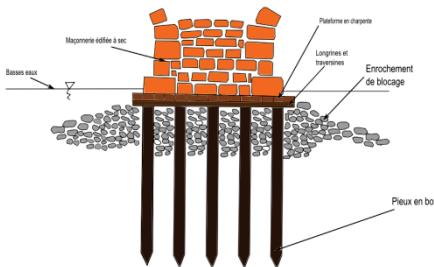


## Retour d'expérience national et international

- Evolution des méthodes de construction des fondations, ouvrages français fondés sur des pieux en bois, utilisation des pieux en bois à l'étranger
- Gestion d'un patrimoine d'ouvrages d'art sur pieux bois : diagnostic, pathologies et renforcement
- Guide d'inspection hollandais des fondations de type pieux bois : application au viaduc ferroviaire des cent arches



## •Patrimoine français d'ouvrages d'art et bâtiments sur pieux en bois riche et diversifié



Château de Chambord



Grand Palais, Paris

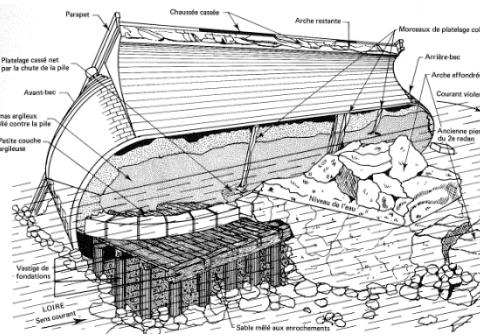
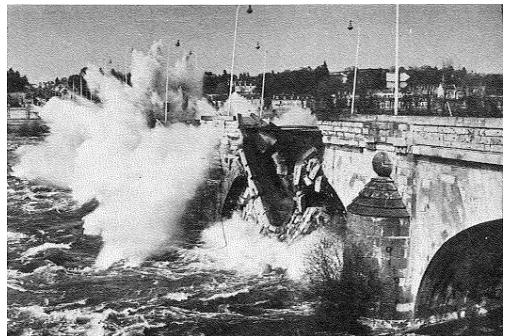


Pont de Neuilly



Place Stanislas (Nancy)

## •Retour d'expérience non capitalisé -> pas de développement d'expertise durable



Effondrement du pont Wilson à Tours en 1978

## •Absence de base de données nationale

Nombre d'ouvrages français ?

Localisation des ouvrages?

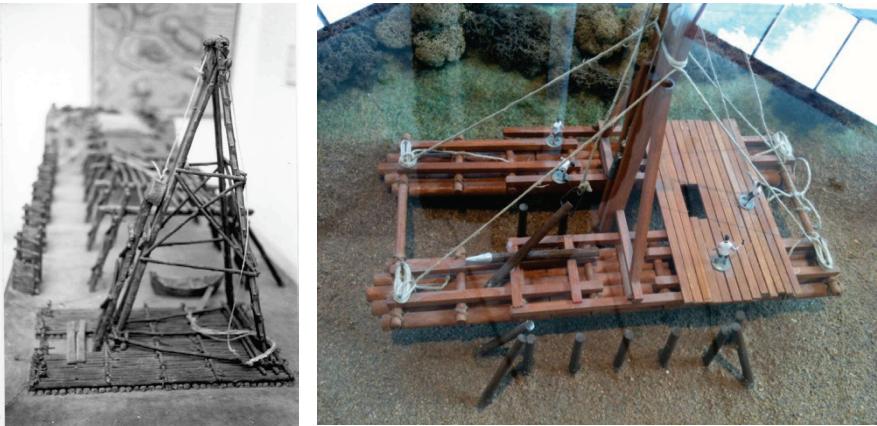
Gestion de l'information ?

↳ Archives de services gestionnaires, LRPC, ENPC, guides

Etat de l'art sur l'évolution des méthodes de construction des fondations de l'époque romaine jusqu'à l'époque industrielle

## •Epoque romaine (1<sup>er</sup> siècle av. JC – fin 6<sup>ème</sup> siècle)

-Premières traces écrites de l'utilisation des pieux en bois -> époque romaine (Vitruve, Jules César). Développement des premières machines de battage.



