



MASTER 2 PROFESSIONNEL

Ingénierie de la Cognition, de la Création et des
Apprentissages : spécialité Didactique des Sciences

**Une proposition de grille d'analyse pour
l'évaluation de la qualité des ressources de géométrie
dynamique**

Jean-Michel BAUDOIN

Année universitaire 2008-2009

Sous la direction de : Jana TRGALOVA

Remerciements

J'adresse de chaleureux remerciements à ceux qui par leur présence, leur dévouement, leurs encouragements ont su m'aider dans l'accomplissement de ce travail. Avec une pensée toute particulière à l'attention de Me Jana Trgalova qui tout en patience et rigueur, me consacra beaucoup de son temps, dirigea ce mémoire, m'instruisit au delà du cadre de ce travail, et dont la justesse et la pertinence des réactions me réorientèrent quand je restais sans voix face à mes insuffisances.

Je remercie également ces collègues volontaires pour l'expérimentation : Messieurs Boule Philippe, Chassan Gérard, Tahran Oran et Mesdames Marot Hélène, Pralon Sandrine, Puthod Patricia pour leurs amicales et efficaces contributions.

Enfin je remercie M. Chaachoua Hamid et Me Soury Lavergne Sophie d'avoir bien voulu lire et évaluer ce travail.

Sommaire

PARTIE 1 CONTEXTE ET OBJECTIFS	6
CHAPITRE 1 – DEUX NOTIONS FONDAMENTALES EN DIDACTIQUE DE LA GÉOMÉTRIE.	8
1.1 <i>La distinction entre dessin et figure</i>	8
1.2 <i>Différentes appréhensions d'une figure</i>	8
1.2.1. <i>L'appréhension perceptive</i>	9
1.2.2. <i>L'appréhension séquentielle</i>	9
1.2.3. <i>L'appréhension discursive</i>	9
1.2.4. <i>L'appréhension opératoire</i>	9
CHAPITRE 2 – GÉOMÉTRIE DYNAMIQUE	11
2.1 <i>Les logiciels de géométrie dynamique</i>	11
2.1.1 <i>Une caractéristique essentielle</i>	11
2.1.2 <i>Pourquoi donc enseigner la géométrie avec des logiciels de géométrie dynamique ?</i>	12
2.2 <i>De l'intégration des logiciels de géométrie dynamique dans les pratiques enseignantes</i>	13
2.2.1 <i>Un florilège important</i>	13
2.2.2 <i>Mais une intégration marginale</i>	13
2.3 <i>Principaux freins à l'intégration des TICE</i>	14
2.4 <i>Cadre de notre étude</i>	15
2.4.1 <i>Le projet européen Intergéo</i>	15
2.4.2 <i>Position du problème</i>	16
CHAPITRE 3 - CADRES THÉORIQUES ET MÉTHODOLOGIE.....	17
3.1 <i>La théorie des situations</i>	17
3.2 <i>La théorie anthropologique du didactique</i>	18
3.3 <i>La genèse documentaire</i>	19
3.3.1 <i>A l'origine : la genèse instrumentale</i>	19
3.3.2 <i>Vers la genèse documentaire</i>	20
3.4 <i>Hypothèses pour l'étude</i>	22
3.5 <i>Méthodologie</i>	23
CHAPITRE 4 - ÉLABORATION D'UNE GRILLE POUR L'ANALYSE DE RESSOURCES DE GÉOMÉTRIE DYNAMIQUE	25
4.1 <i>Les métadonnées</i>	25
4.2 <i>La qualité technique des fichiers informatiques</i>	28
4.3 <i>Les contenus</i>	29
4.4 <i>Les potentialités ajoutées par l'environnement dynamique</i>	32
4.5 <i>La mise en œuvre didactique</i>	34

4.6 <i>Le bilan</i>	38
PARTIE 2 EXPÉRIMENTATION	39
CHAPITRE 5 – CHOIX ET ANALYSE A PRIORI DES RESSOURCES.....	41
5.1 <i>Choix des ressources</i>	41
5.2 <i>Analyse mathématique commune aux trois ressources</i>	41
5.3 <i>Analyse a priori de la ressource 1</i>	42
5.4 <i>Analyse a priori de la ressource 2</i>	48
5.5 <i>Analyse a priori de la ressource 3</i>	51
5.6 <i>Conclusion à l'analyse a priori des trois ressources</i> :.....	57
CHAPITRE 6 - ANALYSE A POSTERIORI DES RÉPONSES DES ENSEIGNANTS.....	60
6.1 ANALYSE A POSTERIORI : PARTIE 1	61
6.1.1 <i>Analyse des réponses concernant la ressource 1</i>	62
6.1.2 <i>Analyse des réponses concernant la ressource 2</i>	71
6.1.3 <i>Analyse des réponses concernant ressource 3</i>	77
6.1.4 <i>Résultats de la première analyse</i>	82
6.2 ANALYSE A POSTERIORI : PARTIE 2.....	84
6.2.1 <i>Cas du binôme 1</i>	84
6.2.2 <i>Cas du binôme 2</i>	92
6.2.3 <i>Cas du binôme 3</i>	100
6.2.4 <i>Résultats de la seconde analyse</i>	108
CONCLUSION	110
BIBLIOGRAPHIE	113
<i>Annexe 1: Ressources choisies</i>	116
<i>Annexe2 : Profil des enseignants expérimentateurs</i>	127
<i>Annexe 3 : Réponses aux questionnaires</i>	133
<i>Annexe 4 : Nouvelle mouture</i>	149

Introduction

Une fois convaincu de l'utilité des logiciels de géométrie et de leur utilisation, des avantages qu'il peut en tirer, l'enseignant de mathématiques qui doit choisir une ressource de géométrie dynamique pour sa classe, se trouvera inévitablement confronté à la question de son évaluation.

Naturellement, il sera amené à s'interroger sur le contenu de la ressource, sur les apprentissages qu'elle peut favoriser. Est-elle utile pour son projet d'enseignement ? Est-elle adaptée au contexte de sa classe ? Saura-t-il comment la mettre en œuvre dans sa classe ? En même temps que ce questionnement, l'enseignant devra aussi déterminer les éléments malléables et adaptables de cette ressource qui lui permettront de la faire sienne afin de faciliter son intégration dans ses objectifs pédagogiques. Ces processus d'appropriation sont personnels et relèvent de l'épistémologie de chaque enseignant, mais on peut convenir d'un noyau commun propre aux sujets d'une même institution (Rabardel parle de schèmes sociaux d'utilisation). L'étude de cette genèse documentaire, processus par lequel l'enseignant transforme une ressource en un document pédagogique (Trouche, 2007) devrait permettre de circonscrire certains critères de satisfaction prépondérants quand un enseignant effectue ses choix. Quels sont donc ces critères déterminants pour l'appropriation aisée d'une ressource par un enseignant ?

Dans le travail qui suit, nous essaierons d'apporter des éléments de réponse aux questions évoquées.

En lien avec notre questionnement, nous chercherons d'abord à préciser notre problématique et formuler des hypothèses de recherche, puis en nous appuyant sur différents cadres théoriques, nous élaborerons un questionnaire afin d'évaluer la qualité d'une ressource de géométrie dynamique. Ce questionnaire sera soumis, lors d'une expérimentation ultérieure, à l'appréciation de plusieurs enseignants qui l'utiliseront pour analyser quelques ressources proposées ; ceci afin de tester nos hypothèses. Les résultats recueillis constitueront le corpus dont l'analyse nous permettra de dégager des éléments de réponses à notre questionnement.

Dans un dernier bilan nous évaluerons l'apport de ce travail aux interrogations initiales.

Partie 1

Contexte et objectifs

D'après le texte de l'IGEN (2004) sur l'utilisation des TICE dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée, « *L'usage raisonné de plusieurs types de logiciels est particulièrement adapté en mathématiques ; il en est ainsi des tableurs, des logiciels de construction géométrique et des logiciels de calcul formel. (...)* » (p. 1).

De plus, depuis les années 2000, de l'école élémentaire au lycée chaque élève reçoit graduellement une formation aux utilisations des technologies de l'information et de la communication sanctionnée par les différents niveaux du B2i (brevet informatique et internet) et depuis la rentrée 2005, le C2i (certificat informatique et internet) atteste que le professeur stagiaire, au sortir de sa formation initiale, possède les « *compétences professionnelles communes et nécessaires à tous les enseignants pour l'exercice de leur métier dans ses dimensions pédagogique, éducative et citoyenne.* » (Boissinot, 2004).

Partant du constat que les technologies cognitives issues des TICE permettent non seulement de « faire plus et plus vite », mais aussi de « faire autrement », de plus en plus, l'institution de l'éducation incite et encourage fortement ses acteurs enseignants à intégrer les potentialités des nouveaux outils technologiques dans leur enseignement ; et beaucoup de dispositifs ont pu être mis en place pour les aider à construire les compétences leur permettant d'intégrer les TICE dans leur pratique professionnelle. Et ceci, dans tous les domaines des différents cycles des programmes de mathématiques.

En particulier dans le domaine géométrique, le même texte précité de l'IGEN précise :

« *Les logiciels de construction géométrique ont aussi un rôle à jouer dans l'apprentissage de la notion de figure géométrique, par l'éclairage nouveau qu'ils donnent au rôle des propriétés dans les figures. Ils permettent, en déplaçant les points tout en conservant les propriétés, de donner aux élèves une vision plus générale de la figure. On peut ainsi faciliter l'accès à des conjectures, au raisonnement et à la démonstration (...).* » (Op.cit.)

L'ordinateur permet ainsi de faire des mathématiques « expérimentales » en aidant à la simulation et l'exploration de différentes situations :

« en étudiant des cas de figures différents, on découvre des propriétés, on met à l'épreuve des conjectures, on remarque des configurations qui donneront des idées pour la démonstration. » (Canet, 1994, p.3).

