

En lycée professionnel, le co-enseignement comme moyen de différencier sa pédagogie

Mélanie Berthelot-Lepage, PLP mathématiques – physique chimie, Irem Pays de la Loire et membre de la Loire

mlepage2@ac-nantes.fr

Marie Toullec, professeure des universités en sciences de l'Éducation et de la formation, CREN (UR 2661), Nantes Université, Inspé

marie.toullec@univ-nantes.fr

Frédéric Reboux, Inspecteur de l'Éducation Nationale en mathématiques–physique chimie, Rectorat de Nantes.

frederic.reboux@ac-nantes.fr

Résumé

Depuis plusieurs années, dans l'académie de Nantes, les inspecteurs de la voie professionnelle ont initié des modules de formation au Plan Académique de Formation (PAF), avec le souci de conforter l'expertise des formateurs *via* des résultats de la recherche. C'est dans cette optique que quatorze professeurs ont bénéficié d'un accompagnement par Marie Toullec sur la thématique de la différenciation pédagogique (Tremblay et Toullec-Théry, 2020). Suite à l'apport de la chercheuse, fondé sur les recommandations du jury de la conférence du consensus Cnesco et Ifé / ENS de Lyon (2017), une dynamique s'est instaurée et les formateurs ont expérimenté certains dispositifs au sein de leur classe. Mélanie Berthelot-Lepage, membre de ce groupe de formateurs, a poursuivi ses échanges avec Marie Toullec, au-delà du cadre de la formation, pour rendre compte du travail mené au lycée du Bâtiment et Travaux publics de Nantes pendant l'année scolaire 2020-2021. Avec son collègue, Fahrât Rekik (PLP Gros Oeuvre), Mélanie Berthelot-Lepage (PLP en mathématiques – physique chimie) enseigne dans une classe très hétérogène de seconde CAP « ouvrage béton armé » pour laquelle une différenciation pédagogique est nécessaire. Pour répondre aux besoins de chaque élève, les deux enseignants ont alors expérimenté diverses formes de travail à deux. Cet article tente de répondre à leur questionnement : en quoi un dispositif de travail à deux permettrait-il une différenciation pédagogique plus effective des apprentissages au profit de tous les élèves ?

L'expérimentation présentée a comme thème les propriétés du théorème de Pythagore et la règle du 3, 4, 5, un objet d'étude central pour les métiers du Gros Œuvre. En effet, pour implanter une maison, le maçon utilise la règle de 3-4-5 pour poser les cordeaux qui matérialiseront les futurs murs. Pour vérifier la perpendicularité d'un ouvrage, le maçon peut se référer à la réciproque du théorème de Pythagore.

Nous avons élaboré cet écrit en plusieurs parties, d'abord une introduction, présentant le contexte institutionnel et le questionnement professionnel des enseignants, puis une description du thème de l'activité, dans ses dimensions académique (les mathématiques) et de métier (le Bâtiment) ; suit une description de la mise en œuvre de l'expérimentation, illustrée de photos montrant cette différenciation pédagogique que promeut un coenseignement. L'article termine par

une analyse des effets de ces pratiques à deux enseignants sous l'angle de différenciation pédagogique.

Mots clés

Différenciation pédagogique, coenseignement, Analyse de pratiques, Pythagore

Partie 1 : Introduction – contexte institutionnel et questionnement professionnel

- Contexte institutionnel

Cet article est le fruit d'une rencontre entre Mélanie Berthelot-Lepage, professeure de mathématiques – physique chimie, Marie Toullec-Théry, professeure des universités en sciences de l'Éducation et de la formation, et Frédéric Reboux, inspecteur de mathématiques - physique-chimie. Le point de départ fut la mise en place d'une formation autour de la différenciation pédagogique, à destination des professeurs-formateurs de lycées professionnels de l'académie de Nantes, toutes disciplines confondues. Les prescriptions institutionnelles disent en effet qu'il faut différencier. Pourtant, les expériences en classe mettant en jeu une différenciation pédagogique sont peu documentées scientifiquement (Sensevy & al., 2002 ; Galand, 2017). Un vide existe entre pratiques et théorie, or les enjeux sont ambitieux puisqu'il s'agit, face à l'hétérogénéité grandissante des élèves, de les faire tous progresser. Marie Toullec-Théry, présidente du jury de la conférence du consensus sur la différenciation pédagogique¹, les a alors accompagnés plusieurs mois pour déconstruire certaines représentations et en reconstruire de nouvelles. Mélanie Berthelot-Lepage s'est emparée de cette thématique en proposant une séquence passée au crible des recommandations du jury de la conférence de consensus. Cette situation d'enseignement-apprentissage est menée avec un collègue d'enseignement professionnel du bâtiment, pour ainsi mieux répondre à l'hétérogénéité des élèves *via* cette différenciation pédagogique que peut représenter le travail partagé (Toullec-Théry, 2016, 2017 ; Toullec-Théry, M. et Moreau, G., 2020).

Le travail partagé entre un professeur du champ professionnel et un professeur de Français ou un professeur de mathématiques - physique chimie est une injonction institutionnelle en lycée professionnel, depuis le décret de 2018². La définition telle qu'elle apparaît dans le vademecum à destination des enseignants précise que ce qui est nommé la *co-intervention est une modalité pédagogique de mise en œuvre des référentiels et des programmes dans laquelle deux enseignants interviennent ensemble dans une même salle (ou un même lieu) et au même moment*. Toutefois cette définition correspond à celle du coenseignement tel que définit chez les anglosaxons (Friend et Cook, 2007).

Cet article concourt à un objectif de documentation d'une pratique effective – parmi d'autres – qui engagerait les élèves de lycée professionnel vers des réussites. Il s'agit d'un exemple et non d'un modèle. Dans cette description-analyse, rien n'est en effet magique et même si l'expérience est encourageante, il subsiste des obstacles d'apprentissage et des dilemmes de métier.

Cet article pose deux hypothèses :

1. Différencier sa pédagogie permet de ne pas augmenter les écarts entre les élèves (Kahn, 2010). Constituer des travaux en groupe ou organiser une table d'appui (Forget, 2017) seraient des moyens bénéfiques pour rendre plus accessibles les apprentissages.

¹ Conférence nationale qui a été organisée par le CNEC et l'Ifé, en 2017 : <https://www.cnesco.fr/differenciation-pedagogique/>

² Arrêté du 21 novembre 2018 relatif à l'organisation et aux enseignements dispensés dans les formations sous statut scolaire préparant au certificat d'aptitude professionnelle

2. Une modalité de différenciation pédagogique qui consiste à faire travailler ensemble deux enseignants améliore la prise en compte de la diversité des élèves (Tremblay, 2012). Cointervenir, *via* la mise en place de groupes de besoins et plus particulièrement coenseigner *via* la prise en compte à deux des mêmes objets d'apprentissage, serait alors bénéfique.

– Définir de quoi nous parlons

Tentons ici, avant tout développement de l'expérience, de définir certaines notions pour ainsi construire un langage commun.

Bucheton (2017), en intitulant son intervention, lors de la conférence de consensus du CNESEO, « Différencier, oui, mais ensemble » met l'accent sur le collectif. La différenciation pédagogique se dissocie alors de l'individualisation. Il s'agit ainsi de maintenir le plus possible tous les élèves dans un temps didactique commun au cours duquel une palette de propositions ajustées aux obstacles didactiques aura été anticipée. Une situation féconde correspondrait donc à une unique situation travaillée *in situ*, dans le collectif, et les réponses aux obstacles seraient plurielles et différenciées pour que l'ensemble des élèves puisse endosser la responsabilité de la situation.

Ainsi “le développement singulier des personnes a besoin du collectif. Plus le collectif est ouvert et riche de différences, plus le « milieu » au sens donné par la didactique des mathématiques, offre des ressources aux élèves pour trouver des appuis différents chez les pairs, des défis, des stimulations” (Bucheton, 2017).

Dans ce cadre de pratiques différenciées, **cointervenir** ou **coenseigner** peuvent être des réponses. C'est d'ailleurs ce qui est proposé dans la réforme des lycées professionnels (2018), en faisant travailler ensemble deux professeurs, l'un d'enseignement général, l'autre d'enseignement professionnel. Le tableau ci-dessous présente sept configurations possibles de travail à deux qui tiennent soit du coenseignement, soit de la cointervention.

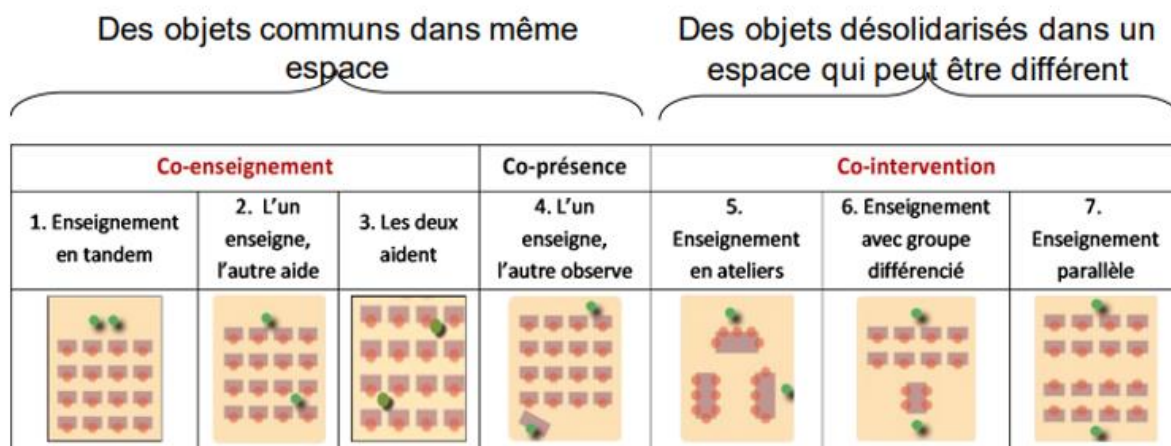


Figure 1 : 7 configurations envisagées par le comité national de suivi du dispositif Plus de maîtres que de classes (2015).

