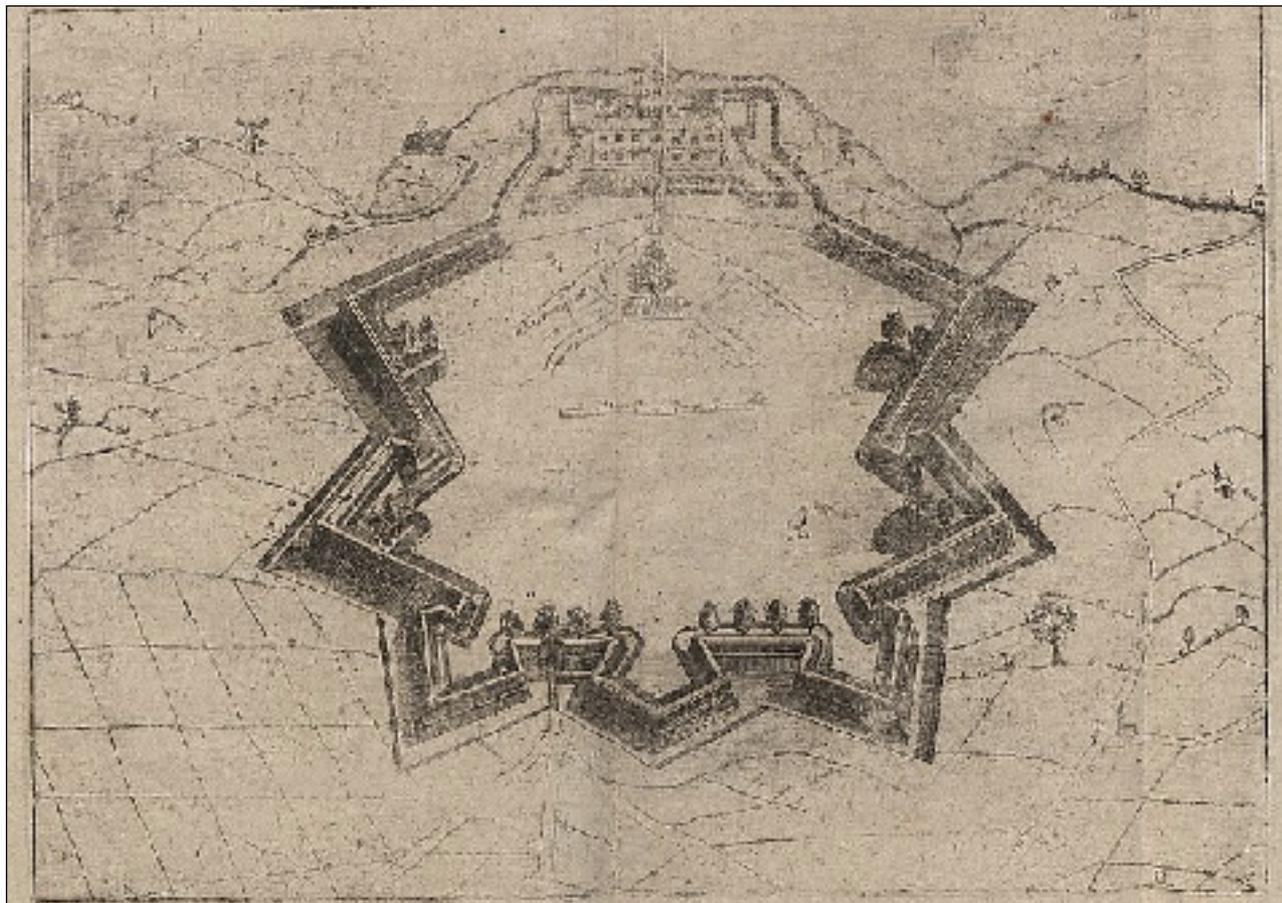

Fortifications & Architecture

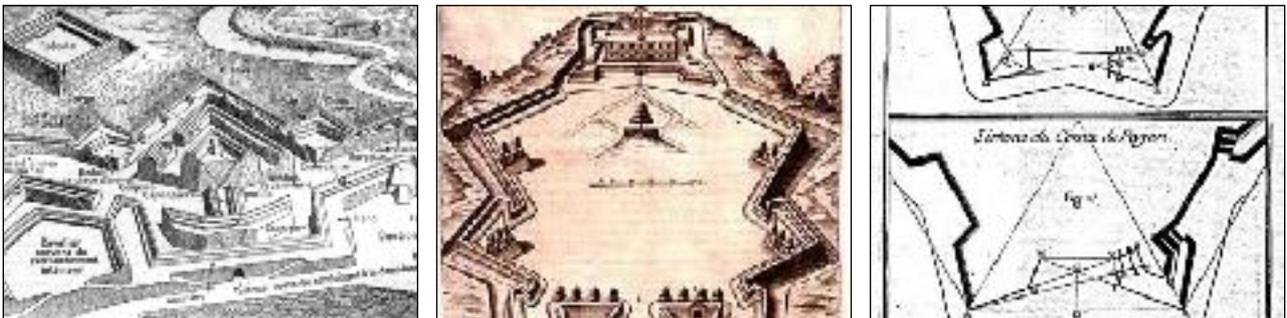
Guerre et sciences : combattre et se protéger

Stage « Maths et Histoire au cycle 3 » - 20 octobre 2017



Introduction

Au début du XVI^e siècle, une nouvelle manière de fortifier est inventée en Italie, afin de protéger les villes de la puissance des canons. Le protestant lorrain Jean Errard (1554-1610), formé à cette manière italienne, devient le principal ingénieur militaire d'Henri IV, qui le charge de rédiger un ouvrage de synthèse sur ce sujet. Errard a déjà publié une *Géométrie pratique*, ainsi qu'une édition des *Éléments* d'Euclide, et son intervention en 1594 dans la controverse sur la quadrature du cercle proposée par Scaliger met en lumière sa qualité de mathématicien reconnu par ses pairs. Sa *Fortification reduicte en art et démontrée*, qui paraît en 1600, est le premier ouvrage français qui présente l'architecture militaire bastionnée en établissant ses principes sur une analyse des forces en présence et en s'appuyant sur la géométrie euclidienne pour justifier l'adéquation des tracés aux contraintes.



Séquence de géométrie

Objectifs :

- Comprendre les principes de la fortification bastionnée selon Errard et Vauban*
- Comprendre l'évolution de la fortification, parallèlement à l'évolution de l'artillerie*
- Construire sa forteresse hexagonale*

- **Repérage sur Google Earth** de forteresses bastionnées : Citadelle d'Amiens, Citadelle de Doullens, Citadelle de Sisteron
- **Comparaison avec des forteresses médiévales** : Blanquefort, Yèvre-le-Châtel.
- **Explication de l'évolution des fortifications**

Les premières protections employées sont des talus de terre, complétés de troncs d'arbres et de pierres pour les rendre plus résistants. On élève ensuite des murs de brique ou de pierre, de plus en plus hauts et épais, protégés par des fossés en eaux, puis surgissent les tours situées en avant des lignes de murailles. Les premiers châteaux forts apparaissent vers le Xe siècle. Ils possèdent un donjon carré et sont situés au sommet d'une motte de terre. À partir du XIII^e siècle, les châteaux forts possèdent deux enceintes concentriques, dotées de tours crénelées et de mâchicoulis. Aux XIV^e et XV^e siècles, ils sont dotés de tours circulaires ainsi que d'un double mur d'enceinte

