

**UTILISATION DU TABLEAU ET GESTION DE LA
CLASSE DE MATHÉMATIQUES :
A LA RECHERCHE D'INVARIANTS DES
PRATIQUES ENSEIGNANTES**

Fabrice VANDEBROUCK

UNIVERSITE DENIS DIDEROT PARISVII

**UTILISATION DU TABLEAU ET GESTION DE LA
CLASSE DE MATHÉMATIQUES :
A LA RECHERCHE D'INVARIANTS DES
PRATIQUES ENSEIGNANTES**

Fabrice VANDEBROUCK

Utilisation du tableau et gestion de la classe de mathématiques : à la recherche d'invariants des pratiques enseignantes

Fabrice Vandebrouck¹

Dans cet article, nous nous intéressons aux invariants individuels des pratiques enseignantes en classe de mathématiques. Nous nous interrogeons ainsi sur les incidences que peuvent avoir la classe et les contenus enseignés sur ces pratiques. A partir d'un descripteur particulier, l'utilisation du tableau, nous cherchons dans quelle mesure la gestion de la classe est stable, porteuse des " marques " de l'enseignant, indépendamment des contenus enseignés et des élèves en présence. Cette gestion est repérée par le travail effectif des élèves en classe, tel qu'il est provoqué par l'enseignant (la fréquentation des mathématiques qu'il organise).

Cet article s'inscrit dans des recherches plus générales d'analyse des pratiques de deux points de vues imbriqués : le point de vue des apprentissages des élèves et le point de vue du métier de l'enseignant. (cf. Robert 2001). Leur objectif est à terme d'élaborer des savoirs de formation aux métiers de l'enseignant. Le premier point de vue permet de dissocier différents types de pratiques enseignantes en fonctions d'activités d'élèves différentes qu'elles provoquent, et amène à élaborer des descripteurs pertinents de ce qui se passe en classe. Le deuxième point de vue permet de chercher des déterminants, des explications à l'existence de ces différents types de pratiques, pour baliser le champ des pratiques possibles et les marges de manœuvres pour les enseignants².

Ces recherches ont déjà confirmé notre hypothèse initiale de stabilité individuelle³ des pratiques des enseignants, assurée en partie par une cohérence à divers niveaux. Dans cet article nous cherchons à préciser ce constat pour un enseignant particulier, en mettant en évidence des invariants.

Nous développons tout d'abord précisément notre problématique (paragraphe 1) puis notre méthodologie (paragraphe 2). Nous étudions ensuite un enseignant pendant plusieurs séances portant sur des contenus différents et dans deux classes différentes (paragraphe 3 et

¹ IUFM de Versailles

² Invariants individuels et collectifs.

³ Ce qui ne veut pas dire reproduction à l'identique – cet article permet de bien décrire cette stabilité.

4). En synthèse (paragraphe 5), nous mettons enfin en évidence des invariants dans la gestion globale qu'il organise dans toutes les séances et nous dégagons des caractéristiques stables de sa pratique. Cela nous amène en particulier à spécifier des éléments de cohérence entre la gestion de la classe, l'utilisation du tableau et le travail demandé aux élèves.

1) Problématique : quels invariants et pourquoi ?

Des recherches antérieures⁴, basées sur différents enseignants, toujours étudiés pendant une seule séance, ont montré qu'il existe en classe de mathématiques trois types d'utilisation du tableau : le tableau "lieu de savoir", le tableau "brouillon public" et le tableau "lieu d'écrit intermédiaire", le dernier type étant d'ailleurs utilisé par la quasi totalité des enseignants, à certains moments au moins. Ces recherches ont du coup amené l'idée qu'on pouvait mettre en relation l'utilisation du tableau et deux pôles de gestion de la classe, entre lesquels se situent beaucoup d'enseignants : la classe "lieu de savoir"⁵ et la classe "lieu de travail"⁶ (cf Robert et Vandebrouck, 2001).

Ces pôles se caractérisent par la nature du travail que les élèves ont à fournir effectivement. C'est à la fois la grande difficulté des alternances entre ces deux formes d'organisation de la classe (déjà signalée dans plusieurs travaux⁷) et leur contribution, a priori très différente, aux apprentissages potentiels, qui nous amène à cette idée de pôles. Il ne s'agit pas ici de porter un quelconque jugement sur ces formes de travail, qui ont toutes leur intérêt dans les apprentissages mais de s'en servir comme repères. Entre les deux pôles, on repère divers moments d'interaction, pendant lesquels les enjeux du travail des élèves sont plus confus. Ce peut être du cours émaillé de petites questions, très locales, qui permettent à quelques élèves de participer, ou des exercices pendant lesquels les interventions ininterrompues de l'enseignant découpent et orientent fortement le travail des élèves, voire le réduisent à une suite d'applications simples et isolées de leurs connaissances. Enfin ces

⁴ Cf Robert et Vandebrouck, Cahier de Didirem numéro 36 et Des utilisations du tableau par des professeurs de mathématiques en classe de seconde, article soumis.

⁵ Classe dans laquelle le professeur expose un savoir et les élèves écoutent. Ce peut être l'exposition d'un cours, de correction d'un exercice, de commentaires sur un exercice.

⁶ Classe dans laquelle plus de la moitié des élèves s'investissent réellement pendant un temps suffisant, variable selon les niveaux, dans une activité mathématique à part entière, qui n'est pas seulement une succession de tâches simples et isolées explicitées, qui n'est pas complètement guidée par l'enseignant, qui n'est pas un jeu mais qui participe à une mise en fonctionnement des connaissances, voire une construction de connaissances, qui donne du sens aux mathématiques en cause.

⁷ Marc Legrand dit à ce propos qu'il est difficile de remettre les élèves à penser "à la première personne" après une phase de cours.

formes de travail se développent même sur des scénarios analogues, et semblent ainsi bien caractériser les déroulements. Certaines recherches ont ainsi pu montrer les différences suivantes entre enseignants : pour un contenu donné, par exemple fixé par un énoncé précis donné aux élèves, proposé à des moments comparables de la progression, avec des durées identiques, on a constaté des déroulements différents, alors même qu'il s'agissait de classes socialement et scolairement à peu près analogues ; ces différences concernent aussi bien l'entrée dans le problème, les questions dévolues aux élèves, que les durées et les modalités de travail des élèves sur les différentes questions (et permettent donc de placer la séance par rapport aux pôles précédents).

En conséquence, nous étudions ici dans quelle mesure un même enseignant, non débutant, met en œuvre un mode privilégié d'utilisation du tableau, indépendamment des classes en présence et des contenus enseignés, et nous analysons dans quelle mesure cette utilisation est reliée à une gestion invariante, réactualisée à chaque séance, analysée à partir des déroulements des séances. Cela nous renseigne sur ce qui compose la stabilité, sur son " grain ", sur la " taille " des invariants.

Cette recherche, et notamment les analyses des déroulements des séances, sont basées sur des hypothèses didactiques qui permettent d'étudier ce qui peut avoir à terme des effets sur les apprentissages des élèves dans ce qu'organise l'enseignant dans sa classe (cf Robert et Rogalski, 2001). Nous prenons comme intermédiaire entre pratiques enseignantes et apprentissages les activités des élèves qui peuvent être engendrées en classe (ce qu'ils ont à faire dans leur tête, pas simplement les actions matérielles). Ces activités sont elles-mêmes analysées à partir de trois dimensions, qui distinguent donc les pratiques des enseignants, et qui sont les contenus en jeu lors des séances (ce qui relève du strict cadre des mathématiques et que les élèves pourraient trouver dans un livre) avec la gestion globale correspondante en classe (notée D1), la forme effective du travail des élèves (notée D2) et enfin les accompagnements de l'enseignant (toutes les aides, notée D3).

Le tableau est un accompagnement particulier et nous disposons grâce à nos recherches récentes (cf Robert, Vandebrouck, Cahier de Didirem numéro 36) d'une méthodologie spécifique pour en analyser l'utilisation. Privilégier cet accompagnement particulier signifie donc que nous nous demandons, a priori, comment s'articule l'utilisation du tableau dans les séances avec les contenus en jeu dans ces séances (D1), les formes de

travail des élèves (D2) et les autres accompagnements (D3, le discours de l'enseignant notamment). Nous cherchons à savoir s'il existe des liens suffisamment stables entre tous ces facteurs, compte tenu des élèves.

2) Méthodologie particulière : comment relever ces invariants ?

Notre corpus d'étude est constitué de quatre films vidéo de séances de mathématiques en classe de seconde et de première S pour un même enseignant confirmé, proche de la retraite, considéré comme un très bon enseignant, dans un lycée sans problèmes particuliers. Nous disposons de 3 films réalisés en classe de seconde et de 1 film réalisé en première S. Pour ces séances, outre la vidéo, nous disposons de la transcription audio et des énoncés d'exercices proposés.

Nous analysons tout d'abord le déroulement des séances étudiées en fonction des activités potentielles des élèves grâce aux trois dimensions rappelées ci-dessus. Plus précisément, nous reconstituons les scénarios effectifs en découpant chaque film en épisodes (par le biais des transcriptions). Chaque épisode est défini par une tâche prescrite aux élèves. Ce peut être une question d'exercice à chercher mais aussi, tout simplement, écouter l'enseignant, interagir... Pour chaque épisode, nous nous livrons alors à une analyse en fonction de nos hypothèses didactiques (en particulier nos trois dimensions) et de notre problématique.

Nous analysons la situation proposée⁸ dans l'épisode aux élèves (contenu et caractéristiques du problème, de l'exercice, du cours). C'est l'un des facteurs qui nous servira pour dégager des régularités ou des disparités. Nous retenons la nature de la tâche à effectuer par les élèves (y compris l'écoute d'un cours le cas échéant) et l'ouverture didactique éventuelle qu'elle présente (niveaux de mises en fonctionnement des connaissances nécessaire, initiatives nécessaires dues à des adaptations, des changements de cadre ou de registre, dans la mesure du possible dynamique entre savoir contextualisé et décontextualisé, savoir ancien et nouveau).

⁸ On trouvera la grille précise d'analyse des tâches dans Robert, 1998 par exemple.

Cette étude fait l'objet d'une première série de grilles d'analyse des séances, que l'on trouvera dans le paragraphe 3. Voici par exemple, comment est analysé un épisode de l'une des séances, notée D par la suite :

	Caractéristiques de l'épisode	Analyse de la tâche en jeu dans l'épisode	Durée de l'épisode
Episode D 6	Exprimer x en fonction de R et θ	Nouveau, isolé, pas simple : choisir le cadre (géométrique, il faut faire intervenir des triangles ; analytique, il faut utiliser le $\langle./.>$)	11 minutes

Nous complétons notre étude par l'analyse de l'activité de l'enseignant, par rapport à la tâche prévue, du point de vue de tous les accompagnements qu'il propose, notamment en terme d'aides. Nous distinguons particulièrement, dans son discours ou ses écrits au tableau, ce qui apporte de l'information et qui peut faire tourner la classe au " lieu de savoir " et ce qui est plus caractéristique du " lieu de travail ". Précisons davantage ce que nous relevons en fonction des effets possibles sur les activités des élèves.

N'importe quel énoncé un peu ouvert peut par exemple être complètement fermé à la suite d'interventions (aides) orales ou écrites de l'enseignant. Une activité d'adaptation, mise en évidence dans l'analyse des tâches, peut ne pas avoir lieu si le temps de recherche suffisant à l'enclencher, si ce n'est la mener à terme, n'est pas laissé. Dans certains cas, les interventions de l'enseignant, sous forme de question ouverte par exemple, conduisent cependant à fermer une partie de la tâche, par le fait d'orienter les élèves par la question.

Nous relevons donc les temps de silence de l'enseignant (notés " attentes " dès lors qu'ils sont suffisamment longs, plus d'une minute) pendant lesquels les élèves travaillent a priori, notamment dès qu'une tâche leur est proposée. Nous relevons aussi la durée des moments pendant lesquels l'enseignant expose (notés " cours ") et la durée des moments intermédiaires pendant lesquels il interagit avec la classe (notés " interactions ").

Pendant les phases notées " cours " ou " interactions ", pour apprécier la nature du savoir et des aides proposés aux élèves, nous distinguons ce qui relève de l'information brute, strictement mathématique, qui pourrait à la limite figurer dans un livre (mathématiques

générales ou contextualisées, anciennes ou nouvelle) et qui participent directement à un apport de connaissances et ce qui relève de l'information d'un niveau méta mathématique (commentaires de structuration, de bilans, de méthode, de rigueur...) qui participe plus à l'organisation des connaissances.

Les moments où interviennent les aides de l'enseignant en fonction de l'activité en cours sont aussi à relever. Nous distinguons les aides avant l'activité des élèves, qui la transforment et qui peuvent entraîner la classe plutôt vers un " lieu de savoir ", des aides après l'activité qui en sont alors plutôt des commentaires, des bilans. Par exemple, les phases " interactions " sont à analyser finement pour déterminer si elles orientent la classe vers tel ou tel pôle : est-ce que les questions posées par l'enseignant sont ouvertes, suscitent une réelle activité des élèves si tant est qu'elles sont posées au bon moment et qu'elles s'accompagnent d'un temps de réflexion significatif ? Sont-elles plutôt fermées, voire " à un mot " ⁹, et restreignent les initiatives possibles des élèves ? L'enseignant suit-il les élèves du point de vue cognitif, les devance t-il et peut-on mettre en évidence des moments où il les double ? Comme nous l'avons déjà signalé, ce sont souvent des intermédiaires qui sont mis en jeu, qui sont à classer comme tels.

Les méthodes d'évaluation et de prise en compte des réponses d'élèves (validation, reprise, correction) doivent aussi être étudiées pour caractériser le type d'interaction qui se joue véritablement (interaction véritable, guidée, voire cours dialogué). Il y a lieu par exemple de distinguer lors des incidents (réponses mauvaises ou inattendues en général) les relances de l'enseignant qui renvoient les élèves à leur travail, des réponses directes aux questions, qui ferment la porte à des réflexions possibles ¹⁰.

Nous établissons donc une deuxième série de grilles permettant l'analyse du discours ¹¹. Voici un exemple de transcription extrait de l'épisode D6 ainsi que son analyse :

⁹ La réponse à ces questions ne nécessitent qu'un mot de la part des élèves

¹⁰ C.Hache et A.Robert analysent le discours et les échanges selon trois catégories qui sont plus complètes que les nôtres mais qui les recoupent essentiellement : la teneur du discours (s'il y a une question, du discours mathématique ou du discours méta mathématique), la fonction du discours (information, structuration et aides diverses, ou argumentation) et l'objet du discours (mathématiques contextualisées ou décontextualisées, y compris formulation ou méthode, ou entre les deux) .

¹¹ Les grilles complètes d'analyse du discours de l'enseignant sont données en annexe.

Transcription	Analyse
<i>Je vous l'ai dit tout à l'heure, produit scalaire. Mais Thierry pas celui que tu nous as donné tout à l'heure. Un produit scalaire nous tire d'affaire, oui, mais d'abord quels vecteurs ? le produit scalaire de quels vecteurs ? Oui ? Ben, l'angle α, c'est l'angle de quels vecteurs ? OM et i, donc tout naturellement, quel produit scalaire va t'on faire ? Ben, OM i. allez y, calculer le produit scalaire OM i, de deux façons différentes, alors en calculant le produit scalaire OM i de deux façons différentes, la réponse, c'est bien $R \cos \alpha$, on est bien d'accord. Alors quand on parle de deux façons différentes, vous savez qu'il y en a quatre même. Y'a avec des carrés, avec des projections, avec des cosinus et des longueurs et puis avec la forme analytique $xx' + yy'$. Alors deux façons différentes, je vais vous mettre sur la voie. Avec les normes des vecteurs et le cosinus bien sur, et avec des coordonnées des vecteurs. Allez (5 secondes) donc vous écrivez OM i égal et OM i égal donc il y a juste une ligne de calcul. Mais encore une fois Pierre Yves, ce que tu nous as dit c'est juste. On peut y arriver aussi mais disons que ça c'est beaucoup plus... le produit scalaire il a été inventé pour servir et l'avantage du produit scalaire c'est qu'il permet de faire des calculs indépendamment des cas de figure et c'est ça son gros intérêt (3 secondes) . Allez, on va pas passer trop de temps là dessus, qu'est ce que tu nous proposes comme première...</i>	<i>Maths avant (utiliser le produit scalaire)</i> <i>Fausse question (l'angle α, c'est l'angle de quels vecteurs ? donc tout naturellement, quel produit scalaire va t'on faire ?)</i> <i>Maths avant (utiliser deux façons différentes)</i> <i>Méta structuration après (quatre expressions du produit scalaire)</i> <i>Maths avant (avec norme et expression analytique)</i> <i>Temps d'attente (5 secondes) : trop court, non pris en compte</i> <i>Méta avant (l'intérêt du produit scalaire vis à vis des cas de figures)</i>

A partir de ces grilles d'analyse du discours, nous repérons les phases notées “ cours ” pendant lesquelles l'enseignant expose du savoir, sans du tout associer les élèves. Ce sont des phases durant lesquelles la classe est un “ lieu de savoir ”. Nous repérons de la même façon les phases pendant lesquelles l'enseignant attend. Ce sont des phases durant lesquelles la classe est potentiellement un “ lieu de travail ” si une tâche riche est proposée aux élèves. Nous repérons enfin les phases intermédiaires pendant lesquelles l'enseignant met en place une interaction avec la classe.