Le coenseignement correspond aux configurations 1, 2, 3, mais aussi 4 -même s'il s'agit là plus d'une présence qui tient de l'observation que d'un enseignement. Ces quatre configurations consistent en un travail pédagogique à deux, avec un même groupe d'élèves, dans un temps et

un espace commun. Deux enseignants partagent alors les responsabilités éducatives pour atteindre des objectifs d'apprentissage communs à tous (Tremblay 2015), au sein de la classe. Ce travail conjoint implique la co-instruction, mais aussi la co-planification et la co-évaluation d'un groupe classe (Murawski et Hughes, 2009). Une contrainte importante du coenseignement tient dans un temps de préparation commun et de planification important (Arguelles et al., 2000 ; Scruggs et al., 2007).

Les configurations 5, 6 et 7 correspondent à la cointervention: il n'y a pas nécessité de travailler les mêmes objets d'apprentissage et les lieux peuvent aussi être différents (dans deux espaces classe, par exemple). Le travail en amont commun aux deux enseignants est moins exigeant.

En quoi ce panel de sept modalités peut-il alors concourir à une différenciation pédagogique ; c'est ce que vous allons montrer dans la suite de cet article. Comment nous en sommes-nous saisis ?

– Construction du projet de travail à deux

Pour construire notre séquence d'apprentissage, nous nous sommes inspirés de recommandations issues du dossier de synthèse de la conférence de consensus. Certaines d'entre elles ont été plus spécifiquement activées dans cette expérimentation, nous les avons grisées dans le tableau ci-dessous.

R2	Garantir des objectifs ambitieux communs à tous
R3	Prendre en compte l'hétérogénéité tout en maintenant des situations et enjeux collectifs
R4	Agencer les différentes phases d'apprentissage pour viser un enseignement cohérent
R5	Penser un étayage (guidage) des activités des élèves, mais aussi un désétayage progressif dès que possible
R6	Adopter des postures enseignantes variées pour plus de réflexivité et de créativité chez les élèves
R7	Faire expliciter par les élèves les visées de l'apprentissage et les comportements souhaités
R8	Responsabiliser davantage les élèves via une auto-évaluation à divers moments des apprentissages
R11	Varié l'organisation des modalités de travail pour mieux accompagner les élèves
R12	Travailler à plusieurs enseignants pour accorder une attention plus fine à tous les élèves
R13	Faire coopérer les élèves pour favoriser l'acquisition de savoirs et de compétences relationnelles

– Contexte de l'expérimentation

Cette expérimentation a été menée dans une classe de quinze élèves de seconde CAP « ouvrage béton armé ». L'idée était d'articuler les mathématiques et l'atelier Gros Œuvre pour enseigner le théorème de Pythagore et sa réciproque, notion mathématique importante pour la maçonnerie.

Le temps imparti au travail à deux est de 1h25 min par semaine. Cette classe de seconde CAP « ouvrage béton armé »³ présente une forte hétérogénéité, notamment par la présence d'élèves dits « à besoins éducatifs particuliers » :

- deux élèves ont des troubles des fonctions cognitives sont soutenus par le dispositif ULIS de notre établissement. Régulièrement, l'enseignant coordonnateur ULIS vient en appui en cours de mathématiques et physique chimie, il aide en particulier ces élèves et en soutient également d'autres ayant des besoins ponctuels lors d'une tâche demandée.

- trois élèves allophones participent à des cours spécifiques de FLE. Ces élèves rencontrent des difficultés majoritairement en lecture et écriture de la langue française.

Les autres élèves ont un niveau de maîtrise hétérogène des compétences disciplinaires. Ils ont aussi parfois une posture d'élève à consolider.

Comment alors fonctionner à deux pour répondre aux besoins de chacun ? En quoi un tel dispositif nous engagerait-il à plus différencier les apprentissages au profit de tous les élèves ?

Partie 2 : Présentation de l'activité

I. Les enjeux de la séquence

Une anticipation professorale des obstacles potentiels (analyse didactique a priori)

Préalablement à l'expérimentation, l'enseignante de mathématiques a localisé les principaux obstacles liés à l'apprentissage du théorème de Pythagore. En lycée professionnel, les élèves ont des difficultés dans la résolution algébrique de situations. Toutefois, ces élèves du bâtiment ont besoin de connaître et savoir appliquer les propriétés du théorème de Pythagore et sa réciproque. L'enseignante localise d'abord deux obstacles, celui de l'aspect algébrique de résolution d'équations et celui de permutation de lettres (pour appliquer le théorème dans un triangle EGH au lieu de ABC). Elle va donc rester dans le cadre géométrique, en faisant référence à l'égalité d'aires. Le travail algébrique pourra s'effectuer dans d'autres séquences plus appropriées.

L'enseignante a également identifié un troisième obstacle. La notion « le carré d'un nombre » peut en effet se révéler délicate. Elle a choisi, par anticipation, de la travailler sous forme de mise en place d'automatismes, lors d'un temps d'aide personnalisée une ou deux semaines avant co-intervention.

Pour prendre les bonnes mesures afin d'identifier si deux murs sont perpendiculaires, les difficultés les plus souvent rencontrées résident dans le fait que l'hypoténuse n'est pas matérialisée et que les murs, contrairement aux droites, ont une épaisseur. Les élèves ne voient alors pas toujours où prendre les mesures. Deux méthodes peuvent être utilisées :

L'une, plus utilisée sur un chantier, utilise la méthode du 3,4,5 ou ses multiples (selon la taille du bâtiment mettant en œuvre la réciproque du théorème de Pythagore), comme par exemple 15, 20, 25. À partir de l'angle droit, on mesure ainsi 15 mètres et on place un point. En repartant

³ Cette spécialité vise à former aussi bien des futurs maçons de maisons, utilisant principalement des briques que des agents du gros Œuvre, construction d'immeubles basée sur le coulage en béton d'éléments coffrés.

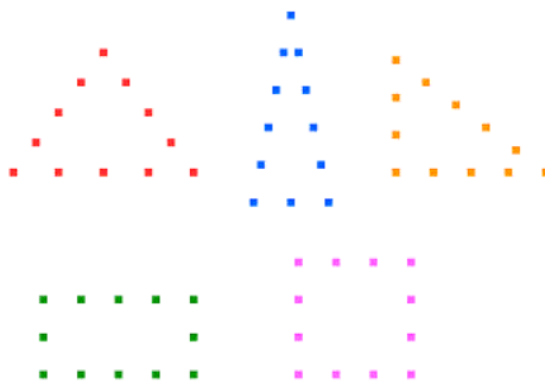
de l'angle droit on mesure 20 mètres, et on place un autre point. Entre les deux points, on doit trouver 25 mètres avec une précision d'un centimètre.

Dans l'autre méthode, les dimensions des deux côtés de l'angle droit sont données sur un plan. On peut alors calculer la longueur de l'hypoténuse en utilisant le théorème de Pythagore. Sur le terrain, il s'agit de vérifier que la longueur de la diagonale est juste.

Les deux enseignants savent qu'il est important de régulièrement revenir sur les différents tracés nécessaires aux apprentissages professionnels des élèves. L'enseignante de mathématiques fait alors très souvent référence aux propriétés des figures sous-jacentes à l'utilisation du matériel de géométrie. L'enseignant de professionnel montre souvent, à l'aide de schémas ou de règles, la manière d'implanter la façade d'une maison qui est, le plus souvent, parallèle à la limite de propriété. Une grande équerre peut être utilisée pour effectuer une double perpendicularité pour déterminer le coin de la maison et le côté de la façade. L'enseignant de professionnel (comme le fait un artisan) place alors une corde pour matérialiser l'axe de symétrie du mur. Avec la méthode du 3, 4, 5 ou de ses multiples, l'angle droit du bas du mur est matérialisé par des cordeaux. Il suffit ensuite de mesurer les longueurs des deux côtés de l'angle droit et placer un jalon à chacun de ces points, etc... Pour vérifier, si tout est bien positionné, le maçon peut calculer, à l'aide du théorème de Pythagore, la longueur de la diagonale de la maison et ensuite vérifier sur le terrain.

II. II. D'un point de vue conceptuel

La corde à nœuds nous a semblé être l'outil adéquat pour répondre aux enjeux de la séquence. En effet, elle utilise la règle du 3 4 5. Selon la taille de l'édifice, on peut prendre une unité plus ou moins grande, ce qui permet d'aborder la notion de rapport d'agrandissement multiplicateur des dimensions et de mettre en lumière les propriétés des figures sous-jacentes à chacun des tracés. L'idée est de former le maximum de formes géométriques en faisant coïncider le premier et treizième nœud.



En rouge, un triangle équilatéral : 4-4-4.

En bleu, un triangle isocèle, la forme d'un clocher d'église : 2-5-5.

En jaune, un triangle-rectangle, formant un angle droit : 3-4-5.

En vert, un rectangle : 2-4-2-4.

En rose, un carré : 3-3-3-3.

[Source : Corde à 13 nœuds. - Autonomie, autarcie, survie. Tout faire soi-même.](#)

Avant d'amorcer la première séance, nous avons sensibilisé les élèves à l'importance, dans le Gros Œuvre, de vérifier la perpendicularité ou de calculer une des longueurs dans un triangle rectangle connaissant celles des deux autres côtés. Nous avons montré, lors d'une situation déclenchante, un ouvrage (en termes de construction) : son implantation est-elle bien rectangulaire ? Où et comment calculer la longueur d'une diagonale d'une implantation rectangulaire ?

III. Du point de vue des enjeux didactico-pédagogiques et des organisations

La séquence étudiée dans ce document se déroule sur trois séances de 1h25min, toutes menées à deux, parfois en co-intervention (mise en place de groupes aux enjeux différents), parfois en coenseignement (pilotage à deux de la séance sur des objets communs).

Voici ci-dessous un tableau récapitulatif des objectifs de la séquence :

Objectif de l'activité professionnelle	<ul style="list-style-type: none"> - Tracer à la craie avec soin et précision des implantations - Utiliser la règle du 3,4,5 pour implanter ou vérifier la perpendicularité d'un ouvrage - Introduire l'utilisation du théorème de Pythagore pour vérifier un ouvrage ou implanter par rayonnement
Situation problématique	<p>Utilisation de la corde à nœuds en Egypte antique.</p> <p>Vérification de la perpendicularité d'ouvrages de l'atelier Gros Œuvre</p>

IV. Description :

Plusieurs étapes ont été envisagées pour cette séquence :

Activité de découverte sur la corde à noeuds :

- Découverte et construction de celle-ci.
- Utilisation de la corde à treize noeuds pour dessiner des figures sur le sol de l'atelier

Phase d'institutionnalisation :

Théorème de Pythagore comme égalité d'aires et propriétés conservées lors de l'agrandissement ou le rétrécissement du triangle défini par le triplet 3, 4, 5.

