

Fort de Mutzig Feste Kaiser Wilhelm II

Dossier pédagogique



Sommaire



Le Fort de Mutzig, un outil pédagogique sans pareil	3
Contexte historique	5
1871 : le traité de Francfort	5
Le jeu des alliances	5
De nouveaux rapports de force en Europe.....	6
Le plan Schlieffen	6
La Feste Kaiser Wilhelm II dans le cadre du plan Schlieffen	7
La Feste Kaiser Wilhelm II et la Première Guerre mondiale	7
Quelques repères pour comprendre la fortification	8
Tableau synthétique.....	Erreur ! Signet non défini.
La fortification antique : balistes contre murs de pierre	9
Le Moyen Age : l'ère des châteaux forts	10
La fin du Moyen-Age :	11
L'apparition de l'artillerie	11
XVI ^e -XVIII ^e siècles : Vauban et les fortifications bastionnées	12
Le XIX ^e siècle : les places à forts détachés	13
La crise des années 1880	14
D'une guerre à l'autre, 1919 - 1945.....	15
Après la Seconde Guerre mondiale : l'ère atomique	16
Le terrorisme, arme ultime ?	17
La Feste Kaiser Wilhelm II, produit de l'ère industrielle	18
Le béton	18
L'électricité	20
Le moteur Diesel	22
L'acier	23

Le Fort de Mutzig, un outil pédagogique sans pareil

Suite au **traité de Francfort** mettant fin à la guerre de 1870-1871, l'Alsace-Moselle devient partie intégrante du nouvel empire allemand. Face aux vellétés françaises de reconquérir ce territoire perdu, le nouveau *Reichsland Elsass-Lothringen* doit être défendu. Les Allemands édifient ainsi entre 1871 et 1918 de puissantes fortifications qui joueront un rôle actif dans le cadre du plan de marche de l'armée allemande en 1914, connu sous le nom de **Plan Schlieffen**.

En 1893 commence la construction du plus puissant groupe fortifié de la Première Guerre mondiale : la *Feste Kaiser Wilhelm II*, aujourd'hui Fort de Mutzig. Cet ensemble gigantesque de 254 hectares, défendu par 7000 hommes, a pour mission d'arrêter toute offensive française dans la plaine du Rhin en liaison avec la Place de Strasbourg.

Restauré depuis plus de 40 ans par une association de bénévoles franco-allemands, le fort est aujourd'hui un symbole de paix et de réconciliation entre Français et Allemands, dans un cadre européen devenu pacifique.



À 25 minutes de Strasbourg, la visite du fort permet de suivre la marche inéluctable vers la Première Guerre mondiale et de comprendre en quoi celle-ci fut la première guerre industrielle de l'Histoire.

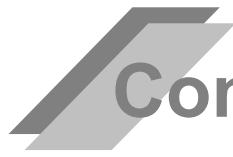
En cela le fort, condensé des techniques les plus modernes du XIX^{ème} siècle (électricité, béton, acier, moteur diesel...), nous replonge dans l'épopée de la deuxième révolution industrielle.

Il permet enfin de comprendre quel était le cadre de vie de ces soldats, et à travers lui, celui de la société, par la visite de chambres de troupes, cuisines, infirmerie, toilettes, centrale électrique, boulangerie...

Le présent dossier a pour but de vous aider à préparer votre visite avec vos élèves, en remettant le fort dans son contexte historique et technique.



Le Namenstein de la Feste Kaiser Wilhelm II restauré



Contexte historique

1871 : le traité de Francfort

10 mai 1871 : le traité de Francfort met fin à la guerre franco-prussienne, qui a vu la chute du Second Empire de Napoléon III et la naissance du deuxième Empire Allemand, dominé par la Prusse.

Le traité retire à la France, au profit de l'Allemagne :

- En Alsace: les départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin à l'exception de l'arrondissement de Belfort.
- En Lorraine: les arrondissements de Sarreguemines, Metz, Sarrebourg (moins 9 communes), Château-Salins (moins 10 communes) et 11 communes de l'arrondissement de Briey.
- Dans les Vosges: les cantons de Saales et Schirmeck.

La France perd 1 447 000 hectares, 1 694 communes et 1 597 000 habitants. Elle perd également 20% de son potentiel minier et sidérurgique.

Les pertes territoriales créent en France un sentiment de frustration, l'esprit revanchard se développe. Même si ce sentiment perd en intensité après 1900, la question de l'Alsace-Lorraine reviendra au centre de la propagande française durant la première guerre mondiale.

Le jeu des alliances

Afin de se prémunir d'un tel conflit, Bismarck cherche à nouer des alliances avec les autres puissances européennes afin d'isoler diplomatiquement la France. Ainsi, en 1879, il signe une alliance avec l'Autriche-Hongrie, la Duplice, qui deviendra Triplice en 1882 avec l'adhésion de l'Italie. Parallèlement, l'Allemagne entreprend de protéger ses frontières occidentales et orientales en élevant de nouvelles fortifications autour des principales villes, dont Strasbourg et Metz en Alsace-Lorraine.

De nouveaux rapports de force en Europe

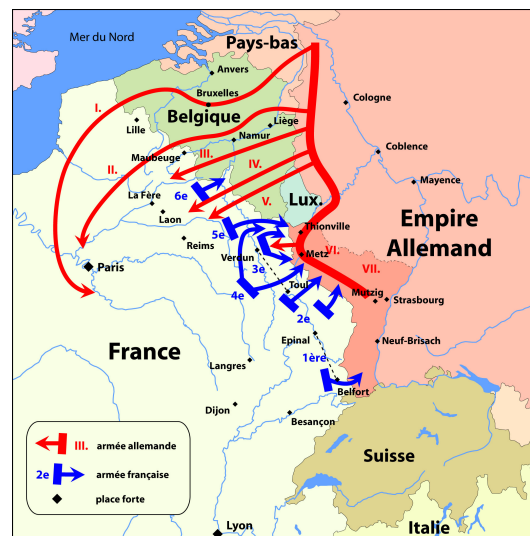
L'accension au trône impérial de Guillaume II en 1888 et la démission de Bismarck en 1890 entraînent un changement dans la politique extérieure allemande. En 1890, Le traité germano-russe n'est pas renouvelé. L'alliance avec l'Autriche ainsi que la politique coloniale et maritime de Guillaume II entrent en conflit avec les intérêts russes, anglais et français. De son côté, la France s'efforce de rompre son isolement et se rapproche d'autres nations. En 1892, elle signe une alliance avec la Russie, et en 1904, l'Entente cordiale avec l'Angleterre. Ces trois pays forment en 1907 la Triple Entente, adversaire désigné de la Triplice.