Pour prendre en compte les accompagnements de l'enseignant du point de vue de l'utilisation qu'il fait de son tableau, nous établissons enfin une troisième série de grilles que l'on trouvera dans le paragraphe 4. Ces grilles mettent en parallèle, les analyses de tâches pour chaque épisode étant faites, les répartitions entre phases de “ cours ”, phases d’“ attente ” ou phases d’“ interaction ” et les informations relevées au niveau du tableau.

Pour ces informations, nous retenons les indicateurs qui nous permettent de classer l'utilisation du tableau pendant un épisode selon les trois catégories qui sont " le tableau lieu de savoir ", " le tableau brouillon public " et le tableau " lieu d'écrit intermédiaire " (cf Robert, Vandebrouck, Cahier de Didirem numéro 36). Un tableau est un " lieu de savoir " s'il donne à voir un produit fini, à recopier par les élèves. C'est un écrit complet, structuré, en français rédigé, avec des éléments méta mathématiques et mathématiques insérés dans la rédaction. Il est une production de l'enseignant, qui écrit (ou fait écrire) un savoir en même temps ou après l'avoir préalablement exposé oralement. D'ailleurs, l'écrit du " lieu de savoir " est correct dès la première écriture. Un tableau est un " brouillon public " s'il donne à voir un processus, pas tout de suite correct ni définitif. C'est un écrit essentiellement mathématique, plus ou moins complet, plus ou moins structuré. C'est une production élaborée avec ou même par les élèves qui appelle à court terme un discours qui l'explique, la précise, voire la dépasse. Enfin, le tableau est un " lieu d'écriture " lorsqu'il est utilisé dans son aspect pratique, comme un support visuel. Dans cette dernière utilisation, l'écrit est produit en même temps que l'oral qui s'y rapporte, par l'enseignant ou par un élève. Cette utilisation est très liée au présent et n'est pas porteuse, comme l'utilisation " lieu de savoir ", d'une des caractéristiques de l'écrit, à savoir, pouvoir être lu après sa production, en l'absence de l'auteur. Cette utilisation se démarque aussi de l'utilisation " brouillon public " par son aspect inconsistent.

Voici comment est analysé l'épisode D6 d'où est extrait le passage précédent :

	Oral	Ecrit	Ecrit
Episode D 6	Cours (4 minutes) Interaction (7 minutes)	Tableau central partiellement effacé pour faire de la place, cas de figures, effacés aussitôt; 2ème tableau	Enoncé : lieu de savoir Cas de figures : lieu d'écriture Réponse : lieu de savoir

Cette méthodologie nous permet finalement d'apprécier, dans les séances étudiées, ce qui se joue véritablement en terme de " lieu de savoir " ou de " lieu de travail ". Nous renseignons notamment, en croisant tous nos indicateurs, les questions suivantes : les élèves ont-ils de vrais moments d'autonomie pour travailler sur les tâches proposées ? Ceci sera l'indicateur d'une gestion plutôt " lieu de travail ". Les élèves doivent-ils le plus souvent écouter l'enseignant exposer un savoir, et quel type de savoir ? Cela nous indique la tendance opposée. Dans quels cas le tableau est-il utilisé des différentes manières possibles ?

3) Analyse des scénarios et des tâches

Nous rappelons que nous avons analysé quatre séances du même enseignant. Elle sont notées A,B,C et D. Dans ce paragraphe, nous décrivons les contenus et les gestions globales mises en place dans ces séances et nous analysons les scénarios du point de vue des tâches à effectuer par les élèves, ce qui induit les découpages en épisodes. Ces analyses sont regroupées pour chaque séance dans un premier tableau.

La séance A est une séance de cours sur les fonctions en classe de seconde. C'est la première séance d'une " démarche d'approche intuitive de la notion de fonction à partir de 5 activités préparatoires " ¹². Ces activités sont conçues par le professeur, sans lien avec le manuel, deux des cinq activités sont traitées dans cette séance. Les élèves n'avaient pas à préparer les exercices proposés.

La séance débute par un épisode de rappel des emplois antérieurs du mot " fonction ". Elle se poursuit par deux exercices introductifs à la notion de fonction.

Premier exercice : A partir des trois " instructions "

- 1) Calculer sa racine carrée positive,
- 2) Calculer son carré,
- 3) Lui ajouter 1,

Effectuer les " séquences " 3)-2)-1) puis 2)-3)-1) puis 1)-3)-2) sur les nombres 0,1,4 et le réel positif a.

Ce premier exercice est présenté dans le cadre informatique. L'enseignant livre l'énoncé au fil de la résolution, c'est-à-dire que les élèves ne connaissent pas l'énoncé complet dès le départ. Il s'agit en fait étudier trois fonctions (" séquences ") construites en

composant dans trois ordres différents les trois opérations élémentaires (“instructions”) 1) 2) et 3). Plus précisément, pour chacune de ces trois fonctions, il s’agit de donner (sous forme d’un petit tableau) la valeur de la fonction en 0, en 1, en 4, puis en un réel positif a . Les trois fonctions choisies par le professeur, présentées dans le cadre fonctionnel, sont $f_1 : x \mapsto \sqrt{(x+1)^2}$, $f_2 : x \mapsto \sqrt{x^2+1}$ et $f_3 : x \mapsto (\sqrt{x+1})^2$. Il s’agit finalement d’un exercice purement calculatoire, composé de trois parties similaires. Les connaissances à utiliser sont anciennes, il y a simplement un travail de mémorisation des résultats à chaque étape.

Deuxième exercice : (ABC) est un triangle rectangle en A tel que $AB=1$, et le point C décrit l’une des demi-droites d’origine A et orthogonale à (AB). On désigne par x la distance AC. Calculer le périmètre p du triangle en fonction de x .

Il s’agit cette fois d’un exercice dans le cadre géométrique. La seule adaptation pour des élèves de seconde est mineure, il s’agit de l’utilisation du théorème de Pythagore qui doit être disponible.

Le professeur rajoute ensuite deux questions : exprimer le résultat sous forme d’une “séquence” (cf première activité), donner les valeurs pour $x=1, 2$ puis 4. On revient dans le cadre analytique. Il s’agit de travailler à l’inverse de l’exercice 1 et de retrouver dans une fonction l’enchaînement logique des instructions.

La séance A est découpée en 9 épisodes¹³.

	Caractérisation de l'épisode	Analyse de la tâche en jeu dans l'épisode	Durée de l'épisode
Episode A 1	Rappels sur les emplois antérieurs du mot “ fonction ”	Appel à la mémoire de la classe, pas de tâche prescrite	6 minutes
Episode A 2	Présentation du premier exercice	Cours. Pas de tâche prescrite	7 minutes
Episode A 3	Première séquence, travail de l'enseignant pour montrer	Pas de tâche prescrite, le prof montre.	4 minutes
Episode A 4	Première séquence,	Ancien, tâches simples et	2 minutes

¹² C’est le professeur lui même qui dit cela.

¹³ Le découpage est le même que celui donné par C.Hache (cf Hache 1999)

	travail des élèves	non isolées à répéter plusieurs fois: effectuer la suite des trois instructions. Adaptation mineure supplémentaire lors du passage à la lettre “ a ”.	
Episode A 5	Deuxième séquence	Après la première fonction, ce sont des tâches simples et isolées : remplir des cases.	7 minutes
Episode A 6	Troisième séquence	Idem	8 minutes
Episode A 7	Deuxième exercice : formule du périmètre, tableau de valeurs	Ancien, tâche simple mais non isolée : retrouver la formule du périmètre, appliquer le théorème de Pythagore.	6 minutes
Episode A 8	Mise sous forme de séquence de la fonction trouvée	Nouveau, tâche isolée, non simple : retrouver dans la fonction l'enchaînement des séquences	4 minutes
Episode A 9	Calculs de valeurs particulières de la fonction pour 1,2 et 4	Ancien, 3 calculs mentaux dans lesquels il faut retenir une valeur à ajouter en final, simple et isolé pour des élèves de seconde	3 minutes

La séance B dure une heure et demie. Il s'agit du début du cours en seconde sur la multiplication d'un vecteur par un scalaire. Le cours commence par une correction d'exercices de révision, distribués sur feuille et préparés à la maison.

Enoncé retranscrit :

La relation de Chasles rappelée: $\overrightarrow{UV} + \overrightarrow{VW} = \overrightarrow{UW}$;

- 1) A t-on $UV + VW = UW$?
- 2) Que peut-on dire de la somme $\overrightarrow{UV} + \overrightarrow{VU}$?
- 3) L'égalité $\overrightarrow{UV} + \overrightarrow{UW} = \overrightarrow{VW}$ est-elle vraie ?
- 4) Figurer sur un quadrillage le point S tel que UVSW soit un parallélogramme
- 5) Placer le point K tel que ...
- 6) Calculer la norme du vecteur $\overrightarrow{EK}$
- 7) Définir et représenter la différence $\overrightarrow{AB} - \overrightarrow{CD}$

La séance B se poursuit par des activités préparatoires à la multiplication des vecteurs par les nombres réels. L'énoncé est à nouveau livré aux élèves au fil de la résolution des questions :

Enoncé retranscrit : A,M,N étant trois points donnés (A n'est pas sur la droite (MN))

- 1) Figurer B tel que $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{MN} + \overrightarrow{MN}$
- 2) Exprimer $\overrightarrow{AB}$ en fonction de $\overrightarrow{MN}$ puis $\overrightarrow{MN}$ en fonction de $\overrightarrow{AB}$
- 3) Figurer C tel que $\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{MN} + \frac{1}{2} \overrightarrow{MN}$
- 4) Exprimer $\overrightarrow{AC}$ en fonction de $\overrightarrow{MN}$ puis $\overrightarrow{MN}$ en fonction de $\overrightarrow{AC}$.

Un dernier exercice, à partir d'une figure représentant quatre points d'une droite graduée, demande la construction de points définis par la multiplication d'un vecteur par un nombre, et inversement, demande de trouver le réel k tel que $\overrightarrow{IJ} = k\overrightarrow{IK}$ (scalaires k rencontrés : $1/2$, $2/3$, $-1/2$ et $-4/3$).

La séance B se termine par l'énoncé par le professeur de la définition de la multiplication d'un vecteur par un nombre.

La séance B est découpée en 12 épisodes.

	Caractérisation de l'épisode	Analyse de la tâche en jeu dans l'épisode	Durée de l'épisode
Episode B 1	Questions 1,2,3 : questions pièges sur les vecteurs	Ancien, question 1 fermée, (trouver un contre exemple) question 2 ouverte (il suffit de tracer la somme pour trouver la réponse) question fermée (tracer une somme de vecteurs)	7 minutes
Episode B 2	Construction d'une somme de 2 vecteurs (question 4)	Ancien. Simple, non isolé (reconnaître qu'il s'agit de tracer une somme de vecteur)	9 minutes
Episode B 3	Construction d'une somme de trois vecteurs, calcul de normes	Ancien (pas l'énoncé complet)	5 minutes
Episode B 4	Définir et construire la différence de deux vecteurs	Nouveau, isolé, non simple : il faut changer $-\overrightarrow{CD}$ en $+\overrightarrow{DC}$ et construire à nouveau une somme de vecteurs	4 minutes

Episode B 5	Construction $\overrightarrow{MN} + \overrightarrow{MN}$ à partir de A	Ancien, non isolé : construire deux fois le $\overrightarrow{MN}$	10 minutes
Episode B 6	Proposition de notations	Nouveau, conjecturer la notation pour la somme de deux vecteurs identiques	4 minutes
Episode B 7	Question 3	Nouveau, non simple et non isolé : somme de vecteurs en intégrant les résultats de l'épisode B 6 sur $\frac{1}{2} \overrightarrow{MN}$ alors qu'on a $\frac{1}{2}$ de $\overrightarrow{AB}$ dans B 6	7 minutes
Episode B 8	Question 4	Nouveau, conjecturer la notation	3 minutes
Episode B 9	Bilan intermédiaire	Pas de tâche prescrite	8 minutes
Episode B 10	Construire U tel que $\overrightarrow{LU} = -\frac{1}{2} \overrightarrow{LJ}$	Nouveau, intégrer les résultats de B 9	8 minutes
Episode B 11	Trouver k tel que...	Nouveau, non simple et non isolé (comparer des vecteurs : sens, direction, norme)	11 minutes
Episode B 12	Définition de la multiplication	Pas de tâche prescrite	11 minutes

Dans les analyses qui viendront, on isolera donc souvent les 4 premiers épisodes qui correspondent à un travail sur du savoir ancien des épisodes postérieurs à B5, début du nouveau cours.

La troisième séance observée est une séance de travaux dirigés (module de quarante cinq minutes) sur la multiplication d'un vecteur par un réel. Il s'agit d'une séance pendant laquelle la classe est divisée en deux moitiés. L'enseignant choisi de faire démontrer pendant cette séance une propriété de cours, à savoir la multiplication $k(\vec{U} + \vec{V}) = k\vec{U} + k\vec{V}$. Seule une partie du cas particulier où $k=3/2$ est en fait traité à l'issue des quarante cinq minutes. Il s'agit d'une tâche initiale difficile, comportant de nombreuses adaptations comme le choix du cadre de travail par exemple.

La séance C est découpée en 9 épisodes :

	Caractérisation de l'épisode	Analyse de la tâche en jeu dans l'épisode	Durée de l'épisode
Episode C 1	Remise dans le contexte	Pas de tâche prescrite	5 minutes
Episode C 2	Explicitation du plan de la séance (traitement du cas	Pas de tâche prescrite	7 minutes

	particulier $k=3/2$ puis du cas général)		
Episode C 3	Mise en œuvre de la partie 2, explicitation du travail à faire : partir de deux vecteurs $\vec{U}$ et $\vec{V}$ puis modifier l'expression de $3/2 (\vec{U} + \vec{V})$	Transformer un titre en tâche à accomplir	6 minutes
Episode C 4	Première sous-tâche : représenter la somme $\vec{U} + \vec{V}$	Anciens, isolé : représenter $\vec{U} + \vec{V}$ en utilisant la règle du parallélogramme, c'est à dire en introduisant des points A,B et C	4 minutes
Episode C 5	Deuxième sous-tâche : représenter $\vec{AT} = 3/2 \vec{AS}$ obtenu avant	Ancien : simple et isolé : multiplier le vecteur obtenu par $3/2$ (Cf multiplication d'un vecteur par un réel)	5 minutes
Episode C 6	Point bilan : mise en évidence du dernier travail à accomplir : prouver que $\vec{AT} = 3/2 \vec{AB} + 3/2 \vec{AC}$	Pas de tâche prescrite	3 minutes
Episode C 7	Troisième sous-tâche	Nouveau : isolé, non simple, utiliser le théorème de Thalès direct ou indirect (choix), tâche traitée oralement	8 minutes
Episode C 8	Anticipation sur la quatrième sous-tâche	Pas de tâche prescrite effectivement	2 minutes
Episode C 9	Mise en œuvre de la troisième et de la quatrième sous-tâche	Appliquer le raisonnement fait avant à l'oral	3 minutes

Enfin, la quatrième séance est une séance de travaux pratiques en première S sur la rotation. Il n'y a pas à proprement parler de tâche à accomplir explicitement pour les élèves : le titre du TP est "étude analytique d'une rotation, utiliser cette étude pour déterminer l'image d'une droite". Toutefois, la tâche sous jacente met en jeu de nombreux savoirs anciens mais, donnée sans indication, elle comporte de nombreuses adaptations comme celle d'introduire un repère orthonormal direct par exemple.

La séance D est découpée en 12 épisodes :

	Caractérisation de l'épisode	Analyse de la tâche en jeu dans l'épisode	Durée de l'épisode
Episode D 1	Rappels, structuration des connaissances anciennes	Pas de tâche prescrite	1 minute
Episode D 2	Enoncé du TP	Mettre en place le repère et la droite sur le cahier (dessin)	4 minutes
Episode D 3	Explicitation du but du TP et de la première question : exprimer x' et y' en fonction de x et y	Pas de tâche prescrite	5 minutes
Episode D 4	Illustration géométrique de la rotation	Construction de l'image d'un point M par une rotation d'angle $\pi/2$, cadre géométrique, ancien, simplet et isolé	3 minutes
Episode D 5	Conjecture et explicitation du résultat par le dessin	Lire les coordonnées de M' en fonction de celles de M , cadre géométrique, ancien, simple et isolé	2 minutes
Episode D 6	Exprimer x en fonction de R et Θ	Nouveau, isolé, pas simple : choisir le cadre (géométrique, il faut faire intervenir des triangles ; analytique, il faut utiliser le $<./.>$)	11 minutes
Episode D 7	Exprimer y en fonction de R et Θ	Nouveau, isolé, pas simple : trouver le bon produit scalaire à utiliser.	6 minutes
Episode D 8	Exprimer x' et y' en fonction de R et Θ	Nouveau, trouver l'angle et le module pour M' et appliquer comme pour M	3 minutes
Episode D 9	Recherche des formules $\cos(\pi/2 + a)$ et $\sin(\pi/2 + a)$	Ancien : retrouver les formules de trigo des angles complémentaires	8 minutes
Episode D 10	Bilan pour trouver x' et y' en fonction de x et y .	Ancien, calculs : formules de trigo explicitées, travail	2 minutes

		d'identification, isolé, simple	
Episode D 11	Trouver l'équation de l'image d'une droite donnée en analytique par la rotation	Nouveau : isolé, pas simple : remplacer x et y par leurs expressions en fonction de x' et y'	8 minutes
Episode D 12	Construire la droite	Ancien : simple et isolé : prendre deux points sur la droite	3 minutes

Les quatre séances étudiées sont donc différentes du point de vue des tâches proposées aux élèves et peuvent être groupées en deux catégories.