Applications sur le terrain :

Vérifier si l'ouvrage est « à l'équerre » en bas ou haut du mur. Si ce n'est pas le cas où se situe le problème. Est-ce « d'aplomb » (vertical) ? Est-ce l'implantation au sol ?

Partie 3 : Mise en œuvre

II. Descriptif de la pratique dans la séquence d'apprentissage

La trame de préparation et la fiche élève sont placées en annexes 1 et 2.

II.1 Éléments clé de la première séance

TEMPS 1 : présentation d'une corde à nœud et détermination de ses caractéristiques

Ce temps de travail s'effectue dans la salle adjacente à l'atelier de Gros Œuvre. Les deux enseignants sont présents, dans une modalité (1) de coenseignement en tandem (ils copilotent l'activité). Des photos illustrent les différents temps forts de la séquence, et leur analyse s'effectuera à partir des recommandations, déjà citées plus haut, issues de la conférence de Consensus sur la différenciation pédagogique (2017).



Photo 1 : Présentation d'une corde à 13 nœuds

1. L'enseignant du champ professionnel présente la corde à nœuds aux élèves, sans pour l'instant en expliquer l'usage.

Les deux enseignants engagent alors une réflexion collective : en quoi cette corde est-elle particulière ?

3. Un élève compte 13 nœuds.

2. Les intervalles entre les nœuds sont de même longueur.



Photo 3 : comptage des nœuds



Photo 2 : Comparaison de la longueur des intervalles

TEMPS 2 : construction d'une corde à nœuds

Ce temps de travail est effectué dans l'espace atelier de Gros Œuvre. Le groupe est organisé en flots de quatre ou cinq élèves de niveaux hétérogènes. Les deux enseignants, si nécessaire, aident (modalité (3) de coenseignement, les deux aident).

1. Il s'agit tout d'abord pour les élèves de construire une corde à nœuds. Certains élèves replient douze fois le fil d'une même longueur et notent à chaque fois un point extrémité. D'autres se munissent d'un double décimètre pour mesurer la longueur de la corde et déterminer quelle pourra être la longueur entre deux nœuds en divisant la longueur totale par 12.



Photo 4 : Placement des noeuds

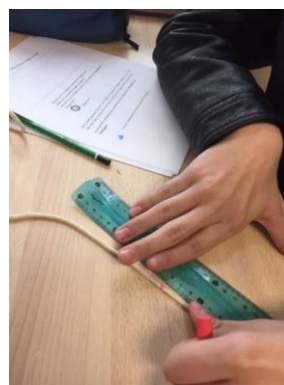


Photo 5 : Mesure du même écart entre chaque noeud

2. Il s'agit ensuite pour les élèves, munis de leur corde à nœuds, de construire :
 - **Un cercle** (dans le bâtiment, les piliers sont parfois cylindriques, leur base est donc un disque).



Photo 6 : Tracé d'un cercle

- **Un triangle équilatéral ou isocèle** : Ici le travail du groupe est épaulé dans sa recherche par l'enseignante de mathématiques. Ce tracé permet d'obtenir des angles particuliers par exemple 60° pour le triangle équilatéral (en gros-œuvre, il est parfois utile de pouvoir tracer un angle dont on connaît sa mesure).

Photo 7 : Tracé d'un triangle rectangle (instrumenté avec l'aide de l'enseignante)



TEMPS 3 : retour en salle adjacente à l'atelier de Gros Œuvre

Les élèves présentent au tableau l'utilisation de la corde à nœuds. Les deux enseignants aident à la manipulation : ils sont ici uniquement présents comme points d'appui au marquage des nœuds.

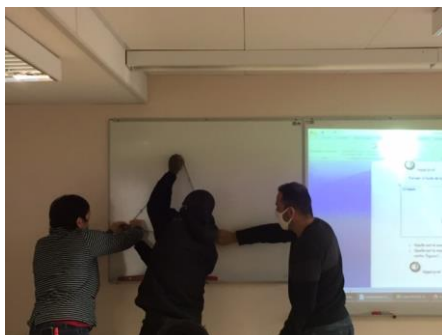


Photo 8 : Construction d'un triangle équilatéral

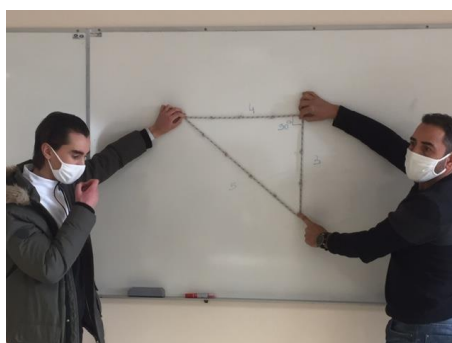


Photo 9 : Construction d'un triangle rectangle au tableau

Pour le triangle rectangle, il y a ici une symbolisation de l'angle droit. Des indications de longueurs sont données *in situ* par l'enseignante de mathématiques (comme le montre la photo ci-dessous).

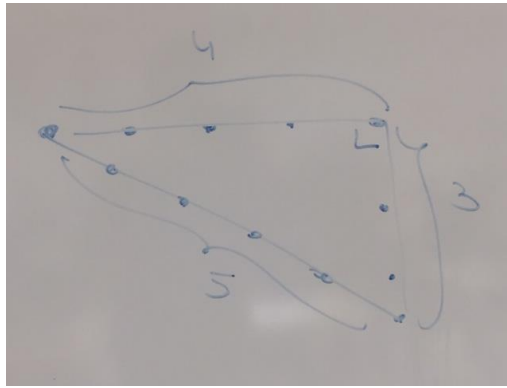


Photo 10 : Schématisation des douze intervalles compris entre chaque point.

Les élèves visionnent ensuite pendant quelques minutes une vidéo sur l'utilisation de la corde à nœuds dans la construction du château fort de Guédelon⁴. L'enseignante de Mathématiques prend alors la main et introduit ensuite le mot « Pythagore », cité dans la vidéo. Un second film est alors présenté sur la démonstration chinoise de la propriété de Pythagore. L'enseignante de mathématiques en fait une interprétation pour les élèves (modalité (4) l'un enseigne, l'autre, le professeur de voie professionnelle, observe).



Photo 11 : L'enseignante annote la photo pour l'angle droit et les longueurs 3, 4 et 5

Des élèves participent pour montrer que le triplet 3,4,5 vérifie la propriété de Pythagore : ils observent que l'eau contenue dans les deux petits pavés de section carrée correspond exactement à l'eau nécessaire pour remplir la grande cuve en forme de pavé adjacente à l'hypoténuse (toutes les cuves sont des pavés de base carrée et de même profondeur). Ils calculent avec l'enseignante les aires des trois carrés correspondant au triangle 3,4,5 et observent qu'il y a égalité.

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=tfHBJX6+t0U>

II.2 Deuxième séance

TEMPS 1 : Travail effectué dans la salle adjacente à l'atelier de Gros Œuvre

L'enseignante de mathématiques effectue un retour sur la vérification chinoise de la propriété de Pythagore, déjà vue lors de la séance 1. Il s'agit 1) d'une avancée vers l'énoncé du théorème de Pythagore et sa réciproque et 2) d'une validation que la règle 3,4,5 qui vérifie le théorème de Pythagore. S'ensuit une animation sur Géogebra, un élève teste *via* l'ordinateur que, par agrandissement ou réduction, la propriété de perpendicularité est conservée.

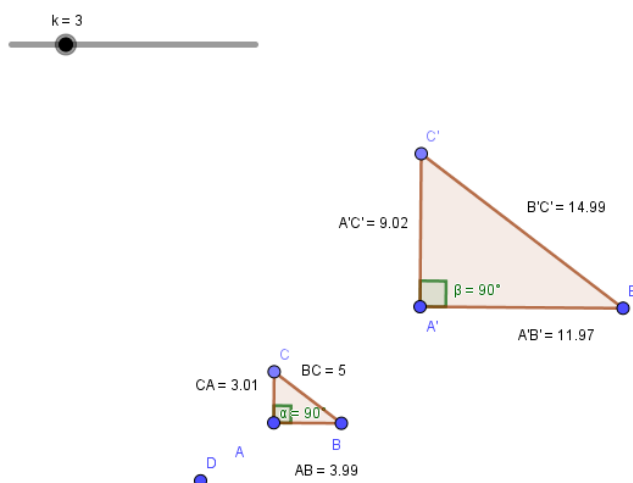


Figure 1 : Copie d'écran page Geogebra incluant un curseur d'agrandissement

Après une synthèse par l'enseignante de mathématiques de la règle de 3,4,5 et de ses triplets multiplicateurs, l'enseignant de voie professionnelle explicite un exemple lié à l'implantation (poser les cordeaux au sol) d'une maison rectangulaire, par exemple de 6 mètres de largeur et 10 mètres de longueur. Quel triplet utiliser pour être au plus juste ? Avec (3 ;4 ;5), on risque de créer un écart (6 ;8 ; 10) conviendrait (7,5 ;10,12,5). Ici les deux professeurs alternent leurs interactions avec les élèves, selon leur champ de compétences.

TEMPS 2 : Travail effectué dans l'atelier de Gros Œuvre

Les élèves sont placés en îlots pour expérimenter la méthode des 3,4,5 et ses multiplicateurs. Les deux enseignants ont anticipé, en amont, des moyens de différenciation pédagogique, selon les besoins-obstacles des élèves et le type d'ouvrage (juste deux murs constituant un angle, deux murs avec des murs gênant la mesure de la diagonale, problèmes de murs non verticaux, toute une maison à vérifier...)



Photo 12 : Les élèves s'interrogent à partir de quels points ils vont mesurer les longueurs.

