

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :	Prénom :	Classe :	Page 1/10
Centre d'intérêt : CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?			Activité 1 Ressources

Histoire des ponts

L'histoire de des ponts est étroitement liée à l'histoire de l'humanité et à la marche du progrès scientifique et technique : les sociétés en expansion ont besoin de davantage d'espace et doivent chercher des moyens de surmonter les obstacles naturels. Un arbre abattu a sans doute été le premier pont utilisé par l'homme. Il s'agit des premiers ponts en poutre. Au fil de l'histoire, les progrès techniques permirent des constructions plus audacieuses.

Au VI^e siècle av. J.-C., le roi babylonien Nabuchodonosor fit construire un pont en bois au-dessus de l'Euphrate. Le fleuve dut être détourné pour installer les piles du pont dans le lit du fleuve. Il y a 4 000 ans, les Chinois et les Indiens construisaient de longs ponts suspendus. Les ponts antiques, construits en bois, ne résistaient pas aux intempéries. Ils étaient réservés au franchissement d'obstacles naturels comme les cours d'eau. Les ponts de pierre remontent à une très haute antiquité. Ils étaient constitués de travées droites en bois reposant sur des piles en maçonnerie faites de briques cuites.

Il fallut attendre les Etrusques, puis les Romains, pour voir apparaître des ponts en voûte. Les Romains ont édifié de robustes ponts en plein cintre reposant sur des piles épaisses. Ils en ont construit beaucoup, notamment en Gaule. Certains subsistent comme le Pont du Gard. Le pont du Gard, édifié en 19 av. JC, n'est qu'une partie d'un aqueduc qui amenait l'eau du gardon jusqu'à Nîmes. Beaucoup de ponts construits pendant l'antiquité ont cependant été détruits à cause de la faiblesse de leurs fondations.

Au Moyen-âge, un nombre considérable d'ouvrages aux formes variées et hardies apparaît. Certains sont encore en service et supportent de lourdes charges. Au lieu des larges dalles ajustées des Romains, on se sert de pierres plus petites, mais calibrées. Par la suite, les procédés de construction s'améliorent et notamment les fondations. L'Eglise prenait souvent en charge la construction et l'entretien des ponts. Le plus célèbre de tous est sans doute le pont d'Avignon qui est le plus long du Moyen-âge. Il reste de cette période le Pont Notre-Dame (1500-1507) et le Pont Neuf (1578-1606) à Paris. A cette époque, des ponts supportaient des habitations, comme le Rialto à Venise.

Les ponts à l'ère de l'industrialisation utilisèrent de nouveaux matériaux plus performants comme la fonte ou l'acier. Le développement du transport ferroviaire a entraîné un développement sans précédent des transports et imposa des contraintes de plus en plus rigoureuses. Les ponts se multiplient. Les ponts métalliques apparaissent, comme le Viaduc de Garabit de Gustave Eiffel, et les ponts suspendus. Depuis la révolution industrielle, des innovations techniques telles que le béton armé n'ont cessé d'accroître la fiabilité et la durée de vie des ponts. Aujourd'hui les grands ouvrages sont systématiquement étudiés avec l'aide d'un architecte spécialisé, aussi bien du point de vue esthétique qu'environnemental. De nos jours, les tabliers des ponts sont munis de divers équipements (garde au corps pour les piétons, rails de sécurité pour les véhicules, dispositifs d'évacuation des eaux, joints de dilatation, systèmes d'éclairage et de vidéo surveillance, passages de canalisations,...).

Un pont est un ouvrage d'art. Un ouvrage d'art désigne soit une construction de grande importance entraînée par l'établissement d'une voie de communication (route, voie ferrée, canal, etc.), soit un dispositif de protection contre l'action de la terre ou de l'eau, soit enfin un dispositif de retenue des eaux (digue, barrage). La conception et la réalisation d'un pont font intervenir des connaissances où l'expérience joue un rôle aussi important que la théorie.

Cet ensemble de connaissances constitue d'ailleurs ce que l'on appelle l'art de l'ingénieur. Pour cette raison, il est très difficile de classer les ponts car il existe de très nombreux critères de classement :

- les matériaux dont est construit le tablier (actuellement essentiellement en acier ou en béton, armé ou précontraint)
- la nature des réactions que produit le pont sur ses appuis
- le mode de fonctionnement de sa structure en flexion longitudinale
- la forme de l'ouvrage
- le mode de construction.