Dans les séances A et B, les tâches proposées sont découpées par un énoncé prédéfini, même s'il est livré par l'enseignant au fur et à mesure de la résolution. Autrement dit, chaque épisode correspond à une tâche mise en évidence explicitement par l'enseignant. Dans la quasi totalité des épisodes de la séance A, ces tâches, qu'elles portent sur des savoirs anciens ou intègrent des savoirs nouveaux, sont en outre simples et/ou isolées (dans l'épisode A3, la tâche n'est même pas dévolue aux élèves).

Dans les séances C et D, les tâches proposées sont riches, elles intègrent des savoirs nouveaux et comportent de nombreuses adaptations. Le découpage en épisode n'est pas fait en parallèle avec une succession de questions explicitées.

4) Analyse des accompagnements de l'enseignant (discours et tableau)

Dans ce paragraphe, nous utilisons nos grilles d'analyses du discours de l'enseignant et nous prenons en compte les accompagnements qu'il propose du point de vue de l'utilisation du tableau. Nous établissons une troisième série de grilles qui mettent en parallèle, pour chaque épisode, les répartitions entre phases de "cours", phases d'"attente" ou phases d'"interaction" et les informations relevées au niveau du tableau.

Séance A : Pendant les deux premiers épisodes d'introduction du cours et de présentation des exercices, le temps se partage entre cours (7 minutes) et interactions (6 minutes). Dans l'épisode A3 correspondant au travail sur la première séquence, l'enseignant fait un cours pendant 4 minutes, n'associant donc pas les élèves. Il montre aux élèves

comment faire. Dans la suite de la séances, y compris pour le deuxième exercice, les phases de cours deviennent plus rares : 2 minutes de cours et 28 minutes d'interactions. Toutefois aucun temps de recherche n'est dévolu aux élèves pour une activité réelle sur les exercices proposés. L'enseignant parle tout le temps.

Le tableau est essentiellement un lieu de savoir sauf en A5 où c'est un lieu d'écriture rédigé lorsque l'enseignant écrit puis efface de suite la phrase : “ $\sqrt{a^2+1} \neq a+1$ car $(a+1)^2 \neq a^2+1$ sauf si $a=0$ ”. Le plan du cours au tableau est conservé quand l'enseignant efface, c'est-à-dire après la première séquence en A5, après la deuxième séquence en A6 puis au début du deuxième exercice en A7.

	Oral	Ecrit	Ecrit
Episode A 1	Interaction (5 minutes) Cours (1 minute)	1er tableau (central)	Titre : lieu de savoir
Episode A 2	Cours (4 minutes) Interaction (1 minute) Cours (2 minutes)		Lieu de savoir (titre + énoncé)
Episode A 3	Cours (4 minutes)		Tableau de nombres inséré dans le lieu de savoir
Episode A 4	Interaction (2 minutes)		Remplit le tableau (lieu de savoir)
Episode A 5	Interaction (7 minutes)	partiellement effacé	Enoncé + Tableau : lieu de savoir Lieu d'écriture rédigé puis effacé
Episode A 6	Interaction (8 minutes)	partiellement effacé	Enoncé + Tableau : lieu de savoir
Episode A 7	Interaction (6 minutes)	2ème tableau (plan conservé)	Titre + Enoncé + Solution: lieu de savoir (figure insérée dans le lieu de savoir)
Episode A 8	Interaction (2 minutes) Cours (2 minutes)		Tableau lieu de savoir montré pour aider les élèves
Episode A 9	Interaction (3 minutes)		Tableau de nombres

Séance B : Pendant les 4 premiers épisodes de correction des exercices faits à la maison, l'enseignant organise essentiellement des interactions (23 minutes sur 25). Le tableau est un lieu d'écriture, notamment pour des figures travaillées temporairement mais aussi pour des commentaires méta, ce qui le rend proche du lieu de savoir, comme en B3 notamment où

l'enseignant écrit au tableau “ règles obéissant au même principe ”. Il semble y avoir une gestion des lieux d'écritures : ils sont effacés au début de chaque épisode. Le lieu d'écriture correspondant à un épisode particulier ne doit pas parasiter le lieu d'écriture correspondant à un autre épisode : en B1, B2, B3, l'enseignant réécrit sans cesse sur le tableau de droite alors que le tableau central est vierge.

Avec les exercices mettant en œuvre des savoirs nouveaux, c'est-à-dire à partir de l'épisode B5, les moments de cours deviennent un peu plus nombreux et le temps se partage entre cours (16 minutes) et interactions (41 minutes). Il n'y a toujours pas de temps significatifs relevés, pendant lesquels l'enseignant se tait. Le tableau, entièrement effacé après les lieux d'écriture, devient un lieu de savoir. L'enseignant efface en B8, B10 et B12 laissant voir l'enchaînement des questions qu'il a proposées depuis le départ.

	Oral	Ecrit	Ecrit
Episode B 1	Cours (1 minute) Interaction (6 minutes)	1 ^{er} tableau à droite	Lieu d'écriture+ lieu d'écriture rédigé (méta rédigé)
Episode B 2	Interaction (9 minutes)	Tableau de droite effacé	Lieu d'écriture rédigé
Episode B 3	Interaction (5 minutes)	Tableau de droite effacé à nouveau	Lieu d'écriture rédigé Lieu de savoir (méta)
Episode B 4	Cours (1 minute) Interaction (3 minutes)	1 ^{er} tableau central	Lieu d'écriture rédigé
Episode B 5	Cours (5 minutes) Interaction (5 minutes)	Tout est effacé. 2 ^{ème} tableau central	Lieu de savoir + figure
Episode B 6	Interaction (4 minutes)		Lieu de savoir
Episode B 7	Cours (1 minute) Interaction (4 minutes) Cours (2 minutes)		Lieu de savoir
Episode B 8	Interaction (3 minutes)	Tout est effacé sauf le plan général	Lieu de savoir
Episode B 9	Interaction (8 minutes)		Dessin lieu de conjecture Lieu de savoir
Episode B 10	Cours (1 minutes) Interaction (7 minutes)	Tout est effacé sauf le plan	Lieu de savoir + figure
Episode B 11	Cours (1 minute) Interaction (10 minutes)		Lieu de savoir
Episode B 12	Cours (6 minutes) Interaction (5 minutes)	Tout est effacé sauf le plan.	Lieu de savoir

Séance C : Il s'agit à nouveau d'une succession de phases de cours (17 minutes) et d'interactions (26 minutes). Il n'y a essentiellement qu'un seul tableau d'écrit. C'est toujours un lieu de savoir. Il est partiellement effacé au début C3, laissant à voir le plan du TD. Puis il est à nouveau partiellement effacé en C6, lorsque les deux premières sous-tâches sont effectuées. Il est alors utilisé en C7 pour effectuer la troisième sous-tâche.

	Oral	Ecrit	Ecrit
Episode C 1	Cours (2 minutes) Interaction (3 minutes)	1er tableau	Lieu de savoir
Episode C 2	Interaction (2 minutes) Cours (5 minutes)		Lieu de savoir
Episode C 3	Interaction (1 minute) Cours (5 minutes)	Partiellement effacé, laisse le plan	Lieu de savoir avec dessin inséré
Episode C 4	Interaction (4 minutes)		Lieu de savoir
Episode C 5	Interaction (5 minutes)		Lieu de savoir
Episode C 6	Interaction (3 minutes)	Partiellement effacé, garde les résultats principaux réécrits	
Episode C 7	Cours (2 minutes) Interaction (6 minutes)		Lieu de savoir
Episode C 8	Interaction (2 minutes)		
Episode C 9	Cours (3 minutes)		

Séance D : Dans cette séance, l'enseignant organise à nouveau une alternance entre des phases de cours (17 minutes) et des interactions (38 minutes). Il existe pour la première fois un moment significatif (1 minute) pendant lequel l'enseignant se tait. Toutefois, cela ne correspond pas à une tâche explicitée pour les élèves. Il s'agit pour eux de recopier l'énoncé du TP et de faire la figure sur leur cahier.

Au centre, trois tableaux sont utilisés. Ce sont des lieux de savoir. Cependant, dans cette séance, l'énoncé du TP n'est pas laissé à voir puisqu'il est effacé dès le deuxième tableau. Il s'agit en fait, en D6, de faire de la place pour décrire dans un lieu intermédiaire quatre cas de figures et mettre en défaut une proposition d'élève. Ce lieu intermédiaire est d'ailleurs rapidement effacé alors que ce n'est pas une nécessité puisque l'enseignant ne va pas écrire à court terme au même endroit.

On peut se demander si, sans cet incident, l'énoncé du TP serait resté toute la séance. A nouveau, en D8, le tableau central est partiellement effacé mais le résultat principal à

utiliser pour la suite du TP est réécrit plus haut et conservé. En D11, le tableau central est entièrement effacé mais le résultat principal avait cette fois été écrit sur le tableau de droite.

	Oral	Ecrit	Ecrit
Episode D 1	Cours (1 minute)		
Episode D 2	Cours (3 minutes) Attente (1 minute)	1er tableau central	Enoncé, données : lieu de savoir
Episode D 3	Interaction (3 minutes) Cours (2 minutes)		Enoncé : lieu de savoir
Episode D 4	Interaction (3 minutes)	Tableau de droite	Dessin (lieu d'écriture)
Episode D 5	Interaction (2 minutes)		Lieu de savoir
Episode D 6	Cours (4 minutes) Interaction (7 minutes)	Tableau central partiellement effacé pour faire de la place, cas de figures, effacés aussitôt; 2ème tableau	Enoncé : lieu de savoir Cas de figures : lieu d'écriture Réponse : lieu de savoir
Episode D 7	Cours (1 minute) Interaction (5 minutes)		Enoncé + réponse : lieu de savoir
Episode D 8	Interaction (3 minutes)	Efface partiellement après avoir réécrit le résultat précédent	Enoncé + réponse : lieu de savoir
Episode D 9	Interaction (8 minutes)		Enoncé : lieu de savoir
Episode D 10	Interaction (2 minutes)	Tableau de droite	Réponses : lieu de savoir
Episode D 11	Cours (3 minutes) Interaction (5 minutes)	Tableau central effacé 3ème tableau	Enoncé + réponse : lieu de savoir
Episode D 12	Cours (3 minutes)		

5) Synthèse : mises en évidence d'invariants

Nous déclinons cette synthèse suivant trois axes ; ce qui relève de la gestion seule, ce qui relève de l'utilisation du tableau seule et ce qui concerne des invariants mixtes.

a) La gestion de la classe (des caractéristiques globales)

- Absence de “ lieu de travail ” indépendamment des tâches

Les analyses du paragraphe 4 montrent que cet enseignant n'installe jamais de véritable “ lieu de travail ” en classe. Les élèves sont associées aux tâches proposées par l'enseignant à travers des interactions, et ce, quelles que soient la séance et l'épisode. Il n'y a jamais “ d'attente ”, sauf en D2, mais la tâche à accomplir par les élèves n'est que la

production de la figure. De façon générale, l'enseignant ne ménage donc pas de véritables temps de travail pour les élèves, sur les tâches qu'il leur propose.

Ce type de gestion ne dépend pas des types de tâches proposées, variées au demeurant, puisqu'on le retrouve dans toutes les séances. Il ne dépend pas en particulier de la catégorisation établie plus haut en fonction des tâches initiales, prédécoupées (séances A et B) ou non (séances C et D). Des exemples, pris dans chacune des séances, illustrent cette absence d'entrée en activité autonome des élèves. Nous déclinons ces exemples non exhaustifs selon les types de tâches en jeu, pour montrer que ces absences n'en dépendent pas. Tout d'abord, lorsque la tâche à accomplir porte sur du savoir ancien :

Dans l'épisode A5 : *“ Allez rapidement. On va le faire ensemble d'ailleurs pour que ce soit plus vivant. Alors, euh, Marie, ben à toi. Non, non, vas y je te laisse le temps quand même de faire le tableau. Faut pas te bousculer quand même. On a le temps. (Silence 17 secondes+ commentaire méta) Alors, c'est parti... ”* On peut ici penser que les élèves n'ont eu que le temps de finir leur tableau pendant ces 17 secondes.

Dans l'épisode A7 : *“ Donc dans un premier temps, vous faites ça. Y en a pas pour longtemps. Et dans un deuxième temps on fera quelques calculs particuliers de ce périmètre lorsqu'on donne à x quelques valeurs particulières simples. Allez, on fait ça ensemble. Tu penses Anne Marie à faire quoi ? ”*

Dans l'épisode C4 : *“ On va d'abord représenter le vecteur U plus V , et ensuite le multiplier par $3/2$. Alors Julien, on y va. Qu'est ce que tu proposes de faire ... ”*

Dans l'épisode C5 : *“ Alors, Aline, heu, deuxièmement, on effectue la multiplication du vecteur $\overrightarrow{AS}$ par ? (réponse de l'élève $3/2$) Trois demi. Alors tu me dis comment tu effectues cette multiplication. Alors je vais dire toujours pareil : représentons... ”*

Dans les deux exemples qui suivent, la tâche à accomplir porte cette fois sur du savoir nouveau. Pourtant le temps de temps de travail est toujours absent :

Dans les épisodes B6 ou B8, quand les élèves rencontrent pour la première fois la multiplication d'un vecteur par un nombre : “ *Proposez une expression, toujours dans le 1), hein du vecteur $\overrightarrow{MN}$ en fonction du vecteur $\overrightarrow{AB}$. Alors on va demander à Laure de nous répondre qui est bien en face.* ” et “ *Alors proposez une expression du vecteur $\overrightarrow{MN}$ en fonction du vecteur $\overrightarrow{AC}$. Attends Yannick que tout le monde ait le temps d'abord de voir ce que je demande. (En aparté à un élève : faut quand même que tu changes de page quand tu changes de chapitre...)* Alors... cette proposition, oui ? ” Il s'agit donc, selon l'enseignant, que les élèves “ voient ” ce qu'il demande et non, qu'ils y réfléchissent.

Dans l'épisode C6, il s'agirait pour les élèves de se construire la tâche à accomplir pour donner du sens au TP: “ *Il faut que j'arrive à démontrer que c'est trois demi fois le vecteur $\vec{U}$ plus trois demi fois le vecteur $\vec{V}$. On est bien d'accord ? Bon, alors, est ce que tu vois Laure...* ”

Enfin, dans l'épisode D4, la tâche initiale vient d'être explicitée, avec toutes les spécificités vues dans l'analyse de tâche (savoirs nouveaux, nombreuses adaptations...) et là encore, l'enseignant ne donne pas de temps aux élèves : “ *Pour réussir à obtenir ce qu'on veut obtenir, je vais vous conduire un petit peu sauf si quelqu'un bien sur à une idée. Alors effectivement, on peut construire l'image...* ”

Dans certains autres cas, l'enseignant, ayant explicité la tâche à accomplir, lance les élèves sur une recherche mais il les bride en continuant de parler pendant un temps qu'il considère comme suffisant à leur réflexion :

Dans l'épisode A6, la tâche à accomplir est simple et isolée : *Alors, séquence numéro 3, et on passera à autre chose, vous avez compris le principe. Alors séquence numéro 3, je vous propose l'ordre 1,3,2. Alors, allez-y, l'ordre 1,3,2, j'efface ça. A partir des mêmes valeurs. Vous préparez votre tableau. Et on passera à une autre façon d'approcher la notion de fonction, ayant bien compris effectivement que cette approche là nous permet bien sur de calculer d'une manière particulière dans chaque séquence un nombre y en fonction d'un nombre x. Alors Mélanie, on y va ?*

Dans l'épisode B5, la tâche est non isolée mais sur du savoir ancien: *“ Alors première question et vous allez faire ça très vite. Figurez le point B tel que, alors...il s'agit de représenter la somme des deux vecteurs $\overrightarrow{MN}$ et $\overrightarrow{MN}$, qui est le même, par deux points dont le premier est A le second étant B. Allez-y. Alors figurez, ça veut dire simplement, heu, sur la, représenter le point B sur votre figure sans explications superflues hein. Alors vous avez, je vous le signale quand même en passant, à ajouter ici deux vecteurs $\overrightarrow{MN}$ et $\overrightarrow{MN}$ qui sont représentés par des points qui sont sur la même droite, évidemment M et N constituent une droite, hein. Donc c'est un petit peu ce qu'on a fait tout à l'heure quand j'ai contesté à Caroline l'histoire du parallélogramme. Vous êtes bien d'accord ? ici il n'est pas question de parallélogramme hein ? Oh, c'est simple, ne cherchez pas de complications hein, c'est bien alors je jette un œil rapide sur ce que vous avez fait (10 secondes en aparté avec un élève) Alors Blaise, tu expliques à Alexandre qui a eu du mal à faire ça ? ”*

Enfin, dans l'épisode D6, une sous-tâche de la tâche initiale vient d'être explicitée, c'est une sous-tâche mettant en œuvre des savoirs nouveaux, isolée mais non simple, et là encore, l'enseignant n'attend pas, parle à haute voix avant de proposer la correction : *“ Exprimer x en fonction de R et a. Réfléchissez bien la dessus, je ne vous dis rien, si vous n'avez pas d'idée, je vous donne une piste ”* puis il répond à haute voix à la remarque d'un élève (50 secondes) et reprend : *“ Bon, polarisez vous la dessus, R, distance OM, a, angle orienté entre i et OM, et x, abscisse de M. Comment peut-on réussir à avoir l'abscisse de x en fonction de R et a ? Oui, Pierre Yves ? Oui et qu'est ce qui te fait dire ça ? ”* Ici, il se lance encore à haute voix, en écrivant même au tableau, dans des cas de figures, pour mettre en défaut la proposition de l'élève (1 minute) puis revient pour la classe *“ Ce que je voudrais, c'est que vous puissiez calculer ça sans tenir compte des différentes positions du point M dans les quadrants. Il y a une possibilité très puissante qui permet d'obtenir ça. Je vous l'ai dit tout à l'heure, produit scalaire. Mais Thierry pas celui que tu nous as donné tout à l'heure. Un produit scalaire nous tire d'affaire... ”*

- Répartition identique en “ cours ” et “ interactions ” dans les séances

Les quatre séances ne se répartissent donc qu'entre des passages de “ cours ” et des passages “ interactions ”. Si l'on compare la proportion de ces deux types de passages, particulièrement dans les épisodes où intervient un savoir nouveau, pour que ce facteur ne soit

pas variable, on trouve les mêmes proportions (un petit surplus de cours tout de même dans la séance C mais elle est plus courte), ce qui montre la relative stabilité des séances de ce point de vue là.