Le plan Schlieffen

Face à la nouvelle donne stratégique, les stratèges allemands décident de prendre l'initiative dès le début de la future guerre : profitant de la lenteur supposée de la mobilisation russe, l'armée allemande attaquera en premier lieu la France, afin de la mettre à genoux par une attaque foudroyante. Une fois la victoire acquise à l'Ouest, l'armée allemande se retournera vers l'Est pour en finir avec la Russie.

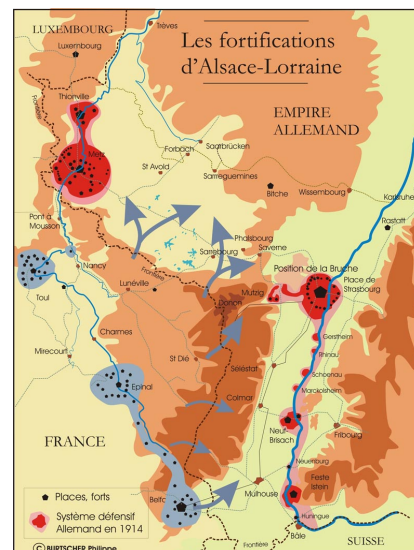
Le général Alfred Von Schlieffen (1833 – 1913), chef d'état-major allemand de 1891 à 1906, propose un plan audacieux d'attaque de la France :



- Grâce à des fortifications construites en Prusse, les premières offensives russes seront contenues, permettant au reste de l'armée de se concentrer à l'Ouest.
- En Moselle et en Alsace, des fortifications permettront de retenir les forces françaises, qui feront défaut dans la défense de Paris. L'économie de troupes réalisée grâce à l'utilisation des fortifications permettra le renforcement de l'aile d'attaque, placée plus au nord.
- Le gros de l'armée allemande entrera en Belgique, écrasera les défenses belges si le pays ne lui laisse pas le libre passage, et fondra sur Paris, provoquant avec la prise de la capitale la reddition française.

La Feste Kaiser Wilhelm II dans le cadre du plan Schlieffen

La Feste Kaiser Wilhelm II va jouer dans le plan Schlieffen un rôle de premier plan. Elle va bloquer toute tentative française d'attaquer Strasbourg, en verrouillant les débouchés des Vosges dans le secteur, ainsi que la remontée vers le nord dans la plaine d'Alsace. Ainsi, un encerclement de Strasbourg est évité, et les forces françaises perdront face aux défenses allemandes un temps précieux, qui permettra à l'aile nord de l'armée allemande d'emporter la décision par une prise rapide de Paris.



La Feste Kaiser Wilhelm II et la Première Guerre mondiale

Le 15 août 1914, les avant-gardes françaises se présentent dans les villages de Lutzelhouse et Urmatt, situés aux débouchés des Vosges, dans la vallée de la Bruche, à portée de tir de la Feste. Les canons de 105 mm de la forteresse entrent en action, tirant 291 coups dans l'après-midi du 18 août. Suit une contre-offensive allemande, qui repousse les français au-delà de la frontière. Après cette journée, plus aucun combat n'aura lieu dans le secteur. La puissance feu des 22 tourelles d'artillerie du fort a été un facteur déterminant.



Arrivée d'officier en gare de Mutzig

La participation de la Feste Kaiser Wilhelm II à la guerre, si elle semble symbolique à première vue, n'en a pas moins été importante.

Une chambre de troupe en novembre 1915 au Fort de Mutzig

Durant toute la durée de la guerre, elle conserve son caractère dissuasif, évitant l'arrivée des troupes françaises à proximité de Strasbourg, épargnant ainsi à la ville, à l'Alsace et très certainement au sillon rhénan de graves destructions.



Quelques repères pour comprendre la fortification

Epoque	Système d'attaque	Système de défense
Antiquité et Moyen Age jusqu'au XIVe siècle	Engins de siège Portée : quelques centaines de mètres	Antiquité : Murailles de pierre, oppida
		Moyen-Âge : Mottes féodales puis châteaux en pierre
XIVe siècle	Apparition de l'artillerie à poudre : disparition progressive des tours et murs en hauteur. La fortification perd sa fonction de lieu de vie à fonction guerrière pour devenir une construction à but purement militaire.	
XVIe-XVIIIe	Artillerie de siège Portée : 3 à 4 kilomètres	Fortifications bastionnées
Début XIXe-1885	Artillerie de siège Portées : jusqu'à 8 kilomètres	Places à forts détachés
1885	Invention de la mélinite, nouvelle poudre qui décuple la puissance des obus, provoque une remise en cause des concepts hérités de l'antiquité. La brique et la pierre disparaissent, la fortification entre dans l'ère industrielle.	
Jusqu'en 1914	Artillerie de siège de plus en plus lourde Portée : jusqu'à 12 kilomètres	Fortifications en béton, éclatement des ouvrages fortifiés
1914-1918	Remise en cause de la fortification par l'apparition des gaz, le développement de l'aviation et des chars, qui permettent de s'affranchir du terrain, rendant les défenses statiques de plus en plus onéreuses et de moins en moins efficaces.	
1919-1945	L'aviation et les véhicules à chenilles permettent un affranchissement du terrain. Portée des moyens d'attaque : plusieurs centaines de kilomètres.	Nombreux systèmes fortifiés reprenant les principes de la fin du XIXe siècle
Après 1945	L'expérience de la Seconde Guerre mondiale a montré les limites des systèmes fortifiés. Il n'est plus du tout envisageable de construire des ouvrages fortifiés ne dehors de postes de commandement, la guerre change de nature.	