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :

Prénom :

Classe :

Page 2/10

Centre d'intérêt : **CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?**

Activité 1
Ressources

Plusieurs facteurs influencent la conception d'un pont, c'est pourquoi de nombreux types de pont sont utilisés de part le monde. Toutes ces contraintes vont avoir une influence sur la façon dont le pont va être conçu puisque l'ingénieur s'efforce de construire un pont plus fort, plus sécuritaire, le moins coûteux et le plus durable possible. Les formes de pont les plus courantes sont les suivantes

Pont à poutres, treillis, caisson



Pont suspendu



Pont en voûtes et ponts en arc



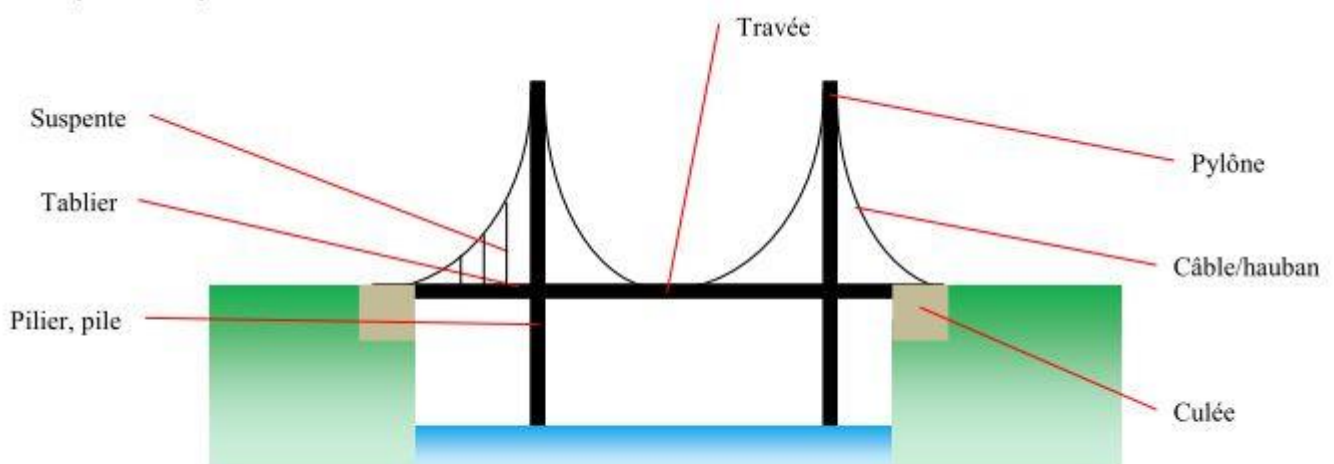
Pont à hauban



La structure générale d'un pont est constituée par :

- un **tablier** constituant la partie qui supporte les voies de circulation ;
- des **culées** servant de point d'appui aux extrémités du tablier ;
- des **piles** portant le tablier entre les culées, si la longueur du tablier le nécessite.
- une ou des **travées**, parties du pont comprises entre les piles

Dans le cas des ponts suspendus et des ponts à haubans, le tablier est soutenu par des suspentes ou des haubans accrochés à des pylônes. L'ouverture est l'espace libre entre les piles ; l'ouverture totale est la distance entre murs droits (piédroits) des culées ; le tirant d'air est la hauteur libre sous l'ouvrage. La portée est la distance entre deux piliers du pont



TECHNOLOGIE 5ème

NOM :	Prénom :	Classe :	Page 3/10
Centre d'intérêt : CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?			Activité 1 Ressources

Anse de panier : Arc dont la courbe est surbaissée.

Arc : Courbe décrite par la voûte.

Arche : Voûte en forme d'arc.

Avant-bec et arrière-bec : Partie en saillie qui protège la base des piles d'un pont, côté amont, puis côté aval. Elle réduit les remous dus au courant et dévie les corps flottants.

Batardeau : Enceinte étanche formée avec des palplanches.

Butée : Massif de maçonnerie destiné à équilibrer la poussée d'une voûte. Synonyme de culée.

Chevêtre : Élément d'un pont situé au sommet des piles et sous les voussoirs.

Clef de voûte : Pierre taillée en coin placée à la partie centrale d'une voûte dont elle équilibre les poussées.

Dos d'âne : Profil d'un pont caractérisé par une double pente, comme le dos d'un âne. Ce type de pont a surtout été bâti au Moyen Age.

Encorbellement : Construction en saillie, en porte-à-faux.