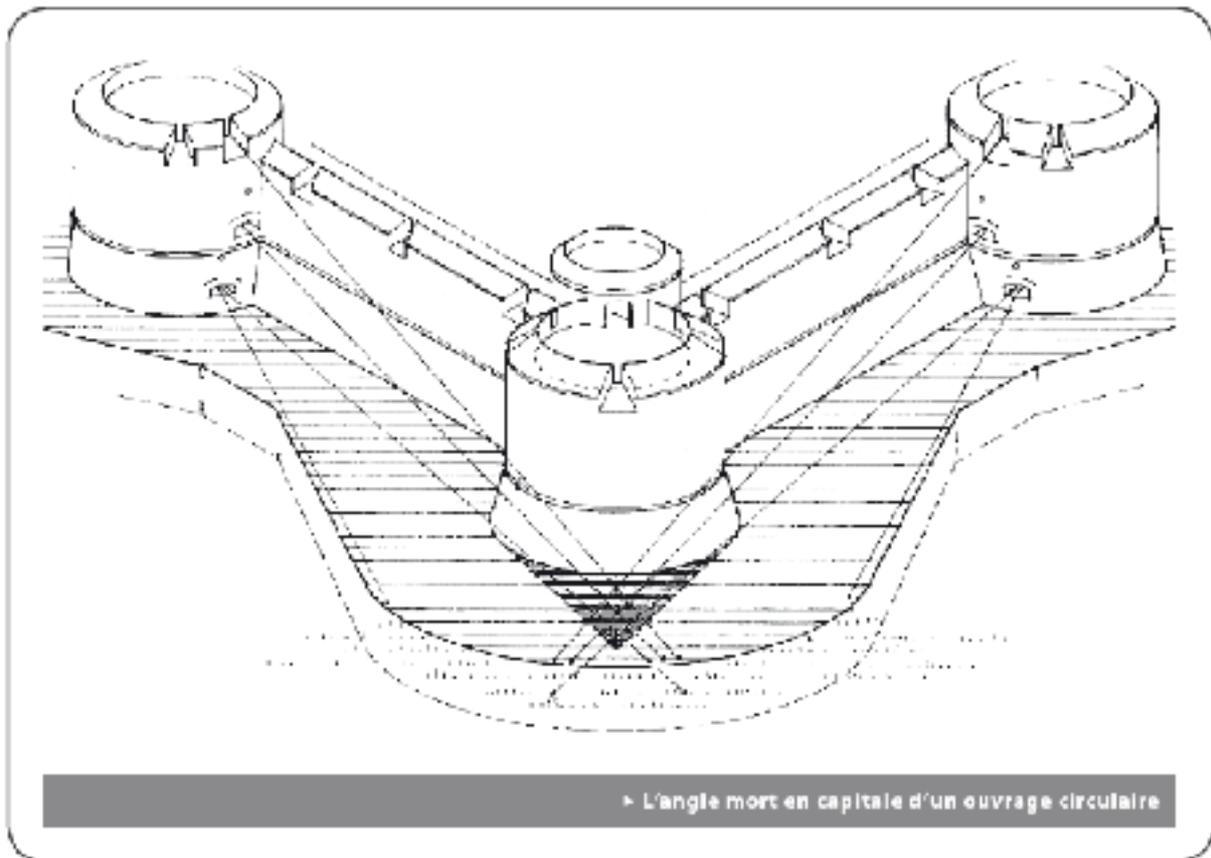
couronné de tours et de tourelles d'angle. Les premiers canons ou « bouches à feu » sont utilisés dès le XIV^e siècle. À cette époque, les pièces des canons étaient en fer et les boulets en pierre. À la fin du XIV^e siècle, une grande innovation technique apparaît : le boulet en fonte, qui remplace le boulet en pierre. L'artillerie devient beaucoup plus efficace. Les canons, désormais en bronze et montés sur roues, sont plus précis, solides et maniables. Ils permettent de mieux viser et d'effectuer des tirs répétés plus rapides. Ces évolutions obligent à penser à de nouvelles formes de fortifications capables de résister à ces canons lors des sièges. En France, cela est d'autant plus nécessaire que le pouvoir royal se renforce et se centralise. La défense n'est plus l'affaire des seigneurs protégeant leurs châteaux mais devient une affaire nationale qui dépend du roi. A la fin du XV^e siècle, les ingénieurs italiens transforment le système traditionnel des châteaux forts pour l'adapter à l'armement et inventent le système bastionné. À partir de la fin du XVI^e siècle, des ingénieurs du roi de France perfectionnent les modèles italiens. Les forteresses ne sont plus construites en hauteur. Plusieurs innovations majeures apparaissent : – l'utilisation de rempart de terre plutôt que de pierre pour amortir le choc des boulets. – le remplacement de la tour médiévale par des bastions pour défendre les places, devant lesquels un espace dégagé, appelé glacis, oblige les attaquants à avancer à découvert. – La disparition des angles morts devant les ouvrages pour que l'assaillant ne puisse trouver aucun refuge pour se soustraire aux tirs de la défense. Cette stratégie vise à retarder le plus possible le moment où l'attaquant s'approchera de la place forte en multipliant les ouvrages défensifs (comme des demi-lunes) en avant de la place, ralentissant ainsi la progression de l'ennemi de façon à ce qu'il ne puisse pas attaquer. Bien que n'étant pas l'inventeur de ce type de fortification, Vauban, en s'adaptant aux conditions de chaque lieu, systématise, développe et perfectionne considérablement ces nouvelles constructions défensives dont l'ensemble constitue ce que l'on appelle fortification bastionnée.

