

CONSTRUIRE DES OUTILS EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES POUR LE FORMATEUR DES PROFESSEURS D'ÉCOLE

Muriel Fénichel
Catherine Taveau
Formatrices à l'IUFM de Créteil

Résumé :

Cet atelier avait comme objectif de présenter un projet de production d'outils multimédia pour les PE, utilisable en formation initiale comme en formation continue. Les participants à l'atelier, ont été invités à élaborer un cahier des charges pour la réalisation d'un tel outil (DVD accompagné d'un Cdrom) présentant des situations d'enseignement des mathématiques en cycle 2. L'état d'avancement en terme de séances filmées et en terme d'analyses didactiques a été présenté à l'ensemble du groupe.

Présentation du projet, support de réflexion de l'atelier

Dans le cadre de l'IUFM de Créteil, en partenariat avec le CRDP de la même académie, nous travaillons sur un projet d'élaboration d'outils multimédia pour la formation en mathématique, initiale et continue, des Professeurs des Ecoles.

Ce projet est né de la nécessité de renouveler les supports vidéo dont dispose le réseau national des formateurs de mathématiques en IUFM. En effet les anciens supports comportant des séances filmées dans les classes ne peuvent plus être diffusés (les copies de copies étant maintenant de mauvaise qualité) ou commercialisés puisque la réglementation concernant le droit à l'image a évolué.

La formation des professeurs des écoles est courte, or elle doit permettre de développer rapidement chez les PE des gestes professionnels dans des domaines où ils ne sont pas nécessairement experts : peu d'entre eux ont reçu une formation scientifique. D'autre part, le rapport qu'entretiennent les stagiaires de notre académie à la lecture de documents didactiques et/ou pédagogiques semblent difficile, d'où la nécessité d'exemplifier des situations d'apprentissage par l'image afin d'essayer d'éviter le risque de dénaturation didactique des situations proposées.

Nous avons donc besoin d'outils adéquats pour rendre plus compréhensibles aux futurs professeurs des écoles, mais aussi à ceux qui sont déjà titulaires, les enjeux de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire.

Notre projet est de réaliser trois DVD, un pour chaque cycle de l'école primaire. Chacun d'entre eux sera accompagné d'un petit livret de présentation et d'un Cdrom comportant des éclairages théoriques en mathématiques et en didactique sur les thèmes abordés, des programmations possibles ainsi que des documents pouvant aider les stagiaires à construire des séquences d'enseignement.

D'autre part, pour prendre en compte la continuité des apprentissages en mathématiques, nous développerons une réflexion sur l'apprentissage d'un même concept à travers les séquences que nous avons choisies de filmer dans les trois cycles.

Ces outils seront élaborés de manière à pouvoir être utilisés d'une part par les formateurs dans le cadre de leur travail de formation et d'autre part par les formés eux-même, ainsi que par des enseignants titulaires, au même titre que n'importe quel autre ouvrage didactique.

Cette année nous avons commencé à produire un tel outil pour le cycle 2. Nous avons filmé trois séquences : une séquence concernant l'apprentissage de l'utilisation du compas en relation avec l'objet géométrique « le cercle », une séquence concernant l'apprentissage de la numération (les fourmillions¹), et une séquence concernant l'introduction de l'écriture multiplicative.

Le but de l'atelier

Le but de cet atelier a été de faire élaborer par les participants un cahier des charges concernant les outils vidéo qu'ils souhaiteraient éventuellement utiliser dans leur travail de formation.

Ce cahier des charges nous permettra d'analyser au mieux nos travaux en cours et de construire nos productions en tenant compte des besoins des formateurs en mathématiques du réseau des IUFM.

Le déroulement de l'atelier

Le temps imparti à l'atelier a été réparti en trois phases :

- Un premier temps qui a permis à chaque participant de présenter son utilisation de vidéos en formation.
- Un second temps, pendant lequel les participants ont essayé d'élaborer ce qu'ils estimerait être un cahier des charges pour l'élaboration d'un outil utilisable par eux ;
- Puis un dernier moment, assez court, où des extraits des situations déjà filmées ont été visionnés pour illustrer notre propos.

1) Rapide état des lieux sur l'utilisation de documents vidéo

Nous avons posé les questions suivantes aux participants :

- Utilisez-vous des documents vidéo comme support de formation lors de vos interventions en formation initiale ou continue ?
- Si oui quels documents utilisez-vous et pour quelles raisons ?
- De quelles manières les utilisez-vous ?