	Cours	Interactions	Durée effective
Séance A	13 minutes	34 minutes	47 minutes
Séance B	16 minutes	41 minutes	62 minutes à partir de B5
Séance C	17 minutes	26 minutes	43 minutes
Séance D	17 minutes	38 minutes	55 minutes

Les calculs exacts des proportions des phases d'interactions par rapport aux durées réelles des séances portant sur du savoir nouveau sont respectivement 72 %, 66%, 60% et 69%, soit des proportions assez équivalentes.

- **La gestion des interactions : une modification à la baisse de l'activité des élèves, indépendamment là encore des tâches en jeu**

Les grilles d'analyse du discours permettent de caractériser plus en détail la façon dont sont gérées ces interactions. De nombreuses questions ouvertes posées à la classe deviennent souvent des questions fermées, voire des questions à un mot ou des fausses questions. Cela modifie à la baisse et d'une façon subreptice l'activité proposée aux élèves par la question initiale. C'est le cas lorsque les tâches en jeu sont difficiles, par exemple :

Dans l'épisode A8, la tâche initiale qui est de retrouver dans la formule du périmètre $p(x)=x+1+\sqrt{x^2+1}$ la séquence sous-jacente, devient de savoir par quelle opération il est bon de commencer : *“ Alors simplement, mais c'est pas le but de l'exercice, on peut voir sous une formule comme ça on peut quand même et vous savez détecter une séquence. Est ce que tu vois Anne Marie, sous la formule qui est ici ce qu'on pourrait détecter disons quelle est la séquence chronologique des opérations à faire pour à partir de x, obtenir petit p ? C'est à dire, je te demande si tu voulais calculer p, x étant donné, tu commencerais par quelle opération ? ”*¹⁴

Le passage pris dans l'épisode D6 et illustrant la partie méthodologique est aussi un bon exemple de modification de l'activité des élèves à la baisse par le jeu des questions

¹⁴ L'exigence baisse à nouveau par l'utilisation subreptice du tableau (voir plus loin)

successives de l'enseignant. Mais cette modification à la baisse s'observe également lorsque les tâches en jeu sont plus pauvres, par exemple :

Dans l'épisode A7, lorsque l'enseignant définit la longueur du triangle comme une quantité qui doit être strictement positive : *“ on va le considérer comme strictement positif, euh, qu'est ce que ça apporte le fait qu'il soit strictement positif ? Le point C n'est jamais, oui ? ”*

Dans l'épisode B1, alors qu'il s'agit de justifier pourquoi $UV+VW=UW$ en distance n'est vrai que lorsque les 3 points sont alignés dans cet ordre : *“ Et pourquoi la relation n'est pas vraie lorsque les points sont alignés dans un autre ordre ? Donne-moi un autre ordre par exemple, un autre, n'importe quel ordre... ”*

Dans l'exemple suivant, l'enseignant n'arrivant pas à obtenir la réponse qu'il désire se satisfait d'une réponse approximative d'un élève pour faire avancer son projet plus rapidement : il s'agit d'un passage de l'épisode D3 : *“ Est ce que tu vois ce que j'entends par étude analytique de la rotation ? Oui, d'une manière plus précise ? Tu as raison, tu as raison ? Utilisez les coordonnées des points, alors précise mieux ce qu'il s'agira de trouver ”* puis l'enseignant gère une mauvaise piste lancée par un élève. Il revient alors sur sa question initiale : *“ Qu'est ce qu'on peut appeler Philippe, l'étude analytique de la rotation (1 seconde), c'est ce que je vous ai fait faire par exemple dans le dernier contrôle à propos de la composée d'une homothétie et d'une autre homothétie. Il s'agissait de trouver la composée des deux avec une démarche analytique... (intervention de l'élève : “ on prend les coordonnées des points ”) “ alors précise, les coordonnées de quels points ? ” (réponse de l'élève : “ n'importe quel point ! ”) “ N'importe quel point, autrement dit, un (il écrit au tableau) Soit M un point quelconque du plan de coordonnées x et y, on fait agir la rotation r sur ce point et on obtient un point M'. M' est l'image de M par r. Le point M' a pour coordonnées x' et y' et le but de cette première question... ”.* On peut se demander dans quelle mesure cet écrit au tableau correspond réellement à l'activité qui vient d'être produite par les élèves.

Enfin, dans cet exemple de l'épisode B4, la tâche initiale proposée qui était de définir et de construire la différence vecteur $\overrightarrow{AB}$ moins vecteur $\overrightarrow{AC}$, a tellement été revue à la baisse

qu'au final, il ne reste plus aux élèves qu'à énoncer le résultat en français : *“ Alors est ce que c'est ça la réponse à la question ? , alors fais moi une phrase complète, les points qui représentent le... fais moi la phrase depuis le début s'il te plaît ”* et l'élève reprend *“ les points qui représentent le vecteur $\overrightarrow{AB}$ moins le vecteur $\overrightarrow{AC}$ sont les points C et B ”*. On peut ici se demander dans quelle mesure cette reformulation permet aux élèves de reprendre à leur compte et de récupérer la réponse mise en évidence par l'enseignant lui-même.

- La gestion des incidents en cohérence avec celle des interactions

Dans le cas d'incidents trop graves, détournant ou retardant peut-être trop le projet de l'enseignant, par exemple lorsque la classe ou un élève ne répond pas, se trompe, l'enseignant, au lieu de renvoyer vers la classe, de relancer l'activité, ré-aiguille tout de suite les élèves, modifiant à nouveau ses exigences à la baisse ou donnant même parfois directement des éléments de réponse :

Dans l'épisode A8 : *“ Euh, qu'est ce que tu appelles la dernière ? Par racine carrée ? Tu commences par l'opération racine carrée ? Ah non, ça je pense que c'est pas possible. ”*

Dans l'épisode B5 pour représenter $\overrightarrow{AB} = 2\overrightarrow{MN}$: *Alors, heu Blaise veut d'abord représenter le point B tel que le vecteur AB, dis bien vecteur, hein, vecteur $\overrightarrow{AB}$ égal vecteur $\overrightarrow{MN}$, heu ça serait un peu maladroit de l'appeler B ? Alors autrement dit, tu représentes le point B' tel que le vecteur $\overrightarrow{AB'}$ soit égal au vecteur $\overrightarrow{MN}$. Je fais la figure sans commentaires, hein* On peut se demander ce qu'il serait advenu si l'enseignant avait laissé l'élève appeler le point intermédiaire B.

Dans l'épisode D5 : *“ Alors, oui Delphine, on pourrait penser que ? ”* (réponse de l'élève : *“ $x'=y$ et $y'=x$ ”*) *“ Attention, presque, alors, $y'=x$, je suis d'accord, mais $x' = ?$ ”* (élève : *“ $y !$ ”*) *“ Non, attention, regarde bien, on est sur un axe quand même, x' et y' sont des nombres réels positifs ou négatifs... ”* (élève *“ $-y !$ ”*) *“ $-y ! x'=-y ! D'accord, c'est la bonne réponse. ”$*

- Des effets d'animation dans toutes les séances

Nous remarquons enfin que l'enseignant pose souvent des questions fermées, des questions à un mot, voire des fausses questions pour s'assurer peut-être de la participation de la classe : Voici deux exemples pris dans la séance A où les tâches sont prédécoupées et dans la séance D où ce n'est pas le cas.

Dans l'épisode A2 : *A quelle condition est ce qu'on peut calculer la racine carré positive d'un nombre donné ? Déjà Mélanie ? Positive. Donc tu dois préciser que le nombre donné est positif. Donc, euh, on va se contenter d'effectuer les calculs sur des nombres positifs. Est ce que tu vois en outre, Mélanie, pourquoi je précise racine carré positive ? Effectivement parce qu'on peut envisager deux racines carrées qui sont euh comment enfin situées comment l'une par rapport à l'autre ? Opposées, bien.*

Dans l'épisode D3, un exemple qui illustre aussi un incident géré par le professeur en donnant la réponse : *“ D'abord, quart de tour, c'est bien une rotation, ça ? Son centre ? O ! et son angle ? π sur ? ”* (réponse de l'élève : *“ 4 ! ”*) *“ Ah, non justement, non, c'est π sur 2, ne te laisse pas avoir par le mot quart de tour, quart de tour, c'est quart de tour complet, et un tour complet, c'est 2π , donc un quart, c'est π sur 2. ”*

b) L'utilisation du tableau : une grande stabilité, une grande cohérence avec le reste de la gestion.

- L'absence de “ lieu de travail ” au tableau

De la même façon qu'il ne laisse pas chercher les élèves, l'enseignant n'installe jamais de lieu de travail au tableau, c'est-à-dire de “ brouillon public ” dans notre terminologie. D'ailleurs, dans toutes les séances étudiées, qu'elles soient des séances de cours, des corrections d'exercices préparés, d'exercices en classe, de module ou encore de travaux pratiques dans la classe de première S, le tableau est la propriété de l'enseignant. Il n'y a jamais d'élève qui passe au tableau. En ce sens, il y a donc déjà une cohérence entre gestion du tableau et gestion de la classe.

Dans les séances B, C et D, il s'agit pourtant d'exercices de géométrie qui pourraient donner lieu au passage d'un élève au tableau. Mais les élèves sollicités lors des interactions expliquent leurs constructions oralement à leur place : citons dans l'épisode B5 :

“ Alors Blaise, tu expliques à Alexandre qui a eu du mal à faire ça (ie sa construction) ” (Mais Blaise doit rester à sa place).

Citons aussi un moment de l'épisode B7 qui amène justement au problème de l'explication sans tableau d'une construction géométrique :

“ Alors essaie de me justifier la construction comme on a fait tout à l'heure, hein, d'accord ? Alors, je te conteste le verbe partir. Tu ne pars pas, tu restes à ta place. Heu, on représente un vecteur à partir de ... ”

- L'utilisation du tableau comme “ lieu de savoir ”

Dans l'intégralité des quatre séances, l'utilisation du tableau faite par l'enseignant relève en fait quasiment toujours de l'utilisation comme lieu de savoir. Il s'agit souvent, effectivement, d'un écrit en français, rédigé, complet, structuré, linéaire et respectant la chronologie de la séance, comme un livre, donnant à voir un produit fini. Les figures sont insérées dans les lieux de savoirs. L'écrit est après (voire parfois en même temps que) l'oral qui s'y rapporte. Il y a très peu d'usage différé à court terme de l'écrit au tableau.

- La gestion des “ lieux d'écriture intermédiaire ”

Lorsque le tableau n'est pas utilisé comme lieu de savoir, il s'agit d'une utilisation comme lieu d'écriture, pour un travail local sur un dessin, sur un élément mathématique ou pour marquer une proposition d'élève. Le tableau est alors rapidement effacé. Il n'y a jamais en présence sur le même tableau deux lieux d'écritures sans liens l'un avec l'autre (exemple des épisodes B1 à B4).

En outre, les lieux d'écritures ne doivent pas parasiter les lieux de savoir. Si le tableau est lieu de savoir, un lieu d'écriture est très rapidement effacé suite à son usage pour ne pas parasiter le lieu de savoir qui domine l'allure du tableau (épisodes A5 ou D6 par exemple :

l'enseignant expose des cas de figure sur le tableau central puis les efface aussitôt alors qu'il va continuer son lieu de savoir sur le tableau de droite).

Dans l'épisode D6 à nouveau, le tableau est donc un lieu de savoir et l'enseignant répond à une question d'élève. Il semble ici se priver de l'utilisation du tableau comme lieu d'écriture, alors que l'explication orale qu'il fournit est difficile à suivre :

(Le tableau est un lieu de savoir) “ *Exprimer, et vous réfléchissez à ça, x , x c'est l'abscisse de M , en fonction de R et a . Allez réfléchissez là dessus, je ne vous dis rien. Si vous n'avez pas d'idée, je vous donne une piste.*

Question d'élève inaudible

Alors Pierre Yves nous suggère de prendre le produit scalaire, euh, pour répondre à cette question là. Ah, pour ça, la ? Si tu calcules le produit scalaire $\langle \overrightarrow{OM}, \overrightarrow{OM'} \rangle$ tu vas obtenir zéro parce que les vecteurs sont orthogonaux et tu vas obtenir, si tu utilises les coordonnées quelle autre expression ? L'expression du produit scalaire $\langle \overrightarrow{OM}, \overrightarrow{OM'} \rangle$ en fonction des coordonnées des points M et M' , ben la formule. Quelle est la formule qui donne le produit scalaire ? $xx' + yy'$. Bon, d'un côté tu vas obtenir $xx' + yy'$ et de l'autre, tu vas avoir 0, tu vas obtenir quelque chose qui est vrai, qui est $xx' + yy' = 0$. C'est-à-dire une égalité dans laquelle il y a tes deux inconnues x' et y' , il n'empêche qu'il en manque une parce que tu as deux inconnues ici, là, x' et y' mais c'est une bonne idée. C'est une autre piste si tu veux mais ce n'est pas suffisant. ”

On trouve le même phénomène en C3 : le tableau est “ lieu de savoir ”, il n'y aura pas de “ lieu d'écriture intermédiaire ” lors de cette réponse à un élève :

“ Alors, autrement dit, toi, tu penses qu'il serait possible de démontrer cette propriété en utilisant le même principe qu'hier. C'est ce que tu veux dire ? Ah, autrement dit, en prenant appui sur la propriété qu'on a démontré hier. C'est-à-dire k plus l fois le vecteur $\vec{U}$ égal k fois le vecteur $\vec{U}$ plus l fois le vecteur $\vec{U}$. Si tu prends bien conscience quand même de la différence fondamentale qu'il y a entre les deux propriétés, elle est claire cette différence. C'est-à-dire que la propriété qu'on a démontrée hier, elle fait intervenir deux nombres et un vecteur alors que la propriété d'aujourd'hui fait intervenir deux vecteurs et un nombre. Alors je ne te dis pas qu'on ne puisse pas démontrer la propriété d'hier, heu, en utilisant l'énoncé

de Thalès, mais ça m'étonnerait. Enfin, bon, je ne te dis pas non mais y faudrait voir ça de plus près. ”

En outre, certains travaux qui se prêteraient aux “ lieux d'écriture ”, voire même aux “ brouillons public ”, sont insérés dans des “ lieux de savoir ” . C'est le cas par exemple du travail sur les erreurs dans le cours sur les fonctions (épisode A6, comment prouver que racine carrée de $a^2 + 1$ est différent de $a + 1$ pour toute valeur positive de a ?), du travail sur le triangle rectangle (épisode A7, deuxième activité dans le cours sur les fonctions) ou encore du travail géométrique sur la rotation (toute la séance D).

Enfin, les “ lieux d'écriture ” lorsqu'ils existent, sont assez souvent rédigé, ce qui les rend en un sens assez proche des “ lieux de savoir ” :

Dans l'épisode A6 par exemple, l'enseignant qui veut accentuer la question qu'il pose à la classe, rédige : “ comment prouver que $(\sqrt{a+1})^2$ n'est pas égal à $\sqrt{a^2+1}$ pour toute valeur de a ? ”. Il s'agit bien d'un “ lieu d'écriture ” puisque cela ne s'articule pas avec le “ lieu de savoir ” en cours et que la réponse à cette question n'est en fait pas écrite mais traitée oralement (aspect incomplet du “ lieu d'écriture ”).

c) D'autres invariants dans la gestion, faisant intervenir le tableau : de la structuration et des anticipations

En utilisant nos grilles d'analyse du discours de l'enseignant, nous nous interrogeons sur l'un des aspects du savoir proposé aux élèves pendant les phases de cours et à travers les interactions.