- **Présentation de Jean Errard et de Vauban**

Jean Errard (né vers 1554 à Bar-le-Duc et mort le 20 juillet 1610 à Sedan) était un mathématicien et ingénieur militaire lorrain, initialement au service de la cour Ducale de Lorraine, qui, s'est engagé au service du roi de France Henri IV. Introduceur en France de la fortification italienne, il est ainsi un précurseur de Vauban. En 1594, Errard publia la Fortification réduite en art et démontrée. Il y définit les moyens du défilement, sut utiliser les particularités du terrain, institua des plans inclinés destinés à éviter la surprise des vues plongeantes et réussit à masquer les flancs des bastions à l'ennemi grâce à la disposition des courtines. Il inventa encore le cavalier et normalisa l'épaisseur des remparts 1. Jean Errard est le premier à appliquer en France le principe de la fortification bastionnée et à en exposer les principes. Ses travaux lui valent le qualificatif de « père de la fortification française ». La géométrie conditionne sa pensée stratégique : Errard y explique tous les procédés qui permettent de tracer sur le terrain les différents polygones, réguliers ou irréguliers, indispensables pour bien fortifier une place. La règle majeure de son œuvre théorique réside dans le fait que la défense d'une place doit reposer davantage sur l'infanterie que sur l'artillerie, dont le feu à son époque n'est pas efficace de face.

Sébastien Le Prestre, marquis de Vauban, est un architecte et ingénieur militaire français. Il est né en 1633 en Bourgogne et mort en 1707 à Paris. Il est très connu pour avoir voulu protéger la France de Louis XIV par une ceinture de citadelles : une « ceinture de fer ». Il a conçu ou amélioré une centaine de places fortes, telle la citadelle de Besançon dont la construction, achevée en 1693, aura duré 20 ans. Le roi lui a demandé de fortifier les frontières pour empêcher les invasions.

- **Repérage de l'angle mort sur le schéma suivant** puis exercice individuel : À partir du schéma de l'angle mort présenté, expliquer aux élèves l'avantage des bastions par rapport aux tours médiévales (disparition des angles morts et des espaces non couverts par les tirs des canons).



- Lexique autour des forteresses bastionnées : schéma à compléter
- Proposition de réaliser une forteresse bastionnée hexagonale à la manière d'Errard à partir d'un schéma issu de son ouvrage, après avoir repasser en rouge les contours sur l'original.

« Pour fortifier l'hexagone, d'après Jean Errard de Bar-le-Duc (1554-1610) :

Soit proposé à fortifier un hexagone, d'autant que l'hexagone se divise en six triangles équilatéraux. Soit sur AB décrit le triangle équilatéral ABC, puis soit fait l'angle demi-droit CAD.

Soit faite la ligne AE égale à la ligne BD, et après soit tirée BE.

Soit divisé l'Angle EAD en deux angles égaux par la ligne AG, soit prise DF égale à EG, et tirée la Courtine GF.

Soit tracée aussi FH perpendiculaire à la ligne BE, et soit tirée la ligne GI perpendiculairement comme FH.

Soit prise AI égale à BH.

Ainsi seront décrits les deux demi-bastions AIG & FHB. »

Comprendre les principes de la fortification bastionnée selon Errard et Vauban
 Comprendre l'évolution de la fortification, parallèlement à l'évolution de l'artillerie
 Construire sa forteresse hexagonale

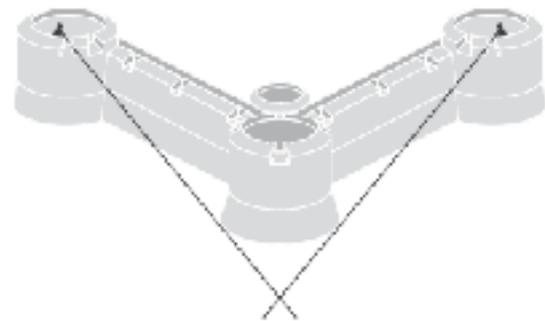
Agir

► Observe attentivement les deux schémas ci-dessous. Lequel représente la fortification au Moyen Âge ?