La fortification antique : balistes contre murs de pierre

L'Antiquité se caractérise par l'introduction d'engins de siège inventés par les Grecs puis utilisés en grand nombre par les Romains. Une arme de siège typique de cette époque est la baliste, dont la taille varie de la hauteur d'un homme à plusieurs mètres de haut. Elle peut projeter des flèches contre le personnel ou des pierres contre les murs ennemis.



Une baliste de petite taille, le *scorpion*.

Portée : jusqu'à 400 mètres

Poids de la charge : boulet de pierre, jusqu'à 45 kg pour les plus gros.

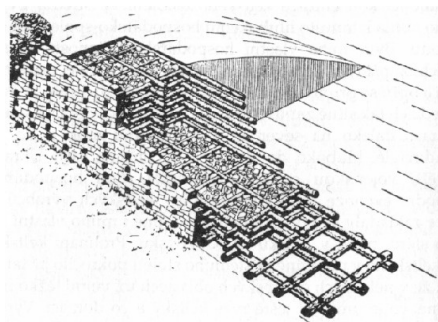
Cadence de tir : 5 à 6 coups à la minute.

IIe et Ier siècles av. JC : les oppida.

Exploitant le relief, ces habitats englobent d'importantes surfaces, allant de plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'hectares, et constituent ainsi de véritables centres économiques qui structurent tout un territoire.

Les oppida sont délimités par de vastes enceintes munies de portes. Les remparts de type *murus gallicus*, faits de bois, de terre et de pierre en sont le modèle le plus évolué.

Murus gallicus

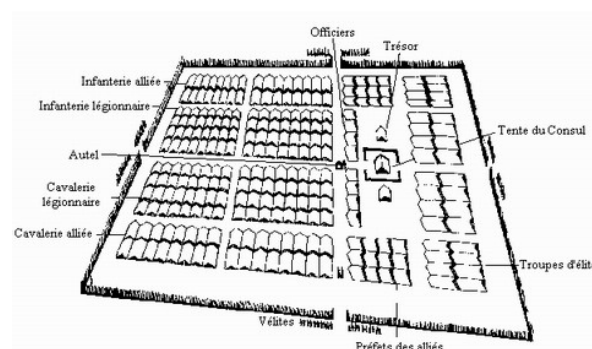


Ier siècle av. JC - Ve siècle : les fortifications romaines.

L'organisation d'un camp fortifié d'une légion romaine est claquée sur celle de l'armée. Le plan est orthogonal, organisé autour de la tente du général, le *praetorium*.

Son enceinte, d'abord faite de terre et de bois, est reconstruite en pierre et en brique lorsque le camp devient permanent sur les frontières de l'empire, comme à Argentoratum (Strasbourg) au Ier siècle lorsque la frontière – le Limes – se fixe sur le Rhin.

Pour la première fois, avec le Limes, des fortifications ont pour but de protéger un Etat contre des mouvements de populations.



Le Moyen Age : l'ère des châteaux forts

De la chute de l'Empire Romain à l'époque carolingienne, seules subsistent les enceintes urbaines du bas empire, parfois construites à la hâte face aux invasions « barbares ». De même, les castra romains et les enceintes de villa servent de refuges au cours de ces périodes troublées.

La puissance carolingienne et son centralisme ne favoriseront pas davantage la création de nouveaux sites fortifiés. Il faut attendre le morcellement de l'empire de Charlemagne pour voir ses vassaux acquérir de plus en plus de puissance, conduisant ainsi au morcellement des royaumes issus du traité de Verdun.

An 1000 : les mottes féodales

Avec l'émergence du système féodal dû à l'affaiblissement des pouvoirs centraux, les défenses reviennent à des formes modestes. D'abord simples enceintes castrales faites de terre et précédées d'un fossé, ces premiers châteaux féodaux sont organisés autour d'une tour de bois ou de pierre dont la base est entourée d'une butte artificielle pour empêcher l'approche des engins de siège et la sape. Cette tour est dite emmottée.



Motte féodale de la tapisserie de Bayeux (XIe siècle).

Cette motte castrale joue un rôle symbolique important car elle matérialise le pouvoir du seigneur sur ses hommes regroupés dans la basse-cour qui se trouve au pied de la motte.

En partie héritiers des machines de guerre antiques, les engins de siège et leur emploi dans la poliorcétique sont redécouverts lors des premières croisades. Mais le Moyen-âge créera également des armes nouvelles comme l'artillerie à jet à contrepoids dont le trébuchet est la version la plus puissante.

Mais il faut attendre la création des grandes armées royales en Europe au XII^e siècle pour que les troupes assiégeantes soient capables de financer et de mettre en œuvre de tels engins de siège.

Ainsi ces armées sont à nouveau en mesure de faire une véritable « préparation d'artillerie » avant d'entreprendre l'assaut d'une place.



Trébuchet (apparu au XII^e siècle)

Portée : 220 mètres.

Poids de la charge : boulet de pierre, jusqu'à 125 kg.

Cadence de tir : 1 à 2 coups par heure.

D'abord limités, ces engins sont perfectionnés tout au long du moyen âge par de véritables corps de spécialistes. Leurs résultats ne seront que tardivement supplantés par l'artillerie à poudre au cours du XV^e siècle.

XI^e – XIV^e siècles : le château fort

Construit en bois puis en pierre, il s'agit à la fois d'une résidence et d'une forteresse. Il constitue souvent un fief à part entière auquel sont attachés différents droits. Il représente ainsi le pouvoir seigneurial et reflète la puissance et la richesse de son constructeur. L'élément le plus emblématique en est la tour maîtresse, ou donjon.

Exploitant lorsque cela est possible les reliefs naturels, la défense repose sur une succession d'obstacles (fossés, portes, pont-levis...) et sur la hauteur et la solidité de ses courtines. Ces dernières sont flanquées par de puissantes tours pour éliminer les angles morts.