Voici une synthèse des réponses :

- Quand les documents vidéo sont utilisés, ils le sont essentiellement avec des stagiaires PE2, voire PLC2 et en formation continue. Ils sont utilisés souvent au cours des séances d'analyse de pratiques. Peu de participants utilisent ces supports avec les PE1.
Certains utilisent des enregistrements audio qu'ils retranscrivent.
- Les documents utilisés sont issus essentiellement :
 - des travaux de l'équipe ERMEL (Wagon, banquier-cheval, différenciation pédagogique...);
 - des travaux de l'équipe de Bordeaux sur la maternelle ;

¹ Activité tirée du ERMEL CP

- des séances tournées avec les stagiaires lors de séances d'analyse de pratique ;
- des productions « maisons » comme par exemple des séances filmées en cycle 3 à Besançon, ou des séances filmées à partir de situations proposées dans l'ouvrage Cap Math.

Un des participants a utilisé, en PE1, un film concernant l'histoire des nombres de Denis Guedj.

- Ces documents sont utilisés comme support de réflexions concernant certains gestes professionnels, pour illustrer un moment clé d'apprentissage mathématique (situations phares), quelques éléments de différenciation pédagogique.

Selon l'objectif de leurs interventions, les formateurs de l'atelier disent :

- proposer un questionnaire ou une grille d'analyse avant le visionnement ;
- donner le scénario de la séquence ou de la séance que les stagiaires lisent avant de regarder le film ;
- faire élaborer, par les stagiaires, une grille d'analyse en portant le regard soit sur l'enseignant, soit sur les élèves ;
- montrer le film avec des arrêts sur images ;
- apporter des commentaires lors du visionnement ;
- utiliser les vidéos produites durant des séances d'analyse de pratique en classe .

Un des participants a utilisé une vidéo dans un projet de travail pluridisciplinaire dont l'objectif était un travail sur la maîtrise de la langue.

2) Définir un cahier des charges

Nous avons présenté notre projet aux participants en précisant notre principal objectif : pouvoir développer à travers l'utilisation de ces outils multimédia, l'analyse de situations avec à la fois une approche didactique et une approche pédagogique. Par ailleurs, nous souhaitons aussi mener une réflexion sur les notions à enseigner.

Nous avons alors proposé aux participants de donner quelques ébauches de réponse aux questions suivantes :

- Quels sont les aspects didactiques que vous aimeriez voir illustrer par une séance filmée ?
- Quels aspects pédagogiques ?
- Autour de quels contenus mathématiques et dans quel cycle de l'école primaire ?

Suite à une réflexion en petit groupe, la mise en commun a permis d'établir un cahier des charges.

Voici les aspects principaux que les participants ont souhaité retenir concernant ce cahier des charges :

- a) Le support (DVD et Cdrom) doit permettre une exploitation en miroir ou en simultané des trois aspects didactique, pédagogique et mathématique. Le montage des séances filmées doit en tenir compte.

Concernant la didactique, les participants souhaiteraient voir apparaître :

- Les différents types de situation : apprentissage, référence, entraînement.
- La démythification de l'enseignement « héroïque » : le rôle des différentes situations dans la gestion des apprentissages mathématiques.
- La dévolution de la situation ;
- L'appropriation de la consigne par les élèves, ce qui va leur permettre d'entrer dans la tâche ;
- Le point de vue du maître, celui des élèves ;
- Ce que dit le maître, ce qu'entendent les élèves : les interactions ;
- Le temps du maître, celui des élèves. Prendre en compte le temps réel de l'apprentissage (présence de l'affichage du temps réel dans le montage) ;
- Le découpage de la séance : enchaînements, interactions, fonction des différents moments : possibilité de « zoom » sur les moments clés ;
- Le traitement de l'erreur ;
- Les différents types d'aides : comment sont ils donnés , sur quels critères ?
- Entretiens a priori, a posteriori ;
- La prise en compte qu'un concept se construit dans la durée ;
- Les limites d'une analyse essentiellement didactique.