Musée de la civilisation, Rome

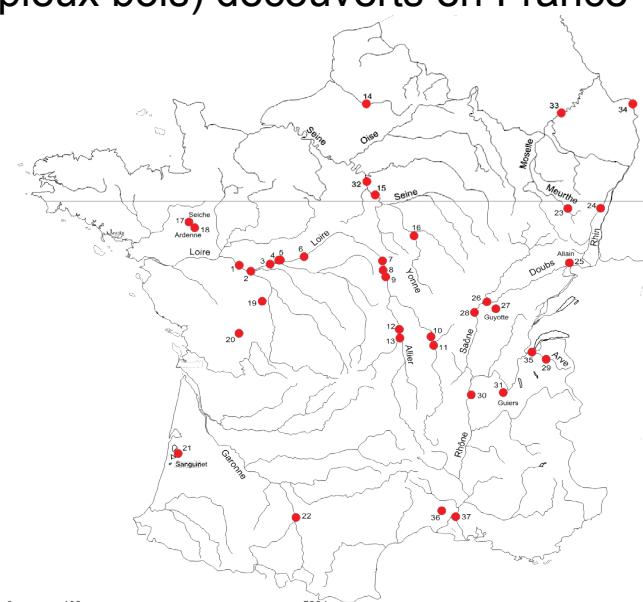
Une connaissance maîtrisée  
des types de fondations

Choix des fondations (superficielles ou profondes) en fonction de la profondeur du substratum

-Une trentaine de vestiges de ponts romains (fondés sur pieux bois) découverts en France



Pieu de fondation du pont de Saint-Satur (source : Annie DUMONT)



-Totalité des ouvrages détruite

Faits de guerre

Erosion des cours d'eau, aléas naturels

Défauts de conception, absence d'entretien

## •Epoques moyen-âgeuse et de la Renaissance (7<sup>ème</sup> siècle – fin 16<sup>ème</sup> siècle)

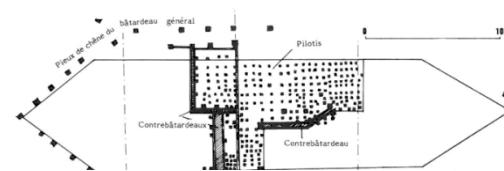
- Disparition des savoirs et méthodes de construction
- Absence de techniques de sondages, difficultés de réalisation des fondations (outils de battage peu adaptés), méthodes de construction des fondations empiriques
  
- 10 ponts datés du Moyen-âge (peu d'écrits et de mémoires)
  - 3 en service (pont de Beaugency (11<sup>ème</sup>-15<sup>ème</sup>), pont d'Orléans (1<sup>ère</sup> moitié 15<sup>ème</sup>), pont Saint Nicolas)
  - 3 ruinés (pont de Tours, pont Saint Benezet (Avignon), pont de la Daurade (Toulouse))
  - Etat actuel des 4 autres ponts ?

## -7 ponts datés de l'époque de la Renaissance

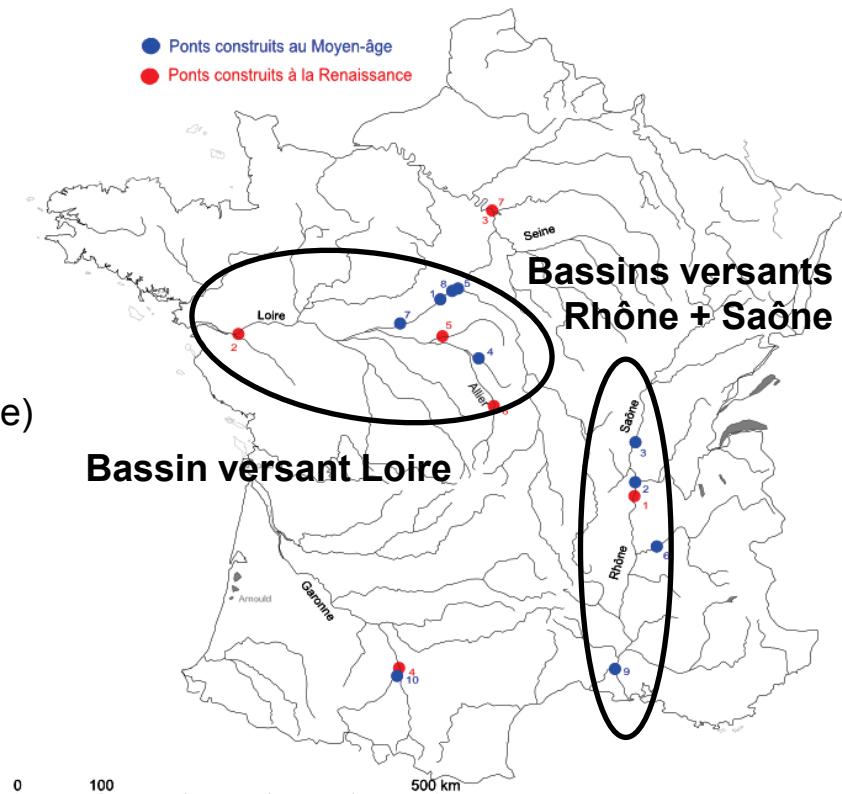
3 en service (pont Notre Dame (1500-1507), ponts Neuf (Toulouse et Paris)(fin 16<sup>ème</sup>))

1 ruiné (pont de Moulins (Allier)) (date destruction inconnue)

Etat actuel des 3 autres ponts ?