De telles fonctionnalités, comme le déplacement conservant les propriétés, ne sont pas celles de simples logiciels de dessin géométrique (exemple : Euclid') mais sont les attributs essentiels d'autres logiciels qui permettent cette approche dynamique de la construction de figures (exemples : Cabri-géomètre, Géoplan, Géogebra ...).

Chapitre 1 – Deux notions fondamentales en didactique de la géométrie.

1.1 La distinction entre dessin et figure

En géométrie, le dessin et la figure n'occupent pas les mêmes statuts cognitifs.

C. Laborde précise que,

« la figure est l'objet mathématique du modèle euclidien (...) tandis que le dessin est une matérialisation de la figure sur le papier, le sable, ou l'écran de l'ordinateur ». (Laborde, 1994).

La géométrie est une théorie mettant en jeu des objets liés par un réseau de relations logiques, autrement dit des objets de pensée. La figure correspond à une classe d'objets théoriques qui possèdent les mêmes propriétés. Les dessins sont alors considérés comme des représentations graphiques de ces objets de la géométrie ; ils sont forcément réducteurs et ne peuvent que partiellement rendre compte des propriétés de ces objets. Cependant, on peut toujours leur rattacher un domaine de fonctionnement (ensemble des propriétés géométriques représentées par certaines propriétés spatiales du dessin).

Puis, une approche dynamique par les transformations et l'idée de mouvement permet encore cette distinction entre dessin et figure. En citant encore C. Laborde :

« la figure apparaît comme l'invariant géométrique opposé aux variations du dessin à condition évidemment que le mouvement préserve les invariants de la théorie géométrique considérée. » (ibid.).

Ainsi, le dessin nous renvoie-t-il l'image d'un objet inanimé, résultant de l'association d'éléments disparates dont le déplacement conduirait à reconsidérer un autre dessin alors que la figure induit une cohésion et suggère une résistance à tout déplacement de par l'invariance des propriétés liant les différents éléments de base qui la composent.

1.2 Différentes appréhensions d'une figure

Suivant le degré de conceptualisation de l'opérateur, une même figure peut être appréhendée de multiples façons.

R. Duval distingue quatre différentes appréhensions d'une figure dans le contexte d'une démarche de géométrie (Duval 1994).

1.2.1. L'appréhension perceptive

Elle permet d'identifier ou de reconnaître immédiatement une forme ou un objet. Cette approche intuitive se retrouve dans les programmes des cycles 1 et 2 de l'école primaire où la géométrie perceptive a pour but une première sensibilisation à travers l'observation des formes de l'espace physique ; l'élève doit identifier des objets, les décrire, leur attribuer des noms. Dans ce contexte, l'élève travaille sur le dessin (comme une photographie) et non pas sur la figure.

1.2.2. L'appréhension séquentielle

Elle concerne l'ordre de construction d'une figure. Cet ordre dépend non seulement des propriétés mathématiques de la figure mais aussi des contraintes techniques des instruments utilisés. Cette approche constructive se retrouve dès les cycles 2 & 3 de l'école élémentaire. L'élève doit décrire des actions de constructions, vérifier des propriétés. On passe progressivement de la reconnaissance perceptive des objets géométriques et de leurs propriétés à une géométrie où ils sont contrôlés par le recours aux instruments (géométrie instrumentée). Dans ce contexte, qui permet certainement la construction des premières bases vers l'introduction du raisonnement, l'élève travaille encore sur un dessin, mais dont le domaine de fonctionnement s'est élargi (le dessin se rapproche davantage d'un schéma ou d'une épure mais n'est pas encore la figure).

1.2.3. L'appréhension discursive

Ici la figure est regardée par rapport à une dénomination, une légende, ou une hypothèse qui en fixent explicitement certaines propriétés. L'appréhension discursive correspond alors à une explication de nature déductive des autres propriétés mathématiques de cette figure, que celles indiquées par la légende ou par les hypothèses.

1.2.4. L'appréhension opératoire

Elle permet d'envisager les différentes modifications possibles d'une figure donnée en d'autres figures. Duval inventorie trois types de modifications :

(a) Les modifications méreologiques consistant en le partage d'une figure en parties pour les recombinaison en une autre figure.

(b) Les modifications optiques comme l'agrandissement, la réduction, la déformation de la figure.

(c) Les modifications positionnelles consistant, soit dans le déplacement de la figure dans le plan, soit dans le déplacement du plan de la figure par rapport au plan fronto-parallèle.

Les appréhensions discursives et opératoires privilégient l'approche théorique de la géométrie qui sera enseignée à partir du collège. L'élève apprend à raisonner, à démontrer, à construire une argumentation articulée. Le passage du concret à l'abstrait est accompagné par le codage des figures, et une première structuration concernant les objets s'opère en s'appuyant sur leurs propriétés communes et / ou différentes.

Dans cette approche, l'élève ne devrait plus voir son esquisse comme un dessin qui satisfait en apparence aux conditions demandées mais comme une figure dont l'établissement repose uniquement sur des propriétés géométriques.

Duval précise qu'une figure fournit une aide heuristique (explications mathématiques de type informel, voire opportuniste) quand l'une de ses modifications possibles montre l'existence d'une solution pour un problème donné. Et de conclure :

« pour un problème déterminé, et pour une figure de départ, celle donnée avec l'énoncé du problème ou construite à partir de l'énoncé du problème, il y a généralement une des figures possibles qui montre l'idée de la solution ou de la démonstration. C'est la modification figurale heuristiquement pertinente. » (Duval, 1994)

Chapitre 2 – Géométrie dynamique

D'après les textes d'accompagnement du cycle central, les textes officiels incitent les enseignants à utiliser les logiciels de construction dynamique car ils contribuent à une meilleure perception des figures (IGEN 2004).

Et du point de vue institutionnel, tout le long de la scolarité du collège, les programmes pointent ces différentes utilisations :

6e : « construire une figure simple à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique » (Programmes 6^e, 2007, p. 25)

5e : « l'usage d'outils informatiques (logiciels de géométrie dans l'espace) peut se révéler utile pour une meilleure analyse de ces solides [prismes droits, cylindres de révolution] » (ibid., p. 42)

4e : « ...manipulations d'images dynamiques [de pyramides et cônes] données par des logiciels de géométrie » (ibid., p. 53)

3e : « l'utilisation d'un logiciel de construction géométrique permet de créer des situations d'approche ou d'étude du théorème et de sa réciproque » (ibid., p. 63) ; « l'utilisation de logiciels de géométrie dans l'espace permet de conjecturer ou illustrer la nature des sections planes [de solides] » (ibid., p. 64).

2.1 Les logiciels de géométrie dynamique

2.1.1 Une caractéristique essentielle

Les logiciels de géométrie dynamique

« permettent de s'initier à la démarche scientifique par des constructions, des essais et des animations, de donner du sens aux notions étudiées et de développer des images mentales chez les élèves. » (Amiot, 2007, p. 7).

Avec un logiciel de géométrie dynamique, les dessins sont construits à l'écran à partir de deux types de primitives possibles :

(1) Les primitives de dessin pur : il s'agit d'objets géométriques élémentaires (point, droite, cercle, point d'intersection...).

(2) Les primitives géométriques : elles permettent la construction de nouveaux objets géométriques dépendant par des relations géométriques d'autres objets (milieu, médiatrice, droite parallèle...).

Un logiciel de géométrie dynamique permet d'obtenir de nombreux représentants de la même figure à partir de déplacement des éléments libres d'un seul de ses représentants. Le dessin se déforme alors en conservant les propriétés géométriques qui ont servi à le construire et celles qui en découlent dans une géométrie euclidienne. Cependant, si un dessin a été réalisé au jugé, à l'aide de primitives de dessin pur, il perd ses propriétés spatiales apparentes dans son état original lors du déplacement d'un de ses éléments.

2.1.2 Pourquoi donc enseigner la géométrie avec des logiciels de géométrie dynamique ?

« S'ils sont ainsi intégrés au travail quotidien par l'intermédiaire de situations simples, les logiciels de géométrie devraient permettre de gagner en efficacité et contribuer à apprendre aux élèves comment mener une démarche d'investigation. »
(Jauffret et al. 2006, p.73)

Des travaux ont montré tous les bénéfices des logiciels de géométrie dynamique dans l'apprentissage de la notion de figure et l'élaboration des transitions des appréhensions perceptives vers les appréhensions opératoires (inférences de type géométrique à partir de l'appréhension perceptive) ; parmi ces travaux citons par exemple ceux de Laborde et Capponi (1994) et de Pratt et Ainley (1997).

A côté de ces aides à la formalisation et à la conceptualisation, un logiciel de géométrie dynamique permet aussi l'exactitude et la rapidité dans les tracés, la visualisation des propriétés, l'utilisation du déplacement pour simuler et explorer des situations.

Au niveau de l'activité de l'élève, il favorise l'utilisation de différentes stratégies de résolution, l'émission de conjectures, le travail autonome et constitue une aide à la formulation et à la précision du langage mathématique.

2.2 De l'intégration des logiciels de géométrie dynamique dans les pratiques enseignantes

2.2.1 Un florilège important

Il existe des bénévoles isolés ou en équipes, souvent rompus aux sciences informatiques et à l'utilisation des nouvelles technologies, conscients de l'enjeu de tels outils, ou intéressés par une diversification des outils pédagogiques, dont l'engagement est plus marqué. Des groupes se créent (souvent au sein des IREM), produisent et proposent des « ressources » au reste de la communauté enseignante ; ces « ressources » sont de différentes granularité et peuvent aller de la plus simple image au scénario pédagogique le plus élaboré (nous reviendrons plus loin, dans la section 2.5.2, sur une définition plus précise du mot ressource).

On peut déjà se demander comment présenter ces ressources pour qu'elles soient visibles par qui les cherche, puis comment l'enseignant s'y retrouvera dans ce foisonnement de ressources de différentes granularités.