II.3 Troisième séance

Travail effectué dans la salle adjacente à l'atelier de Gros Œuvre

Temps 1 : Un travail différencié

Les élèves sont placés en îlots pour expérimenter, selon leur niveau de compétences. On constitue en effet des groupes homogènes et faisons varier la difficulté des tâches selon la complexité des ouvrages.

- soit, à nouveau, la règle 3,4,5 et ses multiples ;
- soit la méthode avec la réciproque du théorème de Pythagore.



Photo 13 : Mesure de l'hypoténuse non matérialisée par un mur

Temps 2 : Travail effectué dans la salle adjacente à l'atelier de Gros Œuvre

Il s'agit de calculer la longueur de l'hypoténuse en utilisant le théorème de Pythagore et ainsi vérifier la perpendicularité de l'ouvrage. L'enseignante de Mathématiques soutient le travail de quatre élèves, à une table d'appui. Pendant ce temps le collègue du champ professionnel aide les élèves à prendre des cotes des ouvrages ou à schématiser ces derniers pour noter leurs mesures.



Photo 14 : Table d'appui

En cours de mathématiques, lorsqu'un élève doit tracer un triangle rectangle dont les trois cotés sont de longueurs connues, il a l'habitude de tracer un des côtés de l'angle droit, de marquer l'angle droit, de tracer le deuxième côté de l'angle droit, puis de finir par le grand côté en face de l'angle droit nommé hypoténuse.

L'enseignant de voie professionnelle explique alors aux élèves

- Qu'un professionnel commence par expliquer qu'une maison est construite de telle façon qu'un de ses côtés soit parallèle à une des limites de propriété. Il faut commencer par matérialiser avec deux piquets ce côté.
- Qu'avec des collègues, ils tirent à chacune des extrémités de ce premier segment, des doubles décamètres aux longueurs souhaitées (les longueurs du deuxième côté et l'hypoténuse), puis il se déplace jusqu'à se croiser. Le point d'intersection sera le dernier point du triangle rectangle.

Deux techniques sont alors proposées selon le niveau d'abstraction des élèves, soit 1) tracer un triangle rectangle de dimensions 3, 4, 5 mètres ; soit 2) tracer un triangle d'hypoténuse inconnue (il faut alors calculer sa longueur avant de tracer sur le terrain).



Photo 15 : L'enseignant de la filière professionnelle matérialise, avec un mètre et une règle, la méthode des deux décamètres « comme un compas » selon l'enseignante de mathématiques

Partie 4 : Analyse

4.1 Analyse de l'expérimentation au regard de la différenciation pédagogique

Un certain nombre des pratiques mises en œuvre au cours de cette expérimentation étaient déjà présentes dans l'enseignement de la professeure de mathématiques. D'autres ont évolué ou ont été introduites.

Ainsi, la mise en œuvre des travaux en îlots a évolué. Auparavant, seuls des groupes hétérogènes étaient composés, misant sur l'aide des élèves ayant plus de facilités sur la tâche demandée. Notre travail collectif enseignant/IEN/chercheur a mis au jour le fait qu'il serait peut-être préférable, pour les élèves présentant plus de difficultés, de parfois composer des groupes de besoin (donc plus homogènes) amenant à des productions différentes, ou des étayages plus conséquents sur une même tâche. Nous avons donc mis en œuvre ces deux leviers pour différencier. En effet, nous avons différencié les productions pour vérifier la perpendicularité : pour les experts il s'agissait de manier la réciproque du théorème de Pythagore, avec la difficulté parfois inhérente à l'accessibilité des prises de mesures. Pour les élèves rencontrant des difficultés, ils ont utilisé la règle du 3, 4, 5 avec la corde à nœuds puis le mètre à ruban en utilisant les multiples du triplet (3 ;4 ;5).

Par ailleurs, nous avons anticipé l'usage de tableaux blancs, utilisés en autonomie par des groupes d'élèves. Nous avons ainsi aménagé la salle avec cinq tableaux blancs, régulièrement utilisés pour les travaux de recherche en groupes. Il est ainsi plus facile de réguler le travail de chaque groupe. Les élèves se sont de plus pris au jeu et ont organisé plus facilement leurs idées. Ces tableaux facilitent aussi les schémas et les échanges oraux. Lors de notre expérimentation, les élèves ont utilisé, dans le grand atelier, des craies directement sur le sol pour schématiser. Parfois, pour expliquer au groupe entier sur un ouvrage précis, nous avons utilisé un tableau blanc roulant, ou affiché des plans sur lesquels nous faisons des annotations.

Une table d'appui, c'est-à-dire un espace de regroupement a été proposé pour faire un « point méthode » avec les élèves qui en avaient besoin. Il y en a eu de deux types. Un établi a été placé au centre de l'atelier. Malgré différentes tentatives, les élèves n'ont pas pris l'habitude de se regrouper à cet endroit. Sans doute que des explications dans l'atelier n'aide pas à la compréhension de l'obstacle parce que les élèves ne disposent pas de la construction devant eux. Par contre, en salle de technologie, la table d'appui a bien fonctionné pour des travaux de construction ou de calculs.

Nous avons enfin expérimenté des fiches d'auto-évaluation. Voici ci-dessous, un exemple, complété par un élève.

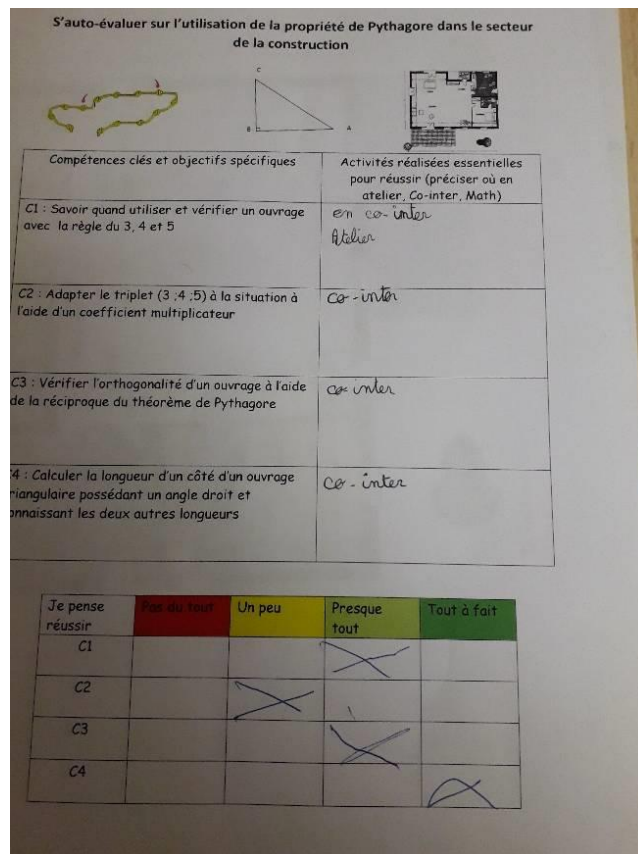


Photo 16 : Fiche d'auto-évaluation

Fiche en annexe 3. Pour les années suivantes, nous allons réfléchir à l'utilisation d'un répertoire qui pourrait être utilisé dans diverses disciplines sur des notions communes comme les conversions, les formules d'aires, de volumes, la signification de verbes de consignes.

4.2 Analyse de l'expérimentation au regard du coenseignement et des recommandations de la conférence de consensus

Cette partie est dédiée à l'analyse de cette expérimentation à travers le prisme des recommandations de la conférence de consensus. Nous analysons les plus-values et les limites de notre mise en œuvre. Pour plus de lisibilité, nous avons structuré notre propos en trois points : la partition collectif/individuel, la progression des apprentissages, le choix d'une activité avec un objectif motivant. Pour chaque point, nous indiquerons de quelle(s) recommandation(s) il s'agit, placerons en encadré, un ou deux courts extraits de cette recommandation.

1 La partition collectif/individuel

Plusieurs recommandations concernent la partition collectif/individuel. Notre expérimentation en a tenu compte.

R3 : Prendre en compte l'hétérogénéité tout en maintenant des situations et des enjeux collectifs

« Une différenciation trop centrée sur l'individu (sur l'individualisation des tâches) fait courir aux élèves le risque d'une rupture avec les processus collectifs d'apprentissages et augmente les écarts entre élèves. »

« D'où la nécessité de, collectivement, **désigner les connaissances qui ont été apprises, de les consigner**, pour construire progressivement, tout au long de l'apprentissage, **un texte de savoir**. Cette phase d'institutionnalisation est essentielle. »

Pour prendre en compte cette hétérogénéité, nous avons privilégié le coenseignement parce que cette modalité d'intervention accroît le taux d'encadrement. Il s'est agi d'aider à deux pendant les travaux des élèves en groupes, mais aussi, pendant que l'un enseignait, l'autre pouvait observer les réactions des élèves ou aider dans l'instant. Nous avons ainsi été en mesure de mener le même apprentissage et travailler les mêmes compétences. L'individualisation des tâches n'a pas été nécessaire, mais nous avons proposé plusieurs voies pour arriver à un même résultat. Nous avons alors été particulièrement attentifs aux supports d'aide mis à leur disposition. Les élèves les ont d'ailleurs utilisés. À deux, des temps plus réguliers d'institutionnalisation des connaissances ont été effectués.

R7. Faire expliciter par les élèves les visées de l'apprentissage et les comportements souhaités

« Dans les dispositifs d'apprentissage coopératifs par regroupement en petits groupes, afin de s'assurer que les élèves sont interdépendants dans leurs buts, les enseignants demandent aux élèves :

- (1) d'exprimer ce que les membres du groupe comprennent ;
- (2) de trouver les moyens de s'assurer que tous les membres du groupe sont d'accord sur une réponse commune ;
- (3) d'écrire une réponse commune sur la feuille de groupe. »

Ce travail d'explicitation a été facilité par le coenseignement. Les élèves ont plus facilement été mis au travail en groupes. Ces groupes leur ont permis de partager leurs idées, d'expérimenter ensemble ou encore d'expliquer leurs procédures au tableau. Par exemple, lors de la correction concernant la construction de la corde à nœuds, les élèves se sont exprimés sur les propriétés des angles, ont manipulé devant les autres au tableau pour présenter leur méthode.