Les systèmes se complexifient parallèlement aux progrès de l'art du siège et à la création des grandes armées royales, anglaises et françaises et autres.



*Le château du Haut Koenigsbourg
(XII^e-XX^e siècles), Bas-Rhin.*

La fin du Moyen-Âge : L'apparition de l'artillerie

L'artillerie à poudre apparaît au cours du XIV^e siècle, mais il faut attendre le milieu du XV^e siècle pour que celle-ci constitue une menace pour les fortifications, notamment par l'emploi du boulet métallique. C'est la première grande crise technique à laquelle vont être confrontés les architectes.



Bombarde (apparue au XIV^e siècle)

Calibre : 300 - 500 mm

Portée : jusqu'à 200 mètres.

Poids de la charge : boulet en pierre ou en fer de 50 kg en moyenne, peut aller jusqu'à 500kg.

Cadence de tir : quelques coups par jour.

Tours et courtines perdent en hauteur pour gagner en épaisseur afin de résister aux progrès constants de l'artillerie de siège. Les pièces prennent place sur

de vastes tours à canons. Le rempart est masqué par de larges glacis, zones en pente douce privées de tout couvert, en avant des fossés.

Le château fort féodal est condamné en tant que résidence pour devenir un fort doté d'une garnison importante capable de résister plusieurs mois. Ces places illustrent et concrétisent la puissance retrouvée du pouvoir royal qui défend ainsi ses frontières et matérialisent le passage à la période moderne.



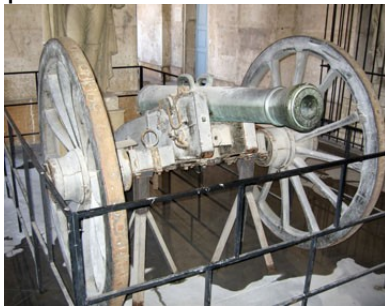
Le fort de Salses (1497), Pyrénées Orientales.

C'est le prototype des forts de l'époque moderne.

XVIe-XVIIIe siècles : Vauban et les fortifications bastionnées

Avec la généralisation de l'artillerie à poudre, le siège est maintenant considéré comme un duel d'artillerie entre les canons qui attaquent la place forte et ceux qui la défendent.

Les grandes armées sont désormais armées d'une artillerie de siège puissante et efficace. Les canons se perfectionnent, l'artillerie gagne en portée et en précision.



Canon français Gribeauval (1765)

Calibre : 129,3 mm

Portée : jusqu'à 3.600 mètres (en pratique 300-400 mètres)

Poids de la charge : boulet en fer de 12 livres (un peu moins de 12 kg)

Cadence de tir : 8 à 12 coups par heure

La multiplication des moyens d'attaque fait apparaître une forme nouvelle de fortification. Le bastion est un talus de terre de forme pentagonale appuyé contre le mur intérieur du fossé. Il remplace, au début du XVIe siècle, la tour à canons dont il reprend le rôle de flanquement des courtines et des angles du corps de place. Le tracé géométrique de la place permet de flanquer l'enceinte en supprimant les angles morts.

Neuf-Brisach (1699-1703), Haut-Rhin.



Sébastien le Prestre, Marquis de Vauban (1633-1707), théorise et perfectionne les acquis de ses prédécesseurs et fortifie plus de 160 places pour le compte de Louis XIV au grès des conquêtes de ce dernier. Son héritage reste perceptible jusqu'au XIX^e siècle.

Avec l'augmentation constante de la portée de tir de l'artillerie de siège, la défense ne peut plus reposer sur le corps de place. Elle est dorénavant rejetée sur de vastes enceintes de forts dits détachés qui doivent soustraire la place aux tirs ennemis.



Cadence de tir : un à deux coups à la minute.



Fort Großherzog von Baden, Strasbourg (1872)

La crise des années 1880

La révolution industrielle commencée à la fin du XVIII^e siècle, et qui se poursuit au XIX^e siècle entraîne d'importants progrès dans les domaines de la métallurgie et de la chimie. Ces progrès sont mis à profit pour augmenter la puissance et la portée de tir des canons. L'acier remplace le bronze pour la fabrication des pièces qui sont à présent *rayées* pour gagner en portée et en précision. L'obus, plus aérodynamique, remplace le boulet à la trajectoire incertaine. Cependant, jusqu'à la guerre franco-prussienne de 1870-71, ces progrès ne remettent pas en cause les principes des fortifications « classiques ».

Mais dans les années 1880, les innovations techniques se précipitent. En 1883, est mis au point l'obus torpille - *Sprenggranate* -, en 1886 la mélinite, nouvelle poudre à canons, remplace la poudre noire. En quelques années, la puissance des canons a été démultipliée, rendant toutes les fortifications maçonnées obsolètes.

Les ingénieurs militaires sont face à une crise qui les conduit à repenser totalement les formes architecturales et les matériaux utilisés en fortification. Désormais le béton remplace la pierre et la brique, les pièces sont protégées sous de lourds cuirassements en fonte puis en acier.

1893-1916 : construction de la Feste Kaiser Wilhelm II

Les ingénieurs allemands initient à Mutzig une nouvelle forme de fortification : le groupe fortifié, appelé *Feste*.

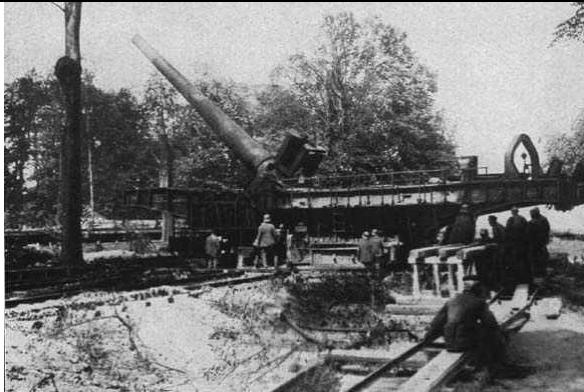
La défense repose dorénavant sur un ensemble de bâtiments indépendants (batterie de canons, abris d'infanterie...) réparties au sein d'un vaste périmètre défensif. L'ensemble du site est ceint par un large réseau de fil de fer barbelé.