Concernant la pédagogie, les participants ont retenu les points suivants :

- La gestion de la différenciation ;
- La gestion des moments de mise en commun ;
- La prise en compte des productions des élèves pour adapter sa progression ;
- Les gestes, les postures et les paroles de l'enseignant ;
- La gestion de la parole dans les moments collectifs, fonction de la parole, relance, circulation de la parole ;
- Le passage de l'écrit privé à l'écrit partagé, exploitation de la parole dans les mises en commun ;
- Les prises d'information par le maître à travers l'observation des élèves, ses prises de décisions ;
- Les limites d'une analyse uniquement pédagogique.

b) Le support DVD doit permettre de mettre en regard les actions de l'enseignant et ceux des élèves en simultané ou en décalé. En utilisant la technologie permise par le support DVD il est plus aisé de mettre en évidence, et assez finement, la gestion des interactions (élèves/élèves ou élèves/maître) dans la classe.

Pour prendre en compte les liens qui existent entre la didactique et la pédagogie et pour amorcer la réflexion sur la reproductibilité d'une situation, les participants ont proposé de filmer la même situation dans des classes différentes.

D'autre part, les participants ont attiré notre attention sur le fait qu'un tel outil ne doit pas uniquement montrer des situations « modèles » mais aussi des situations dont l'analyse critique permet d'avancer dans la réflexion de la gestion des apprentissages mathématiques à l'école primaire.

Les contenus mathématiques que les participants aimeraient voir traités :

- La numération ;
- Des situations de partage ;
- Aires/ grandeurs mesurables ;
- Espace et géométrie ;
- Calcul mental / calcul réfléchi ;
- Introduction des écritures symboliques ;
- Les interactions verbales dans une activité mathématique en maternelle ;
- Le moment de synthèse d'une activité mathématique.

Dans le Cdrom, les participants ont proposé de prendre en compte les points suivants :

- Les mises en perspective historique, épistémologique, théorique des connaissances traitées, la prise en compte de leur spirauté dans la scolarité, et son importance dans la construction du savoir mathématique.
- Le rôle du langage dans l'acquisition des connaissances mathématiques.
- Des productions d'élèves.
- Des progressions.
- Les pré-requis.
- Des alternatives de points de vue, d'approches.
- Des compléments possibles, différents prolongements possibles (jeux, entraînements,...).
- Une bibliographie.

3) Illustration de notre projet et de son avancement autour de la construction du « petit moulin »

Pour affiner les propositions des participants, nous avons choisi de montrer quelques passages de la situation « petit moulin » (Annexe 1) filmés dans une classe de CE1. Cette situation propose un apprentissage de l'utilisation du compas et met l'accent sur la relation entre l'instrument et les objets géométriques qu'il permet de tracer.

A partir de cette séquence d'enseignement, nous voulions montrer qu'une situation-problème n'en était plus une, dès lors que le maître modifiait le support donné aux élèves. Dans notre cas, selon que le centre du cercle est apparent ou non sur les gabarits, la situation va permettre de construire des savoirs différents.

Un petit moulin a été distribué aux participants de l'atelier puis une rapide analyse de l'objet a été réalisée. Ceci a permis une meilleure appropriation de la vidéo.

Ensuite, nous avons donné la programmation des séances filmées dans la classe de CE1 (Annexe 2) et nous avons fourni une autre possibilité de programmation (Annexe 3). Ces deux programmations diffèrent sur la recherche du rayon pour la construction des disques « des ailes du petit moulin ». Dans l'annexe 2, la longueur du rayon est donnée.

Dans l'annexe 3, les élèves doivent retrouver, à partir du gabarit, le centre et le rayon du disque à construire.

A partir de quelques passages de la vidéo, les participants de l'atelier ont fait émerger les points suivants qui pouvaient être développés en formation :

- Favoriser l'utilisation du compas, l'apprentissage à l'utilisation de ce dernier pour construire des cercles et mettre en évidence les relations entre savoirs et savoir-faire : connaissances sur le cercle et correspondance entre ces dernières et les différentes parties du compas. Ceci parce que l'on peut constater qu'en fin de cycle 3 certains élèves ne savent toujours pas utiliser cet outil tant pour tracer des cercles que pour reporter des longueurs.
- Mettre en évidence l'importance des séances d'entraînement (acquérir une maîtrise de l'outil afin de permettre son utilisation et ainsi pouvoir passer à la géométrie instrumentée).
- Montrer différents moments de la séance où les élèves reportent des longueurs ou tracent des cercles.
- Mettre en évidence les difficultés rencontrées par les élèves en motricité fine.
- Mettre en évidence l'importance des moments de langage qui permettent aux élèves de commencer à désigner correctement les objets mathématiques.
- Mettre en évidence les moyens que l'on peut donner aux élèves pour apprendre à valider leur travail: utilisation du calque.