Pile pont Neuf (Mesqui, 1986)

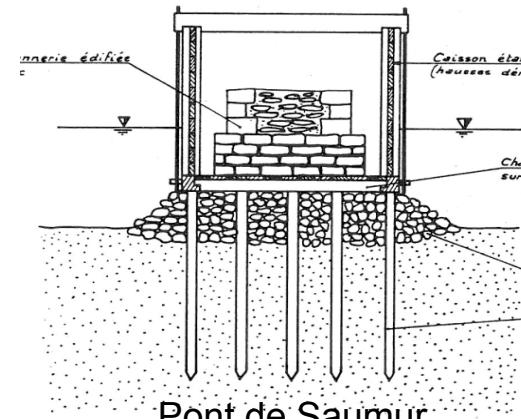
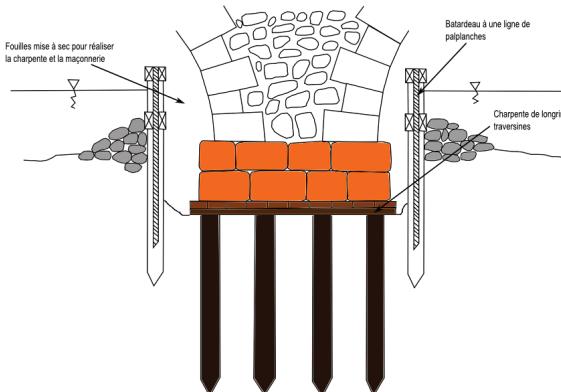
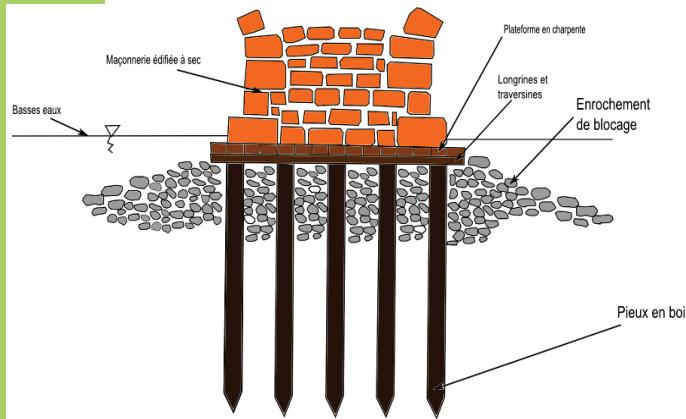


## •Epoque moderne (17<sup>ème</sup> siècle –18<sup>ème</sup> siècle)

-Établissement de critères relatifs au choix du type de fondation

-Diversification des méthodes de construction sur pieux à partir du 18<sup>ème</sup> siècle

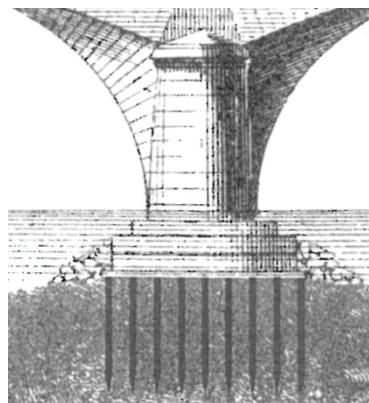
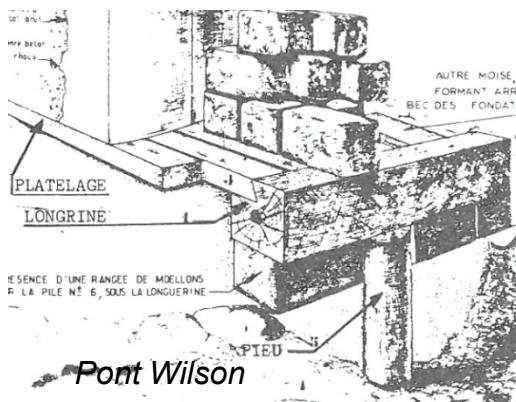
-3 principales méthodes de construction différentes



Pieux recépés à quelques centimètres sous l'étage (source : J-P LEVILLAIN)

Pieux recépés à 2-3 m sous l'étage (source : J-P LEVILLAIN)

Caisson immergé (source : J-P LEVILLAIN)