► Colorie en rouge sur celui-ci, l'angle mort dans lequel les soldats ennemis peuvent trouver un refuge à l'abri des tirs.



► Schéma 1



► Schéma 2

Connaître

► En t'aidant des définitions, numérote sur le schéma ci-dessous les différentes parties de la fortification bastionnée.

1 - bastion(s) : placé en avant de l'enceinte. Sa forme favorise les tirs croisés en évitant les angles morts

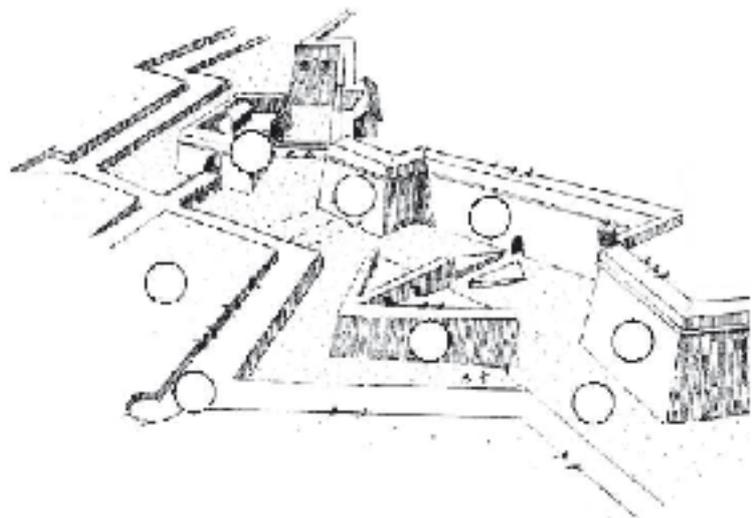
2 - courtine : mur reliant deux bastions

3 - fossé : partie creusée entourant les fortifications, constituant un obstacle

4 - demi-lune(s) : ouvrage de forme triangulaire placé dans le fossé qui protège la courtine et permet une défense avancée

5 - chemin-couvert : ligne précédant le fossé qui permet aux défenseurs de contrôler le glacis tout en étant à couvert des tirs

6 - glacis : terrain nu en pente régulière contrôlé par le chemin couvert



Pour fortifier l'hexagone, d'après Jean Errard de Bar-le-Duc (1554-1610):

Soit proposé à fortifier un hexagone, d'autant que l'hexagone se divise en six triangles équilatéraux.

Soit sur AB décrit le triangle équilatéral ABC, puis soit fait l'angle demi-droit CAD.