Être à deux enseignants a permis d'encadrer ces explicitations. Certains élèves ont toutefois rencontré des difficultés à communiquer, expliquer leur raisonnement en autonomie. Notre rôle a alors été de les soutenir pour qu'ils trouvent les mots justes ou encore donner confiance au groupe quand il était sur une bonne piste. Cette présence étroite d'un des enseignants a été facilitée par la mise en place d'une table d'appui : on a pu y regrouper rapidement des élèves pour les soutenir dans l'élaboration de leurs procédures de construction.

R11. Varier l'organisation des modalités de travail pour mieux accompagner les élèves

« Une diversité d'organisation, entre collectif, groupe et individuel, permet aux enseignants de moduler leur positionnement et le degré de responsabilité des élèves. Les travaux de groupes et/ou les travaux individuels peuvent ainsi accorder aux enseignants une disponibilité, en les libérant momentanément de la gestion collective de la classe, et leur permettent d'accompagner un ou quelques élèves qui ont besoin d'un guidage renforcé. »

Le coenseignement permet une plus grande souplesse dans les organisations de la classe, avec des ajustements permanents. Si le travail en amont entre les deux enseignants est nécessaire pour se mettre d'accord sur les objectifs ou les documents-élèves, le moment à deux en classe ou en atelier libère chacun des contraintes « ordinaires ». Une plus grande autonomie a aussi été donnée aux élèves, puisqu'une aide plus rapide pouvait être apportée par les autres élèves de l'îlot, par l'un des deux enseignants, ou par les fiches-ressources. Avec un temps d'Aide Personnalisée organisée par anticipation (avant la séance) (Toullec-Théry, 2020), les élèves ont eu des ressources qui leur ont permis de faire le lien avec ce qu'ils avaient déjà fait par ailleurs, et ce qu'ils feront ensuite. Les élèves se sont pris au jeu, ils ont fait preuve d'initiative et même pour certains d'une réelle efficacité.

R12. Travailler à plusieurs enseignants pour accorder une attention plus fine à tous les élèves.

Nous avons très régulièrement navigué entre les îlots, interagi individuellement ou dans le collectif avec les élèves, développé un éventail plus large de postures, passant rapidement de postures d'aides à celles de transmetteur de savoirs ou encore d'observateur des manières de faire des élèves.

R13. Faire coopérer les élèves pour favoriser l'acquisition de savoirs et de compétences relationnelles

« Un apprentissage est donc nécessaire, dans un temps suffisamment long, dont le but consiste à amener les élèves à améliorer leurs relations sociales. **Les interactions entre élèves sont donc à privilégier** dans la mesure où elles permettent de **construire, ensemble, des connaissances** et des compétences et d'en approfondir la maîtrise ».

Les groupes ont aussi été constitués par affinité. Une coopération a pu être mise en œuvre par des travaux en îlots, avec des tâches différenciées, selon les ouvrages maçonnés. Pour les élèves avancés, soit la tâche proposée était plus complexe ou demandait davantage d'autonomie, soit les enseignants leur demandaient d'assurer une aide dans plusieurs îlots (sorte de tutorat). Pour les élèves moins avancés, les enseignants proposaient au sein de l'îlot, des coups de pouce, ou des explications collectives ou individuelles.

Ces différentes démarches ont rendu les apprentissages plus accessibles aux élèves, mais ont aussi enrichi la palette de l'activité des enseignants. En effet, les méthodes de travail des enseignants ont évolué et la gestion de classe aussi. Coenseigner, de ce fait, est un moyen de formation parce que vecteur de communication entre deux professeurs d'une même classe dans la prise en compte des élèves, collectivement ou individuellement.

Synthèse de l'expérimentation

Le fait de travailler à deux a permis de moduler nos manières de faire : activer des leviers de différenciation (colonne 1) a nécessité des manières de faire différentes en situation (colonne 2). Souvent l'un ou l'autre des enseignants a proposé une pratique qu'il maniait habituellement en classe (colonne 3).

Le code de couleur : bleu vif, ciblage d'un travail plus collectif ; bleu foncé : ciblage d'un travail plus individuel.

Leviers de différenciation	Modulation ou attention particulière dans la situation	Pratiques d'enseignement habituelles dans la classe
Explicitation des objectifs	Les objectifs sont désormais spécifiés et placés en en-tête de la fiche élève.	Mathématiques
Coup de pouce	Un coup de pouce (c'est-à-dire une ressource complémentaire) figure à la fin de la fiche élève	Mathématiques
Aide méthodologique ou connaissances	<ul style="list-style-type: none"> -Si besoin, une aide est présentée au tableau par un des enseignants pour l'ensemble du groupe ; -Une aide individuelle ou pour l'ilot est produite par un enseignant - Aune aide est inscrite au besoin sur la fiche élève 	Professionnel Mathématiques
Variétés des supports	Dans notre séquence, nous avons inséré dans la séquence, une corde à nœuds, des fiches ressources, deux vidéos, une simulation Geogebra. Cela a permis avec plusieurs entrées de concourir à nos objectifs.	Mathématiques
Auto-évaluation et plan de travail	Un plan de travail a été instauré pour tous les élèves.	Professionnel
Aide ciblée par besoins	<p>L'Aide Personnalisée (AP) a été pensée par anticipation « coup de pouce », avant la 1ere séance. Cette AP a agi en anticipation de certains obstacles : les élèves ont donc activé en amont des objets d'apprentissage dont ils avaient besoin lors de la séance.</p> <p>Une aide d'un enseignant - individuelle ou collective- a été produite.</p>	Professionnel Mathématiques
Aide individuelle	Le coenseignement a permis une aide individuelle du collègue 2 quand le collègue 1 expliquait au groupe.	Professionnel Mathématiques
Travail en îlots	Ces îlots ont été instaurés à de nombreuses reprises sur des ouvrages professionnels à complexité variable.	Professionnel Mathématiques

Nous pouvons remarquer que cette expérimentation a provoqué un équilibre entre les temps collectifs et individuels. Tentons ici de synthétiser les différents aspects liés à cette expérimentation :

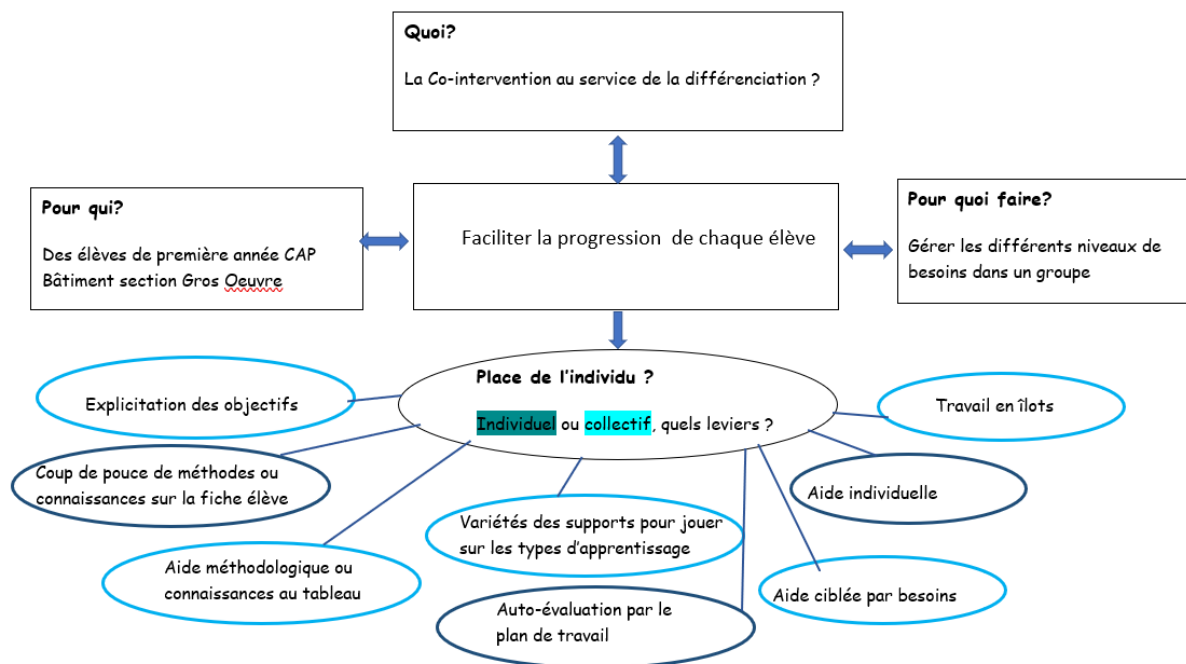


Figure2 : Première synthèse de l'expérimentation

2 Le souci de faire progresser les élèves dans leurs apprentissages

« Apprendre, c'est articuler un passé, un présent et un futur » parce que « sans passé, ni futur, l'élève erre dans un éternel présent » (Toullec-Théry et Marlot, 2013). Or nous constatons souvent avec nos élèves de CAP qu'ils donnent l'impression d'oublier ce qui a été appris, qu'ils n'arrivent pas à récupérer en mémoire ce qu'ils savent. Notre travail d'enseignant dans cette expérimentation a fait en sorte de renouveler nos pratiques pour que les élèves s'engagent plus nettement dans les apprentissages. Les recommandations suivantes ont alors guidé notre travail.

R4 : Agencer les différentes phases d'apprentissage pour viser un enseignement cohérent

Une différenciation peut donc intervenir à tout moment de la séquence, selon des intentions variées :

- avant l'enseignement, pour réactiver les connaissances, pour identifier la nature de ce qui est déjà appris ou encore fragile, pour préparer la tâche en fournissant des clés d'accès vers ce qui suit ;
- pendant l'enseignement, pour soutenir l'apprentissage, pour aménager la tâche en la rendant accessible, pour évaluer le cheminement des élèves via une analyse des erreurs et les contenus des interactions ;
- après l'enseignement, pour exercer, pour revoir ce qui n'a pas été compris, pour vérifier l'autonomie acquise par l'élève sur les objets d'apprentissage. C'est en effet dans une pratique autonome que l'élève teste sa maîtrise des compétences.