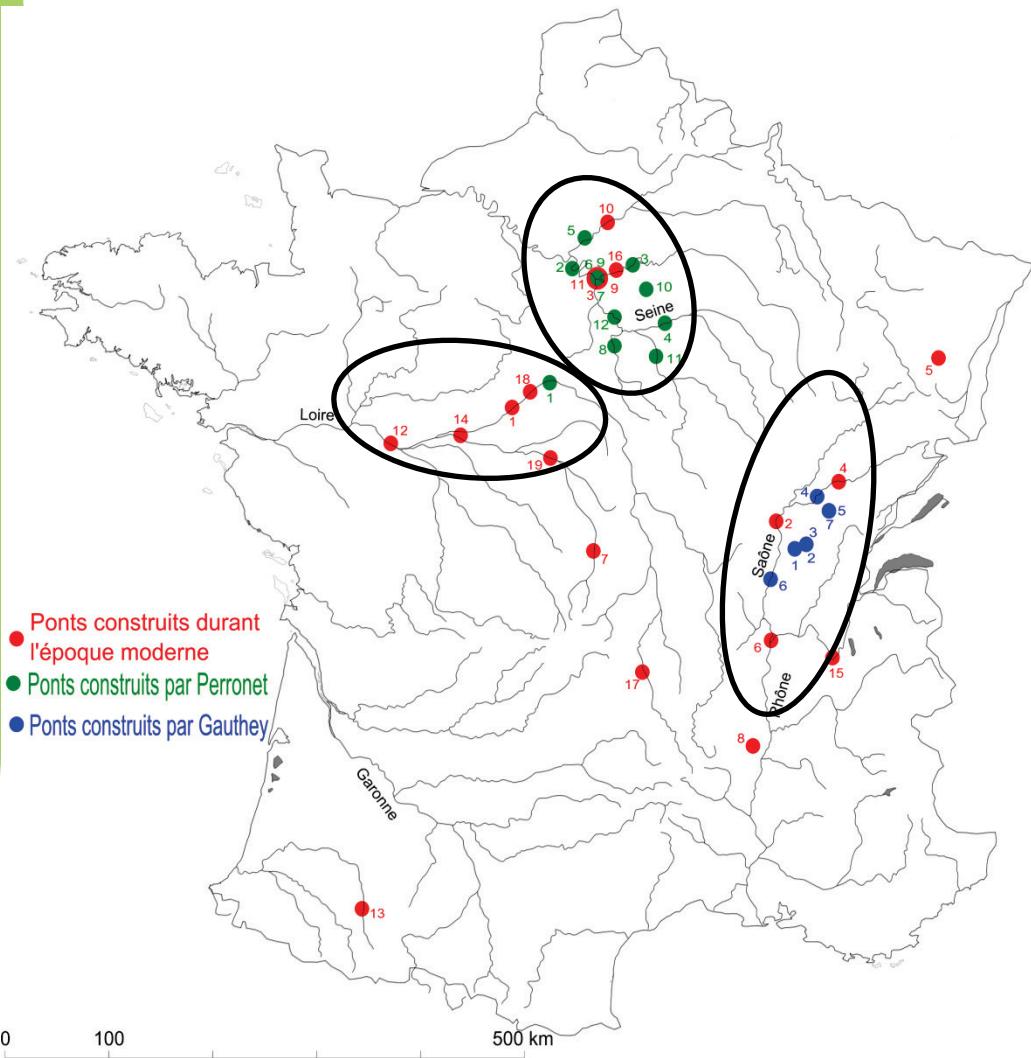


Pont de Neuilly



Pont Royal

## •Epoque moderne (17<sup>ème</sup> siècle –18<sup>ème</sup> siècle)



37 ponts datés de l'époque moderne

11 ponts construits par Perronet (Seine)  
7 ponts construits par Gauthey (Saône)

19 autres ponts construits

Exemples :

Pont de Neuilly, pont de la Concorde,  
Pont Saint Michel, pont de Saumur

Aujourd'hui en France :

18 ponts en service

17 ponts détruits

2 en service / détruits ?

17 ponts construits sur pieux+grillage+platelage  
(9 en service, 8 détruits)

Causes de destruction multiples

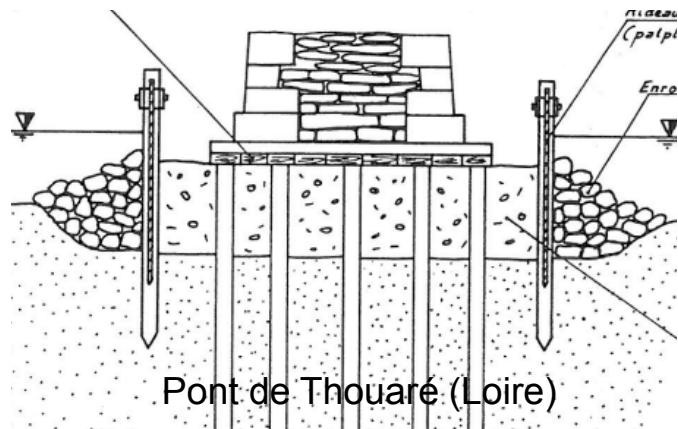
Faits de guerre (pont de Trilport)

Affouillement des pieux (pont Wilson)