Cette fortification éclatée et spécialisée inaugure à Mutzig la fortification contemporaine.



La zone de visite de la Feste Kaiser Wilhelm II (1893-1916).

D'une guerre à l'autre, 1919 – 1945



Obusier allemand sur voie ferrée de 380 mm
« Max » (1916)

Portée : 47.500 mètres

Poids de la charge : obus de 1030 kg

La Première Guerre mondiale voit l'apparition de pièces d'artillerie d'une puissance de feu inconnue jusqu'alors, qui rendent obsolètes les fortifications de l'époque, même les plus modernes. L'utilisation massive de l'aviation et des blindés, va permettre des offensives rapides dans des zones dépourvues de routes ou de voies ferrées. Les fortifications perdent ainsi leur rôle principal : verrouiller les axes de circulation de l'ennemi. Investir d'énormes budget dans des ouvrages non déplaçables devient par conséquent une erreur fatale face à un adversaire qui mise sur la mobilité et la rapidité.

1929-1940 : la Ligne Maginot



Une tourelle à éclipse
de l'ouvrage du Hochwald, Bas-Rhin.

Avec la nouvelle modification de leurs frontières, les Français doivent construire de nouvelles fortifications pour garantir l'intégrité de leur territoire, la Ligne Maginot. Les nouvelles constructions bénéficient de l'expérience de la Grande Guerre. Dorénavant les ouvrages sont profondément enterrés afin de résister à la puissante artillerie de siège, seuls les accès et les blocs de combat émergent du sol. De même, ils sont mis à l'épreuve des gaz de combat.

1936-1940 : Ostwall et Westwall



Une galerie de l'Ostwall

De leur côté, les Allemands construisent de 1936 à 1939 des fortifications face à la frontière polonaise, le Ostwall. Le projet est abandonné en raison de la vision offensive de l'état-major. Les Allemands construisent également, de 1936 à 1940, une autre ligne de fortifications, le Westwall, appelé Ligne Siegfried par les Français et les Anglais.

1942 - 1944 : le mur de l'Atlantique

Pour résister à un débarquement allié, les Allemands fortifient les côtes occidentales du continent européen, c'est l'*Atlantikwall*, ou mur de l'Atlantique.

Très solide dans certains secteurs particulièrement menacés (Norvège et Pas-de-Calais, voir photo ci-contre : canon de 380 mm de la batterie Lindemann) le dispositif est plus faible en Normandie et sur les côtes occidentales de la France. L'objectif n'est plus ici de fixer longtemps l'adversaire afin de gagner du temps lors de la mobilisation générale au début de la guerre. Il s'agit d'organiser le champ de bataille face à une invasion, a fin de gagner les quelques heures nécessaires à l'organisation d'une contre-offensive massive qui rejettera l'ennemi à la mer.

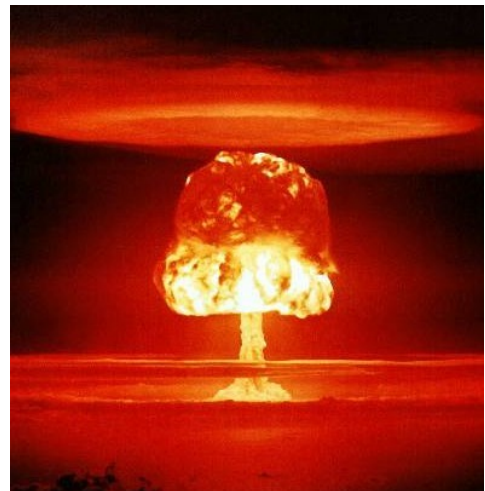


Après la Seconde Guerre mondiale : l'ère atomique

Les bombardements massifs de la seconde guerre mondiale ont démontré l'inutilité des vastes systèmes défensifs pour protéger un territoire. Des bombes de plus en plus lourdes et l'apparition des fusées sonnent le glas de ces ensembles fortifiés, la bombe atomique leur donne le coup de grâce. L'attaque et la défense se font désormais à distance intercontinentale



Pour protéger les populations, les Etats entreprennent la construction d'abris souterrains mais il s'agit là de fortifications passives, dépourvues d'armement. L'objectif n'est plus d'arrêter l'adversaire, mais uniquement de préserver autant que possible les centres de décision.



Le terrorisme, arme ultime ?



L'attaque terroriste du 11 septembre 2001 a démontré l'inutilité de tout système de défense statique. Désormais, une poignée d'hommes faiblement armés et déterminés à mourir pour leur cause peut causer autant de dégâts qu'un missile intercontinental.

Face à ce nouveau type de menace, les systèmes de défense classiques sont inutiles. La « guerre contre le terrorisme » lancée depuis 2001 par le président américain George W. Bush, loin de mettre à genoux les groupes terroristes, les a au contraire renforcés, augmentant le nombre d'attentats au lieu de le faire baisser.

La grande question qui se pose aujourd'hui : comment concilier la lutte contre des attaques terroristes tout en préservant les valeurs de démocratie, de préservation des libertés individuelles qui sont toujours bafouées par les logiques de guerres.



La Feste Kaiser Wilhelm II, produit de l'ère industrielle

Le fort de Mutzig – Feste Kaiser Wilhelm II, immense ensemble fortifié, n'a pu voir le jour que grâce aux évolutions technologiques apparues aux XVIII^e et XIX^e siècles. Produit de son époque, elle inclut les technologies les plus récentes de son époque : béton, électricité, moteurs diesel, acier...