- L'importance de la structuration, surtout dans les séances C et D

Dans toutes les séances, et plus particulièrement dans les séances C et D, le discours comporte beaucoup d'éléments méta mathématiques de structuration, qui permettent aux élèves de replacer l'activité en cours dans un contexte (utilisation d'un futur ou d'un passé). Nous comparons à nouveau les épisodes des séances pendant lesquels est abordé du savoir

nouveau et nous montrons que cet apport diffère aussi dans sa forme en fonction des types de tâches proposés.

Dans les séances A et B, dans lesquelles des tâches sont proposées sous forme d'une suite de questions qui délimitent les épisodes, les passages contenant de la structuration se situent en général en début ou en fin d'épisode. Plus précisément, dans la séance A, si nous ne prenons pas compte de l'épisode A1 qui est l'épisode oral de rappels sur les emplois antérieurs du mot fonction, nous avons relevé 8 passages référents à des éléments de structurations dont 4 se situent en début ou en fin d'épisode (A2, A4, A6, et A7) :

Exemple au début de l'épisode A2 : *J'ai prévu de vous montrer quatre situations un peu différentes où il y a sous-jacente la notion de fonction. Alors on ne va pas donner la définition mathématique d'une fonction dans le cas général, on va simplement étudier ces situations là, et à la fin, on verra pourquoi ces situations différentes peuvent conduire à la même notion de fonction.*

En fin de l'épisode A7 : *Donc dans un premier temps, vous faites ça. Y en a pas pour longtemps. Et dans un deuxième temps on fera quelques calculs particuliers de ce périmètre lorsqu'on donne à x quelques valeurs particulières simples*

Dans la séance B, si on ne tient pas compte des 4 premiers épisodes d'exercices sur des savoirs anciens, il reste une séance qui dure tout de même une heure environ. Nous ne relevons que 4 passages durant lesquels l'enseignant structure, qui sont tous 4 en début ou en fin d'épisode :

Exemple au début de l'épisode B5 : *Alors nouvelle page, nouvelle leçon, donc la dernière étant la leçon sur les valeurs absolues...pour préparer l'introduction de la définition.*

En fin d'épisode B7 : *On en est maintenant à la possibilité d'avoir la possibilité d'ajouter un vecteur et ce vecteur multiplié par un demi. Pour l'instant, on n'a pas encore donné de définition à la multiplication d'un vecteur par un nombre, hein ? on est dans des cas particuliers.*

En fin d'épisode B9 *quand on va donner la définition tout à l'heure ... on va parler de direction on sait ce que c'est, on va parler de sens, on sait ce que ça veut dire... autrement dit, la préparation de la définition arrive...*

Et au début de l'épisode B10 *Dans ce qu'on a dit tout à l'heure, puisque tout à l'heure, on a vu une situation où on multipliait un vecteur par un nombre réel qui était... alors je ne vous ai pas montré la possibilité ou de situation où on pouvait multiplier par un nombre négatif.*

Au contraire, dans les séances C et D, dans lesquelles l'enseignant propose une tâche initiale plus riche mais donnée sans indications, on trouve de plus longs passages contenant de la structuration et ils sont plus difficiles à localiser. Tout semble prétexte à des points de structuration. Voici quelques exemples non exhaustifs.

Dans l'épisode C1 : Tout le début de l'épisode contient de la structuration.

Au début de l'épisode C2 : *il se trouve qu'hier, en travaux dirigés, on a démontré une propriété faisant intervenir... donc ça c'est la première chose qu'il faut bien prendre en compte : on ne va pas utiliser pour faire cette démonstration le même principe qu'hier. Mais aussi toute la fin de l'épisode C2.*

Dans l'épisode C3, au cours de la mise en œuvre de la partie 2 : *Alors je dis qu'on va utiliser le théorème de Thalès, c'est avec une idée derrière la tête tout de même. C'est que cet énoncé que vous connaissez depuis la classe de troisième... pour faire ensuite le lien à la fin du chapitre, en disant, ben maintenant qu'on a fait ça..., il est très facile d'énoncé les deux théorèmes de Thalès, en utilisant les vecteurs. Ce que vous n'avez pas fait au collège...*

A la fin de l'épisode D3 : *" dans les deux transformations qu'on vient d'utiliser et d'étudier, c'est-à-dire homothétie et la translation, à chaque fois, x' s'exprimait en fonction de x et y' s'exprimait en fonction de y . Et bien vous verrez que là, c'est pas le cas, d'où la nouveauté. "* Il est également possible de reprendre le passage pris dans l'épisode D6 et qui illustre la partie méthodologique de cet article.

- **Le tableau participe à la structuration, différemment dans les séances C et D**

Le tableau participe à cet apport de structuration fait par l'enseignant. Il suffit de s'intéresser pour mettre ce phénomène en évidence, aux moments où l'enseignant utilise son tableau comme lieu de savoir, quand celui-ci n'est pas parasité par un lieu d'écriture intermédiaire. On trouve ici encore plus clairement une distinction entre les séances A et B d'une part et les séances C et D d'autre part. La structuration est à nouveau accentuée dans les séances C et D.

Dans les séances A et B, la structuration de la séance se fait naturellement avec les questions des exercices, et d'ailleurs beaucoup de points oraux de structuration sont faits à ces occasions, en début ou en fin d'épisodes. Ce sont en outre les changements de questions qui rythment les moments où l'enseignant efface son tableau lieu de savoir : Dans la séance A, le tableau est partiellement effacé au début de A5 (deuxième séquence), de A6 (troisième séquence) et de A7 (deuxième exercice). L'enseignant fait toujours en sorte de laisser à voir la progression dans les activités préparatoires à la notion de fonction. De la même façon, dans la séance B (à partir de B5), le tableau est partiellement effacé au début de B8 (question 4 du premier exercice), de B10 (deuxième exercice) et de B12 (définition de la multiplication), laissant là aussi voir l'enchaînement des questions amenant à la mise en place de la multiplication des vecteurs.

Dans les séances C et D, les tâches initiales proposées par l'enseignant sont riches. Il ne s'agit plus de questions d'exercice isolant des tâches à résoudre. L'enseignant accentue la structuration qu'il fait oralement mais elle semble dissoute dans la globalité du discours. Toutefois, l'utilisation du tableau et les moments où il efface permettent la mise en évidence d'une structure des séances.

Dans les épisodes C1 et C2, l'enseignant commence par extraire des tâches du travail initial qu'il propose et les écrit au tableau en dessous du titre du TD :

1) Principe de la démonstration :

On modifie l'expression $k(\overrightarrow{U + V})$ pour obtenir l'expression $k\overrightarrow{U} + k\overrightarrow{V}$

2) Justification dans un cas particulier ($k=3/2$)

Elle repose sur l'énoncé direct de Thalès

3) Justification dans le cas général

On trouve également des phrases méta au tableau qui n'ont pas leurs équivalents dans les séances A et B.

En C3, il efface (en deux fois, interrompu par un élève) son tableau. On trouve alors au tableau les commentaires : “ mise en œuvre de la partie 2 ”, “ il s'agit de modifier l'expression du vecteur $3/2(\overrightarrow{U+V})$ ”, “ représentons par $\overrightarrow{U+V}$ par $\overrightarrow{AS}$ ”, “ représentons $3/2(\overrightarrow{U+V})$ par $\overrightarrow{AT}$ ”. Ensuite le tableau est partiellement effacé en C6, le résultat principal des sous-tâches précédentes est réécrit plus haut et dans l'épisode C7, une nouvelle phrase méta donne la dernière sous-tâche à effectuer : “ il reste à prouver que $\overrightarrow{AT}$ peut s'écrire $3/2 \overrightarrow{AB} + 3/2 \overrightarrow{AC}$ ”.

On retrouve ces idées dans la séance D. Le premier tableau contient le titre du TP. Les tâches sont matérialisées par des numéros et les sous-tâches sont matérialisées par des étoiles au tableau :

- 1) Exprimer x' et y' en fonction de x et y
 - * Exprimer x en fonction de R et a
 - * Exprimer y en fonction de R et a
 - * Exprimer les coordonnées de M' en fonction de R et a
 - * Atteindre le but de la question

Puis le tableau central est totalement effacé en D11 pour la mise en œuvre de la deuxième partie du TP explicitée au tableau :

- 2) Conséquences : Soit d' l'image de d par r .
Déterminer une équation cartésienne de d' .

Finalement, le tableau participe pleinement à la structuration faite par l'enseignant. Il efface son tableau après chaque changement de question dans les séances où les tâches sont proposées isolées, à travers des questions successives d'exercices. Il met en évidence la structure générale de la séance en laissant à voir, lors de ces effacements, l'enchaînement des questions. Il accentue ce rôle “ structurateur ” du tableau dans les séances où l'absence de questions explicitées rend la tâche initiale plus riche, en lui faisant porter des éléments explicites de structuration, donnant à voir aux élèves la globalité de la séance.

- Des anticipations initiées au tableau

Le tableau participe à certaines anticipations de l'enseignant qui modifient à nouveau la tâche initialement en jeu dans l'épisode. Plus précisément, l'enseignant donne des indices au tableau qui privent parfois les élèves de certaines activités : donnons des exemples qui montre que ce type d'aide ne dépend pas de la tâche en jeu :

Dans l'épisode B1, alors qu'il s'agit de donner une information sur la distance UV plus la distance VW par rapport à la distance UW si les trois points U,W,V sont alignés dans cet ordre, l'enseignant écrit au tableau $UV+VW \dots UW$ attendant du coup un signe d'inégalité : *“ qu'est ce que tu peux dire ici de la distance UV plus la distance VW par rapport à la distance UW ? ”* demande t'il en pointant l'espace qu'il a matérialisé par son écrit.

Dans l'épisode D6, la tâche initiale vient d'être redéfinie par une aide de l'enseignant *“ je vais vous mettre sur la voie : en utilisant la norme des vecteurs et le cosinus bien sûr, et avec l'expression en fonction des coordonnées des vecteurs. La tâche est devenue simple et isolée puisque les élèves connaissent également les deux vecteurs dont il faut calculer le produit scalaire de deux façons différentes, pourtant là encore, l'enseignant modifie à la baisse l'activité des élèves par une aide au tableau : Allez (5 secondes) donc vous écrivez OM scalaire i égal et OM scalaire i égal, donc. Il y a juste une ligne de calcul... ”* et il écrit en même temps au tableau : *“ $\overrightarrow{OM} \bullet \vec{i} = \dots$ et $\overrightarrow{OM} \bullet \vec{i} = \dots$ donc... ”*

Dans l'épisode A8, la tâche est nouvelle, isolée mais non simple. Il s'agit de retrouver dans la formule du périmètre $p(x) = x + 1 + \sqrt{x^2 + 1}$ la séquence sous-jacente. L'enseignant, cherchant à faire trouver à un élève cette séquence, montre sur le tableau les éléments de réponses attendus *“ C'est-à-dire je te demande si tu voulais calculer p, x étant donné, tu commencerais par quelle opération ? ”*. Réponse de l'élève qui se trompe : *“ la dernière ”* *“ Euh la dernière, qu'est ce que tu appelles la dernière ? Par racine carrée ? Tu commences par l'opération racine carrée ? Ah, non, ça je pense que ce n'est pas possible. Bon, dans un premier temps... on calcule le carré (il a montré en même temps que l'élève a répondu) dans un deuxième temps, on ajoute 1 (idem) dans un troisième temps, on calcule la racine (idem)*

dans un quatrième temps, on ajoute x et dans un dernier temps, on ajoute 1, ou on ajoute 1, on ajoute x.

Cette tendance à l'anticipation n'est que le reflet de ce qui se passe au niveau du discours : dans toutes les séances, on trouve beaucoup d'aide de l'enseignant avant les activités des élèves. L'enseignant anticipe parfois sur des sous-tâches à effectuer et donne jusqu'à des aides mathématiques directes. Déclinons à nouveau quelques exemples qui montrent que ces anticipations existent quelles que soient les tâches en jeu :

Dans l'épisode A7, la tâche est déjà simple, non isolée, sur du savoir ancien. Pourtant, l'enseignant anticipe sur la question de se demander ce qu'est le périmètre du triangle, isolant du coup cette sous-tâche : *“ Allez on fait ça ensemble, tu penses à faire quoi Anne Marie ? Euh, d'abord, tu comprends bien ce qu'on appelle le périmètre du triangle ? Tout le monde l'entend bien ? Oui, donc par définition, petit p, c'est AB plus BC plus AC. ”*

Dans l'épisode C7, la tâche est nouvelle, isolée mais non simple : les élèves doivent mobiliser l'un des théorèmes de Thalès pour résoudre la question. *“ C'est bien ça maintenant qu'il nous reste à démontrer. Alors réfléchissez un peu, et essayer de donner une piste pour démontrer ça. Alors on peut l'écrire, hein ? Il reste à prouver que le vecteur AT peut s'écrire trois demi fois le vecteur $\overrightarrow{AB}$ plus trois demi fois le vecteur $\overrightarrow{AT}$. (10 secondes) Alors je vous ai évoqué tout à l'heure la possibilité d'aller chercher un énoncé de Thalès, je crois que c'est maintenant où il faut faire appel à votre imagination, pour essayer de donner des idées permettant de parcourir la dernière partie du chemin... Bien, je vais vous aider un peu...*

Les élèves peuvent s'emparer de toutes ces anticipations à court terme et cela les prive peut-être à nouveau d'une activité face à une situation qui est potentiellement porteuse de plus d'apprentissages. Enfin, l'enseignant anticipe également beaucoup sur des questions ou des réflexions que ne se sont pas posées les élèves :

Dans l'épisode A5 : *“ On peut prendre une valeur approchée mais ce n'est pas le but du jeu, on cherche la valeur exacte ”*, puis *“ alors racine carrée de a au carré plus 1. Alors question, peut-on simplifier cette écriture ? ”* puis à nouveau *“ j'aimerais bien quand même que quelqu'un mette en évidence cette idée fausse... ”* et enfin, dans ce même épisode, une

anticipation trop rapide puisque fausse, ce qui prouve bien qu'elle ne trouve pas ses origines chez les élèves " *tu m'as écrit car a au carré est différent de a au carré plus un, non, non attend, attend, euh, d'abord, ça peut être vrai dans un cas particulier. Une valeur particulière de a nous donne ici quelque chose quand même qui nous donne la propriété vraie.* "

Dans l'épisode B1 : " *De même qu'il ne faut pas confondre le nombre 4 et le nombre -4, ce sont des nombres opposés, d'accord ? ...il ne faut pas confondre ces deux vecteurs qui sont malgré tout représentés par les mêmes points, mais dans l'ordre inverse, alors comme quelquefois on lit trop vite, on confond les deux vecteurs...ça c'est une erreur que vous ne ferez peut-être jamais, mais attention...* " renforcé par le tableau par la phrase méta mathématique " *si on fait cette confusion...* ".

Conclusions :

- **Le professeur organise plutôt un " lieu de savoir " ; les invariants dans la pratique**

Nous avons déjà utilisé l'étiquette " classe lieu de savoir " pour définir un moment où, dans la classe, le professeur expose un savoir et les élèves sont à l'écoute. Il s'agit d'information mathématique ou méta-mathématique qui prend la forme d'exposition d'un cours, de correction d'un exercice, de commentaires sur un exercice... Nous savons que faire de la classe un " lieu de savoir " est nécessaire, pour toutes les phases d'institutionnalisation après un travail notamment. Mais l'installation de moments similaires peut résulter de différents autres types de gestion, notamment d'une gestion comme celle que notre enseignant organise dans ses cours et ses phases d'exercices.

Indépendamment des tâches qu'il propose, qui sont variées et dont la nature n'est pas ici en cause, indépendamment également des élèves en présence, l'enseignant organise toujours la même gestion globale. Il n'y a pas de moment de travail autonome des élèves. L'enseignant parle tout le temps. Il organise soit des moments de cours, pendant lesquels le savoir progresse sans prise en compte des élèves, soit des interactions, avec une proportion quasiment constante dans des situations similaires. Qui plus est, dans les phases d'interaction, les questions posées par l'enseignant, mêmes si elles sont consistantes dans leur première formulation, deviennent assez souvent et assez rapidement, des questions qui ne nécessitent

qu'un mot pour leur réponse. Nous dirons que ces interactions sont guidées, voire qu'elles sont des cours dialogués.

En outre, l'enseignant modifie l'activité qu'il propose à ses élèves. Il organise ces interactions guidées et ces cours dialogués avant que les élèves se soient véritablement mis en activité sur les tâches proposées, quelles qu'elles soient. D'autre part, il enchaîne les questions aux élèves en modifiant continûment à la baisse ses exigences et il gère les incidents en aiguillant les élèves plutôt qu'en les renvoyant vers leur travail. Le tableau participe pleinement à ces modifications puisque des écrits se font aussi trop tôt par rapport aux activités élèves auxquelles ils se rapportent. Cette gestion prive les élèves des activités proposées à travers les tâches. Elle les rend auditeurs et "suiveurs" de l'enseignant qui tend à exposer. Les seules activités qui restent véritablement aux élèves sont souvent simples et isolées ; il s'agit souvent de répondre à des questions à un mot.