Pour terminer, nous avons présenté quelques documents que nous pensions proposer dans le Cdrom d'accompagnement :

- Les différentes conceptions du cercle ;
- La progression des activités menées avec les objectifs, les tâches , les compétences ;
- L'analyse a priori du petit moulin ;
- Une synthèse d'un article écrit par un chercheur anglais ;
- Une réflexion à propos de la continuité des apprentissages concernant le cercle à l'école primaire ;
- Une banque d'exercices avec les compétences qu'ils permettent de développer.

Nous avons aussi évoqué une des difficultés que nous avons rencontrée cette année à propos des situations choisies, construites avec ou par des formateurs : celle, réelle, d'appropriation de ces dernières par les enseignants volontaires pour être filmés dans notre projet. En effet certaines séances n'ont pas abouti en terme d'apprentissage mathématique pour les élèves, car l'enseignant ne s'était pas approprié l'enjeu mathématique de la situation en terme de savoir à construire.

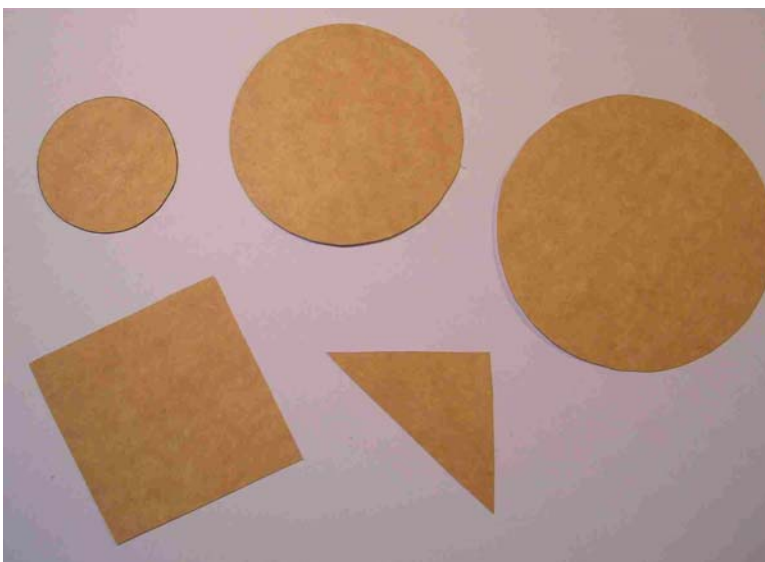
Le travail de l'atelier nous a permis de mieux cerner les conditions qu'il semble nécessaire de prendre en compte pour que les véritables enjeux d'apprentissages d'une situation soient mis en évidence dans l'outil que nous nous proposons de construire : il ne s'agit pas tant d'élaborer des modèles mais de faire apparaître les enjeux, par une analyse critique constructive, de ce qui se passe réellement dans une classe.

Annexe 1



Le petit moulin monté

Les formes(vues de dos) qui permettent de construire le petit moulin.



Les gabarits permettant de reproduire les disques (recherche du centre et de la longueur du rayon) et les gabarits permettant d'obtenir par pliage la forme du mur et du toit à partir du disque.

Annexe 2

Les 5 séances filmées du petit moulin dans une classe de CE1 en janvier 2004

Séance 1 : Découverte du petit moulin

Objectif du maître : Permettre la dévolution du problème. La motivation de la construction technologique va permettre de donner du sens à la nécessité de construire des disques donc des cercles.

Tâches de l'élève : Décrire les formes qui constituent ce petit moulin et faire une représentation des différentes pièces avec sa propre méthode.

Institutionnalisation : La nécessité d'avoir un instrument fiable pour construire des cercles de la taille que l'on souhaite : le compas.

Séance 2 : Tracer des cercles et définir les termes de « centre » et de « rayon »

Objectifs du maître : Evaluer les compétences des élèves sur les tracés à l'aide du compas.
Mettre en place le vocabulaire géométrique de la figure tracée correspondant à l'action sur l'outil technique (écartement des branches du compas → rayon du cercle, etc.).