Le béton



Voûte en béton de la Domus Aurea de Néron à Rome. (I^{er} siècle)

Le mélange de Chaux, d'argile, de sable et d'eau est très ancien. Les Égyptiens l'utilisaient déjà 2600 ans av. J.-C. Vers le I^{er} siècle, les Romains perfectionnèrent ce « liant » en y ajoutant de la terre volcanique de Pouzzole, ce qui lui permettait de prendre sous l'eau, ou en y ajoutant de la tuile broyée (tuileau), ce qui améliorait la prise et le durcissement. La systématisation de la construction en béton (*opus caementicium*) permit les réalisations remarquables de l'architecture de l'Empire romain.

Pourtant, la découverte du ciment est attribuée à Louis Vicat, jeune ingénieur de l'école nationale des ponts et chaussées. En 1818, il fut le premier au monde à fabriquer, de manière artificielle et contrôlée, des chaux hydrauliques dont il détermina les composants ainsi que leurs proportions. Préférant la gloire d'être utile à la fortune, il publia le résultat de ses recherches sans déposer de brevet.

Le béton de ciment est apparu en architecture grâce aux bétons moulés et aux pierres factices, imitation des pierres de taille coulées en béton. La pratique du moulage débuta au début du XIX^e siècle.

On moulait tout, canalisation d'égouts, vases, statues, balustrades, pierres d'angles, de claveaux, corniches, modillons, etc. Cette pratique s'est répandue ensuite dans



Rampes en béton moulé, parc des Buttes Chaumont, Paris (Milieu XIX^e siècle)

de nombreuses grandes villes d'Europe : Madrid, Vienne, Budapest, Bratislava, Cracovie ainsi qu'en Afrique du Nord, Alger et Tunis.

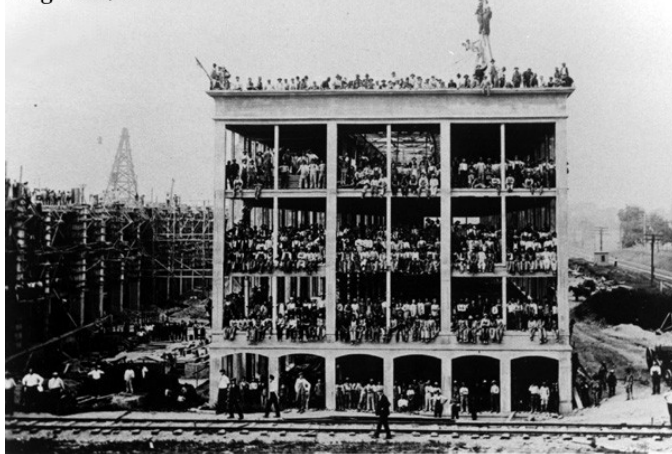
L'armature de métal dans les mortiers provient des techniques de moulage en sculpture et fut utilisé d'abord par des jardiniers expérimentateurs. Joseph-Louis Lambot à Miraval fabrique ainsi en 1845 des caisses pour orangers et réservoirs avec du fil de fer et du mortier, en 1848 une barque, pour son lac, et enfin en 1855 il pose un brevet : le "fercement", une combinaison de fer et de mortier pour les constructions navales et les caisses à fleur.

Il construisit en 1855 un canot qui passa inaperçu à l'Exposition universelle de Paris.

Joseph Monier déposa en 1867, à Paris, une demande pour "un système de caisses-bassins mobiles en fer et ciment applicables à l'horticulture". Les années suivantes, il déposa des additifs et constitua systématiquement des procédés d'architecture. Le mortier armé était un procédé trop coûteux et trop fragile pour être utilisé en architecture.

En Angleterre, des entrepreneurs comme Alexander Payne et plus sérieusement Thaddeus Hyatt, tentèrent dans les années 1870 d'approprier les armatures dans les bétons mais furent désavoués par des contradicteurs et quelques infortunes. Aux États-Unis les armatures métalliques du béton furent dévoilées par William E. Ward et exploitées par Ernest Leslie Ransome, avec ses fers Ransome dans les années 1880.

August 4, 1904



*Cummings Center, Beverly, Massachusetts, USA,
construit entre de 1903 à 1906 en béton armé.*

Il fallut attendre la maîtrise du béton armé, les réflexions techniques d'ingénieurs pour voir apparaître un véritable intérêt cimentier. François Hennebique abandonna ainsi son métier d'entrepreneur en 1892 et devint ingénieur consultant. Il eut un succès considérable, créa une société de franchises en construction et bâtit des dizaines de milliers d'édifices.



En fortification, la crise ouverte par l'invention de l'obus torpille pousse les ingénieurs militaires à trouver de nouveaux matériaux aptes à résister à ce nouveau projectile. Le béton s'impose alors dans l'architecture militaire. Mutzig est en Allemagne l'un des premiers sites dotés d'ouvrages intégralement construits en béton. Dès 1897, le béton armé y est introduit pour réaliser des abris de

Fort de Mutzig Fort Ouest 1895

tranchées pare-éclats en béton moulé recouvert de terre.

Les premières constructions en béton sont encore habillées d'un masque de grès décoratif (fort Est, voir photo). Ce décor est abandonné à partir de 1898, pour laisser place à un simple crépi.



Mutzig, façade de l'abri d'infanterie n°1 (1899 – 1910)

L'électricité

Le terme « électricité » dérive directement du mot grec « *elektron* » (ηλεκτρον) qui désigne l'ambre jaune, une résine fossile possédant des propriétés électrostatiques. De la même manière, le terme « électromagnétique » fait référence à la pierre de magnésie, un aimant naturel utilisé dès la Haute Antiquité (Magnésie est à l'origine une cité grecque, aujourd'hui située à l'ouest de la Turquie).

Chez les Hellènes, vers 600 av. J.-C., Thalès de Milet se voit attribuer la paternité de la réflexion sur l'électricité et le magnétisme. Toutefois, seuls des textes apocryphes témoignent de son intérêt pour ces phénomènes (c'est Diogène Laërce, au III^e siècle, qui rapporte les propos d'Hérodote et d'Hippias sur le savant grec). D'après ces textes, Thalès semblait accorder « une âme aux choses qu'on croyait inanimées ». La triboélectricité était déjà connue, mais ne pouvait être expliquée autrement que par une vision animiste de la matière, ses propriétés physiques étant alors inaccessibles.