Comme nous l'avons montré plus haut, l'enseignante de mathématiques a effectué une analyse épistémique *a priori* de la situation d'enseignement-apprentissage ; Par ailleurs, elle a également anticipé le fait que les définitions des différentes figures géométriques (cercle, triangles

équilatéral et rectangle) ne seraient peut-être pas connues, elle a alors créé une fiche-ressource qui permet à chaque élève qui en a besoin de trouver la définition de ces figures.

Comme cela a été dit auparavant, la notion d'orthogonalité est centrale en Gros Œuvre. Pour plus d'efficacité, l'enseignante en mathématiques a choisi de l'aborder, dès cette première année de formation de travail à deux enseignants, et d'y revenir en deuxième année en cours de mathématiques, avec des exercices d'entraînement et des problèmes de réinvestissement.

L'évaluation et l'auto-évaluation, une clé pour faire progresser les élèves

R8. Responsabiliser davantage les élèves via une auto-évaluation, à divers moments des apprentissages
--

Pour faire le lien entre l'atelier et les mathématiques, les deux enseignants ont mis en place une fiche-plan de travail à compléter via une auto-évaluation. L'objectif est que cette fiche soit utilisée périodiquement en atelier et en Mathématiques sur les deux ans de formation.

3 Proposer un contenu ambitieux et une activité motivante

R2 : Garantir des objectifs ambitieux communs à tous

« Il ne s'agit donc pas de rendre la tâche plus facile, mais de rendre l'objectif d'apprentissage plus accessible, en proposant aux élèves une palette diversifiée de manières de faire pour les atteindre. C'est à cette condition que tous les élèves accéderont aux tâches complexes. Les enseignants doivent alors veiller à mettre en œuvre des temps ponctuels de synthèse des savoirs. »

L'aspect historique de la corde à nœuds est perçu par les élèves comme une notion de haut niveau. L'évocation du château fort de Guédelon permet également aux élèves une ouverture culturelle qui ne leur est pas familière. Et parfois, comme ici, la situation fait le lien avec d'autres aspects culturels. En effet, lors de l'utilisation de la corde à nœuds, un des élèves a fait le rapprochement avec ce que les hommes de son village africain font pour construire leur hutte. Selon lui, ils utilisent une ficelle, tracent un cercle de rayon particulier, puis tracent, à partir du même centre, un cercle de rayon inférieur. L'anneau ainsi constitué est creusé pour étanchéiser la hutte. Cet élève a pu tracer cette implantation à l'atelier devant les camarades de son îlot puis l'expliquer au tableau au reste de la classe.

Les objectifs ambitieux et le fait qu'ils réussissent à manipuler la corde à nœuds, à comprendre son fonctionnement, jouent probablement sur leur estime d'eux-mêmes.

R5 : Penser un étayage (guidage) des activités des élèves, mais aussi un désétayage progressif dès que possible
--

« Si le guidage (l'étayage) est à prévoir, il est d'emblée à envisager de manière temporaire, il convient en effet toujours de le réduire progressivement, c'est la phase de désétayage. »
--

En ce qui concerne l'étayage, les deux enseignants ont choisi de proposer des aides ciblées sur la découverte de la corde à nœuds. Ensuite, ils ont délibérément choisi de ne pas guider le travail en îlots sur la perpendicularité en utilisant la règle du 3,4,5 ou le théorème de Pythagore. Ces activités ouvertes proposées permettaient un désétayage pour mieux se rapprocher de situations professionnelles et accorder ainsi un maximum de confiance aux élèves. L'élève qui rencontrait des difficultés pouvait bien sûr compter sur les autres élèves du groupe ou sur l'aide que pouvait apporter un des deux enseignants.

R6. Adopter des postures enseignantes variées, pour plus de réflexivité et de créativité chez les élèves

« Des enseignants adoptent plus volontiers une posture d'accompagnement, c'est-à-dire une aide ponctuelle donnée en individuel ou en collectif, en fonction des obstacles rencontrés. Cette posture a des effets favorables sur les progrès des élèves. De plus, les enseignants enclins à varier leurs postures en fonction du contexte, autorisent alors les élèves à expérimenter les chemins qu'ils choisissent et donc les responsabilisent dans leur travail. Ménager des temps conséquents à l'accompagnement en favorisant les échanges, la réflexion, rendre compte de la diversité des conduites de l'activité des élèves et de leur créativité sont des facteurs qui aident aux apprentissages ».

Nous avons envisagé une grande variété de supports et les avons proposés aux élèves : fiche-élève, fiche-ressources, ouvrages d'atelier, vidéos, simulation sur Géogebra. Ces divers supports ont permis de diversifier la posture des deux enseignants pour tour à tour motiver, soutenir, donner de la liberté aux élèves.

Lors du visionnage des vidéos, l'enseignante a pris la posture de guide à l'analyse d'une situation observée. Au moment des phases de correction, les enseignants ont partagé la responsabilité du savoir avec les élèves à l'oral comme lors de manipulations au tableau. Ensuite, lors de l'institutionnalisation, les deux enseignants ont porté le savoir en jeu.

En dernier lieu, lors des travaux en îlots, les deux enseignants ont pris une posture d'accompagnant à une prise progressive d'autonomie du groupe.

Conclusion

Réinterrogeons la schématisation que nous avons produite précédemment en Figure 2.

Quoi ? Par les différents exemples, nous avons pu observer que le dispositif de coenseignement était un moyen facilitateur pour la différenciation.

Place de l'individu ? Nous avons décelé l'importance de proposer diverses activités individuelles et collectives pour ainsi garder une ambition collective.

Pour qui ? Pourrait-on envisager cette séquence pour un autre niveau ou une autre spécialité ? Cette séquence pourrait être adaptée à la classe de seconde Bac Pro Construction Durable. Elle pourrait être modifiée en gardant en priorité la première séance avec la corde à nœuds pour tous les CAP du bâtiment, ou seconde Bac Pro du bâtiment.

Pour quoi faire ? Les élèves se sont tous investis, parfois sur des tâches différentes. Les enseignants ont observé une bonne cohésion dans les différents îlots et une réelle curiosité à l'aspect théorique de la corde à nœuds ou la démonstration du théorème de Pythagore. Pour finir, tous les élèves ont progressé sur les traçages, les mesures et sur l'appropriation du théorème de Pythagore.

Quelles pistes pour poursuivre sur cette voie de différenciation en co-intervention ? Il pourrait être intéressant de décloisonner encore plus la pratique de la technologie/mathéma-

tiques en installant une table d'appui et des tableaux blancs directement dans l'atelier. On pourrait également imaginer de mettre à disposition une tablette pour engager sur place une recherche sur internet.

Qu'est ce qui fait différenciation dans la pratique analysée ici ?

Longtemps, la notion de différenciation pédagogique a été exposée de manière floue aux enseignants : des modèles très lourds d'individualisation du travail ont été pris en exemple, une organisation statique de la classe semblait être une obligation. À présent, la différenciation pédagogique est davantage proposée comme une réflexion *a priori* de l'enseignant sur les difficultés potentielles des élèves. Le professeur a alors pour tâches de penser en amont à des leviers de différenciation pédagogique pour dépasser chacune des difficultés. En quoi la différenciation y est présente ? En premier lieu, le dispositif mené à deux (cointervention/coenseignement) est une piste de différenciation pédagogique. En second lieu, des pistes de différenciation pédagogique ont été testées à l'intérieur même de cette organisation « à deux ». La différenciation pédagogique apparaît ici ouverte à une multitude de possibilités qui enrichissent les habiletés des élèves dans la capacité à s'adapter à de multiples documents, organisations de travail, types de responsabilité...

Bibliographie

Arguelles, M. E., Hugues, M. T. et Schumm, J. S. (2000). Co-teaching : A different approach to inclusion. *Principal*, 79(4), 48-51

Bucheton, D. (2017). Gestes professionnels, postures des enseignants : quelle responsabilité dans les processus différenciateurs ? CNESCO, conférence de consensus. https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2017/04/170331_Notes_experts.pdf

Conférence de consensus différenciation pédagogique (CNESCO) www.cnesco.fr/fr/differe-nciation-pedagogique

Forget, A. (2017). La différenciation dans l'enseignement : état des lieux et questionnaire. Rapport CNESCO https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2017/04/forget_publi.pdf

Friend, M. et Cook, L. (2007). *Interactions : Collaboration skills for school professionals* (5e éd.). New York, NY : Pearson Education.

Galand, B. (2017). Quels sont les effets de la différenciation pédagogique sur les dimensions cognitives et socio-affectives ? CNESCO, conférence de consensus. https://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2017/04/170331_Notes_experts.pdf

Murawski, W. W. et Hughes, C. L. (2009). Response to intervention, collaboration and co-teaching: a logical combination for successful systemic change. *Preventing School Failure*, 53(4), 267-277.

Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A. et McDuffie, K. A. (2007). Co-teaching in inclusive classrooms : A metasynthesis of qualitative research. *Exceptional Children*, 73(4), 392-416

Sensevy & al., 2002;

Toullec-Théry, M. (2021). Un coenseignement comme réponse à une scolarisation inclusive : vers quelles transformations de pratiques ? Dans G. Pelgrims, T. Assude & J.-M. Perez (dirs.), *Transition et transformations sur les chemins de l'éducation inclusive* (pp.77-93). SZH/CSPS.

Toullec-Théry, M. (2020). Quelles sont les conséquences dans les pratiques d'une planification effectuée par des enseignants lorsqu'ils coenseignent ? *Une étude de cas dans le cadre du dispositif « plus de maîtres que de classes »*. Dans N. Granger, G. Messier & L. Portelance (dirs.), *Planifier son enseignement » au secondaire* (pp. 127-144). JFD Editions.

Tremblay, P. et Toullec-Théry, M. (2020). *Le coenseignement : théories, recherches et pratiques*. INSHEA-Recherches, Champ social.

Toullec-Théry, M. et Moreau, G. (2020). Co-enseignement et difficulté scolaire : Étude didactique d'un cas en milieu inclusif. *Revue hybride de l'éducation [RHÉ]*, 4(3) 55-87.

Toullec-Théry, M. (2017). Un dispositif de lutte contre les inégalités scolaires ? « Plus de maîtres que de classes ». *Diversité*, 190, 75-81.