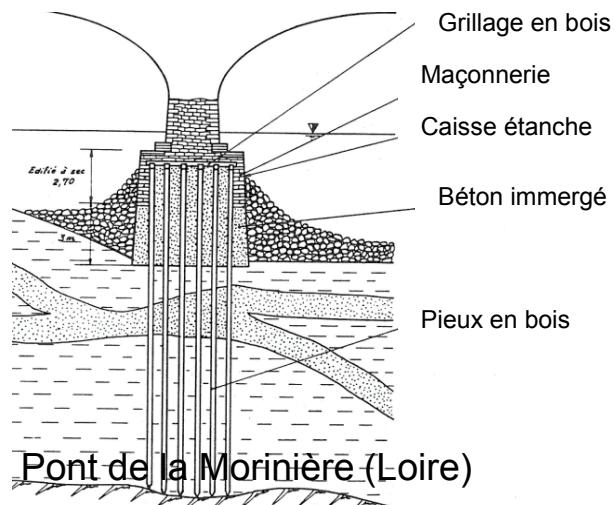
Pont au Change (Paris) détruit (1850) puis reconstruit

## •Epoque industrielle (19<sup>ème</sup> siècle –20<sup>ème</sup> siècle)

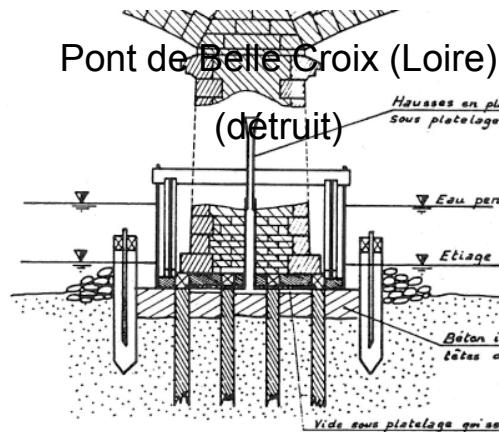
### -Emploi du béton dans les fondations



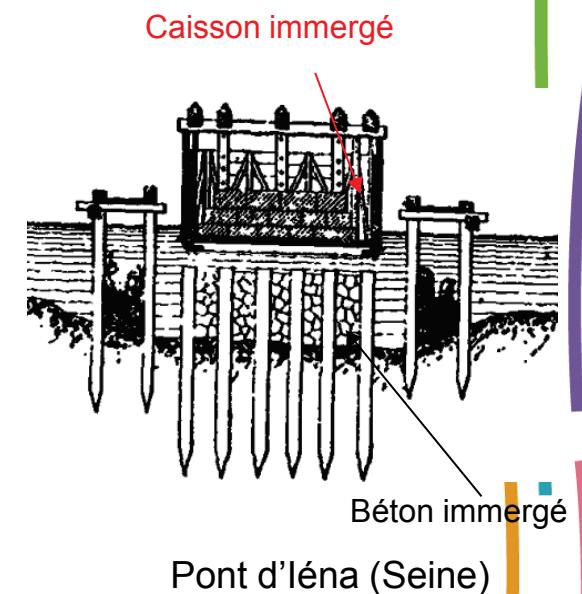
Têtes des pieux enserrées dans massif de béton (source : J-P LEVILLAIN)



Technique du caisson sans fond

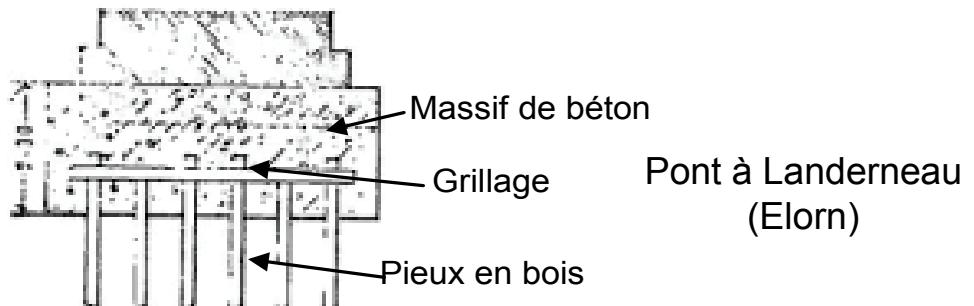


Technique du caisson immersé  
(source : J-P LEVILLAIN)