2.2.2 Mais une intégration marginale

Une épreuve TICE est possible au CAPES, les plans académiques de formation multiplient les stages autour de l'utilisation des TICE et des logiciels de géométrie dynamique, les établissements disposent de plus en plus de moyens matériels et structurels, applications et ressources numériques (nous reviendrons plus précisément sur le concept) émergent de toute part mais plusieurs études constatent les freins et les résistances à l'usage des TICE dans les pratiques.

Malgré ces fortes injonctions institutionnelles, ce pas collectif de la communauté éducative mathématique vers l'intégration des TICE dans leur enseignement reste hésitant, voire réticent :

« Malgré la volonté forte d'intégration dans les programmes et institutions, les enseignants de mathématiques restent encore réticents par rapport à l'intégration de la technologie dans leur enseignement » (Guin & Trouche, 1999).

De plus, les défenseurs du papier-crayon, de la trace sur le tableau noir ne sont pas vraiment convaincus de l'efficacité didactique de ces nouveaux outils technologiques et n'éprouvent pas le besoin de changer leur habitus contre « tous ces effets de mode » :

« Nous pouvons dire que pour qu'un enseignant accepte de surmonter ces difficultés, il doit trouver des justifications didactiques internes (et non externes) de l'apport des TICE dans son enseignement des mathématiques. Ainsi le rapport personnel de l'enseignant au TICE est un point crucial de l'intégration » (Tapan 2006).

2.3 Principaux freins à l'intégration des TICE

Ces réticences des enseignants peuvent trouver leurs origines dans des situations variées.

(1) La transposition informatique

D'après l'auteur de ce concept, (Balacheff, 1994) :

« Les objets de savoir se trouvent modifiés non seulement sous les contraintes de la transposition didactique mais aussi sous d'autres contraintes spécifiques à l'environnement informatique. L'introduction des environnements informatiques dans le système d'enseignement peut donc modifier les rapports des sujets, élèves et enseignants, aux objets mathématiques puisque ces derniers vont vivre autrement que dans l'environnement papier-crayon ».

Et il définit: *« La transposition informatique désigne ce travail sur la connaissance qui permet une représentation symbolique et la mise en œuvre de cette représentation par un dispositif informatique »*

Il peut en résulter souvent une « peur » de l'artefact technologique et des problèmes spécifiques de gestion de la classe dans un environnement informatique.

JF Levy, en analysant les compétences de l'enseignant souligne que :

« En général, ce qui rebute les enseignants, c'est un certain manque de pratique sur les instruments, qui conduit à la peur de ne pas maîtriser assez la situation (technique et par conséquent pédagogique), peur que les élèves « en sachent davantage qu'eux dans la manipulation de l'ordinateur » et que les enseignants perdent ainsi le contrôle des opérations sur le terrain ». (Levy, 1998, p.17),

(2) Un vide dans l'évaluation de la qualité des ressources proposées

Et quand bien même un néophyte voudrait « se lancer », nous avons précédemment évoqué le désarroi auquel il risque d'être confronté dans le foisonnement de toutes ces ressources, certes disponibles, mais vierges de quelconque élément permettant de décrire leur contenu, leur pertinence ou leur efficacité pour un apprentissage donné. Si pour l'évaluation d'une ressource l'épreuve par le feu reste un passage obligé, notre néophyte ne rechignerait sûrement pas aux commentaires et à la description d'autres retours de flamme. Comment dois-je

organiser l'étude ? Comment fonctionne cette ressource ? Quels en sont les points forts ? Les points faibles ? Vais-je pouvoir la mettre en œuvre dans ma classe, avec mes élèves et si oui, comment ? Tous ces critères lui permettront alors d'optimiser ses choix et favoriseront son appropriation de la ressource.

2.4 Cadre de notre étude

2.4.1 Le projet européen Intergéo

Au vu de la faible intégration des TICE dans les pratiques enseignantes, dans le cadre d'une stratégie de généralisation des usages et d'accompagnement de l'enseignant, de nombreux projets ont vu le jour.

Le projet Intergéo, démarré en octobre 2007, propose aux enseignants européens du secondaire en mathématiques des ressources éducatives librement utilisables et largement adaptables à leur contexte pédagogique particulier. Il vise trois grands objectifs :

1) L'interopérabilité, pour définir un format de fichier commun pour tous les logiciels de géométrie dynamique partenaires (Cabri-géomètre/Cabri3D, Geoplan/Geospace, TracEnPoche, Geogebra, Cinderella, Geonext, CaR/ZuL, Wiris) afin de permettre le fonctionnement d'une ressource créée avec un de ces logiciels sur tous les autres.

2) La centralisation sur un serveur dédié des ressources éducatives en utilisant ce format commun.

3) Le fléchage qualité pour évaluer la qualité et l'adéquation d'une ressource éducative à un contexte donné. Il s'agira ici d'analyser les ressources déposées, de les tester en classe, puis de les analyser à nouveau à l'issue du test pour évaluer leur qualité et commencer un cycle d'amélioration de celle-ci. Les retours d'expérience, la "généalogie" d'une ressource, seront bien entendu consignés sur le site afin que la ressource vive en s'améliorant.

Dans le cadre du projet, les ressources proposées seront de deux types :

(1) des figures nues aussi internationales que possible, pouvant être ouvertes avec n'importe quel logiciel de géométrie partenaire,

(2) des documents faisant intervenir ces figures, une page html avec une figure intégrée, un fichier texte, une présentation multimédia...

2.4.2 Position du problème

Dans le cadre du projet Intergéo, à partir des éléments précédents, le troisième objectif cité interpelle notre réflexion autour de ces deux questions qui nous ont paru essentielles :

1) l'une pour le fléchage qualité des ressources :

Comment évaluer la qualité d'une ressource de géométrie dynamique ?

2) l'autre pour l'amélioration des ressources proposées :soit donc l'étude des processus d'éligibilité d'une ressource par un enseignant :

Quelles caractéristiques des ressources sont considérées par les enseignants comme importantes pour le choix, l'adaptabilité ? Quels éléments contribuent à faciliter leur mise en œuvre dans les classes ?

Ces questions seront reformulées et précisées dans les cadres théoriques choisis et donneront lieu à des hypothèses de recherche.

Chapitre 3 - Cadres théoriques et méthodologie

Pour l'évaluation de la qualité des ressources pédagogiques, nous nous appuyons sur la théorie des situations didactiques et, en partie, sur la théorie anthropologique du didactique. Nous ne les redévelopperons pas ici mais nous donnerons un rappel succinct des outils théoriques qu'elles proposent et que nous considérons pertinents pour notre problématique.

L'étude de l'éligibilité des ressources et les choix des enseignants seront analysés dans le cadre de la genèse documentaire. Ce cadre théorique, plus récent, sera plus largement développé.

Enfin, bien qu'ils ne constituent pas un cadre théorique en lui-même, nous nous appuyons également sur une partie des travaux de Mahé et Noël pour l'évaluation et les validations d'une ressource pédagogique.

Mahe et Noël (2006) nous proposent plusieurs critères pour la validation d'une ressource pédagogique :

- (a) Validation technique : Vérification de la possibilité technique d'exploiter et d'ouvrir la ressource.
- (b) Validation du contenu : Vérification de la cohérence du contenu par rapport aux thèmes de la banque d'objets d'apprentissage.
- (c) Validation du design : Vérification de la navigabilité de la ressource.
- (d) Validation de la description : Vérification de la description de la ressource et de sa correspondance avec la ressource.

A cause du format des ressources disponibles dans le cadre de notre étude, nous ne retiendrons pas le critère de validation du design.

3.1 La théorie des situations

Dans cette théorie son fondateur Guy Brousseau (1998) s'intéresse particulièrement aux situations dans lesquelles l'enseignant et l'apprenant évoluent vers leurs projets respectifs. Par le pôle du savoir, il en analyse les différents processus en les décomposant en différentes phases (Brousseau utilise le terme « dialectique »):

- (a) la dialectique de dévolution où l'enseignant induit l'apprenant à l'appropriation du problème,
- (b) la dialectique de l'action où l'apprenant se crée un modèle implicite,

- (c) la dialectique de la formulation où l'apprenant crée un modèle explicite,
- (d) la dialectique de la validation où l'apprenant montre pourquoi le modèle qu'il vient de créer est valable,
- (e) la dialectique de l'institutionnalisation où l'enseignant fixe conventionnellement et explicitement le savoir.

Parallèlement, Brousseau définit le milieu comme étant « *constitué des objets (physiques, culturels, sociaux, humains) avec lesquels le sujet interagit dans une situation* ». Il n'est pas figé mais évolue et s'autorégule suivant que s'opèrent les échanges entre les différents pôles du triangle didactique. Ces évolutions doivent favoriser l'émergence de situations adidactiques où le rôle de l'enseignant comme détenteur de la connaissance semble s'effacer au profit de celui de l'apprenant ; ce dernier, par ses productions, agit sur le milieu qui lui renvoie les rétroactions lui permettant l'élaboration et la construction propre de son savoir.

Nous nous sur cette théorie quand il s'agira d'évaluer la mise en œuvre didactique d'une ressource.

3.2 La théorie anthropologique du didactique

Dans cette théorie, son fondateur Chevallard (1992) s'intéresse, entre autres, aux rapports institutionnels et aux rapports personnels d'un individu à un objet de savoir. Selon lui, « *La mise en relation d'un individu et d'un savoir dans le cadre d'une institution se fait sous un contrat et dans le cadre de situations institutionnellement déterminées. La formation du rapport au savoir, telle que la gère l'institution, suppose l'entrée de l'individu dans le contrat et sa traversée des situations que celle-ci établit.* ».

Ainsi, l'enseignant doit se conformer à l'univers culturel bâti par l'institution transpositive en modifiant son propre rapport au savoir à enseigner.

Puis l'acte d'enseignement doit consister en la modification du rapport de l'apprenant à l'objet enseigné pour que ce rapport se rapproche du rapport institutionnel.