En Chine, les propriétés magnétiques sont utilisées par les devins à partir des II^e et I^{er} siècle av. J.-C., pour fabriquer des tables de divinations *magiques*. De là dérive la première boussole, indiquant le sud et perfectionnée après le I^{er} siècle de notre ère. La boussole sera progressivement utilisée pour la construction et la navigation. De plus, on découvre sous la dynastie Tang (618-907) la discordance entre pôles nord/sud magnétiques et géographiques.

Récupérée par les Arabes, la boussole arrive en Occident au XI^e siècle, et relance l'étude du magnétisme.

Au XVI^e siècle, William Gilbert, médecin de la reine d'Angleterre, donne le nom d'électricité au phénomène.

En 1799, Alessandro Volta invente la pile électrique en empilant alternativement des disques de métaux différents (cuivre, zinc) séparés par des disques de feutre imbibés d'acide.

En 1822 Peter Barlow (1776-1862) construit ce qui peut être considéré comme le premier moteur électrique de l'histoire : la « roue de Barlow » qui est un simple disque métallique découpé en étoile et dont les extrémités plongent dans un godet contenant du mercure qui assure l'arrivée du courant. En 1868 L'Anglais Wilde réalise la première machine dynamoélectrique ou dynamo. Il remplace, à la suite des travaux de Werner von Siemens, l'aimant permanent par un électro-aimant alimenté par une machine auxiliaire. Enfin, en 1869 L'inventeur belge Zénobe Gramme (1826-1901), né à Jehay-Bodegnée (province de Liège), rend possible la réalisation des génératrices à courant continu en imaginant le collecteur.



L'ampoule à incandescence d'Edison (1879)

L'invention, en 1879, de l'ampoule à incandescence par l'américain Thomas Edison rend possible une utilisation étendue de l'électricité, aussi bien dans le domaine civil que dans le domaine militaire.

En 1881 la France organise, entre le 1er août et le 15 novembre, une Exposition internationale d'électricité qui consacre la naissance de l'électrotechnique, soulignée par un Congrès international des électriciens qui siège à Paris du 15 septembre au 19 octobre. La grande nouveauté est l'emploi industriel de la dynamo Gramme.

En 1882, Edison inaugure les premières « usines électriques » (production de tensions continues) construites à Londres et New York. La même année, la première ligne de transport d'énergie électrique en Allemagne en courant continu est construite.

En 1884, Lucien Gaulard (1850-1888), jeune électricien français, chimiste de formation, présente à la Société française des électriciens un « générateur secondaire », dénommé depuis transformateur. Devant le scepticisme de ses compatriotes, il s'adresse à l'Anglais Gibbs et démontre à Londres le bien-fondé de son invention. En 1883, Lucien Gaulard et John Dixon Gibbs réussissent à transmettre pour la première fois, sur une distance de 40 km, du courant alternatif sous une tension de 2 000 volts à l'aide de transformateurs avec un noyau en forme de barres.

En 1886, la ville de Bourgneuf en Creuse est la première en France, voire en Europe, à inaugurer un éclairage électrique de l'ensemble des rues de la localité.

L'engouement pour l'électricité est alors énorme, et pousse les inventeurs à toujours plus d'ingéniosité :

- 1887 : François Borel, ingénieur constructeur suisse, conçoit le premier compteur à induction à courant triphasé.
- 1888 : Friedrich Wilhelm Schindler-Jenny résidant en Autriche conçoit le premier fer à repasser électrique.
- 1893 : Friedrich Wilhelm Schindler-Jenny présente la première cuisinière électrique à l'exposition mondiale de Chicago.

- 1906 Le premier aspirateur électrique est commercialisé sous le nom de « pompe à dépoussiérage ».

Ces innovations ne sont à cette époque destinées qu'à une clientèle aisée, vivant dans les grandes villes. A la veille de la Première Guerre mondiale l'électrification des campagnes commence à peine, et se poursuivra jusqu'au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. Il faudra attendre la décennie 1950 pour que la plupart des foyers des pays d'Europe occidentale soient dotés de l'électricité.

A Mutzig, l'utilisation de tourelles cuirassées, pour la protection des canons et de leurs servants, impose de recourir à une ventilation électrique de ces espaces confinés. L'électrification permet également d'améliorer le confort des abris, en remplaçant l'éclairage à la bougie ou à la lampe à pétrole par l'éclairage électrique. Afin d'alimenter ces installations tout en garantissant l'autonomie de la Feste, quatre centrales électriques équipées de moteurs diesel sont installées dans les principaux ouvrages.



Mutzig, abri d'infanterie n°1(1899 – 1910) : réseau électrique et ventilation

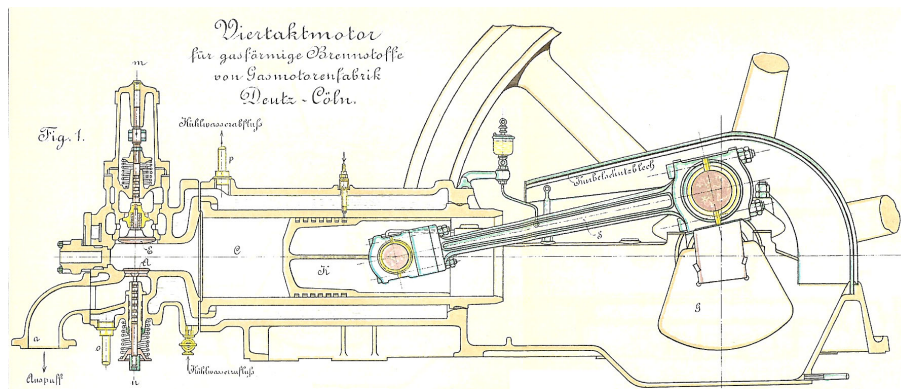
Le moteur Diesel

Rudolf Christian Karl Diesel est un ingénieur allemand, né le 18 mars 1858 à Paris et disparu dans la nuit du 29 septembre au 30 septembre 1913 lors d'une traversée de la Manche.