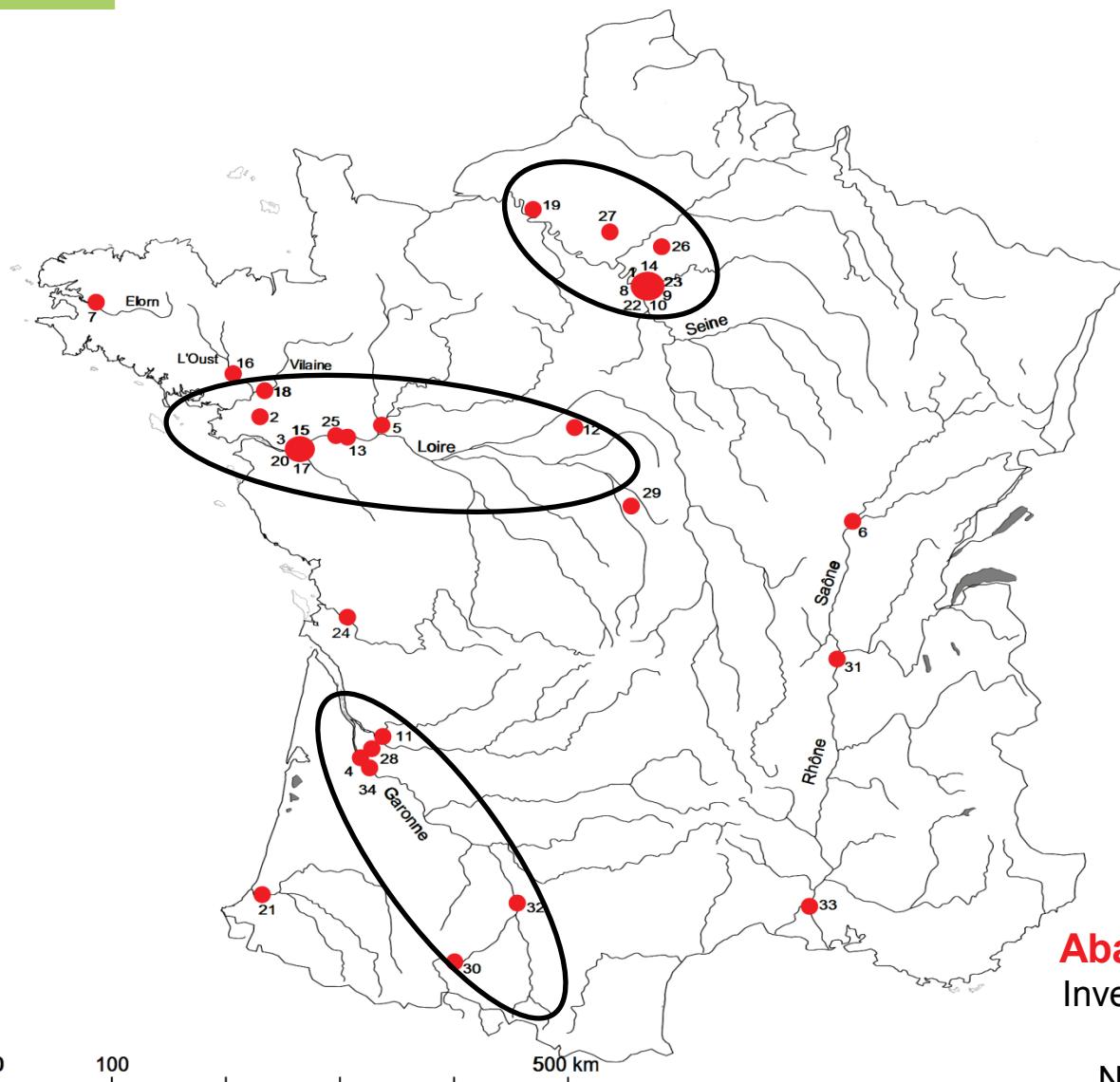


-Suppression du platelage et du grillage dans les fondations (têtes de pieux noyées)

Maçonnerie montée sur le béton



## •Epoque industrielle (19<sup>ème</sup> siècle –20<sup>ème</sup> siècle)



34 ponts datés de l'époque industrielle

Exemples :

Pont de l'Alma, pont des Invalides, pont d'Ivry, pont Rousseau à Nantes, pont Eiffel à Cubzac, pont de pierre à Bordeaux

Aujourd'hui en France :

68% des ponts en service

23 ponts en service

6 ponts détruits

5 en service / détruits ? (pont Boucicaut à Verjux, pont sur l'Elorn à Landerneau)