La définition de "lieu de savoir", compte tenu de la stabilité mise en évidence dans cette gestion au fil des quatre séances, nous amène à catégoriser l'enseignant étudié parmi ceux dont nous disons qu'ils organisent plutôt une classe "lieu de savoir". Cette catégorisation est d'ailleurs cohérente avec l'utilisation du tableau faite par cet enseignant. Le tableau est presque toujours utilisé comme un "lieu de savoir", voire comme un "lieu d'écrit intermédiaire" rédigé avec, comme nous l'avons vu, une gestion qui semble réfléchie entre ces deux types d'utilisation. Il participe pleinement aux nombreux apports de l'enseignant en structuration¹⁵, qui eux diffèrent dans la forme qu'ils prennent, selon les types de tâches. Signalons aussi que les élèves qui répondent à des questions sont parfois invités par l'enseignant à reformuler leur réponse "en français correct" parce que "le français, ça a plus de poids" comme dit le professeur. Ceci semble tout à fait cohérent avec cette prégnance au tableau du "lieu de savoir" et du fait que les mathématiques doivent certainement, pour cet enseignant, devoir se matérialiser sous une forme propre, finie, et structurée.

- Vers des effets sur les élèves : l'isolement des sous-tâches

Cette gestion semble permettre des avancées subreptices, sans une totale activité des élèves, dans le savoir ou le travail de la tâche en jeu : c'est-à-dire que l'enseignant, par le

¹⁵ Ces résultats sur la structuration renvoient à ceux trouvés par C.Hache (cf Hache 1999) lorsqu'il a étudié cet enseignant

type de gestion qu'il organise, fait lui-même émerger les sous-tâches à accomplir. En particulier, les questions posées à la classe ne semblent pas être un moyen de faire travailler les élèves (d'ailleurs ce sont souvent des questions à un mot ou qui le deviennent) mais semblent être un moyen de faire avancer artificiellement la classe en dégageant et en isolant les sous-tâches qui composent l'exercice en cours. Ces sous-tâches définies, il leur est souvent associé un titre (matérialisé par un indice, une étoile, un numéro...) , ou une phrase " titre " sur le tableau (par exemple " il reste à prouver que... ") pour assurer une structure générale. Une aide aux élèves semble donc être apportée par ce type de gestion et d'écrit, délimitant dans l'instant la tâche attendue des élèves.

Toutefois, ceci peut rendre les sous-tâches indépendantes les unes des autres aux yeux des élèves. Les exercices peuvent devenir en particulier artificiels, même si les tâches à effectuer y sont riches. Les élèves, en particulier, ceux qui sont faibles, peuvent être privés du sens des mathématiques en jeu parce qu'ils ne construisent rien mais qu'ils opèrent une succession de tâches qui leur semblent indépendantes. Ils n'ont finalement à chercher que les pièces d'un puzzle sans nécessairement les assembler eux même.

Une première voie de recherche concerne donc les élèves : la mise en évidence de ce fonctionnement complexe de l'enseignant permet de mieux saisir ce qui est offert aux élèves et ce qui nous semble manquer. Cela engage à rechercher systématiquement les traces dans des productions d'élèves de ce qui semble renforcé ou minoré par cet enseignant (traces pendant les cours, ou après, dans des devoirs). On peut par exemple se demander, en proposant aux élèves des situations complexes, si le fait de se poser les bonnes questions pour isoler des sous-tâches, ce qui est ici toujours dévolu à l'enseignant, s'installe " tout seul " chez les élèves moyens ou fragiles. On peut aussi se demander dans quelle mesure le fait que l'enseignant structure énormément dans son exposition de savoir ou dans son écrit au tableau compense la structuration en terme de mise en fonctionnement qui semble faire défaut de par cette gestion de la classe.

- **Des perspectives du côté de l'enseignant : dans quelle mesure cette gestion est-elle inévitable ?**

Définissant lui-même dans les tâches qu'il propose aux élèves, les sous-tâches qu'il y voit, l'enseignant semble respecter un scénario qu'il a prévu à l'avance. Toutes les tâches ne

se découpent pas d'une unique façon mais aucune marge de manœuvre n'est laissée aux élèves à ce niveau là. Ce faisant, l'enseignant ne s'écarte pas de ce fil conducteur. S'il pose des questions trop ouvertes, il enchaîne immédiatement sur des questions à un mot. Il refuse des propositions originales d'élèves. Lors des incidents, il reprend souvent la main sans faire de quelconque relance à la classe. L'enseignant ne semble plus faire de mathématiques, le déroulement est fidèle au scénario, il ne peut pas y avoir d'imprévu de par la marge de manœuvre accordée aux élèves. Parfois même ce scénario se déroule trop vite par rapport aux élèves et l'enseignant anticipe, les devance. Dans une perspective à long terme de formation des enseignants, on peut se demander dans quelle mesure ces choix de gestion relèvent de choix personnels, sont liés au genre du métier d'enseignant¹⁶ ou sont des réponses optimales pour l'enseignant à des contraintes externes incontournables. Par exemple, à l'occasion de correction d'exercices portant sur du savoir ancien, un autre enseignant dans une récente recherche¹⁷ organisait un tout autre type de gestion : comme libéré de la pression du temps, il envoyait des élèves au tableau pour corriger des exercices, il commentait après coup les écrits d'élèves, s'adaptant à leurs propositions, conférant pleinement au tableau un statut de " brouillon public ".

Bibliographie

Ben Salah C. (2001) Les connaissances mathématiques des nouveaux enseignants à l'épreuve du feu, une étude cas, Thèse de doctorat de l'université Paris 7.

Brousseau G . (1996) L'enseignant dans la théorie des situations didactiques, *Actes de la 8^{ième} école d'été de didactique des mathématiques*, IREM de Clermont -Ferrand

Chevallard Y. L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 19-2, pp 221-265

Chiocca M.C. (1995) *Des discours des enseignants de mathématiques en classe aux représentations de leurs élèves sur les mathématiques : un essai de réflexion didactique*, Thèse de doctorat de l'université Paris 7.

Douady R. (1987) Jeux de cadres et dialectique outil/objet, , *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol 7-2, pp 5-32.

Duval R. (1996) Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques ? , *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol 16-3, pp 349-382.

¹⁶ cf Robert, Rogalski (2001)

¹⁷ cf Robert, Vandebrouck (2001)

- Hache C. (1999) *L'enseignant de mathématiques au quotidien, études de pratiques en classe de seconde*, Thèse de doctorat de l'université de Paris 7
- Hache C., Robert A. (1997) Un essai d'analyse de pratiques effectives en classe de seconde, ou comment un enseignant fait fréquenter les mathématiques à ses élèves pendant la classe, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol 17-3 pp 103-150.
- Josse E., Robert AA. (1993) Introduction de l'homothétie en seconde, analyse de deux discours de professeurs, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol 13 pp 119-154.
- Marilier-Bonnot M.C. (1994) *Travail en petits groupes en classe de mathématiques : des pratiques aux représentations*, Thèse de doctorat de l'université paris 5.
- Masselot P. (2000) Evaluation des formations en didactique des mathématiques des futurs professeurs d'école, Thèse de doctorat de l'université Paris 7.
- Nonnon E. (2001) Le tableau noir de l'enseignant, entre écrit et oral, *à paraître*
- Robert A (1998) Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol 18-2 pp 139-190.
- Robert A. (1999) Pratiques et formation des enseignants, *Didaskalia*, vol 15 pp123-157.
- Robert A. (2001) Les recherches sur les pratiques d'enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol 21 1.2 pp 57-80.
- Robert A, Vandebrouck F (2001) Recherches sur l'utilisation du tableau par des enseignants de mathématiques de seconde pendant des séances d'exercices, *Cahier de Didirem n°36*, Irem Paris 7
- Robert A. et Rogalski J. (2001) (à paraître) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques ; une double approche.
- Robert A. Vandebrouck F (2001) (soumis) Des utilisations du tableau par des professeurs de mathématiques en classe de seconde.
- Rogalski J. (1999) *Analyse de psychologie ergonomique du travail de l'enseignant*, actes du XXVIème colloque de la Copirelem (Limoges)
- Roditi E. (1997) Le tableau noir, un outil pour la classe de mathématiques, *Cahier de Didirem n°30*, Irem Paris 7

Fabrice Vandebrouck
IUFM de Versailles
Université d'Evry
Rue du Père Jarlan
91025 EVRY Cedex

ANNEXE 1 : analyse des accompagnements : discours et tableau

Séance A : Cours sur les fonctions

Discours	Tableau
Episode A 1 (6 minutes) Méta structuration Question ouverte à la classe (sur l'emploi du mot fonctions) Question (Mathieu) Validation par répétition Maths décontextualisées Question fermée à la classe Validation par répétition Question (est ce que c'est très différent ?) Question à un mot Validation par répétition Méta structuration (c'est la même idée) Question ouverte Validation par répétition Question à un mot Validation par répétition Méta structuration (fonctions constantes) Question ouverte à la classe Validation par répétition + mathématiques décontextualisées Question ouverte (Nicolas) Validation par répétition + méta structuration Question ouverte (Nicolas) Validation + question fermée Reprise d'une réponse d'élèves Question ouverte Validation par répétition (Thalès) Cours (1 minute) Méta structuration (sur les fonctions)	Prof, titre au tableau « premières notions sur les fonctions »
Episode A 2 (7 minutes) Cours (1 minute) Méta structuration avant (Alors voilà ce que je vous propose aujourd'hui...j'ai prévu de vous montrer quatre situations un peu différentes où il y a sous-jacente la notion de fonction. Alors on ne va pas commencer par donner la définition ...) Maths contextualisées Fausse question (ça ne vous dit rien ?)	Prof, titres, français, rédigé complet, oral en même temps que l'écrit ou avant + énoncé de l'exercice

Cours (3 minutes) Maths contextualisées + méta Question fermée (condition pour calculer une racine carrée) Validation par répétition Question fermée (racine carrée positive) Validation par répétition Question à un mot (opposées) Validation par répétition Cours (2 minutes) Maths contextualisées + méta	
Episode A 3 (4 minutes) Cours Maths contextualisées (corrige le début de l'exercice) Méta avant Question à un mot (Mathieu, la racine carrée positive de 1)	Prof, correction de la première séquence : un tableau de nombres, écrit en même temps que l'oral + tableau montré au fil de la séquence
Episode A 4 (2 minutes) Question maths (un calcul mental) Valide (7 fois) Question avant (3 fois) (sur la racine de $(a+1)$ au carré) Validation par répétition (3 fois) Méta rigueur avant Méta structuration (on a donc pu calculer y en fonction de x)	Prof, sous la dictée des élèves pour remplir le tableau de nombres
Episode A 5 (7 minutes) Méta méthode avant Question maths (un calcul mental) Attente (17 secondes) Méta après (ce qu'on fait, c'est un tableau de valeur) Méta avant (Justement, ce qui sera intéressant, ce sera de comparer à la fin) Question maths (un calcul mental), la même question Validation par répétition Question avant (sur la comparaison des résultats) Validation par répétition Question (précisions) Méta (on obtient la même valeur de y à partir de la valeur $x=0$) Question (calcul mental) Fausse question (la racine carré de 2) Méta avant (on peut en prendre une valeur approchée mais ce n'est pas le but du jeu, on cherche la valeur exacte) Question (calcul mental)	Efface le tableau de nombres et l'énoncé de la séquence 1. Ecrit la séquence 2 (par symboles dans la rédaction, complet) + écrit les réponses rédigé complet

Question avant (comment prouver que ce nombre là n'est pas égal à celui-là pour toute valeur positive de a. En vous aidant des tableaux qu'on vient de faire...) Incident (non, tu es en train, Mathieu, de refaire un calcul littéral en utilisant la lettre a. Or on peut se permettre de faire la preuve de ce qui a été décrit sans aucun calcul supplémentaire...) Validation (Oui, bah, évidemment) Méta structuration (C'est-à-dire qu'on a prouvé par exemple que dans la séquence numéro 2, lorsque ...) Question à un mot (on obtient y égal ?) Validation + méta Question + réponse (2 fois) (est ce que ça suffit pour prouver ça ? Ben si, puisque qu'est ce qui est écrit ici ? Il est écrit qu'il faut prouver ...) Fausse question (C'est la technique qu'on peut appeler ?) Question à un mot (Du ?) Incident (Euh, physicienne, ah en physique vous faites ça...) Méta méthode (On a expérimenté la valeur du premier, la valeur du second...) Réponse (on appelle ça la technique du contre-exemple, c'est-à-dire...) Méta avant (mais attention, n'est pas égal. S'il fallait démontrer que ces deux nombres sont égaux...)	
Episode A 7 (6 minutes) Méta structuration avant + énoncé (je m'explique, dans le dernier exemple que l'on vient de traiter ... En oubliant que, tout compte fait pour calculer racine carré de $a + 1$ le tout au carré, on est obligé de passer par des étapes intermédiaires... Alors on peut de temps en temps définir une fonction en donnant tout de suite la globalité des calculs permettant d'obtenir y lorsqu'on connaît x. Alors, des situations, on en a vues depuis le début de l'année, et en particulier, en géométrie...) Question avant (on va le considérer comme strictement positif, ça apporte quoi le fait qu'il soit strictement positif ?) Question à un mot (Le point C n'est jamais ?) Incident, réponse (Ah oui, on pourra diviser par x si on en a besoin. A priori je vois pas pourquoi on pourrait diviser par x. Ben C n'est pas confondu avec A, c'est-à-dire qu'on a toujours un triangle quoi.) Méta structuration Question (Tu penses Anne Marie à faire quoi ?) Question avant (Euh, d'abord, tu comprends bien ce qu'on appelle le périmètre du triangle ?) Validation + répétition Question (Qu'est ce que tu entends par AB, BC, AC ?) Question à un mot (Ce sont des ?) Validation par répétition (Des distances. D'accord)	Efface l'exercice 1 Garde le plan. Nouveau titre. Enoncé de l'exercice rédigé complet + figure insérée, écrit en même temps

Maths contextualisées (Alors la distance AB, on la connaît, la distance AC, c'est x) Question à un mot (et la distance BC ?) Question à un mot (3 fois) (Donc petit p est donc égal à ?) Méta (en utilisant sans le dire bien sur le ...) Méta structuration (donc on a bien exprimer p en fonction de x) Maths contextualisées + méta (dont structuration)	Prof écrit la formule (réponse) Ecrit après l'oral
Episode A 8 (4 minutes) Question avant (Alors simplement, c'est pas le but de l'exercice mais on peut le voir, sous une formule comme ça, on peut quand même et vous savez détecter une séquence. Est ce que tu vois Anne Marie, sous la formule qui est ici est ce qu'on pourrait... ?) Question à un mot (C'est-à-dire que je te demande si tu voulais calculer p, x étant donné, tu commencerais par quelle opération ?) Question précision Incident + réponse (Par racine carrée, ah non, ça je pense que ce n'est pas possible. bon dans un premier temps, on calcule le carré, dans un deuxième temps...) Question avant (...dans la partie un ? Est ce qu'on a tout ce qui faut ?) Question à un mot (il manque quoi ?) Validation (Bah oui, il manquerait éventuellement ajouter x) Question avant (Donc qu'est ce qu'il faudrait ?) Incident (pas la réponse entière) + méta (Oui, autrement dit...) Question avant (2 fois) (Qu'est ce qu'il faudrait faire ? Et il faudrait commencer par ça ?) Cours (2 minutes) Méta avant (Alors voyez quand même que on ne va pas le détailler ici l'enchaînement des instructions...il faut y penser quand on fait le calcul, c'est à dire penser qu'il y a une certaine priorité...) Maths contextualisées	Rien n'est écrit. Montre la formule pour tirer la séquence
Episode A 9 (3 minutes) Question (Alors tu commences par quel calcul) Question (Dis moi par quoi tu commences ?) Validation + méta (Soit, tu commences par x plus 1, et tu, faut que tu mémorises quelque part. Alors toi, t'as pas mal de mémoire quand même, plus qu'un ordinateur) Question à un mot (Alors $x + 1$ ça fait ?) Validation + méta (2, donc il faudra s'en souvenir...) Question à un mot (donc le résultat ?) Validation + méta (2 dont tu te souviens, plus ...) Question à un mot (5 fois) Validations par répétition	Dresse un tableau de valeurs. Rempli sous la dictée