Garde-corps : Barrière à hauteur de poitrine, de chaque côté du tablier, formant protection devant un vide.

Synonymes : garde-fou, balustrade, rambarde, parapet.

Longueur : C'est la longueur totale de la construction, y compris les culées.

Ogive ou arc brisé : Courbe brisée au sommet anguleux pour surélever une voûte et augmenter sa résistance.

Palplanches : Pieux larges que l'on enfonce dans le sol au fond de l'eau pour former une enceinte étanche, appelée batardeau. En bois jusqu'au début du XXe siècle, puis maintenant métalliques, elles permettent la construction des piles à l'abri de l'eau.

Plein cintre : Voûte dont la courbe forme un demi-cercle.

Portée : Distance entre deux appuis, ou une culée et un appui, c'est à dire la longueur d'un obstacle à franchir.

Poutre : Pièce de forme allongée en bois, en métal, en béton armé, servant de support de plancher, d'élément de charpente, dans la construction.

Surbaissement : Forme d'un arc plus large que haut (voir anse de panier).

Voussoirs : Ce sont les éléments principaux des tabliers de ponts suspendus et des ponts modernes à poutres.

Voûte : Structure principale, celle qui franchit l'obstacle.

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :	Prénom :	Classe :	Page 4/10
Centre d'intérêt : CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?			Activité 1 Ressources

Matériaux de construction des ponts

Les matériaux utilisés dans la construction des ponts sont choisis en fonction de nombreux critères comme leurs propriétés mécaniques, leur disponibilité ou bien leur durabilité.

Les principaux matériaux utilisés dans la construction des ponts sont les suivants :

Le bois

Le bois a été le matériau le plus utilisé dans l'Antiquité et jusqu'au XVIIe siècle. C'est un matériau très courant, simple à travailler, mais aux caractéristiques mécaniques limitées, qui de plus est sensible aux incendies et aux intempéries.

La brique, les pierres, les chaux, ciments et mortier

Ces matériaux ont de bonnes capacités à la compression et un bon comportement dans le temps sans entretien lourd (matériaux durables). De plus la matière première se trouve partout. Par contre ceux-ci résistent très peu à la traction, ce qui limite les performances des ouvrages et une réalisation en arcs et voûtes, afin de n'obtenir que des efforts de compression dans la structure

Les aciers

L'acier est un alliage de fer et de carbone. Il a pour avantage de pouvoir résister à des efforts de traction importants, c'est pourquoi, dans les ponts suspendus ou à hauban, il est utilisé pour les câbles porteurs et les haubans, les voussoirs, l'ancrage ainsi que pour d'autres parties de la structure soumis à ces efforts. Il est également utilisé dans les ponts à poutre de type treillis.

Le béton

Le béton est un matériau de construction obtenu à partir d'un mélange de granulats (sable et gravier), d'eau et d'un liant (ciment), suivant des quantités précises, en fonction des caractéristiques mécaniques visées. Le béton a de bonnes caractéristiques mécaniques en compression, mais résiste peu à la traction. L'un des intérêts principaux du béton est son utilisation sous forme fluide qui permet de lui donner toutes sortes de formes par moulage. Cette plasticité a permis l'invention du béton armé et du béton précontraint.

Le béton armé

Le béton armé est l'association du béton et de l'acier. On obtient alors un matériau composite ayant de bonnes caractéristiques mécaniques à la fois en compression et en traction.

Le béton précontraint

Le béton précontraint est un béton armé dans lequel sont tendus des câbles ou des barres d'acier, qui, une fois relâchés, mettent le matériau en compression. L'intérêt étant d'utiliser au mieux la résistance à la compression du béton.

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :

Prénom :

Classe :

Page 5/10

Centre d'intérêt : **CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?**

**Activité 1
Ressources**

On a retrouvé des écrits parlant de ponts sur le Nil et l'Euphrate vingt siècles avant J.-C.

César, empereur romain, fit construire en huit jours un pont sur le Rhin pour aller combattre les Germains en 55 avant J.-C.