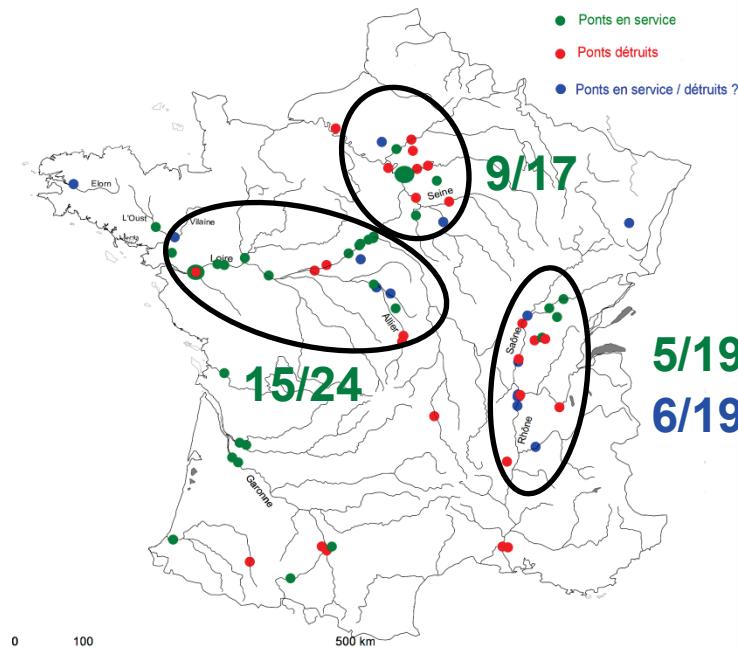
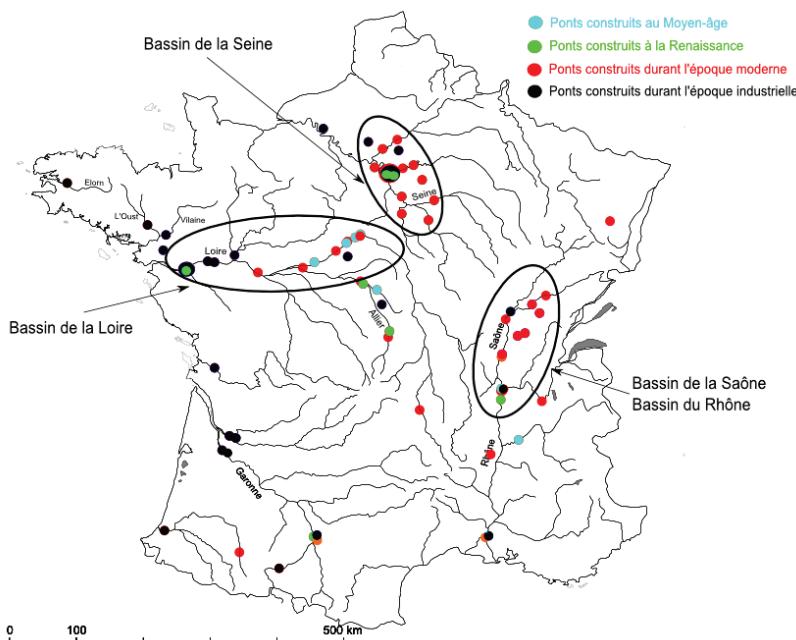
## Abandon de l'utilisation des pieux en bois

Invention des chaux hydrauliques (matériau facile à mettre en œuvre)  
Nouvelles technologies de pieux (pieux vissés)



Ponts routiers plus récents datés de la fin du 19<sup>ème</sup>

## •Ouvrages d'art routiers fondés sur des pieux en bois



**88 ouvrages identifiés sur des pieux en bois entre le moyen-âge et l'époque industrielle**

Ponts situés dans les bassins versants des fleuves → Axes maritimes stratégiques

46 ouvrages en service

27 ruinés

Etat actuel de 14 ponts inconnu

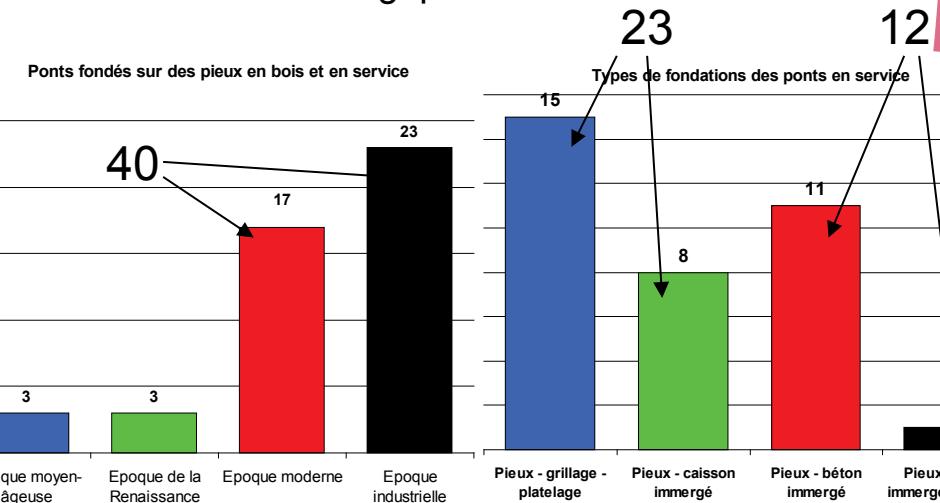
Diamètres compris entre 25 et 35 cm (83 %)

Longueurs des pieux comprises entre 2 et 15 m (83 %)