Séance B : Cours sur les vecteurs

Discours	Tableau
Episode B 1 (7 minutes)	Rien puis maths au tableau de droite effacé de suite, oral en même temps que l'oral
Cours (1 minute) Structuration avant Méta après (il est question de la relation de Chasles) Question à un mot (Blaise, a t-on distance UV + distance VW = distance UW à partir de la relation de Chasles qui est écrite au dessus ?) Validation Question avant (est-ce qu'on peut quand même l'avoir ?) Validation + Question avant (J'aimerais que tu me dises dans quelles circonstances on peut avoir ...) Incident (mauvaise réponse) Fausse question (tu répète ?) Question à la classe (tout le monde est d'accord avec sa réponse ?) Chahut Question (Mathieu ?) Incident (non, non, attends bouges pas, Blaise a fait une réponse, il s'agit de voir si tu es d'accord avec pour quoi, si tu n'es pas d'accord pour quoi ? Alors Blaise nous a dit ... alors on ne va pas insister plus. Alors quelle est la bonne réponse Mathieu ?) Validation (d'accord, on te conteste sur ta droite) Question (et Marie ?) Question, relance (et quel ordre ?) Validation, question relance (c'est-à-dire l'ordre U,V,W, et pourquoi ...) Fausse question (donne moi un autre ordre par exemple, un autre, n'importe quel ordre) Question (dans cet ordre là, pourquoi la relation que tu m'as donnée...) Question (Que peux tu dire ...) Question (dans cet exemple là, quelle est ici (le doigt sur l'espace) la relation à écrire entre cette somme là et cette distance là (le doigt dessus) ?) Validation par répétition Question Validation (oui, tu as parfaitement raison) Question avant (euh, quel UU ?) Incident (pas la réponse attendue) Question à un mot (et le vecteur UU, tu le qualifies de ?) Validation par répétition (vecteur nul, d'accord)	Schéma au tableau de droite, il écrit UV+VW...UW Au tableau, le doigt sur l'espace

Méta après (donc on peut dire que la somme vecteur UV plus vecteur VU est égal au vecteur nul) Question Validation par répétition (non, ce n'est pas vrai) Question ouverte avant (est-ce que tu vois pourquoi j'ai posé cette question ?) Méta Incident (pas de réponse) Question à la classe (ou alors est-ce que quelqu'un voit...) Validation (Bien, effectivement) Méta avant (Attention, ne pas confondre...) Question à un mot (Alexandre, que ces deux vecteurs étaient, ces deux vecteurs là, il ne faut pas les confondre parce qu'ils sont ?) Incident (mauvaise réponse) Maths + question à un mot (non, non, leur somme est nulle et si leur somme est nulle, on a dit qu'ils étaient ?) Incident (pas de réponse) Maths (il y a un qualificatif pour ces deux vecteurs puisque leur somme est nulle.) Question à un mot (Lucie ?) Validation (opposés, ils sont opposés...) Méta avant (... ça c'est une erreur, bon, que vous ne ferez peut-être jamais, mais attention, on a quand même tendance à la faire...) Fausse question (Vous voyez pourquoi j'ai posé la question, Isabelle tu vois bien pourquoi ? ça va ? Bien on continue)	Maths au tableau : $UV + VW = \dots$ Faux Méta rédigé au tableau : complet, écrit après l'oral, « ne pas confondre... si on fait cette confusion... »
Episode B 2 (9 minutes) Question Prise en compte (Alors, USVW soit un parallélogramme. Alors je vais écrire ça...) Question avant à la classe (Alors est ce quelqu'un est capable de me dire si je suis toujours capable avec sa réponse de construire le point S ?...) Validation Question (alors quels points sont alignés ?) Incident (Pas de réponse) Maths contextualisées (Bon, si les points...) Question à la classe Validation par répétition Question à la classe (est ce que tout le monde est d'accord ?) Chahut Question (Paul ?) Incident (pas la réponse attendue) Relance (non, attends, attends, Bastiens m'a dit je mets S en U alors je lui conteste sa réponse, pourquoi ?) Incident (pas la réponse attendue)	Efface tout ce qui a été écrit et réécrit au même endroit (toujours le tableau de droite) (tableau central vide) Maths au tableau : schéma d'un parallélogramme

Relance par une question à un mot (Oui, on est bien d'accord mais si Bastien tu mets S en U ton vecteur US, il a quelle qualité ?) Validation Question à un mot (Or est ce que le vecteur US est nul ? Est ce qu'on sait que UV et UW sont opposés ?) Validation (non, donc il n'y a aucune raison pour que S soit là.) Question (Alors Paul tu le mettrais où ?) Prise en compte (écrit au tableau) Relance (Nicolas ?) Incident (Pas la réponse attendue) Maths contextualisées + fausse question (Non, mais alors non pourquoi ? Lui, Nicolas, il le met tout à droite alors tout à droite alors ...alors regarde, Nicolas... d'un point de vue longueur des vecteurs...) Question (à droite, ça veut dire quoi d'abord ?) Incident (mauvaise réponse) Maths + question à un mot (non, mais d'abord le point S il est où par rapport aux trois points qui sont là ?) Validation Question (donc tu mets le point S sur la droite, OK, où ?) Incident (ben à droite !) Maths + question relance (A droite mais où de manière précise ? Alors je prends le compas et tu me dis avec mon compas ce que je dois faire.) Validation d'une réponse d'élève (C'est une question de distance) Question (Alors Julien ?) Validation par le dessin Question (Tu peux justifier quand même un peu pourquoi ?) Pas de réponse Question (alors j'ai aligné les points dans cet ordre si c'est dans un autre ordre alors pourquoi a t-on effectivement ici vecteur US égal effectivement UV + vecteur UW ?) Validation + maths (bon, c'est en gros, c'est vrai, pour dire que... il suffit de partir, bon je dis un petit peu ce qu'il m'a dit en catimini, de la distance...) Fausse question (vous levez le doigt ceux qui ont entendu parler de parallélogramme aplati, un petit sondage rapide...) Méta après Méta avant (dégénéré, pourquoi, parce que dans ce parallélogramme il y a quand même une propriété essentielle sur ce qu'on appelle les diagonales...) Fausse questions (2 fois) (Que peut-on dire des diagonales ? Est ce qu'on peut dire que deux droites sont confondues ?) Méta avant (sur le centre qui n'existe pas)	
Episode B 3 (5 minutes)	

Question Validation par répétition Question à un mot (norme de EK ?) Validation Question à un mot (norme de EF , vecteur EF ?) Prise en compte, fausse question (Tu as fait Pythagore, tu peux être plus précis...) Validation Questions à un mot (Pythagore) Question à un mot (norme de GH ?) Validation Question à un mot (norme de IJ ?) Validation + méta méthode Question à un mot Validation Question (Tu vois pourquoi j'ai posé cette question ?) Validation + relance (Tu veux me dire les choses en français ?) Validation + maths (ça c'est vrai, il ne faut pas confondre ... mais ça va plus loin la question...) Question (Julien ?) Validation + répétition (Voilà, la norme d'une somme...) Structuration après (On l'a vu aussi avant-hier et lundi bien) Méta avant (on arrive à la question 6 où il est question de différence) Question Validation (plus vecteur DC, exact) Question avant (Est ce que quelque chose te rappelle un souvenir de collège ?...) Incident Méta (non, je ne te reproche pas...je précise ma question) Question (est ce qu'il est possible de définir la différence de deux nombres en utilisant une addition ?) Incident (Pas la réponse visiblement attendue exactement) Méta + question à un mot (attends, attends, oui, on prend l'opposé de b qu'est ce qu'on en fait ?) Validation + méta (on l'additionne à a donc c'est a plus l'opposé de b) Question à un mot (et l'opposé de b, on l'écrit ?) Validation par répétition (-b, donc...) Question à un mot (est ce que c'est la même règle que tu as utilisé tout à l'heure ?) Validation + méta (écrit au tableau)	Efface à nouveau le tableau de droite. Maths au tableau, encadré. Retour en arrière dans l'écrit, écrit à cheval sur les deux tableaux Méta au tableau
Episode B 4 (4 minutes) Question Méta avant (avant de me donner la réponse, est ce que tu comprends bien...) (Cours 1 minute) Question (la même)	Ecrit sur le tableau central ; maths (pas effacé à gauche) :

Question à un mot (vecteur AB - vecteur AC égal ?) Validation + question (Ca, c'est exact, donne moi la justification) Validation + question à un mot (oui, et avec quelle opération ?) Méta (tu me dis...) Question Validation (Ah bon d'accord...) Question Validation Question avant (la relation de Chasles, tu l'applique directement sans difficultés?) Répond (dans un premier temps, je crois qu'il est préférable d'écrire les vecteurs chaînés...) Question à un mot (Alors, est ce que ça est la réponse à la question ?) Validation + Question (alors fais moi une phrase complète les points qui représentent le ...) Validation + Question (fais moi une phrase depuis le début d'il te plaît ...) Incident (Un élève n'a pas compris) Méta après en aparté avec l'élève (j'ai remplacé la soustraction, enfin, la différence ...)	rédigé « en effet... »
Episode B 5 (10 minutes) Cours (5 minutes) Méta structuration avant (liens avec le passé...) Maths contextualisées + méta Relance (« Allez-y ») Attente (10 secondes) Méta méthode Question (alors, Blaise, tu expliques à Alexandre qui a eu du mal à faire ça ?) Validation + question Incident (Problème de notation) Prise en compte + méta méthode avant (Alors, Blaise veut d'abord représenter... heu, ça serait un peu maladroit de l'appeler B ?) Validation par l'écrit Question (vecteur AB ?) Validation + question à un mot (une nouvelle fois mais cette fois à partir du point ?) Validation + méta Incident (un élève n'a pas compris) Méta après (non, pas tout à fait, Blaise a représenté le vecteur MN...) Question (Comment Cédric tu justifierais que le point B est bien placé ?) Incident (pas la réponse attendue) Prise en compte + méta (heu, on peut parler de distance certes mais dans le domaine des vecteurs, il faut se méfier des distances parce	Efface tout. Titre sur le tableau central, encadré, rédigé Puis sous-titre numéro 1) Maths, figure au tableau, à droite

que...) Incident (toujours pas la réponse attendue) Méta (non, je viens de te dire...) Incident (encore pas la réponse attendue) Méta (heu, là aussi tu es lancé sur quelque chose d'intéressant. Heu, je voudrais que tu penses à une propriété..., je m'explique...) Question+ maths avant (bon, alors utilise moi la relation de Chasles faisant intervenir le point intermédiaire B' ?) Validation + fausse question (D'accord, qu'est ce que Blaise nous a dit ? Blaise nous a dit que le vecteur, heu que le point B'...) Question à un mot (donc tu as le droit de remplacer le vecteur AB' par autre chose ?) Validation par répétition + méta Question à un mot (donc vecteur BB' ?) Validation (ca y est !) Méta (30 secondes)	Maths au tableau de droite
Episode B 6 (4 minutes) Question (proposer une notation du vecteur AB en fonction du vecteur MN ?) Méta avant (je vais préciser ma question...) Question (la même) Validation par répétition Méta avant (...on verra plus tard) Fausse question (est ce que vous me voyez venir quand même petit à petit ? Oui, bien sur ...) Question (proposez une expression du vecteur MN en fonction du vecteur AB ?) Question à un mot (Alors on va demander à Laure de nous répondre qui est bien en face. Autrement dit je te demande de m'écrire vecteur MN ?) Incident (pas la réponse attendue) Prise en compte + Méta (vecteur AB sur 2, alors n'écrivez pas ça pour l'instant, attendez, du calme, elle a parfaitement...) Question à un mot (il vaut mieux que tu proposes autre chose qui est ?) Incident (pas la réponse attendue) Question à un mot (oui mais moi je préférerais que tu mettes) Validation par répétition Méta	Enoncé, tableau central, rédigé, complet, oral avant l'écrit Réponse, rédigée, tableau central Enoncé, rédigé, complet, tableau central, oral en même temps que l'écrit Ecrit la réponse de l'élève puis efface pour réécrire la bonne réponse, dans la rédaction
Episode B 7 (7 minutes) Cours (1 minute) Méta + maths contextualisées	Ecrit à droite, sous la figure, énoncé + figure

Question (figurez le point C tel que..) Circule en parlant à haute voix (30 secondes) Question (Alors Véronique, tu nous dit maintenant tout le monde a à peu près fait les choses. Alors essaie de nous justifier ... ?) Incident (pas la précision attendue) Prise en compte (Je te conteste le verbe partir ! ... Heu, on représente un vecteur à partir d'un point de) Incident + maths (A partir de A !) Validation + maths (... donc toujours la règle du parallélogramme...) Question (ensuite ?) Incident (réponse imprécise) Méta (... je vais t'aider quand même...) Question à un mot (Quelle est cette position ? Le milieu ! Tu peux pas faire quelque chose là. Le milieu de ?) Validation (MN, très bien...) Fausse question (tu l'appelles comment ?) Maths, méta (1 minute) Incident (Erreur au tableau) Maths méta (un demi vecteur AB, oui, oui, bien sur...) Méta structuration après	Correction rédigée
Episode B 8 (3 minutes) Question écrite Validation (Bien, c'est une bonne proposition, je l'accepte) Question écrite Attente (20 secondes) Incident (réponse incomplète) Prise en compte (non, alors ça commence mal) Validation par répétition (vecteur MN) Méta Question à un mot (fois ?) Validation par répétition	Efface tout le tableau central sauf le plan général Enoncé + solutions rédigées, oral en même temps que l'écrit
Episode B 9 (8 minutes) Maths contextualisées + méta avant Question (quelles sont les trois choses Julien essentielles sur un vecteur ?) Incident (pas l'ordre attendu) Prise en compte (D'abord, d'abord...) Validations par répétition (2 fois) Méta Questions Incident (pas la réponse attendue) Question à un mot (Exceptionnel ? Non, alors Julien a commencé à nous dire ?)	Efface des points de construction sur la figure Méta rédigé : « constatations faites sur la figure », oral en même temps que l'écrit

Validation + question (Tu nous donnes la phrase complète ?) Validation par répétition Question (Tu me rappelles ce que ça veut dire de manière précise ?) Incident (mauvaise réponse) Prise en compte par répétition + maths (non, c'est pas ça) Prise en compte d'une correction (qu'est ce qui est parallèle ?) Prise en compte (je ne suis pas d'accord avec ta réponse) Maths, méta Question (alors Grégory, maintenant, qu'est ce qu'on peut dire sur ces deux vecteurs ?) Validation par répétition Maths + question à un mot (Yannick, on peut dire quelque chose sur leur longueur, norme de vecteur MN égale ?) Validation par répétition Maths Question (Est ce que c'est le même mot fois que là bas ?) Incident (mauvaise réponse) Prise en compte (Si je pose la question, c'est que la réponse est non) Relance par question (Alors pourquoi c'est pas la même opération ?) Incident (pas la bonne réponse) Méta Question à un mot (Yannick, 3/2 d'un point de vue mathématique c'est un, c'est un être mathématique qui a quelle nature ?) Question à un mot (C'est quoi 3/2 ?) Validation par répétition Question à un mot (La distance MN, c'est quoi ?) Validation par répétition Méta après Question Validation Méta avant	Correction rédigé : « MN et Ac ont la même direction » « MN et AC ont le même sens »
Episode B 10 (8 minutes) Cours (1 minute) Méta structuration (lien avec le passé) Question (une expression du vecteur CA en fonction du vecteur MN, Grégory ?) Incident, maths contextualisées Validation + méta Question écrite Question (Alors Caroline, tu me téléphone la réponse ?) Incident (élève en retard) En aparté avec d'autres élèves (20 secondes) Validation sur les cahiers Question (Caroline) Question précisions (tu l'as mis où exactement ?) Incident (mauvaise réponse)	Efface toujours le tableau central sauf le plan Enoncé + dessin inséré dans la rédaction

Prise en compte (C'est faux) Fausse question + maths (Pourquoi c'est faux ? Si tu compares...) Question à un mot (les vecteurs CA et MN ont-ils le même sens ou des sens contraire ?) Validation par répétition Question à un mot Validation + méta Question Validation Demande de précisions Incident (mauvais début) Prise en compte (non, on a pris comme unité 1 cm) Validation + maths (oui, mettons distance LU égale deux) Question à la classe + méta Chahut Incident (mauvaise réponse) Interaction (ça n'a pas de signification géométrique précise... d'un point de vue vecteurs alors ? Oui on peut parler du sens d'un vecteur...)	Ecrit quelque chose de faux au tableau (proposition d'élèves) puis efface Rédige la solution
Episode B 11 (11 minutes) Cours (1 minutes) Maths avant(...donc ce qui manque, c'est un nombre réel...ce sont des vecteurs qui ont la même direction) Question à un mot (Alors Julie qu'est ce que tu proposes ?) Validation par répétition Question (justification) Question à un mot (alors je te demande une justification en trois points : direction, sens, longueur ?) Validation par répétition Validation + méta + cours Question Validation (2 fois) Incident (erreurs) Maths reprise (bilan) Incident (mauvaise réponse) Corrige (non, une distance est un nombre positif) Question à un mot Validation Maths contextualisées + méta avant (on sera prêt pour ...) Question écrite Circule en parlant (30 secondes) Questions Validations + maths contextualisées + méta rigueur Méta avant (sur le titre du chapitre précédent) Question à un mot (Que peut-on dire du premier nombre là par	Efface à droite Ecrit $\vec{IJ} = \dots \vec{JK}$ Corrections rédigées

rapport au deuxième ?) Validation par répétition + méta Dicte « quatre tiers est la valeur absolue de moins quatre tiers»	
Episode B 12 (11 minutes) Cours (6 minutes) Méta avant Question (concernant les directions ?) Validation (D'accord, je vais mettre...) Question (Julie, question de sens ?) Validation + maths Question Validation par l'écrit Question (Anne, par la longueur ?) Question (La longueur du vecteur AC se calcule comment ?) Question (C'est Mélanie qui t'a mis sur la voie ...) Question à un mot (La distance AB est multipliée par ?) Incident (mauvaise réponse) Corrige (Ben, non, pas k justement) Validation Question (Et comment tu écris la valeur absolue de k ?) Maths Incident (question d'un élève) Réponse (alors bonne question, alors ...) Question à un mot à la classe Incident (mauvaise proposition d'élève) Corrige + maths + méta rigueur	Efface tout le tableau central sauf le plan, deuxième sous- titre, cours rédigé, complet, oral en même temps que l'écrit