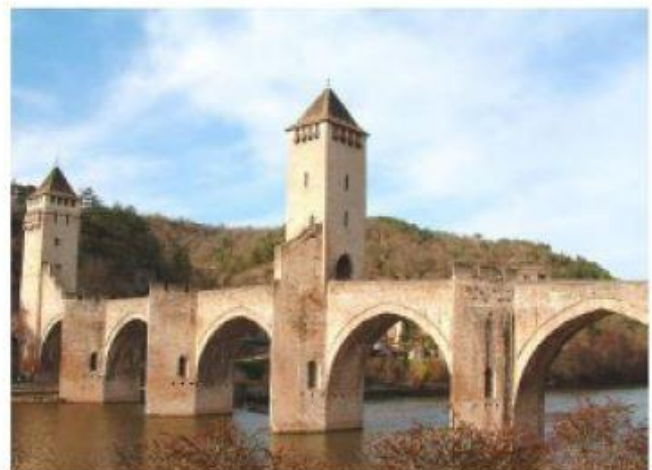
Trajan, empereur romain, fit construire un pont de 1 100 m sur le Danube, en 105 après J.-C.

Le bois a été le matériau le plus utilisé dans l'Antiquité et jusqu'au XVIIe siècle. C'était un matériau très courant, simple à travailler, mais aux caractéristiques mécaniques limitées, sensible aux incendies et aux intempéries. C'est pourquoi la pierre et la maçonnerie furent utilisées pour des ouvrages plus importants et durables, depuis la haute Antiquité jusqu'à la fin du XIXe siècle.

La pierre a de bonnes caractéristiques mécaniques en compression, mais résiste peu à la traction. Les ouvrages sont donc constitués en arcs, en voûtes, permettant ainsi une bonne utilisation des performances de ce matériau (celui-ci étant alors en compression uniquement), mais ce procédé limite la distance (portée) entre appuis (piles), de l'ordre de 50 mètres.



Le pont de la Chapelle à Lucerne (Suisse), construit en 1365.



Cahors, pont Valentré achevé en 1378.

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :

Prénom :

Classe :

Page 6/10

Centre d'intérêt : **CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?**

Activité 1
Ressources

L'acier, avec de très bonnes caractéristiques mécaniques et qui fut mis au point vers 1867, va permettre d'accroître les performances des ponts et amener des structures beaucoup plus légères. L'un des grands ingénieurs français de cette époque est Alexandre Gustave Eiffel (1832 -1923).



Pont du Firth of Forth (Écosse), réalisé en 1890, avec deux travées de 521 mètres.



Pont viaduc de Garabit (Cantal), achevé en 1884, avec une portée de 165 mètres.

Les techniques de fabrication de l'acier évoluent rapidement de même que les modes d'assemblages. Les éléments métalliques étaient assemblés par rivetage et plaques couvre-joint.

Ce mode d'assemblage s'avère long et cher. Une autre méthode est alors mise au point et en œuvre : l'assemblage par souder. C'est actuellement le procédé le plus utilisé. Toutefois des assemblages par boulons (vis et écrou) sont effectués pour certains éléments.



Plaque contre-joint

rivet



Vis et écrou



Assemblage par soudure

Inscrire les dates citées sur une frise chronologique.

Repérer les matériaux utilisés dans les exemples donnés. Lister les avantages et les inconvénients des matériaux cités. Noter la portée entre deux appuis (piles du pont).

Inscrire les dates citées sur une frise chronologique.

Noter les performances techniques.

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :

Prénom :

Classe :

Page 7/10

Centre d'intérêt : **CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?**

**Activité 1
Ressources**

Une nouvelle évolution de ponts apparaît avec les ponts suspendus, les piles étant en maçonnerie ou en acier, le tablier métallique suspendu par des câbles d'acier (suspentes) sur des câbles principaux. Cette nouvelle méthode va permettre d'accroître les portées de façon considérable.



Le pont de Brooklyn (États-Unis), long de deux kilomètres et d'une portée principale de 487 m. Il a été inauguré en 1883, après 14 ans de travaux.



Le Golden Gate Bridge à San Francisco (États-Unis), commencé en 1917 et achevé en 1937. Il mesure 1 970 m de long, la distance entre les deux tours principales est de 1 280 m et leur hauteur de 230 m au-dessus du niveau de l'eau.



Le pont de Tancarville est un pont suspendu qui enjambe la Seine entre Tancarville (Seine-Maritime) et le Marais-Vernier (Eure). Commencé en 1955, il a été mis en service en 1959. Il possédait la plus longue travée centrale d'Europe, 608 mètres.

*Repérer les matériaux utilisés dans les exemples donnés. Lister les avantages et les inconvénients des matériaux cités. Noter la portée entre deux appuis (piles du pont).
Inscrire les dates citées sur une frise chronologique.
Noter les performances techniques.*

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :	Prénom :	Classe :	Page 8/10
Centre d'intérêt : CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?			Activité 1 Ressources

La pierre et la maçonnerie furent utilisées pour des ouvrages importants et durables, depuis la haute Antiquité jusqu'à la fin du XIXe siècle.