Toullec-Théry, M. (2016). L'individualisation permet-elle de lutter contre les inégalités sociales dans la classe ? CNESCO, Les inégalités scolaires d'origines sociale et ethno-culturelle : vers une possible amplification ? <http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2016/09/toullec1.pdf>

Tremblay, P. (2012) Évaluation comparée de deux dispositifs scolaires destinés à des élèves ayant des troubles d'apprentissage en Communauté française de Belgique. *Revue française de pédagogie*. 179(2), 63-72

Article revue Repères Irem :

En lycée professionnel, le co-enseignement comme moyen de différencier sa pédagogie

Annexes :

Mélanie Berthelot-Lepage, PLP mathématiques – physique chimie, Irem Pays de la Loire et membre de la Loire

mlepage2@ac-nantes.fr

Marie Toullec, professeure des universités en sciences de l'Éducation et de la formation, CREN (UR 2661), Nantes Université, Inspé

marie.toullec@univ-nantes.fr

Frédéric Reboux, Inspecteur de l'Éducation Nationale en mathématiques – physique chimie, Rectorat de Nantes.

frederic.reboux@ac-nantes.fr

Annexe 1 : Trame de préparation

	<i>Enseignement professionnel</i>	<i>Enseignement général</i>
DISCIPLINES CONCERNÉES	Maçonnerie Gros Oeuvre	Mathématiques
DIPLÔME	CAP béton armé	
NIVEAU	1ere année	

SITUATION PROFESSIONNELLE

Objectif de l'activité professionnelle	Tracer à la craie avec soin et précision des implantations Introduire l'utilisation de Pythagore pour vérifier un ouvrage ou implanter par rayonnement Utiliser la règle du 3,4,5 pour implanter ou vérifier la perpendicularité d'un ouvrage
Situation problématique	Utilisation de la corde à nœuds dès l'Égypte antique. Vérification de la perpendicularité d'ouvrages de l'atelier Gros Oeuvre

Durée prévisionnelle : 3 fois 1h25 min

Description de la séance :

Séance précédente : enseignement professionnel (durée)	Séance précédente : enseignement général (durée)
Utilisation rapide de la règle de 3, 4, 5 pour implanter un ouvrage (30 min, 1 ou 2 semaines auparavant)	Travail sur les automatismes liés au carré d'un nombre, à la racine carré d'un nombre positif (30 min 1 ou 2 semaines auparavant)
Séance co-intervention enseignement général / enseignement professionnel	
Travail autour de la corde à nœuds pour expérimenter entre autres la règle du 3,4,5 et introduire le théorème de Pythagore.	

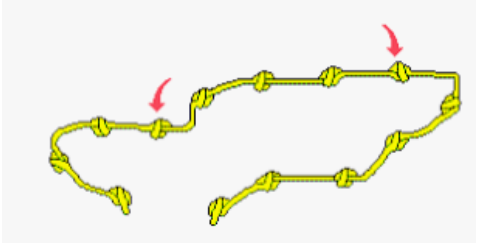
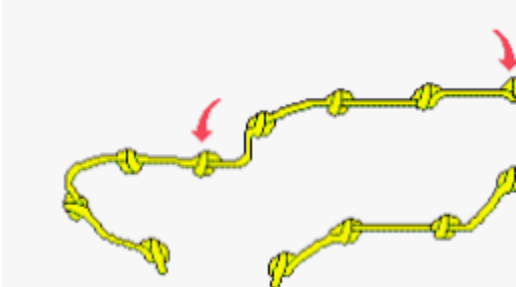
COMPÉTENCES, SAVOIRS ASSOCIÉS, CAPACITÉS ET CONNAISSANCES

<i>En enseignement professionnel</i>	<i>En enseignement général</i>
<p><i>Comprendre d'où vient la règle du 3,4, 5.</i></p> <p><i>Vérifier la perpendicularité d'ouvrages avec la règle 3,4,5 ou en utilisant le théorème de Pythagore.</i></p> <p>Tracer des implantations possédant un angle droit</p>	<p><i>Calcul mental pour calculer les triplets Pythagoriciens associés.</i></p> <p><i>Triangles : équilatéral, isocèle</i></p> <p><i>Tracer un cercle, des angles : 90°, 60° ...</i></p> <p><i>Théorème de Pythagore</i></p>

Co-intervention Math/Béton armé OBA

Thème	Connaissances / méthodes visées
<p>A quoi peut servir une corde à nœud dans le bâtiment ?</p> <p>Réflexion sur l'outil et tracés.</p> <p><i>Créer une corde à nœud</i></p> <p><i>Comprendre d'où vient la règle du 3,4 et 5.</i></p> <p><i>Vérifier la perpendicularité d'ouvrages avec la règle 3,4,5 ou en utilisant le théorème de Pythagore.</i></p> <p>Tracer des implantations possédant un angle droit</p>	<p>Calcul mental pour calculer les triplets Pythagoriciens associés.</p> <p>Triangles : équilatéral, isocèle</p> <p>Tracer un cercle</p> <p>Tracer des angles : 90°, 60° ...</p> <p>Théorème de Pythagore</p>

Comment fabriquer une corde à nœud ?

	<p>Par groupe de 3 ou 4, vous allez vous construire une « corde à nœuds ». pour plus de facilité et de précision au lieu des nœuds vous ferez des marques sur la corde avec un marqueur.</p>
	<p>Questions à se poser :</p> <p>Combien de nœuds sont nécessaires ?</p> <p>.....</p> <p>Comment doit-on les espacer ?</p> <p>.....</p>

Que peut-on faire avec une corde à nœuds ?



si besoin lire la Fiche ressource sur les figures

- Tracer un cercle.

Croquis :



Appel prof

- Former à l'aide de la corde à nœuds un triangle équilatéral.

Croquis :

- Quelle est la somme des mesures d'angles d'un triangle ?
- Quelle est la mesure d'angle aurez-vous à votre disposition avec cette figure ?



Appel prof

- Former à l'aide de la corde à nœuds un triangle rectangle.

Croquis :

- Indiquer sur le croquis le symbole de l'angle droit.
- Quelle est sa mesure d'angle en degrés ?
- Annoter sur le schéma le nombre d'intervalles correspondant à chaque côté.



Appel prof

Cette méthode pour obtenir un triangle rectangle est appelée **règle du 3, 4, 5**. Elle était déjà connue au temps de la construction des pyramides égyptiennes.

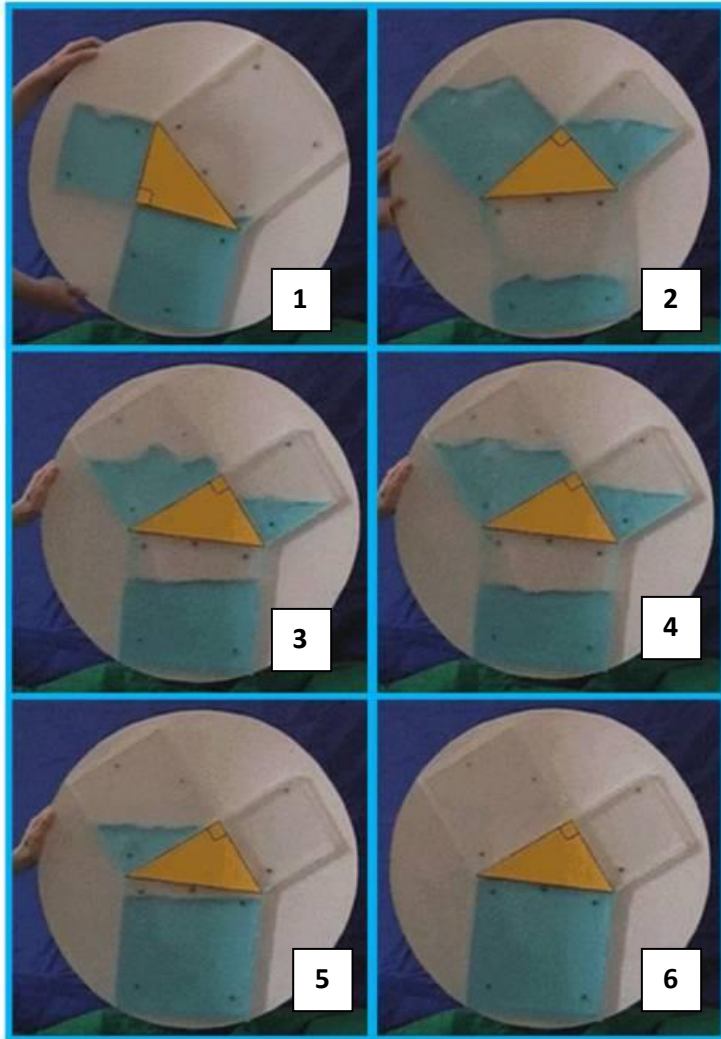
La propriété mathématique associée à cette règle est le **théorème de Pythagore**.



Lire et comprendre la fiche ressource Pythagore

Théorème et réciproque de Pythagore

Le principe du sablier avec de l'eau :



Source : [Pythagorean Theorem Water Demo](#)

Observations :

.....

.....

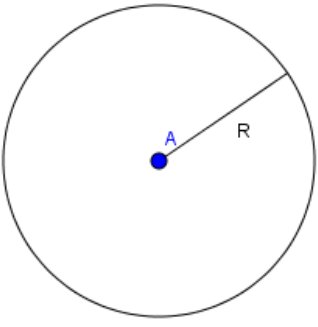
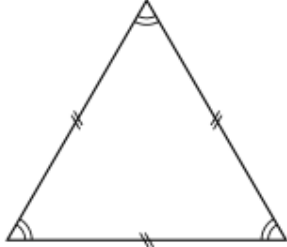
.....