Séance C : Module TD numéro 2

Discours	Tableau
Episode C 1 (5 minutes) Cours (2 minutes) Méta avant Incident sur les notations Question (Bastien) Question à 1 mot Validation en écrivant	Prof , tableau central, titre méta rédigé complet (« démonstration de la propriété du cours ... ») avec formule maths, écrit en même temps ou après l'oral
Episode C 2 (8 minutes) Méta structuration avant	

Question (Julie, est ce que tu peux m'expliquer le principe de la démonstration qu'on a utilisé hier) Incident (mauvaise réponse d'une autre élève) Refus (Heu oui mais non mais ça, la disjonction des cas c'est...) Question (comment a t'on montré que deux vecteurs étaient égaux ?) Validation d'une réponse par répétition Méta après Cours (6 minutes) Méta avant (principe de la démonstration) Maths avant (Thalès)	Prof, méta écrit rédigé (rédaction du plan) complet, écrit pendant l'oral (« la démonstration repose sur le théorème de Thalès »)
Episode C 3 (6 minutes) Incident (une question d'élève) Répond (si tu prends bien conscience quand même) Cours (5 minutes) Méta avant et après Question (comment peut on écrire en mathématiques ?) Méta avant + question (Oui, comment tu l'écris en mathématiques ça ? On peut l'écrire en toute lettre, hein, U est représenté par les points AB, et en mathématiques ?) Validation (D'accord, donc...) Maths (parallélogramme), méta avant	Prof, efface une partie du tableau central Méta rédigé complet (« mise ne œuvre de la partie 2 ») Dessin dans lieu de savoir Maths rédigé complet et méta (« il s'agit de ... »)
Episode C 4 (4 minutes) Question (quand on a ce vecteur là : trois demi fois vecteur U + V, il fait apparaître, ce vecteur, deux opérations...) Incident (pas la réponse attendue) Prise en compte (attends, attends, attends) Relance (Est ce que tu vois pourquoi on te critique ?) Validation (Ben oui, c'est ce qu'on veut démontrer...) Question (la même au même élève) Incident (mauvaise réponse) Prise en compte + réponse en partie + fausse question (Tu vois ...) Moi je vois... bon, quand on écrit des parenthèses dans des suites de calculs, tu connais le rôle des parenthèses ?) Validation par répétition + donne la réponse à la première question+ maths Question (qu'est ce que tu me propose de faire pour représenter d'abord le vecteur U plus V ?) Validation par répétition Maths Question à un mot (Quel serait le premier ?) Question à un mot (Premier point ?) Validation Question à un mot (Et un deuxième point ?)	Prof, méta rédigé compé (« représentons le vecteur... ») Complète la figure

Question (Bon, alors, est ce que tu peux me donner maintenant...) Incident (Oui, bon, ben d'accord, c'est clair, c'est clair, ne recule pas ... Attends, tu permets, sous la forme AT. Alors si tu fais...) Validation (Ca commence à venir...) Question à un mot (2 fois) Méta avant	
Episode C 7 (7 minutes) Cours (2 minutes) Méta avant (écrit au tableau) Maths avant (Thalès) Méta rigueur Validation d'une intervention d'élève + maths (oui et tu sais qu'il y en a deux) Maths (C'est soit le direct, soit le réciproque...) Question Validation Incident (Tu n'as pas l'impression que tu recules un petit peu là...) Question (Est ce que c'est sur qu'on va démontrer ça ?) Validation + méta après Question (comment représenter le vecteur trois demi fois AB en utilisant le théorème de Thalès, à partir du vecteur AT ?) Question à un mot (on peut faire ?) Validation + question à un mot (qu'est ce que tu appelles AT sur AF, quel AT, quel AF ?) Question à un mot (ce rapport c'est combien ?) Question (ensuite ?) Validation + maths (tu me demandes de représenter le point B' tel que...) Question (où le mets tu ?) Méta méthode Question Validation Question à un mot (C'est la droite ?) Chahut Question à un mot appuyée sur les élèves Validation par répétition (le rapport des longueur) Question à un mot (Direct ou réciproque) Incident (Pas de réponse) Répond (moi je prétends que c'est dans le sens direct) Méta avant	Prof, méta rédigé complet (« il reste à prouver que ... ») Complète la figure
Episode C 8 (2 minutes) Question (2 fois) Validation	Rien

Question à un mot (parallèles) Questions Validation + maths (qui sera aussi un parallélogramme, puisque comme on est parti du parallélogramme ABSC, si on trace évidemment la parallèle à TC...) Question (Qu'est ce qu'on pourra écrire du point de vue vectoriel ? Alors Caroline, continue oui ?) Incident (pas de réponse) Question à un mot (Le vecteur AB' plus le vecteur AC prime, égal le vecteur ?) Relance (Et c'est pas ce qu'on veut démontrer, bon alors allez y)	
Episode C 9 (3 minutes) COURS Méta méthode avant (rappels, 3 minutes)	Rien

Séance D : TP rotations en première S

Discours	Tableau
Episode D 1 Cours, méta structuration avant (1 minute)	Rien
Episode D 2 (4 minutes) Cours maths (besoin d'un repère orthonormé direct) + méta Attente (1 minute)	Le prof écrit l'énoncé et les données de l'exercice. Rédigé et complet, avec titre. Oral pendant l'écrit
Episode D 3 (5 minutes) Méta (but de l'exercice) Méta (méthode) Question Question fermée (3 fois) Incident, donne la réponse ($\pi/2$) Question ouverte Validation Incident (2 fois) Méta Question ouverte (c'est quoi l'étude analytique ?) Méta avant(structuration, appel à la mémoire de la classe) Validation d'une réponse d'élève par répétition (n'importe quel point) Cours (1 minute) Maths contextualisées + méta (écrit au tableau) Question (le but de la première question) Méta Incident	Prof, début de la correction, explicitation de la première tâche : (énoncé) structuré, rédigé, complet, en français. Oral pendant ou avant l'écrit.

Maths (Rectifie) Méta structuration avant	
Episode D 4 (3 minutes) Méta méthode Maths avant Question + maths (construire M' à la règle et au compas) Maths avant Méta après (sur $\pi/2$ et $\pi/4$) Incident (sur règle et compas) Répond (donne la façon de tracer un angle droit)	Prof au tableau dessine au tableau de droite suivant les instructions d'un élève pour tracer M'. Usage de la ficelle par le prof
Episode D 5 (2 minutes) Maths Question (sur la conjecture) Incident (pas la réponse attendue) Aide à la réponse (nombres réels) Cours (1 minutes) Méta après (sur $x'=f(x)$ et $y'=f(y)$)	Conjecture à partir du dessin Prof, méta au tableau, rédigé, complet, oral avant puis en même temps que l'écrit
Episode D 6 (11 minutes) Cours (4 minutes) Méta méthode avant Maths Méta (sur les coordonnées polaires) Maths avant Incident : Question d'un élève Répond à haute voix Question à un mot ($xx' + ?$) Validation par répétition Méta avant Question à la classe Méta sur les figures Question à un mot (3 fois) Cours (3 minutes) Méta méthode Maths avant (utiliser le produit scalaire) Fausses questions (l'angle a, c'est l'angle de quels vecteurs ? donc tout naturellement, quel produit scalaire va t'on faire ?) Maths avant (utiliser deux façons différentes) Méta structuration après (quatre expressions du produit scalaire) Maths avant (avec norme et expression analytique) Méta (l'intérêt du produit scalaire vis à vis des cas de figures)	Prof, maths rédigé complet : on pose $R=OM \dots$ Enoncé de la première sous tâche : exprimer x en fonction de R et a Efface une partie du tableau central : dessins pour des cas de figure. Efface les cas de figures au tableau central Méta méthode au tableau de droite, rédigé, complet : « en calculant ... » Aide avant au tableau central: cases à remplir Remplit les cases

Question à un élève Validation au fur et à mesure Question à un mot Question à un mot Maths (avec les coordonnées) Fausses questions Cours (1 minute) Maths (Répond à la question initiale)	
Episode D 7 (6 minutes) Cours (1 minute) Valide une intervention d'élève en répétant Maths avant (relation de Chasles, trigo...) Question à un mot Maths avant (donne la réponse, relation de Chasles) Incident Donne la réponse (attention, c'est orienté, c'est -a) Incident (personne ne sait $\cos(\pi/2-a)$) Maths (donne la réponse) Questions à un mot (x,y,0 et 1) Maths avant Méta avant	Prof : Enoncé de la deuxième sous tâche : exprimer y Ecrit au tableau sous la dictée jusqu'à $\cos(\pi/2-a)$, détail de la relation de Chasles, oral avant l'écrit Maths au tableau, rédigé, sous la dictée d'un élève mais n'écrit pas dans l'ordre (x ... + y) Efface en partie, réécrit $y=R\sin a$
Episode D 8 (3 minutes) Méta avant Maths avant (c'est le même problème) Question Questions à un mot ($R, \pi/2+a$) Question Jérôme Incident, maths avant Valide Méta	Prof : énoncé rédigé : exprimer y' en fonction... Méta méthode : rédigé, complet : « On démontrera de la même façon que... » Aide avant : des cases à remplir $x'=\dots$ $y'=\dots$ Maths (réponse)
Episode D 9 (8 minutes) Question à un mot Méta (rappel) Question à Jérémie Méta avant Question à un mot Incident Répond Maths (formules) Question	Prof, énoncé rédigé de la troisième tâche : atteindre le but de la question Maths (rappels) formules mathématiques (complet, rigoureux), écrit en même temps que l'oral.

Validation Questions (4) Maths (précisions) Question à un mot Même question pour $\sin(\pi/2+a)$ Maths avant (cos est paire)	
Episode D 10 (2 minutes) Même question (à Jérémie) Rappel méta (ce que l'on cherche) Donne la réponse Méta	Prof, maths encadré, les deux formules analytiques de réponse, écrit en même temps que l'oral (tableau de droite) Efface le tableau (central)
Episode D 11 (8 minutes) Cours (3 minutes) Méta avant Question d'un élève Méta méthode avant En aparté avec un élève Méta méthode avant Maths avant (à partir de l'équation de d) Question à un mot (équation)	Prof au tableau central : méta rédigé complet structuré (« conséquences ») Enoncé de la tâche (... « déterminer une équation cartésienne de d' ») Maths réponse rédigé complet, oral en même temps qu'écrit. Maths conclusion rédigée : « une équation de d' est ... »
Episode D 12 (3 minutes) Cours (3 minutes) Enonce la dernière tâche (construire la droite) Maths avant (Il donne les points de construction) Question à un mot Validation Méta avant (sur l'orthogonalité des droites)	Rien

Code « maths » : phrases ou groupe de phrases qui avancent un contenu mathématique strict, quel que soit le langage dans lequel il est exprimé (formel, familier, ordinaire, mixte, sous forme de question, triches)

Exemple : « Donc il faut bien qu'on se donne un vecteur, il faut bien qu'on se donne un nombre... » « Quand on prend l'opposé... » « Qu'est ce que le périmètre ? »

On distingue les mathématiques contextualisées, les mathématiques en lien avec les exercices en cours, les mathématiques nouvelles ou les rappels

Code « méta » : commentaires, plus ou moins élaborés, sur les mathématiques, sur les tâches à résoudre, sur les méthodes...

Exemple : « on ne peut pas utiliser », « il faut démontrer... » « si on fait cette confusion... »

On distingue la structuration, les liens, les bilans, les commentaires de méthode et de rigueur.

Code « questions » à la classe ou à un élève, on distingue vraies questions, fausses questions, ou questions à 1 mot :

Vraie question :

Exemple : « A t-on distance $UV + \text{distance } VW = \dots$ »

Fausse question : question qui n'attend pas de réponse, d'ailleurs, il n'y a souvent pas d'attente de la part de l'enseignant, il s'agit en fait d'animation, ce n'est pas en principe sur des maths

Exemple : « Alors, pourquoi j'ai posé cette question ? »

A un mot : la réponse ne nécessite qu'un mot

Exemple : « Si la somme est nulle, on dit qu'ils sont ? »

Code « validation » : validation, prise en compte.

ANNEXE 2 : photos successives des tableaux pendant la séance D

(tableau central)

But du TP : Etude analytique d'une rotation
Utiliser cette étude pour déterminer l'image
d'une droite

Données Le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ est orthonormal direct
 r désigne le quart de tour direct de centre O
 d désigne la droite d'équation $3x+y-3=0$

1) Soit M un point quelconque du plan de coordonnées (x,y) . M' est
l'image de M par r . M' a pour coordonnées (x',y') .
Exprimer x' et y' en fonction de x et y

Plus précisément, on va démontrer que
 $x'=-y$ et $y'=x$

(tableau de droite)

- Figure -

On suppose $M \neq O$

On pose $OM=R$ et $(\vec{i}, \overrightarrow{OM})=\alpha[2\pi]$

Exprimer x en fonction de R et α
en calculant $\langle \vec{i}, \overrightarrow{OM} \rangle$ de 2 façons différentes

(tableau central)

$$\overrightarrow{OM} \bullet \vec{i} = OM \parallel \vec{i} \parallel \cos a \quad \text{et} \quad \overrightarrow{OM} \bullet \vec{i} = x \times 1 + y \times 0 \quad \text{donc}$$

$$x = R \cos a$$

* Exprimer y en fonction de R et a

$$\overrightarrow{OM} \bullet \vec{j} = OM \parallel \vec{j} \parallel \cos ((\overrightarrow{OM}, \vec{i}) + (\vec{i}, \vec{j}))$$

$$\overrightarrow{OM} \bullet \vec{j} = R \cos (\pi/2 - a)$$

$$\overrightarrow{OM} \bullet \vec{j} = R \sin a$$

$$\text{d'autre part } \overrightarrow{OM} \bullet \vec{j} = x \times 0 + y \times 1$$

(tableau central)

$$\overrightarrow{OM} \bullet \vec{i} = OM \parallel \vec{i} \parallel \cos a \quad \text{et} \quad \overrightarrow{OM} \bullet \vec{i} = x \times 1 + y \times 0 \quad \text{donc}$$

$$x = R \cos a$$

* Exprimer y en fonction de R et a $y = R \sin a$

* Exprimer les coordonnées de M' en fonction de R et a

On démontrerait de la même façon que $x' = R \cos (\pi/2 + a)$

$$y' = R \sin (\pi/2 + a)$$

* Atteindre le but de la question

Rappel $\cos (\pi/2 + a) = \sin (\pi/2 - (\pi/2 + a))$

$$\cos (\pi/2 + a) = \sin (-a)$$

$$\cos (\pi/2 + a) = -\sin (a)$$

$$\sin (\pi/2 + a) = \cos (\pi/2 - (\pi/2 + a))$$

$$\sin (\pi/2 + a) = \cos (-a)$$

$$\sin (\pi/2 + a) = \cos (a)$$

(tableau de droite)

- figure -

$$\begin{array}{ll} x' = -y & \text{code analytique} \\ y' = x & \text{de } r \end{array}$$

(tableau central)

2) Conséquences

Soit d' l'image de d par r

Déterminer une équation cartésienne de d'

$M'(x', y')$ est sur d' équivaut à

$$M' = r(M) \quad \text{et} \quad M \in d$$

$$\begin{array}{ll} x' = -y & 3x + y - 3 = 0 \end{array}$$

$$y' = x$$

$$3y' - x' + 3 = 0$$

Une équation de d' est

$$-x + 3y + 3 = 0$$

Pour tout renseignement sur les publications diffusées par notre IREM,

Vous pouvez soit :

Consulter notre site WEB

<http://www.ccr.jussieu.fr/iremParis7/welcome.html>

Demander notre catalogue en écrivant à

IREM Université Paris 7

Case 7018

2 place Jussieu

75251 Paris cedex 05

TITRE :

Utilisation du tableau et gestion de la classe de mathématiques : à la recherche d'invariants des pratiques enseignantes

AUTEUR :

VANDEBROUCK Fabrice

RESUME :

Nous étudions, à partir de ce qui pour nous caractérise son utilisation du tableau noir, les incidences que peuvent avoir la classe et les contenus enseignés sur les pratiques d'un enseignant de mathématiques. Quatre séances sont analysées. Nous dégageons, par une méthode précise d'étude, des invariants dans la gestion globale qu'il organise et nous mettons en évidences des caractéristiques stables dans sa pratique.

MOTS CLES :

didactique des mathématiques, pratique enseignante, tableau noir, activité des élèves, gestion de la classe

Editeur : IREM
Université PARIS 7-Denis Diderot
Directeur responsable de la
publication : R. CORI
Case 7018 - 2 Place Jussieu
75251 PARIS Cedex 05
Dépôt légal : octobre 2002
ISBN : 2-86612-229-1