Dans ces deux cas, les individus, enseignant et l'apprenant, se comportent alors comme de bons sujets institutionnels.

Chevallard précise que « *pour que les systèmes des rapports aux objets de savoir fonctionnent de manière satisfaisante il faut que les rapports aux « objets institutionnels » soient idoines, c'est-à-dire pertinents aux intentions institutionnelles* » (Chevallard, 1990).

Nous nous reposerons sur ces différentes notions de la théorie anthropologique du didactique lorsqu'il s'agira d'évaluer l'adéquation des contenus de la ressource avec les attentes institutionnelles.

3.3 La genèse documentaire

3.3.1 A l'origine : la genèse instrumentale

Dans le prolongement des travaux de Rabardel, Luc Trouche définit la genèse instrumentale qu'il prolongera ensuite à la genèse documentaire de l'enseignant.

Précisons d'abord les vocables spécifiques à cette approche.

Un "artefact" désigne un dispositif, matériel (ex. une règle) ou symbolique (ex. un graphique), utilisé comme moyen d'action par le sujet.

Rabardel définit un instrument « *comme étant issu d'une construction, à partir d'un artefact, par un utilisateur. Cette construction, la genèse instrumentale, repose, pour un individu donné, sur un processus d'appropriation et de transformation de l'artefact, pour réaliser une tâche donnée, à travers une variété de contextes d'usage.* » (Trouche, 2008).

Rabardel précise que « *Le processus d'appropriation d'un artefact s'accompagne, chez le sujet, de constructions représentatives relatives à l'instrument, à la réalité sur laquelle il permet d'agir ou qu'il permet d'analyser. Il s'accompagne aussi de l'élaboration de structures permettant l'organisation de l'action du sujet : les schèmes d'utilisation.* » (Rabardel, 1995, p. 63).

Selon Vergnaud (1996), le schème est une « *organisation invariante de l'activité pour une classe de situations donnée* ». Il permet d'articuler invariance et adaptabilité dans l'organisation de la tâche.

Le sujet, par ses propres connaissances, par ses schèmes d'utilisation dans le domaine des possibles ouvert par les potentialités de l'artefact, construit alors son propre instrument pour l'utiliser à des fins utiles, opératoires et réutilisables ; ce mouvement de l'artefact vers le sujet est l'instrumentation. Ainsi, l'artefact initial faussement neutre génère donc l'instrumentation de l'utilisateur, qui réciproquement à son tour l'instrumentalisera en réinterprétant la fonction initiale pour laquelle il était conçu ; ce mouvement du sujet vers l'artefact, et qui comprend la reconnaissance et la création de fonctions de l'artefact est l'instrumentalisation. Les instruments sont alors des « *entités mixtes composées d'une partie de l'artefact et des schèmes d'utilisation, résultats d'une construction dans une activité de réalisation d'un type de tâches donné.* » (ibid.).

On peut résumer ces transferts dans la genèse instrumentale par le schéma ci-dessous :

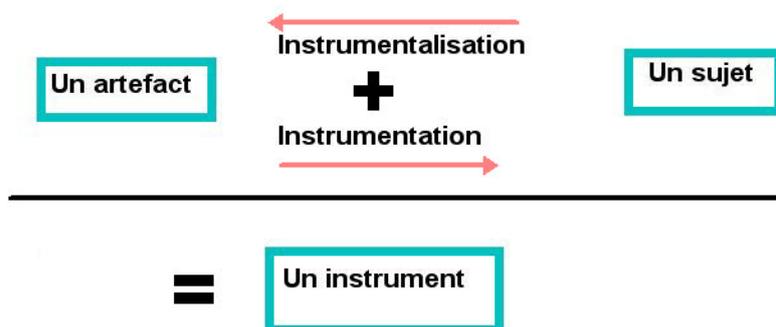


Figure 1.Genèse instrumentale

3.3.2 Vers la genèse documentaire

Précisons d'abord les différentes acceptations du mot ressource.

Suivant la discipline, le terme « ressource » peut receler des contenus différents. La notion de ressource pédagogique (ou éducative) est fortement liée à celle de document, et aux approches documentaires. Dans le domaine du multimédia, les

« ressources multimédias pour l'éducation constituent l'ensemble des informations, documents, logiciels, programmes, banques de données, etc. qui permettent de véhiculer, de transmettre ou d'appréhender des concepts et contenus d'enseignement. Le terme de ressource est plus générique que celui de document, même dans l'acception multimédia du mot. » (Puimatto, 2004).

R. Bibeau (2005) dans une taxonomie des TIC à l'école, en se référant aux travaux internationaux de normalisation, propose pour « ressources numériques » la définition suivante :

« l'ensemble des services en ligne, des logiciels de gestion, d'édition et de communication (portails, logiciels outils, plates-formes de formation, moteurs de recherche, applications éducatives, portfolios) "ainsi que l'ensemble des données et informations" utiles à l'enseignant ou à l'apprenant dans le cadre d'une activité d'enseignement ou d'apprentissage utilisant les TIC, activité ou projet pouvant être présenté dans le cadre d'un scénario pédagogique ».

Ces ressources correspondent donc à des objets de taille ou granularité très différentes (une image, une base de données, une encyclopédie, un environnement d'apprentissage...).

Les définitions académiques précédentes sont assez statiques et ne renseignent pas sur l'usage pratique et l'aspect utilitaire des ressources. Définir un objet n'est que la première étape de son appropriation pour les réalisations de tâches précises.

L'idée majeure de Luc Trouche est « *de concevoir les ressources pédagogiques comme des artefacts, se constituant en instruments au sein de communautés de pratique émergentes.* » (Trouche, 2005).

Trouche et Guin (2006) considèrent alors une ressource numérique comme un artefact que doit s'approprier par son usage l'enseignant dans sa classe. Ils insistent sur l'absolue nécessité de l'usage en précisant :

« une ressource n'existe donc pas tant qu'elle n'a pas été expérimentée dans des classes et validée par un groupe d'enseignants pour devenir un instrument partagé par la communauté » (Trouche et Guin, 2006).

Les auteurs insistent bien sur l'aspect participatif de toute une communauté qui partagerait ses expériences d'une ressource pour la construire en une ressource valide. Les ressources sont alors des entités vivantes qui évoluent à la lumière des usages (leur mise à l'épreuve dans une classe) et la collaboration des enseignants.

Ce processus de réification, par lequel une abstraction, liée à l'expérience, prend forme d'objet concrètement identifiable structure l'expérience de la communauté, alimente sa pratique avec des objets partagés qui sont réutilisés par ses membres dans l'exercice de leur travail (d'après la fiche de présentation du projet SFODEM¹).

Ainsi, pour un artefact donné, dans le couple enseignant-sujet / artefact-objet se crée et se perpétue la procédure instrumentation / instrumentalisation ; du point de vue du SFODEM, une ressource devient :

« Une ressource pédagogique est dorénavant formée de documents indissociables : une fiche d'identification, une fiche élève, une fiche professeur, un ou des scénarios d'usage, une fiche technique, des comptes-rendus d'expérimentation, des fichiers exécutables (fichiers Cabri ou Excel par exemple) et des fichiers satellites, éventuellement communs à plusieurs ressources, comportant des compléments théoriques ou techniques ».

En partant de l'idée de « considérer le **travail de documentation** du professeur (recherche de ressources, tri, sélection, conception de situations et de scénarios, mise en œuvre

^d Le SFoDEM (Suivi de Formation à Distance pour les Enseignants de Mathématiques) est un dispositif de formation continue mis en place par l'IREM de Montpellier.

dans la classe, révision, mutualisation...) comme un élément central de sa pratique et de son développement professionnel », Gueudet et Trouche (2007) transposent la dialectique artefact / instrument au couple ressource / document et définissent ainsi la genèse documentaire de l'enseignant comme l'appropriation et la transformation d'un ensemble de ressources disponibles en un document à visée d'apprentissage ; le document résultant n'est pas figé et en étant lui-même élevé au rang de « nouvelle ressource » continue d'alimenter le vivier initial en contribuant à la perpétuation de la genèse documentaire.

On peut résumer ces transferts dans la genèse documentaire par le schéma ci-dessous :

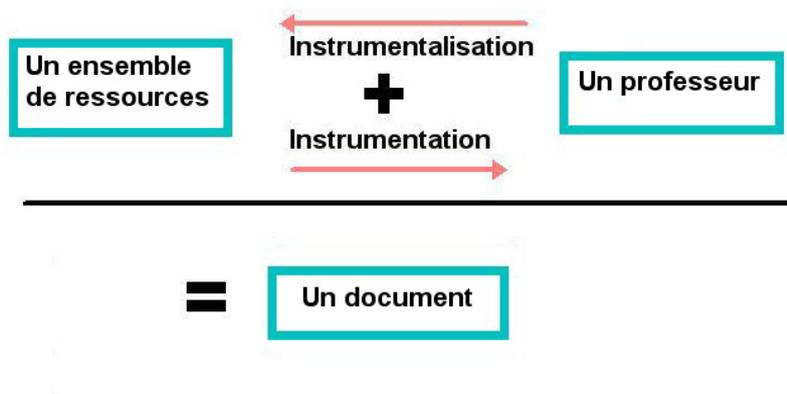


Figure 2.Genèse documentaire

Notons bien que les auteurs précisent que cette approche implique tout de même une rectification sur le concept de ressource ; la fonction principale d'une ressource est d'aider l'enseignant à construire des documents pour sa pratique professionnelle.

Dans la suite nous nous rapprocherons de cette conception en nous intéressant plus précisément aux ressources TICE de géométrie dynamique. Enfin nous restreindrons notre étude au format le plus courant pouvant être rencontré sur le web et conformément au projet Intergeo : au minimum un fichier de géométrie dynamique accompagné d'éléments décrivant le problème mathématique posé et l'objectif d'apprentissage visé.