17% → 2-4m

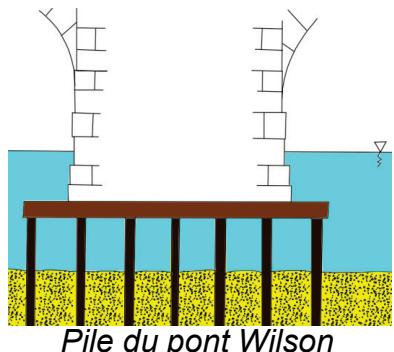
28% → 4-6m

15% → 6-8m



## •Tendance actuelle en France n'est pas au battage des pieux en bois

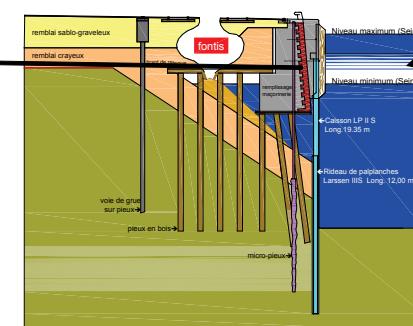
- Déclin et abandon de l'utilisation des pieux en bois remontent à plus d'un siècle et demi
- Choc vécu par l'effondrement du pont Wilson à Tours en 1978



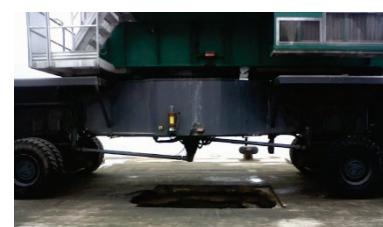
Extraction intensive sédiments Loire  
Approfondissement lit rivière / augmentation vitesse cours d'eau  
Dégarnissage pieux + instabilité

- Dragage intensif des alluvions et sédiments des cours d'eau et des fleuves

Apparition de zones de marnage  
Degréation fongique des plateformes et têtes des pieux



Hauteur de battement du niveau de la Seine > 1m



Fondations des quais du GPMR

- Absence de méthode de dimensionnement française des pieux en bois s'appuyant sur les caractéristiques pressiométriques des terrains

## • Utilisation des pieux en bois à l'étranger

-500 000 pieux battus annuellement ces dernières décennies sur le territoire américain

Abondance des ressources naturelles (pin jaune du Sud, Douglas)

Mise en place d'un contexte normatif américain relatif à cette technologie

Nombreux ouvrages construits (terminal aéroport JFK, superdôme de Louisiane)

Timber Pile  
Design and Construction  
Manual

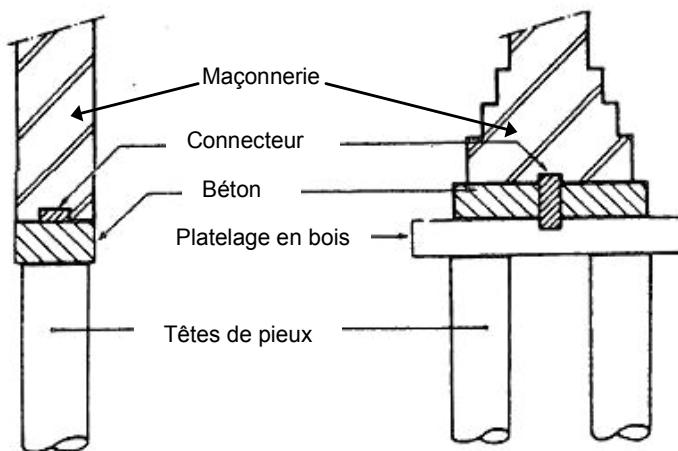


Timber Piling Council  
American Wood Preservers Institute

-200 000 pieux en bois battus annuellement aux Pays-Bas

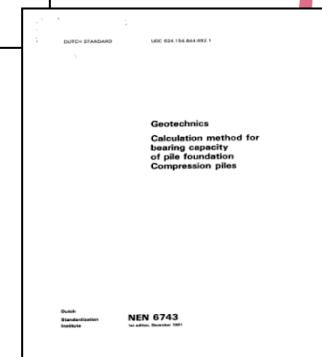
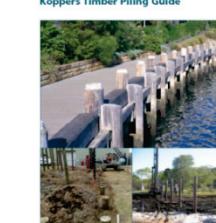
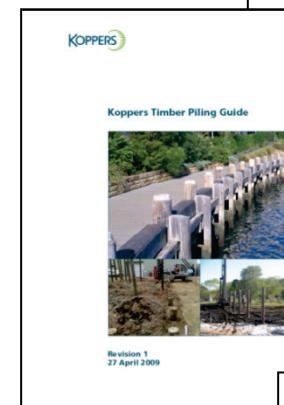
Géologie adaptée, terrains constamment immersés

Contexte normatif hollandais (NEN 6743)



Fondations à Rotterdam

Fondations à Amsterdam



## Merci de votre attention