Tâches de l'élève : Tracer des cercles quelconques sur une feuille unie puis tracer des cercles concentriques sur une feuille unie. Faire autant d'essais nécessaires afin de réussir.

Institutionnalisation : Présentation d'une affiche à propos du cercle et du vocabulaire associé (centre, rayon, disque).

Séance 3 : S'entraîner à tracer différents cercles sans contrainte puis avec contrainte (le centre est donné, le centre et la longueur du rayon sont donnés).

Objectifs du maître : Une séance d'entraînement avec des aides personnalisées. Donner du sens aux notions de rayon (report d'une longueur) et de centre.

Tâches de l'élève : Tracer de cercles connaissant la longueur du rayon, valider la construction (avec papier calque). Reproduire des figures complexes composées de cercles (pour les élèves les plus performants).

Institutionnalisation : Présentation d'une fiche outil sur le compas.

Séance 4 : Commencer la construction du petit moulin

Objectifs du maître : Séance de réinvestissement sur les tracés de cercles avec contraintes pour reproduire des figures géométriques plus complexes (chenille, frise, etc.).

Apprendre à utiliser une fiche technique décrivant les différentes phases de construction du moulin et précisant la longueur du rayon des disques à fabriquer.

Tâches de l'élève : Analyser une figure composée de cercles afin de la reproduire.
Construire les ailes du moulin(4 disques de même taille) en suivant la fiche technique.

Séance 5 : Finir la fabrication du petit moulin

Objectif du maître : Poursuivre l'entraînement sur la construction de cercles dont le rayon est donné.

Tâches de l'élève : Construire les disques nécessaires pour la fabrication du toit et du mur du petit moulin, puis découper chaque pièce et assembler.

Annexe 3

Le petit moulin au cycle 2

But de la séquence : reproduire un objet « le petit moulin » uniquement constitué de six disques :

- un grand disque qui permet de construire le mur ;
- un moyen disque qui permet de construire le toit ;
- quatre petits disques superposables qui permettent de construire les ailes.

Les différents éléments sont attachés ensemble à l'aide d'une attache parisienne (Annexe 1).

Objectifs de la séquence :

- introduire le compas pour construire des cercles ;
- se familiariser avec le compas pour apprendre à le manipuler ;
- mettre en évidence les caractéristiques géométriques de l'outil en rapport avec l'objet géométrique cercle : la pointe qui pique avec le centre du cercle et l'écartement entre la pointe et la mine avec le rayon.

Séance 1

Matériel pour deux élèves : un « petit moulin ».

Quelques « petits moulins » qui ne seront pas démontés et qui serviront de référence.

Un grand modèle qui restera affiché au tableau.

Phase 1

Tâche : Les élèves doivent se familiariser avec l'objet en l'observant. Ils peuvent retirer l'attache parisienne. Ils doivent aboutir au fait qu'il est constitué de six disques de différentes tailles.

Les élèves doivent alors dessiner sur une feuille unie les différents morceaux obtenus après démontage du moulin.

Phase 2 : mise en commun.

Certaines productions d'élèves sont alors affichées :

- des productions obtenues en utilisant les différentes formes qui constituent le moulin comme gabarit ;
- des productions où les élèves ont tracé approximativement les cercles à l'aide d'objets ronds disponibles dans la classe et ont indiqué les pliages ;
- des productions à main levée.

Cette mise en commun permet l'analyse des différentes productions et la mise en évidence des différentes manières utilisées pour les obtenir. Les irrégularités des tracés font apparaître la nécessité de trouver des moyens permettant d'être plus précis. Les élèves peuvent proposer l'utilisation de gabarit ou évoquer le compas.

On met en évidence que pour construire le petit moulin, il va falloir construire 6 cercles : un grand pour le mur, un moyen pour le toit et 4 petits pour les ailes.

Séance 2

Objectif : introduire le compas, apprendre à l'utiliser.

Matériel pour chaque élève : un compas, une feuille unie « format A3 ».

Tâche : Les élèves doivent utiliser le compas pour tracer librement des cercles de différentes tailles.

Les différentes productions des élèves sont ensuite affichées et commentées.