3.4 Hypothèses pour l'étude

En s'appuyant sur ces différents cadres théoriques et ces travaux cités, nous nous demanderons :

- (a) Quels sont les éléments d'une ressource de géométrie dynamique pouvant contribuer à sa qualité ?

(b) Quels sont les éléments d'une ressource sur lesquels un enseignant s'appuie pour la sélectionner ou non ?

(c) Quels sont les éléments d'une ressource pouvant faciliter son appropriation par un enseignant ?

Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, à partir des cadres théoriques et des travaux cités, nous proposerons des dimensions et des critères qui nous paraissent pertinents pour l'évaluation de la qualité des ressources de géométrie dynamique, en justifiant chacun d'eux, et nous ferons l'hypothèse :

(a) que ces critères sont compréhensibles et utilisables par un enseignant pour analyser une ressource

(b) que ces dimensions contribuent à l'évaluation de la qualité d'une ressource de géométrie dynamique.

Pour éprouver ces hypothèses, nous mettrons en place une expérimentation auprès des enseignants dont la description est présentée dans la section suivante.

3.5 Méthodologie

A partir des différentes dimensions retenues pour notre hypothèse de recherche, nous établirons un questionnaire sous la forme d'une grille où chacune de ces dimensions sera associée à un ou plusieurs critères permettant de la décrire.

Puis, cette grille sera mise à l'épreuve par des enseignants volontaires pour mesurer la qualité de différentes ressources que nous leur auront soumises.

Auparavant, nous aurons nous même dans une analyse a priori effectué le même travail, pour mesurer combien la grille proposée permet d'évaluer la qualité de ces mêmes ressources et porterons donc des appréciations sur leurs forces et leurs défaillances.

Au final, nous comparerons les réponses des expérimentateurs avec nos résultats. Une convergence des points de vue signifierait que cette grille d'analyse de ressources permet d'apprécier les mêmes points qualité et donc est facilement compréhensible par un enseignant. En cas de divergences entre les différents expérimentateurs ou notre analyse a priori, nous nous interrogerons d'abord sur les questions de la grille leur pertinence, leur intérêt, leur clarté pour les utilisateurs potentiels qui sont essentiellement des enseignants. Cette étape nous permettra d'améliorer le questionnaire.

Pour les questions relatives aux choix et à l'appropriation, nous utiliserons les résultats de ce même questionnaire que nous nous analyserons. Cette analyse nous permettra d'évaluer

les dimensions prépondérantes pour un enseignant dans le choix d'une ressource, et ainsi d'éprouver le deuxième volet de notre hypothèse de recherche.

Chapitre 4 - Élaboration d'une grille pour l'analyse de ressources de géométrie dynamique

Dans le cadre de notre étude, à partir des éléments de nos cadres théoriques et des travaux cités, nous retiendrons les dimensions suivantes :

- 1) Les métadonnées associées à la ressource
- 2) La qualité technique des fichiers informatiques
- 3) Les contenus proposés par la ressource
- 4) Les potentialités ajoutées par l'environnement de géométrie dynamique
- 5) La mise en œuvre didactique de l'activité proposée par la ressource
- 6) Le bilan d'utilisation de la ressource.

Nous justifierons chaque dimension, en y détaillant les différents critères associés et les questions permettant de les identifier (Ces questions seront indiquées en italiques).

4.1 Les métadonnées

Le terme de métadonnées est utilisé pour définir un ensemble structuré d'informations décrivant une ressource pour une utilisation pertinente. D'un point de vue très global, pour une bonne accessibilité, ces métadonnées doivent permettre la recherche, l'identification, l'accès et la livraison des contenus ; elles se doivent d'être exactes et en correspondance avec la ressource (Mahé et Noël, 2006).

Grâce à ces métadonnées, l'enseignant jugera de l'efficacité (possibilité d'effectuer une tâche) et de l'efficacité (en économie de moyen) de la ressource d'abord au travers de son propre regard, mais ensuite en testant la ressource en classe, au regard des apprenants. Les critères qui nous ont paru pertinents pour établir une liste des métadonnées décrivant le contenu d'une ressource sont : (1) le thème d'étude, (2) les objectifs, (3) les pré requis, (4) l'environnement et (5) les modalités d'utilisation.

Le thème d'étude

Il doit s'inscrire dans le cadre des instructions officielles. Grâce à ce premier repère, l'enseignant doit pouvoir déterminer immédiatement si cette ressource peut lui être utile.

La question associée à ce critère peut être la suivante :

Le thème d'étude est-il clairement indiqué ?

Les objectifs

Les objectifs pédagogiques doivent être clairs, précis et sans équivoques pour bien spécifier les savoirs visés. On peut citer :

(a) Les savoirs et savoir-faire liés à la discipline (mathématiques)

(b) Les savoirs et savoir-faire instrumentaux (entre autres les compétences spécifiques liées à l'outil multimédia). Notre étude se situant aussi dans le cadre des programmes français, nous avons choisi de référencer les compétences liées à l'outil technologique par rapport au B2i².

(c) D'autres compétences transversales (autonomie, qualité des échanges dans des formes d'apprentissage collaboratif, responsabilité des apprenants).

Les questions associées à ces critères seront les suivantes :

(i) *Les savoirs mathématiques visés sont-ils clairement indiqués ?*

(ii) *Les compétences instrumentales visées sont-elles clairement indiquées ? Si oui, s'inscrivent-elles dans le cadre du B2i ?*

(iii) *La ressource mentionne-t-elle d'autres compétences transversales (autonomie, capacité d'expression...)?*

Les pré-requis mathématiques et instrumentaux

Sans pour cela opter pour des tâches trop routinières, pour mener à bien les activités proposées, elles ne doivent pas trop diverger par rapport aux pratiques informatiques ou mathématiques de l'élève. Lorsque les pré-requis sont précisés, l'enseignant peut évaluer le degré de maîtrise des apprenants et s'assurer ainsi des adéquations entre leurs capacités conceptuelles et instrumentales, les tâches prescrites et les attentes institutionnelles. Restrepo (2007) suggère que l'explicitation des pré-requis, aussi bien en termes de connaissances mathématiques que de compétences instrumentales, est un élément favorisant l'appropriation d'une ressource par l'enseignant. Cependant, l'explicitation des pré-requis ne suffit pas ; ils

² **Compétence 3.6.** Je sais utiliser un outil de simulation (ou de modélisation) en étant conscient de ses limites : Utilisation d'un tableur ou d'un grapheur ou d'un logiciel de géométrie afin de conjecturer ou d'approcher un résultat.

doivent évidemment être en adéquation d'une part avec les attentes institutionnelles et d'autre part avec la ou les activités proposées par la ressource.

Les questions associées à ces critères seront les suivantes :

(a) Les pré-requis mathématiques sont-ils explicités ?

(b) Les pré-requis instrumentaux sont-ils explicités ?

(c) Les pré-requis sont-ils pertinents par rapport à l'activité proposée ?

(d) Les pré-requis explicités sont-ils cohérents avec les programmes et les attentes institutionnelles ?

L'environnement

A l'heure actuelle, un fichier informatique provenant d'un logiciel de géométrie dynamique associé à une ressource n'est pas toujours exploitable dans un environnement différent de celui pour lequel il a été conçu. L'indication de l'environnement peut paraître subjective car il reste lié à la propre genèse documentaire de l'enseignant, à ses préférences et ses savoirs informatiques. Cependant, devant la multiplicité des applications dédiées aux environnements dynamiques de géométrie, ce critère permet à l'enseignant de savoir avec quel environnement l'activité peut être exploitée et par conséquent savoir s'il va pouvoir exploiter la ressource ou non. Pour exemple, lors d'une première approche dans un questionnaire sur l'étude qui suivra certains enseignants rejetaient d'emblée telle ou telle ressource, sans même lire son contenu car l'environnement associé leur paraissait « trop lourd » pour l'activité instrumentée des apprenants, ou trop exigeant dans le traitement de certaines spécificités de géométrie dynamique. Ou bien plus simplement, un enseignant ne choisira pas d'emblée une ressource dont l'environnement n'est pas disponible dans son établissement.

La question associée à ce critère peut être la suivante :

Cette ressource est-elle prévue pour un environnement particulier ?

Les modalités d'utilisation

S'agit-il d'une classe, demi classe, binôme, apprenants en activité individuelle ? S'il doit montrer une configuration particulière, l'enseignant optera pour un dispositif de vidéo projection au lieu d'une utilisation individuelle en salle informatique. Si au contraire, l'objectif visé est d'explorer une figure pour en conjecturer les propriétés, la séance en salle informatique où les élèves manipuleront eux-mêmes la figure semble préférable. Ainsi, le renseignement sur

les modalités d'utilisation donne une indication sur les conditions matérielles pour la mise en œuvre de la ressource en classe.

Dans ce même prolongement, une indication de durée de la séquence contribuera à une meilleure prise en main de la ressource.

Les questions associées à ce critère seront les suivantes :

(a) *Les modalités d'utilisation (salle informatique, vidéo projection...) sont-elles indiquées ?*

(b) *La durée de l'activité est-elle précisée ?*

4.2 La qualité technique des fichiers informatiques

La qualité technique des fichiers informatiques, notamment ceux de la géométrie dynamique, est plus que déterminante. Une évaluation négative entamera fortement l'utilisabilité de la ressource (la possibilité et la facilité de s'en servir). Deux points nous paraissent essentiels :

L'ouverture des fichiers

Les fichiers proposés doivent être d'ouverture simple. La question associée à ce critère peut être la suivante :

L'ouverture du fichier de la figure dynamique est-elle aisée ?

Le fonctionnement des fichiers

Toute ressource dont l'appropriation technique par l'utilisateur sollicite des compétences expertes au delà d'un niveau de base risque de voir son utilisabilité entamée. Il est donc important de vérifier que la ressource précise bien ce fonctionnement particulier le cas échéant.

De plus, les fichiers proposés doivent être exempts de tout bug ou dysfonctionnement.