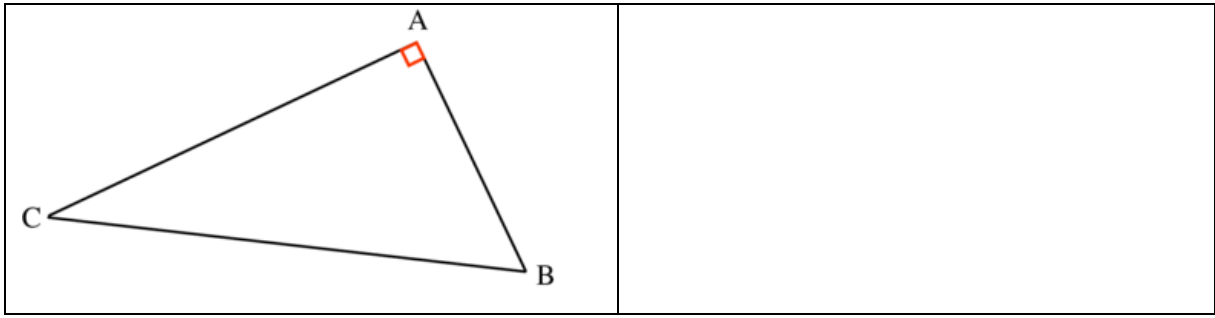
.....

.....

Interprétation sur les aires

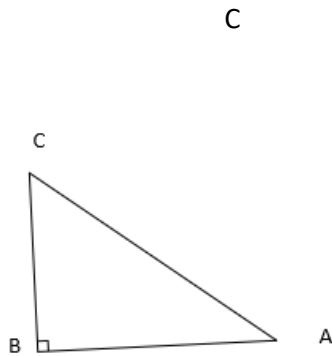
Fiche ressource : Formes de base et propriétés en 2D

Forme	
<p data-bbox="201 353 320 398"><u>Cercle</u></p>  <p>The diagram shows a circle with a blue dot at its center labeled 'A'. A line segment extends from the center to the circumference, labeled 'R', representing the radius.</p>	<p data-bbox="818 492 1385 577">Ensemble de points situés à égale distance R du centre.</p>
<p data-bbox="201 996 563 1041">Triangle équilatéral</p>  <p>The diagram shows an equilateral triangle. Each of its three sides is marked with a double tick mark to indicate they are of equal length. Each of its three interior angles is marked with a single arc to indicate they are equal.</p>	<p data-bbox="818 1070 1369 1205">Le triangle équilatéral possède 3 côtés de même longueur et 3 angles de 60°.</p>
<p data-bbox="201 1675 539 1720">Triangle rectangle</p>	<p data-bbox="818 1753 1313 1798">Il possède un angle droit de 90°.</p>



Fiche ressource: Enoncés du théorème et réciproque de Pythagore

Théorème de Pythagore : Dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des côtés de l'angle droit.



Hypoténuse : côté en face de l'angle droit, c'est aussi le plus grand côté

Dans ce cas, le triangle est rectangle en B, on a : $AC^2 = \dots\dots\dots$

Réciproque du théorème de Pythagore : Dans un triangle, si le carré du plus grand côté est égal à la somme des carrés des deux autres côtés, alors ce triangle est rectangle.

Si $AB^2 + BC^2 = AC^2$ alors le triangle ABC est rectangle en B

Vérification pour la règle du 3, 4, 5 ?

Calcul :

.....

Comment utiliser la règle des 3, 4, 5 pour tracer une implantation de maison ?

Pour tracer l'implantation de la maison rectangulaire de longueur 15,7 m et de largeur 9,8 m les professionnels ont l'habitude d'utiliser la règle du 3, 4, 5.

D'après vous, quelles longueurs plus adaptées peut-on mesurer pour vérifier la perpendicularité ? Vérification de votre idée sur Geogebra.

.....
.....

|

Scénario pour les séances suivantes:

Vérifier un ouvrage par la règle du 3, 4, 5.

Tracer une implantation avec la méthode du 3, 4, 5

Vérifier un ouvrage avec la réciproque de Pythagore

Comment utiliser le théorème de Pythagore pour vérifier une implantation?

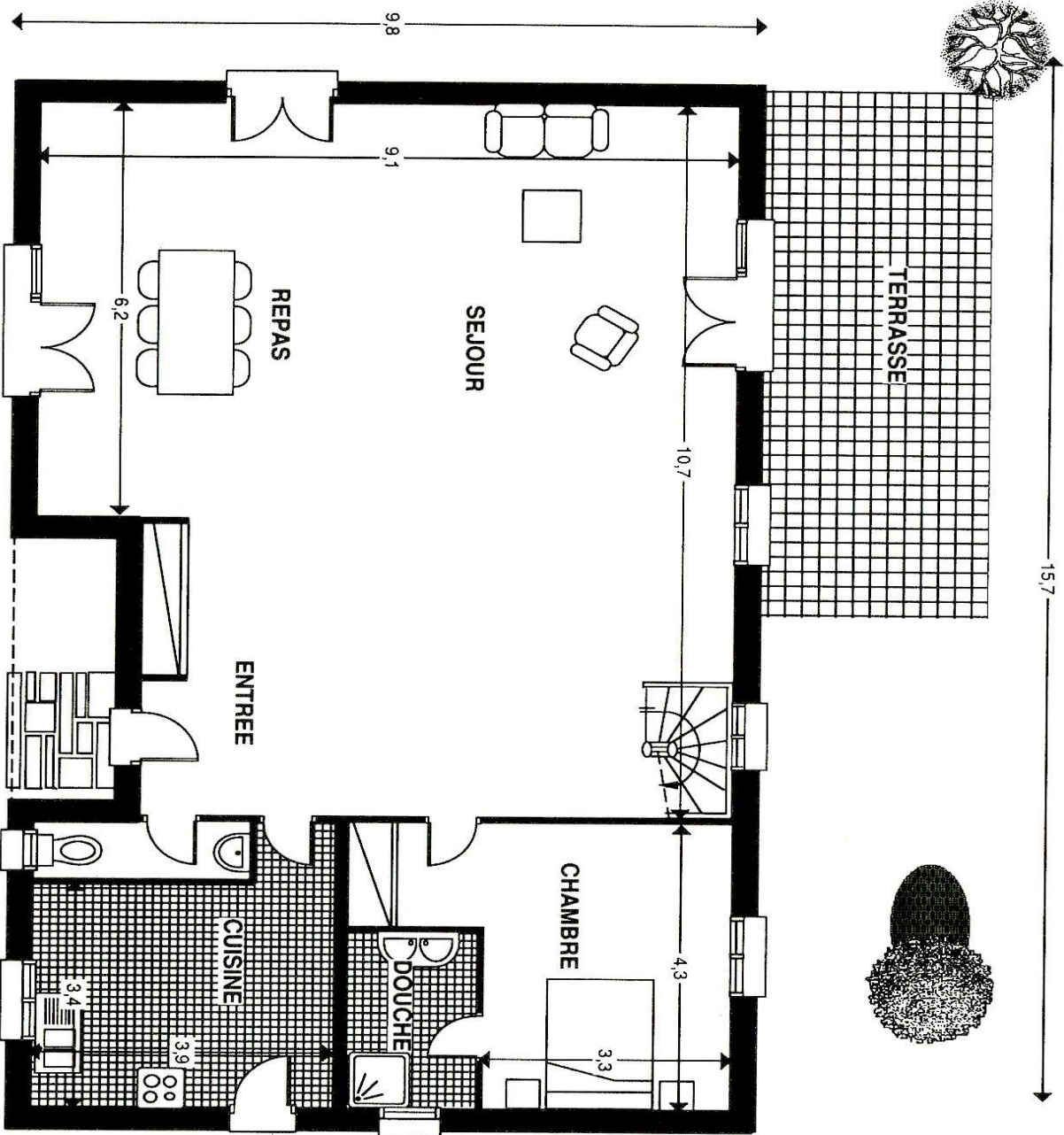
En utilisant le théorème de PYTHAGORE, rechercher la longueur de la diagonale de construction sur l'exemple de la maison :

.....

.....

.....

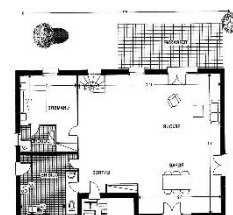
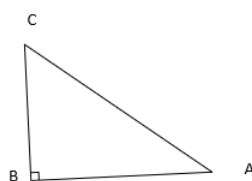
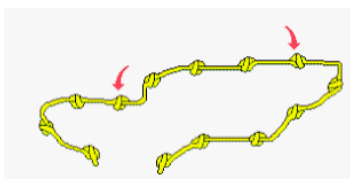
Exemple d'une maison :



Annexe 3 : S'auto-évaluer sur l'utilisation de la propriété de Pythagore dans le secteur de la construction

Compétences clés, objectifs spécifiques et niveaux de maîtrise. Fiche inspirée des travaux de Grangeat 1999, en annexe

Compétences clés et objectifs spécifiques	Activités réalisées essentielles pour réussir (préciser où en atelier, Co-inter, Math)
C1 : Savoir quand utiliser et vérifier un ouvrage avec la règle du 3, 4 et 5	
C2 : Adapter le triplet (3 ;4 ;5) à la situation à l'aide d'un coefficient multiplicateur	
C3 : Vérifier l'orthogonalité d'un ouvrage à l'aide de la réciproque du théorème de Pythagore	
C4 : Calculer la longueur d'un côté d'un ouvrage triangulaire possédant un angle droit et connaissant les deux autres longueurs	



Je pense réussir	Pas du tout	Un peu	Presque tout	Tout à fait
C1				
C2				
C3				
C4				

Annexe 4 : Fiche source de M. Grangeat utilisée pour la construction du plan de travail sur la règle du 3,4,5 et Pythagore

Pr. Michel Grangeat
LSE- Univ. Grenoble Alpes

L'équilibre des temps de classe avec l'évaluation formative

Instaurer des temps dédiés au métacognitif et au prospectif

Une base de coordination donne du sens aux différents temps de classe

Compétences et contenus travaillés pendant la période	Activités réalisées pendant la période et qui sont essentielles pour réussir
C1 - Repérer et placer des fractions sur une demi-droite graduée adaptée.	
C2 - Encadrer une fraction par deux nombres entiers consécutifs.	
C3 - Établir des égalités entre des fractions simples.	
C4 - Retrouver des formes géométriques et comprendre leur agencement dans une façade.	

Je pense réussir	Pas du tout	Un peu	Presque tout	Tout à fait
C1				
C2				
C3				
C4				

Grangeat, M. (1999). Processus cognitifs et différenciation pédagogique. In C. Depover & B. Noël (Éd.), *L'évaluation des compétences et des processus cognitifs, modèles, pratiques et contextes* (p. 115-127). Bruxelles : De Boeck.