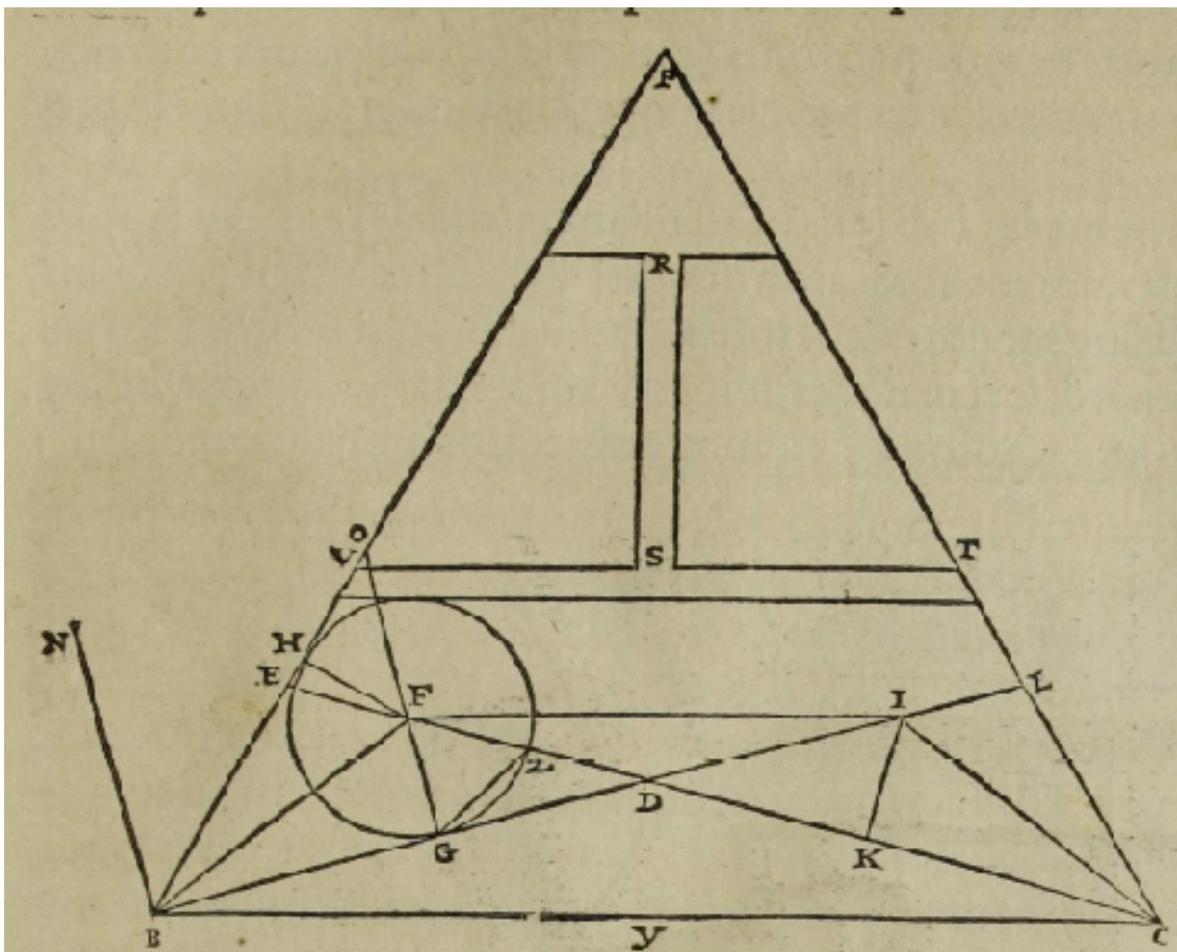
Soit faite la ligne AE égale à la ligne BD, et après soit tirée BE.

Soit divisé l'Angle EAD en deux angles égaux par la ligne AG, soit prise DF égale à EG, et tirée la courtine GF.

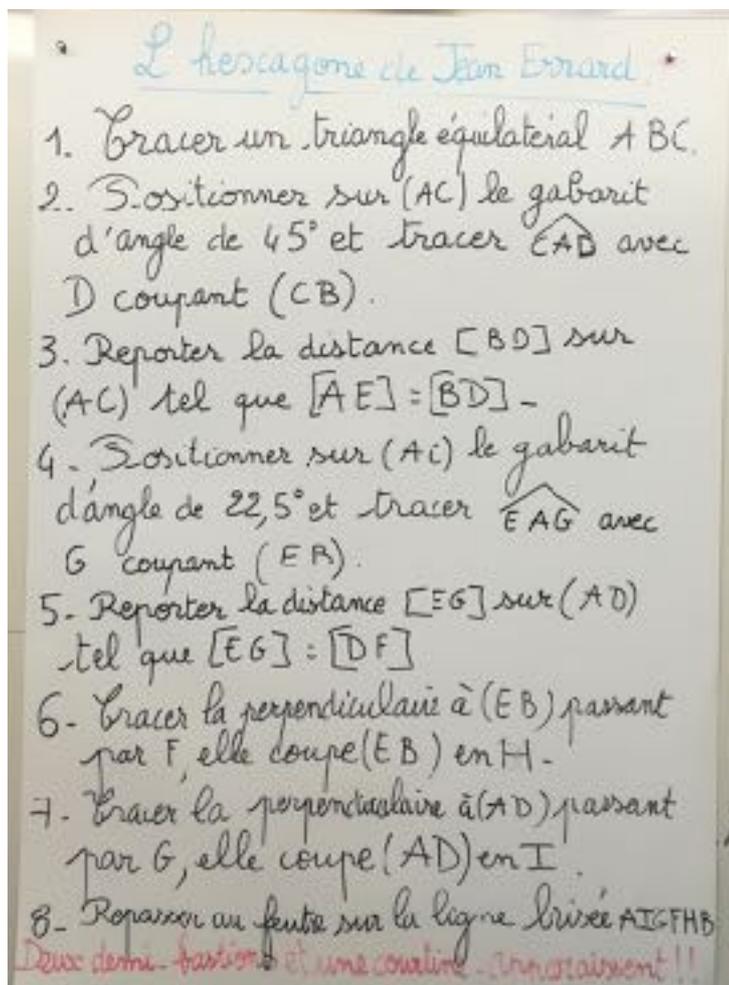
Soit tracée aussi FH perpendiculaire à la ligne BE, et soit tirée la ligne GI perpendiculairement comme FH.