Eduqué à Munich, il obtient un poste d'ingénieur dans une usine pour machines frigorifiques. Durant la dernière décennie du XIX^e siècle, il développe l'idée d'un moteur à allumage par compression. Il reçoit un brevet pour ce procédé le 23 février 1893. Au début de 1897, alors qu'il est employé à l'usine MAN à Augsburg, il construit un prototype fonctionnel, qui deviendra « moteur Diesel ».

Son brevet est déposé sous le nom de « moteur à huile lourde », car c'est avec ce produit qu'il fonctionnait. Les huiles lourdes étaient des résidus de la distillation du pétrole brut après extraction des produits utilisés à l'époque : un tout petit peu d'essence, beaucoup de pétrole lampant et de produits de graissage (huiles et graisses).

Le premier moteur commercialisé développait une puissance de 14.7 KW. C'est le Français Lucien-Eugène Inchauspé (1867-1930) qui, en 1924, en inventant la pompe à injection, en fit un moteur performant. Et la production par Robert Bosch a permis un développement rapide de ces moteurs. Les premières automobiles de tourisme à moteur diesel furent une Mercedes en 1936, puis la Peugeot 402 en 1938.



Coupe d'un moteur diesel du fort de Mutzig.

Entre 1911 et 1912, Rudolph Diesel déclare que « le moteur diesel peut être alimenté avec des huiles végétales et sera en mesure de contribuer fortement au développement de l'agriculture des pays qui l'utiliseront » et prédit que « l'utilisation d'huiles végétales comme carburant pour moteurs peut sembler insignifiante aujourd'hui », mais que « ces huiles deviendront bientôt aussi importantes que le pétrole et le goudron de charbon ».

Comme le moteur thermique à essence, le moteur Diesel est constitué de pistons coulissants dans des cylindres, fermés par une culasse reliant les cylindres aux collecteurs d'admission et d'échappement et munie de soupapes commandées par un arbre à cames.

Son fonctionnement repose sur l'auto-inflammation du gazole, fioul lourd ou encore huile végétale brute dans de l'air comprimé à 1:20 du volume du cylindre (environ 35 bar), et dont la température est portée de 600 °C à 1500 °C environ. Sitôt le carburant injecté (pulvérisé), celui-ci s'enflamme presque instantanément, sans qu'il ne soit nécessaire de recourir à un allumage commandé par bougie. En brûlant, le mélange augmente fortement la température et la pression dans le cylindre (60 à 100 bars), repoussant le piston qui fournit une force de travail sur une bielle, laquelle entraîne la rotation du vilebrequin (ou arbre manivelle faisant office d'axe moteur).

L'acier

Depuis l'Âge du fer, on utilisait les bas fourneaux pour produire des composés de fer et d'acier, qui devait ensuite être travaillé à la main par les forgerons.

On considère souvent Réaumur comme le fondateur de la sidérurgie scientifique moderne. Il réalise de très nombreuses expériences afin d'améliorer la fabrication de l'acier et publie le résultat de ses observations en 1712.

L'acier est apparu par l'évolution de la métallurgie, vers 1786. Cette année-là, trois savants français, Berthollet, Gaspard Monge et Vandermonde, caractérisèrent trois types de produits obtenus à partir de la coulée des hauts-fourneaux : le fer, la fonte et l'acier. L'acier était alors obtenu à partir du fer, lui-même produit par affinage de la fonte issue du haut-fourneau. L'acier était plus dur que le fer et moins fragile que la fonte.

Au XIX^e siècle sont apparues des méthodes de fabrication directe de conversion de la fonte, avec les convertisseurs Bessemer en 1856 puis en 1877 le

procédé Thomas-Gilchrist, de déphosphoration de la fonte. Ces découvertes, permettant la fabrication en masse d'un acier de qualité, participent à la Révolution industrielle.

Friedrich Krupp (1787-1826) installe une forge près d'Essen en novembre 1811. Il désire produire de l'acier fondu, selon les techniques britanniques, dont le prix est alors élevé à cause du Blocus continental. Mais il utilise une mauvaise technique, fabriquant ainsi de l'acier de très mauvaise qualité. L'entreprise va très mal. A sa mort en 1826, sa veuve, Therese Krupp (1790-1850) reprend l'entreprise aidée par son fils, Alfred, qui à 14 ans débute en économie.

L'entreprise se développe lentement jusqu'au boom des chemins de fer dans les années 1850.

Alfred Krupp (1812-1887), qui reprend l'entreprise de son père fait alors de l'entreprise l'une des plus grandes aciéries du monde en profitant de l'extraordinaire développement de l'acier dans les chemins de fer, la marine et les machines. Krupp produit des essieux et des ressorts de qualités. C'est d'ailleurs en 1875 qu'Alfred dessine le logo de son entreprise : trois essieux de chemins de fer superposés. Mais plus que les réalisations industrielles, ce sont, à partir de 1859, les réalisations militaires de canons et de blindage qui permettent le développement de l'entreprise en introduisant de nouvelles techniques comme le procédé Bessemer (introduit en 1862). Profitant de cette richesse, Alfred Krupp achète des mines de fer et de charbon pour former une grande entreprise qui emploie 45 000 hommes en 1887.

Friedrich Alfred Krupp (1854-1902), son seul fils, lui succède. Par l'achat d'autres entreprises comme les chantiers navals Germania de Kiel (1896-1902), il se retrouve en 1902 à la tête de 70 000 personnes. Il n'hésite pas à faire pression pour obtenir des commandes de matériels militaires.

Dès le début de la construction du fort de Mutzig, l'acier a été très largement utilisé. Les entreprises Krupp et Gruson, fusionnées en 1893, fournissent l'essentiel de l'acier destiné à la forteresse.



Mutzig, batterie n° 1 : marque de fabrique des usines Krupp (1898).

Réservations et renseignements:

info@fort-mutzig.eu

ou

06 08 84 17 42

Notre site Internet :

www.fort-mutzig.eu