Les questions associées à ces critères seront les suivantes :

(a) *Si le fonctionnement du fichier nécessite de charger d'autres outils (ex. macro-constructions...), ceux-ci et leur utilisation sont-ils décrits dans la ressource ?*

(b) *Les fichiers informatiques sont-ils exempts de bugs ou autres dysfonctionnements ?*

4.3 Les contenus

Tout comme la dimension précédente, les contenus mathématiques et instrumentaux se doivent d'une qualité sans faille au risque d'entamer gravement l'acceptabilité de la ressource.

L'activité mathématique

Le contenu mathématique se doit d'être en adéquation avec les programmes et instructions officielles.

L'activité proposée doit pouvoir s'insérer dans le curriculum tout en cohérence avec les différents thèmes d'études des cycles de l'enseignement qui lui sont rattachés. A partir des tâches proposées aux élèves, une évaluation synoptique ne doit pas laisser apparaître des éléments pouvant induire des règles ou des conceptions erronées.

L'activité proposée doit de plus être en adéquation avec les objectifs annoncés dans les métadonnées associées à la ressource.

Les questions associées à ce critère seront les suivantes :

- (a) *Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ?*
- (b) *Le contenu mathématique est-il correct ?*
- (c) *Le contenu mathématique est-il en adéquation avec les instructions officielles ?*

L'activité instrumentée

Ce critère concerne les aspects de l'activité qui sont liés à l'utilisation du logiciel de géométrie dynamique.

- (a) En premier lieu, il faut que la figure dynamique soit bien en cohérence avec les objectifs annoncés.
- (b) Puis, certaines applications possèdent des fonctionnalités très avancées, comme macro-constructions ou scripts de programmation. Si le fichier informatique fait appel à de telles fonctionnalités, il est indispensable que leur fonctionnement soit décrit avec précision afin de permettre à un utilisateur, en particulier un enseignant novice dans l'utilisation des TICE, de s'approprier rapidement la ressource.
- (c) Le traitement numérique doit être pertinent pour les objectifs annoncés.

De plus, certains choix de traitements numériques faits par des concepteurs de ressources peuvent se révéler peu pertinents, voire erronés, et conduire à des conjectures fausses, interdisant ainsi tout passage de l'expérience à la propriété mathématique correcte visée.

Citons en particulier les problèmes liés à la décimalisation propres aux logiciels de géométrie dynamique. Nuray (2007) précise : « *Selon la tâche demandée à l'élève, la décimalisation des mesures peut en effet jouer un rôle déterminant dans l'observation des propriétés géométriques ou dans la conjecture. L'élève, aussi bien que l'enseignante, doivent bien anticiper/choisir la décimalisation de sorte que ceci ne fasse pas l'obstacle à l'observation mathématique* ».

L'élève peut, comme dans l'exemple ci-dessous, aboutir à l'affichage de parallélogrammes dont les diagonales n'ont pas la même longueur mais dont la mesure d'un angle est celle de l'angle droit.

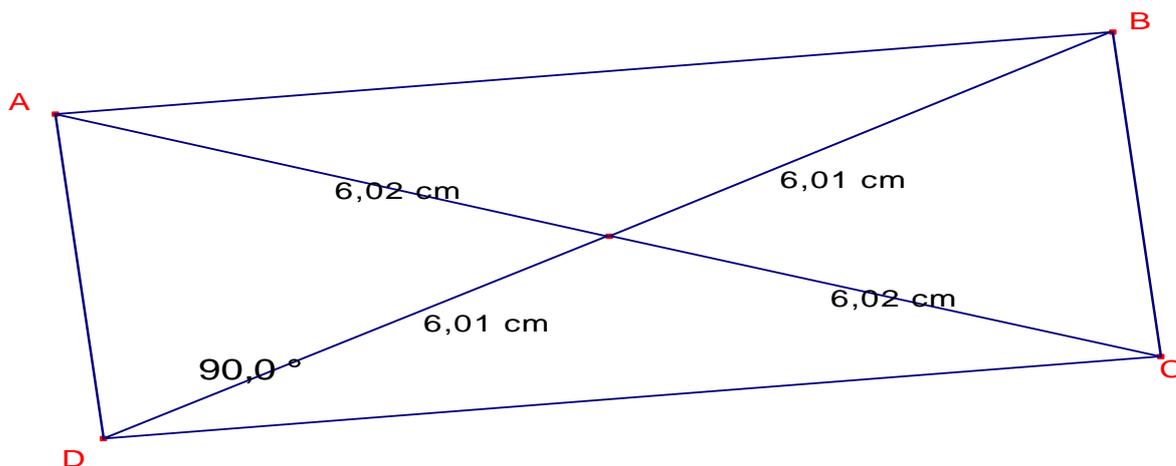


Figure 3. Exemple de figure de géométrie dynamique où le traitement des grandeurs numériques peut faire obstacle à l'observation mathématique.

(d) Enfin, le traitement numérique dans l'univers interne d'un logiciel de géométrie dynamique n'est pas, en général, celui d'un logiciel de calcul formel. De ce fait, les valeurs numériques affichées ne sont pas toujours des valeurs exactes. Ainsi, la valeur de la diagonale d'un carré de côté unité ne sera en général pas affichée égale à $\sqrt{2}$. On peut alors, suivant le logiciel, s'interroger sur la fiabilité du traitement numérique.

(e) De la même façon, certaines applications logicielles ne gèrent pas toujours efficacement certains cas limites. Comme dans l'exemple suivant³, certains cas d'exceptions comme la valeur « attribuée » à l'angle AMB quand le point M se déplace sur le carré ABM4M2 se trouve en A.

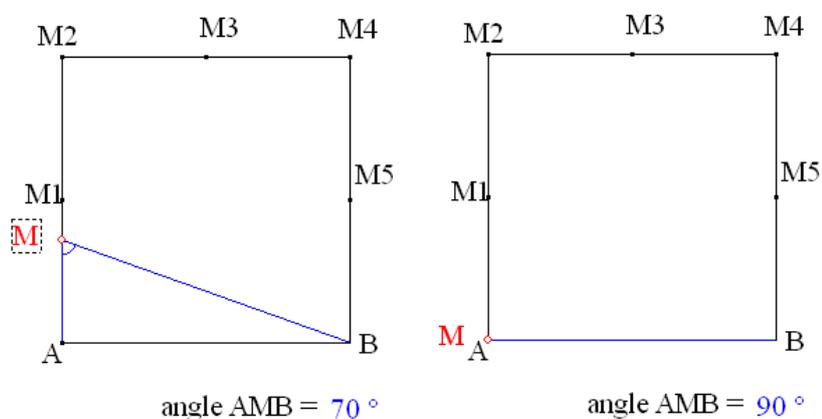


Figure 4. Exemple de figure de géométrie dynamique où la gestion des cas limites n'est pas fiable.

L'activité instrumentée ici grève le contenu mathématique. Les questions associées à ce critère seront les suivantes :

- (a) *La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ?*
- (b) *La figure est-elle en cohérence avec l'activité ?*
- (c) *La ressource utilise-t-elle des fonctionnalités particulières de l'application ? Si oui, sont-elles décrites avec précision ?*
- (d) *La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ?*
- (e) *Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ?*
- (f) *La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ?*
- (g) *La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ?*

³ Cet exemple se trouve à l'adresse <http://www.irem.univ-montp2.fr/ressources/anglin2.fig>.

4.4 Les potentialités ajoutées par l'environnement dynamique

Les apports de son utilisation (ce texte s'inspire en grande partie de (Jahn et al., 2008))

Cette dimension se propose d'évaluer comment la ressource exploite les différentes possibilités offertes par la géométrie dynamique. En effet, l'enseignant doit pouvoir percevoir la valeur ajoutée de la géométrie dynamique et notamment comment elle contribue à la transformation et l'amélioration des situations d'apprentissage par rapport à l'environnement papier-crayon d'une part, puis d'autre part, comment elle contribue à atteindre l'objectif d'apprentissage visé.

Les questions associées à ce critère, qui s'appuient sur les résultats des travaux de recherche sur l'utilisation de logiciels de géométrie dynamique pour l'apprentissage des mathématiques, peuvent être les suivantes :

Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique :

(a) est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ?

(b) rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure ?

(c) fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur ?

(d) soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions ?

(e) permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique ?

(f) rend nécessaire le recours aux propriétés géométriques d'une figure plutôt qu'à ses caractéristiques spatio-graphiques ?

Le rôle du déplacement

Comme nous l'avons précédemment rappelé, l'une des supériorités des fonctionnalités de la géométrie dynamique par rapport à un environnement papier / crayon est le déplacement : la possibilité d'animer la figure par manipulation directe. De plus, les relations définies entre les éléments libres de base résistent et sont conservées par le déplacement ; toute construction comme juxtaposition ou assemblage par le perceptif s'écroulera sous l'effet du déplacement.

Dans une expérimentation, Lopez-Real et Leung (2002) établissent une analogie des instruments entre le compas et l'équerre de la géométrie euclidienne sur papier / crayon et le déplacement dans un environnement de géométrie dynamique ; les auteurs concluent qu'une fois intégrée du côté des apprenants, cette fonctionnalité est considérée comme un outil heuristique conceptuel :

« For students today, and more so in the future, the dragging feature is such an integral element of the geometry that they may well, either consciously or unconsciously, consider it to be a conceptual tool. » (ibid, p.6).

Cette fonctionnalité est donc primordiale mais pas toujours exploitée efficacement. Certaines ressources l'utilisent même comme simple effet visuel sans qu'elle revête une dimension pédagogique réelle. Du même pendant, il appartient aussi à l'enseignant de réguler les alternances souris / crayon pour que le mode déplacement ne se résume pas à une crispation à la souris dans une succession de clics.

Voici une typologie d'utilisation du déplacement. Nous nous appuyons ici encore sur les travaux de recherche.