L'analyse des productions permet de mettre en évidence les différents éléments du compas : la pointe, l'écartement entre la pointe et la mine, le fait que pour dessiner des petits cercles il faut réduire l'écartement et que pour dessiner des grands cercles, il faut l'augmenter.

Les termes « centre » et « rayon » sont introduits en liaison avec l'instrument.

Remarque : l'apprentissage de la manipulation du compas prend du temps pour les élèves de cycle 2. Il est donc nécessaire de prévoir des séances d'entraînement à cette manipulation.

Séance 3 :

Objectif : Réinvestir l'utilisation du compas.

Prendre conscience qu'une fois l'écartement des deux branches du compas fixé, on peut reproduire des cercles de même taille.

Matériel : pour chaque élève des feuilles de papier uni , un compas, un gabarit du disque permettant la construction des ailes. Puis des feuilles de bristol pour la seconde phase. Un petit moulin pour deux élèves ; une enveloppe avec leur prénom pour mettre les différents éléments du moulin au fur à mesure de sa construction, une paire de ciseaux.

Phase 1 :

Tâche : Les élèves doivent trouver un moyen pour reproduire un cercle de la même taille que le gabarit. Le centre du cercle qui a permis la construction du gabarit n'est pas indiqué.
Les élèves doivent arriver à construire le cercle en utilisant le gabarit et le compas ; ils doivent donc gérer leurs essais.

Le fait qu'il s'agisse de construire le cercle permettant d'aboutir à la construction des ailes peut inciter les élèves à trouver le centre par pliage. Une fois l'écartement trouvé, ils doivent prendre conscience qu'ils peuvent tracer d'autres cercles de la même taille. Une mise en commun recense toutes les procédures des élèves et permet de mettre à nouveau en évidence les propriétés géométriques du cercle en liaison avec le compas.

Phase 2 :

Les élèves tracent alors les quatre cercles qui permettent d'obtenir les ailes.
Il faut prévoir un moment pour découper les disques ainsi construits. Les élèves sont en effet encore maladroits dans la réalisation de cette tâche.

Séance 4 :

Matériel Pour chaque élève : un compas, l'enveloppe à leur nom, des feuilles de papier uni, une feuille de bristol, une paire de ciseaux. Un gabarit du disque permettant la construction du mur du moulin.

Pour deux élèves : un petit moulin.

Quelques gabarits de carré en carton fort permettant d'obtenir la forme du mur en pliant le disque autour.

Tâche : Les élèves doivent reproduire sur la feuille de papier un cercle de la même taille que celui qui a permis d'obtenir le gabarit.

Une fois le cercle correctement tracé, ils peuvent le reproduire sur la fiche bristol puis découper et construire le mur du moulin.

Séance 5 :

Matériel : *Pour chaque élève :* un compas, l'enveloppe à leur nom, des feuilles de papier uni, une feuille de bristol, une paire de ciseaux. Un gabarit du disque permettant la construction du toit du moulin.

Pour deux élèves : un petit moulin.

Quelques gabarits de triangle en carton fort permettant d'obtenir la forme du mur en pliant le disque autour.

Le déroulement est le même que celui de la séance précédente.

Séance 6 :

Matériel : *Pour chaque élève :* l'enveloppe contenant tous les éléments du moulin ; une attache parisienne.

Phase 1 : montage du petit moulin.

Phase 2 : institutionnalisation.

On pose la question suivante aux élèves : « *Qu'avez-vous appris en construisant le petit moulin ?* »

On attend à ce que les élèves disent qu'ils ont appris à tracer des cercles en utilisant le compas.

On peut alors construire une affiche avec les différentes parties du compas en liaison avec les propriétés du cercle : *centre* et *rayon*.

Le petit moulin au cycle 3

Objectifs pour le cycle 3 :

- réinvestir l'utilisation du compas et la mettre en liaison avec les propriétés géométriques du cercle ;
- mettre en évidence ou réinvestir les caractéristiques du cercle : centre, rayon, diamètre ;
- approcher la notion de figure inscrite dans un cercle : carré, triangle.

Le déroulement est le même qu'au cycle 2 mais les élèves devront trouver un moyen pour inscrire un carré et un triangle dans un cercle afin de construire le mur et le toit du moulin.

Selon les connaissances visées, le triangle permettant de construire le toit du moulin sera isocèle rectangle, isocèle ou équilatéral.