La pierre a de bonnes caractéristiques mécaniques en compression, mais résiste peu à la traction. Les ouvrages sont donc constitués en arcs, en voûtes, permettant ainsi une bonne utilisation des performances de ce matériau (celui-ci étant alors en compression uniquement), mais ce procédé limite la distance (portée) entre appuis (piles), de l'ordre de 50 mètres.



Paris, Pont Neuf achevé en 1606

C'est au XIXème siècle, en 1845, que la formulation du béton est mise au point (mélange de granulats, de sable, de ciment et d'eau dans des proportions précises). Vint ensuite le béton armé (association d'armatures en acier au béton), puis le béton précontraint. Une nouvelle famille de pont apparaît alors.

Les caractéristiques mécaniques du béton armé font que l'on construit des ponts en arcs, mais avec des portées plus importantes que les ponts en maçonnerie, de l'ordre de 100 m.



Pont de la Tourelle (Paris), pont en arc encastré d'une longueur totale de 120 m, début de la construction en 1928 et inauguré en 1930.

Repérer les matériaux utilisés dans les exemples donnés. Lister les avantages et les inconvénients des matériaux cités. Noter la portée entre deux appuis (piles du pont).

Inscrire les dates citées sur une frise chronologique.

Noter les performances techniques.

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :

Prénom :

Classe :

Page 9/10

Centre d'intérêt : **CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?**

Activité 1
Ressources

C'est en 1928, qu'Eugène Freyssinet, met au point le béton précontraint. Son principe consiste à comprimer le béton de la structure par des câbles fortement tendus, afin de pallier à la faiblesse du béton à la traction. Ce procédé va permettre d'alléger la structure et donc d'augmenter les portées des ponts en béton. De nouveaux types de ponts font leur apparition, ainsi que de nouvelles méthodes de construction.



Pont de Luzancy sur la Marne, commencé en 1941 et inauguré en 1946.

Pont à béquilles d'une portée de 55 m. C'est l'un des premiers grands ouvrages de Eugène Freyssinet en béton précontraint.

Grâce au béton précontraint, de nouvelles méthodes de construction ont été mises en oeuvre, permettant la réalisation de ponts en béton dans des zones géographiques difficiles, et avec des formes légères.



Pont de l'Île de Ré, inauguré en 1988. La longueur totale de l'ouvrage est de 2927 m, avec des portées de 110 m.



Viaduc de Nantua, ouvrage sur l'A40, inauguré en 1988.

Repérer les matériaux utilisés dans les exemples donnés. Lister les avantages et les inconvénients des matériaux cités. Noter la portée entre deux appuis (piles du pont).

Inscrire les dates citées sur une frise chronologique.

Noter les performances techniques.

TECHNOLOGIE 5ème

NOM :	Prénom :	Classe :	Page 10/10
Centre d'intérêt : CI3 : Pourquoi un ouvrage ne s'effondre t-il pas ?			Activité 1 Ressources

Aujourd'hui, on cherche à allier les performances toujours croissantes du béton en compression, en l'utilisant pour les piles, et les avantages de l'acier, pour la réalisation du tablier. Cette association permet d'obtenir des ouvrages de plus en plus performants.



Pont de Normandie, pont à haubans d'une longueur totale de 2141 m, avec une portée centrale de 856 m (1989-1995).



Viaduc de Millau, pont à haubans d'une longueur totale de 2460 m, avec des portées de 204 m et 342 m (2001-2004).

Pont de Rion-Antirion en Grèce, mis en service en 2004, d'une longueur totale de 2880 m, avec des portées de 286 m et 560 m. (1999-2004)



Un des grands projets en cours est le pont de Messine, pont suspendu, reliant la Sicile et l'Italie. Sa longueur totale sera de 5070 m avec une portée principale de 3300 m. Il a été calculé pour résister à des vents de 215 km/h et un séisme de 7.1 sur l'échelle de Richter. Sa construction a commencé en 2006 et sa mise en service est prévue en 2012.

Repérer les matériaux utilisés dans les exemples donnés. Lister les avantages et les inconvénients des matériaux cités. Noter la portée entre deux appuis (piles du pont).

Inscrire les dates citées sur une frise chronologique.

Noter les performances techniques.