton. Des anneaux de voûtes en maçonnerie, jumelés de 6 mètres de portée et reliés par des chapes en béton supportent un remplissage en tout venant et le ballast de la voie ferrée. Les trottoirs en encorbellement sont constitués de consoles préfabriquées en béton armé supportant des dalles en béton et des voûtains en briques creuses ou pleines. Les rares ornements et les garde-corps mêlent béton, briques et baraudages métalliques peints en vert. Les ouvrages de prestige situés sur Saint-Brieuc sont hybrides (viaduc de Souzain et Pont de la rue de Gouédic démolis en 1995 et 1997, ancienne gare centrale et viaducs de Toupin). Les pylônes des piles sont constitués d'un appareillage de briques bicolores (détail du viaduc de Toupin en figure 10) ou d'éléments en béton préfabriqués et de briques (viaduc de Souzain en figure 5, Pont de la rue de Gouédic en figure 8, et ancienne gare départementale en figure 11) servant de parement et de coffrage perdu à la structure en béton armé, procédé déjà employé par Harel au Mans et à la Ferté Bernard en 1898 (figure 2). Les arcs paraboliques de la gare sont en béton armé coffrés sur cintres en bois réutilisables dans un appareillage en briques rouges et blanches (figure 11). Autre signature reprise par Harel de La Noë sur tous ses grands ouvrages depuis ses constructions de la Sarthe (figures 2 et 3) : diverses formes d'écussons en ciment armé ornant la clé de voûte des gares ou les encorbellements des ponts.

Ouvrages d'art caractéristiques du second réseau de chemin de fer (1912-1924)

Outre la conservation des piles du premier réseau, la structure de ces ouvrages s'apparente à une « dentelle de béton ». Elle est constituée d'éléments en béton armé préfabriqués sur site, notamment par un ensemble d'arcs en béton armé standardisés de 12 mètres de portée (figure 12). Ils comportent deux demi-arcs articulés qui sont jumelés, contreventés par des cornières métalliques et appuyés sur des pilettes oscillantes. Ces ouvrages sont appelés « type Bréhec », du nom de l'imposant viaduc de 203 m de long et de 32 m de haut, situé près de Paimpol et démolé en 1972. Les plus imposants possèdent en plus un



Figure 12 : Arc type caractéristique des ouvrages du second réseau des chemins de fer des Côtes-du-Nord. Viaduc des ponts Neufs sur le Gouessant entre Hillion et Morieux (22) réhabilité en 2014.



Figure 13 : Viaduc de Caroual à Erquy et son arc central parabolique de 45 mètres d'ouverture.

double arc central de grande portée coulé sur cintre : 45 m pour le viaduc de Caroual à Erquy (figure 13), en cours d'étude de restauration et 39 m pour le viaduc de Cadolan à Guingamp détruit en 1978.



Figure 14, ci-dessus : Dynamitage du viaduc de Souzain en juin 1995.

Les points faibles et les ennemis des ouvrages

L'emploi de sable de mer, de granulats au calibrage non maîtrisé, l'absence de compactage mécanisé, un enrobage d'armatures insuffisant au regard des porosités du béton ainsi coulé, le tout exposé aux embruns salins de la Manche, ont constitué les points faibles d'une technique sans retour d'expérience sur le long terme. Le vieillissement des ouvrages ferroviaires requalifiés en ouvrages routiers est également dû aux sur-sollicitations mécaniques et au manque de maintenance. Ce fut le cas pour le viaduc de Souzain dont les piles étaient très fissurées, bien qu'ayant été renforcées de manière inappropriée, tant sur le plan technique que sur le plan patrimonial, par les services de l'Équipement en 1955. Autre ennemi de ce patrimoine ; le manque de conscience de la valeur patrimoniale d'un tel héritage, jugé trop récent par la population et les élus jusque dans les années 90, a largement laissé le champ libre aux démolisseurs (figure 5 - dynamitage du viaduc de Souzain en 1995 bien qu'inscrit au titre des monuments historiques), au lierre et aux arbustes dont les racines ont aggravé l'altération des bétons soumis aux cycles de gel et dégel.

Un patrimoine architectural et technique unique à préserver

Pourtant, plus de cent ans après leur construction, nombre de ces viaducs sont encore debout. Certaines parties demeurent intactes et les éléments les plus endommagés sont restaurables pour un usage piéton et cycliste. Parmi les techniques de restauration mises en œuvre, on peut citer l'hydrodécapage à ultra haute pression des bétons altérés et des aciers corrodés, la passivation des aciers, et la réparation du béton par des mortiers fibrés. Après avoir consacré 42 ans de sa vie au béton armé et aux chemins de fer, Harel nous a légué de nombreux ouvrages d'art aussi surprenants qu'esthétiques. Depuis une dizaine d'années, grâce à la passion et la ténacité de plusieurs associations, l'évolution des mentalités et l'action d'élus réceptifs, une partie représentative de ce patrimoine a été sauvegardé. Il est désormais reconnu comme un témoignage d'une étape clé dans l'évolution du génie civil. Sa restauration est coûteuse : plus de 3 millions d'euros pour le viaduc de Toupin, 800 000 euros pour le viaduc des Ponts-Neufs. Ce dernier a bénéficié de la conjonction d'intérêts d'ordre patrimonial, tou-

ristique et écologique en accueillant une voie verte. C'est dans ce contexte que l'inscription au titre des monuments historiques d'une partie des ouvrages par le ministère de la Culture en 2014, prend toute sa valeur, car un pont qui n'a plus d'usage, est voué à une mort prochaine.



Figure 15 : Visite guidée organisée par Pierre Goréguès, président de l'Association Harel de La Noë.