Soit prise AI égale à BH.

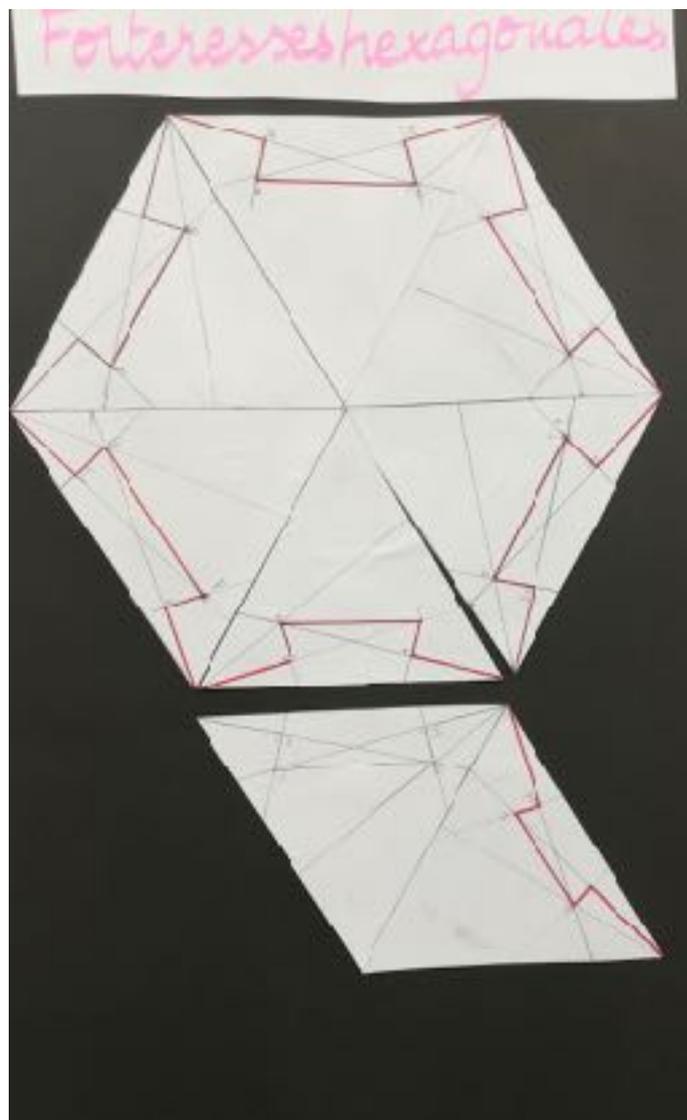
Ainsi seront décrits les deux demi-bastions AIG et FHB. »



Travaux réalisés par les élèves d'une classe de CM1 - CM2



Programme de construction (*1) élaboré en collectif, par dictée à l'adulte



Mise en commun et réalisation de forteresses hexagonales

*1 : le programme de construction produit par les élèves a été rédigé après recherche et construction à partir du programme de Jean Errard. Dans un premier temps, l'enseignante a explicité les étapes, le raisonnement, le vocabulaire, le matériel utilisé tout en faisant la démonstration de la construction devant les élèves au tableau. L'expression « angle demi-droit » a été utilisée mais les élèves de CM2 avaient connaissance de la mesure de 90° pour l'angle droit et en ont donc déduit les mesures dans deux gabarits d'angle utilisés, d'où la mention de ces mesures dans le programme de construction.