- (a) Pour illustrer une propriété géométrique ;
- (b) Pour rechercher des invariants dans une figure (on peut alors conjecturer certaines propriétés) ;
- (c) Pour valider ou invalider la construction d'une figure par rapport à des propriétés données par un texte ou un énoncé ;
- (d) Pour mettre un dessin dans la « bonne » position dans laquelle elle a des propriétés géométriques spécifiques facilitant la conjecture ;
- (e) Pour illustrer le lien entre hypothèses et conclusion.

Les questions associées à ce critère peuvent donc être les suivantes :

Selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à :

(a) Illustrer une propriété géométrique de la figure : déplacer et observer une propriété donnée qui est conservée au cours du déplacement ?

(b) Conjecturer des relations géométriques : déplacer et observer si une propriété supposée résiste au déplacement ?

(c) Valider une construction (construction robuste) : déplacer et observer si les propriétés qui caractérisent une figure résistent au déplacement ?

(d) Illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses ?

(e) Étudier la trajectoire d'objets géométriques (lieu, trace...) ?

4.5 La mise en œuvre didactique

Nous la déclinons suivant les critères suivants :

Les modulations dans la séance

Ce critère n'est pas propre à la géométrie dynamique : dans une organisation classique l'enseignant est le médiateur de l'apprentissage ; il définit le découpage de la séance, organise les échanges et dirige les débats. Dans un environnement TICE, sa place n'est plus tout à fait la même et les différents découpages et alternances doivent être précisés. En particulier les alternances papier-crayon / machine (les élèves ont souvent du mal à gérer cette complémentarité) et les différentes phases de mise en commun (souvent l'élève fait de la machine l'interlocuteur privilégié et a tendance à négliger son entourage). L'indication des répartitions des tâches permet de répondre à la question « qui fait quoi ? Et quand ? »

Les questions associées à ce critère peuvent être les suivantes :

(a) La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ?

(b) Les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants sont-ils précisés ?

(c) Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ?

(d) La ressource précise-t-elle les phases de mise en commun (à quel moment, sur quoi portent-elles ...) ?

De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés

En salle informatique l'ordinateur modifie les dialectiques classiques de la théorie des situations : les élèves sont en autonomie, tournés davantage vers leur moniteur que vers l'enseignant qui ne semble plus avoir de rôle central, mais relégué en arrière-plan par la machine. L'environnement informatique devient une composante supplémentaire du milieu au sens de la théorie des situations didactiques.

Laborde (1994) précise :

« Or, lorsqu'ils utilisent individuellement (ou à deux) un ordinateur, les élèves ont une réelle autonomie. Ils peuvent interpréter les réactions du système et valider ou réfuter eux-mêmes une partie de leur travail. Cela les incite, sans plus attendre, à aller plus loin. Ils peuvent ainsi ne plus suivre strictement le déroulement prévu par l'enseignant. De plus l'interactivité de certains logiciels comme Cabri-géomètre favorise plus particulièrement les situations ouvertes, la recherche et l'initiative personnelle des élèves. » (Laborde, 1994).

Dans un tel contexte la gestion didactique semble dévolue à la machine, échappant ainsi au contrôle de l'enseignant. Artigue (1994) évoque en ces termes cette même situation :

« Dans un environnement informatique, quel qu'il soit, de plus, la médiation élève/savoir ne passe pas uniquement par l'enseignant. Un logiciel, même non tutoriel, fournit des feed back à l'élève et en ce sens a une dimension enseignante. Il devient en partie garant du vrai/faux, du possible/impossible ».

Cependant, dans cet environnement, le rôle de l'enseignant reste essentiel en particulier lors des phases de dévolution (détermination des tâches à accomplir et initialisation de la recherche) et d'institutionnalisation. Dans une étude, Dominique Guin (1994), en citant l'exemple de CABRI, précise :

« En résumé, dans l'environnement Cabri-géomètre, le rôle de l'enseignant est nouveau et important :

- avant la mise en place de la situation problème, il doit amener les élèves à accepter le nouveau contrat (procédure de construction d'une classe d'objets, validation par déplacement),*
- pendant la situation problème, il est conduit à confirmer, infirmer ou aider l'élève pour la validation des procédures de construction,*
- après la situation problème, il doit institutionnaliser les nouvelles acquisitions, car le transfert dans un autre environnement n'est pas automatique, il doit, pour ce faire, s'appuyer sur un jeu entre différents environnements. » (Guin 1994).*

Il convient donc de bien préciser les différentes phases des situations didactiques, les rôles de chacun des acteurs dans ces phases et comment sont gérées les erreurs et les validations.

Les questions associées à ce descripteur peuvent être les suivantes :

- (a) Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ?*
- (b) La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ?*
- (c) La ressource prévoit-elle les erreurs possibles des apprenants ?*
- (d) Si oui, prévoit-elle comment y remédier ?*

(e) La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ?

(f) La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...)?

(g) La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ?

L'identification des variables didactiques

Dans la théorie des situations didactiques, Brousseau (1998) définit une variable didactique comme un paramètre qui, suivant la décision du maître, peut prendre plusieurs valeurs pouvant influencer le comportement de l'apprenant.

L'indication de ces différentes variables, de leurs valeurs et de leurs effets attendus permettent à l'enseignant d'anticiper les comportements de ses élèves et donc de mieux s'appropriier la situation proposée par la ressource.

La question associée à ce critère peut être la suivante :

Les différents paramètres de l'activité dont les modifications ont un impact sur les comportements des apprenants sont-ils explicités et leurs effets discutés ?

Les rétroactions

Dans une situation didactique ou a-didactique, les rétroactions (feed-back) du milieu apparaissent comme l'influence du milieu sur l'élève ; cette influence est perçue par l'élève comme une sanction, positive ou négative (Brousseau 1998). On a le schéma suivant (d'après Baker & al, 2006):

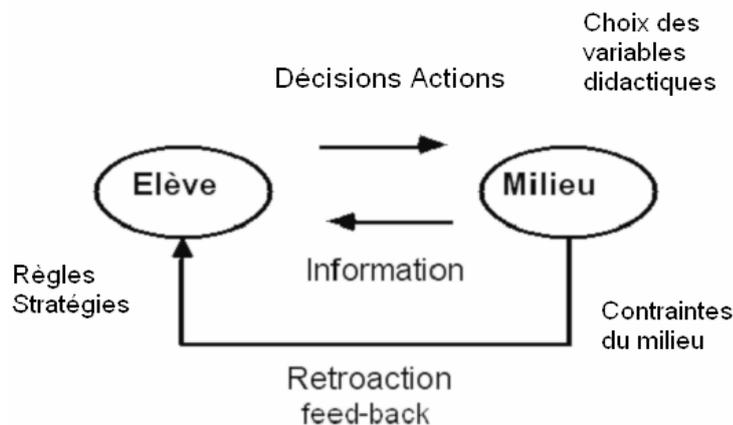


Figure 5. Interactions entre un élève et un milieu.

La rétroaction permet à l'élève d'ajuster ses actions, de décider d'accepter ou de rejeter une hypothèse, de choisir entre plusieurs solutions celle qu'il juge la meilleure pour la réalisation de la tâche. Aussi, toujours pour l'organisation du milieu et la gestion de classe, l'enseignant doit savoir les rétroactions possibles du milieu avec lequel les élèves vont interagir en utilisant telle ou telle ressource. Une étude des rétroactions lui permet d'anticiper les réactions des apprenants et de mieux contrôler le déroulement didactique de la séquence.

Les questions associées à ce critère peuvent être les suivantes :

- (a) *La ressource mentionne-t-elle les rétroactions possibles à l'action de l'apprenant ?*
- (b) *Si oui, en précise-t-elle la provenance (enseignant, classe, ordinateur..)?*

La gestion du groupe classe

Une alternance des gestions individuelles ou collectives peuvent coexister au sein d'une même séquence. Souvent, l'enseignant peut avoir un rôle de tuteur qui s'adresse successivement à des petits groupes d'élèves, chacun autour d'une seule machine, et la part de parole collective devient réduite. L'exemple d'une étude de Teresa Assude (2003) montre qu'une pondération maîtrisée de ces deux gestions est pour l'enseignant un facteur permettant une meilleure appropriation de l'environnement et l'environnement de géométrie dynamique (ici CABRI), en particulier pour la gestion des moments de synthèse et du temps didactique.

« Or il nous semble qu'une des conditions d'une intégration de Cabri dans le travail au quotidien d'une classe est l'existence de rapports entre les dimensions individuelle et collective du travail avec le logiciel. Nous avons observé comment les enseignantes, en jouant avec les relations entre ces deux dimensions, mettent en œuvre des stratégies d'économie temporelle, et aussi comment elles ont aménagé des moments de synthèse pour nourrir à la fois le travail individuel et le travail collectif faisant marcher ainsi les élèves vers les savoirs visés. » (Assude 2003).

Les questions associées à ce critère peuvent être les suivantes :

- (a) *La ressource précise-t-elle comment est organisée la classe dans les différentes phases de son déroulement (travail individuel, par petits groupes, collectif...)?*
- (b) *La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...)?*

4.6 Le bilan

La présence ou non d'un bilan d'expérimentations est rajouté comme une dernière dimension pour la réification et le retour d'expérience. Il doit vraiment participer au processus d'évolution de la ressource et ne doit pas consister en un panégyrique pour l'utilisation de l'ordinateur. Dans le modèle SFODEM ce retour d'expérience est primordial et contribue à l'édification et la pérennité de la ressource. Il doit entre autres évaluer les différences entre les attentes de l'activité et les résultats réels de la classe. Il pourrait également suggérer des modifications à apporter à la ressource au vu des résultats observés.

La question associée à ce critère peut être la suivante :

La ressource propose-t-elle un bilan de l'activité ?

Partie 2

Expérimentation

Quelques ressources sélectionnées seront soumises à l'étude d'enseignants volontaires, suivant le protocole suivant.

D'abord, pour chacune des ressources, chaque enseignant en prend connaissance et la découvre individuellement ; puis ultérieurement, lors d'une entrevue il devra répondre, en binôme avec un autre enseignant, à un questionnaire ; ce questionnaire est le même pour chaque ressource.

Lors du travail sur le questionnaire, les enseignants seront regroupés en binôme autour d'un poste informatique, permettant ainsi l'échange et la confrontation de différents points de vue ; ce travail s'étendra approximativement sur trois heures.

Les différents binômes répondront au questionnaire, un par binôme, sous l'œil d'un observateur, qui au besoin pourra recadrer les débats ou les renseigner sur certaines ambiguïtés qu'aura soulevé le questionnaire. Lors de cette étude commune, les dialogues et les actions sur l'écran (clics et déplacements de souris,) seront enregistrés (via le logiciel CAMSTUDIO). Ces enregistrements et les réponses au questionnaire constitueront notre recueil de données.

A l'issue du questionnaire, chaque enseignant émet individuellement un choix sur une utilisation éventuelle de la ressource en question dans sa classe (ce choix peut être le même ou non pour les deux composantes du binôme). Le but ici étant de recueillir les observables qui nous permettront d'étudier les processus de choix de ressources chez les enseignants, notamment d'identifier les éléments des ressources qui semblent décisifs dans les choix des enseignants.

Initialement, après le choix de ressource de l'enseignant, il était prévu de suivre la mise en œuvre de cette ressource en situation ; mais le temps trop court ne nous a pas permis d'aller jusqu'au bout de cette expérimentation et nous ne pourrions donc qu'étudier les étapes de tri et de sélection dans le travail de documentation de l'enseignant. Les questions sur l'appropriation ne seront abordées que partiellement. L'expérimentation se limitera donc à l'étude a priori des ressources par les enseignants et des questions explicites sur le choix de ces ressources.

Les réponses au questionnaire sont en **annexe 3**.

Le questionnaire comporte une fiche d'informations servant à renseigner sur les profils des enseignants participant à l'expérimentation. Globalement, il s'agit d'enseignants de collège

dont l'expérience professionnelle varie de cinq à quinze ans et dont le degré de familiarisation au TICE reste très hétérogène (cf. les profils des enseignants en **annexe 2**).

Chapitre 5 – Choix et analyse a priori des ressources

5.1 Choix des ressources

Nous avons choisi trois ressources de géométrie dynamique en fonction des critères suivants :

1) Une même provenance : les ressources choisies n'ont pas été montées pour les besoins de l'expérimentation ; elles proviennent toutes de l'internet et n'ont subi aucune modification significative.

2) Un même format : elles se composent d'un texte associé à un fichier de géométrie dynamique ; le texte s'adresse soit à l'enseignant, soit à l'apprenant ou à tous les deux.

3) Un même thème d'étude : elles traitent toutes des parallélogrammes particuliers.

4) Un même mode d'utilisation : elles mettent des élèves en activité en salle informatique.

Sachant que ces ressources seront analysées, comparées, puis éventuellement sélectionnées pour une mise en œuvre en situation, nous avons voulu cette unité pour nous prévenir des avis trop subjectifs, notamment en ce qui concerne le choix de la ressource pour la tester en classe, basés sur des critères trop personnalisés plutôt que sur la qualité des ressources évaluée à l'aide du questionnaire proposé (par exemple un thème d'étude plus proche de ce que fait actuellement l'enseignant en classe).

Les ressources choisies sont en **annexe 1**.

5.2 Analyse mathématique commune aux trois ressources

Les trois ressources sélectionnées ont pour le thème d'étude les parallélogrammes particuliers.

Dans les textes officiels, ce thème se situe au cycle central du collège dans le domaine « travaux géométriques », dans le secteur « Dans le plan, transformation de figure par symétrie centrale ; parallélogramme » et dans les thèmes d'étude « Parallélogramme » et « Figures simples ayant un centre de symétrie ou des axes de symétries ».

Les manipulations proposées dans ces activités participent au passage de l'identification perceptive (la reconnaissance par la vue) de figures et de configurations à leur caractérisation par des propriétés (passage du dessin à la figure). L'étude de la symétrie centrale précède celle

du parallélogramme puisque les démonstrations de certaines propriétés utilisent les propriétés de cette transformation.

Les compétences exigibles à propos de ce thème sont :

« connaître et utiliser une définition et des propriétés (relatives aux côtés, aux diagonales et aux angles) du parallélogrammes »

« connaître et utiliser une définition et des propriétés (relatives aux côtés, aux diagonales, aux éléments de symétrie) du carré, du rectangle, du losange » (Programmes du collège, 2007, p. 39).

L'étude des parallélogrammes particuliers participe aussi à la continuation de l'apprentissage de l'argumentation et de la démonstration (qui sera développée en classe de quatrième). En particulier, la mise en place des bases pour le raisonnement déductif dans les processus de preuve, et les distinctions implicites entre les quantifications universelles et existentielles. Les textes précisent :

« les diverses activités de géométrie habitueront les élèves à expérimenter et à conjecturer, et permettront progressivement de s'entraîner à des justifications au moyen de courtes séquences déductives mettant en œuvre les outils du programme et ceux déjà acquis en sixième, notamment la symétrie centrale ». (ibid.)

Ainsi, pratiquement, l'élève apprend à exhiber des contre exemples, différencier un théorème de sa réciproque, une définition d'une propriété. Enfin, en classe de quatrième, le parallélogramme sera le support à l'introduction de la translation et des vecteurs.

5.3 Analyse a priori de la ressource 1

Plan général de la ressource 1

Cette ressource est présentée comme le fruit d'un travail isolé.

Dans la première partie, acte 1, à partir d'un parallélogramme ABCD fourni dans la fiche 3, l'élève doit déplacer les sommets sous la double contrainte : $AB \neq BC$ et $\widehat{ABC} = 90^\circ$; il doit alors se prononcer sur la particularité du parallélogramme obtenu, puis sur la nature du quadrilatère obtenu (il s'agit d'un rectangle non carré apparaissant comme un parallélogramme ayant un angle droit). Le fichier est alors sauvegardé sous le nom *figure1*.

Dans l'acte 2, à partir du même parallélogramme ABCD (fiche 3), l'élève doit déplacer les sommets sous la double contrainte : $AC = BD$ et $\widehat{AOB} \neq 90^\circ$; il doit alors se prononcer sur

la particularité du parallélogramme obtenu, puis sur la nature du quadrilatère obtenu (il s'agit encore d'un rectangle non carré apparaissant cette fois comme un parallélogramme dont les diagonales ont la même longueur). Le fichier est alors sauvegardé sous le nom *figure 2*.

Dans la deuxième partie, acte 1, à partir de la *figure 1*, l'élève doit déplacer les sommets sous la double contrainte : $AB = BC$ et $\widehat{ABC} \neq 90^\circ$; il doit alors se prononcer sur la particularité du parallélogramme obtenu, puis sur la nature du quadrilatère obtenu (il s'agit d'un losange non carré apparaissant comme un parallélogramme ayant deux côtés consécutifs de même longueur).

Dans l'acte 2, à partir de la *figure 2*, l'élève doit déplacer les sommets sous la double contrainte : $AC \neq BD$ et $\widehat{AOB} = 90^\circ$; il doit alors se prononcer sur la particularité du parallélogramme obtenu, puis sur la nature du quadrilatère obtenu (il s'agit encore d'un losange non carré apparaissant cette fois comme un parallélogramme dont les diagonales sont perpendiculaires).

Dans la troisième partie, acte 1, à partir de la *figure 1*, l'élève doit déplacer les sommets sous la double contrainte : $AB = BC$ et $\widehat{ABC} = 90^\circ$; il doit alors se prononcer sur la particularité du parallélogramme obtenu, puis sur la nature du quadrilatère obtenu (il s'agit d'un carré apparaissant comme un parallélogramme ayant deux côtés consécutifs de même longueur et un angle droit).

Dans l'acte 2, à partir de la *figure 2*, l'élève doit déplacer les sommets sous la double contrainte : $AC = BD$ et $\widehat{AOB} = 90^\circ$; il doit alors se prononcer sur la particularité du parallélogramme obtenu, puis sur la nature du quadrilatère obtenu (il s'agit encore d'un carré apparaissant cette fois comme un parallélogramme dont les diagonales sont de même longueur et perpendiculaires).

Analyse de la ressource suivant le modèle proposé

(a) Les métadonnées

Le thème d'étude (Étude des parallélogrammes particuliers).

Le thème d'étude est clairement indiqué et est conforme aux instructions officielles.

Les objectifs (découvrir les parallélogrammes particuliers).

Après l'étude du parallélogramme propre, il s'agirait ici d'établir les différentes correspondances entre un parallélogramme et un rectangle, un losange, et un carré que l'élève a rencontrés dans sa scolarité antérieure ; aussi ne les découvre-t-il pas vraiment, mais il les découvre comme des parallélogrammes particuliers.

L'objectif mathématique est donc clairement indiqué.

La ressource ne mentionne aucune indication pour les objectifs instrumentaux ni transversaux.

Les pré-requis mathématiques et instrumentaux des apprenants

Les pré-requis mathématiques sont explicites et en cohérence avec les instructions officielles (vocabulaire sur les parallélogrammes).

La ressource ne mentionne aucune indication pour les pré-requis instrumentaux. Cependant, implicitement, dans acte 1 de la partie 1, chaque tâche instrumentée est suivie d'une description des opérations permettant de l'accomplir ; ceci laisse supposer que cette ressource peut être mise en œuvre par n'importe quel utilisateur débutant.

L'environnement (*geoplanw*).

La ressource a été prévue pour le logiciel de géométrie dynamique Geoplan, l'environnement en question est explicitement mentionné dans la ressource.

Les modalités d'utilisation (*un ou deux élèves par poste*).

L'activité se déroule en salle informatique avec un ou deux élèves par poste. Cette information est présente dans la ressource.

La durée de l'activité n'est pas précisée.

(b) La qualité technique

Le fichier de la figure dynamique est exempt de bugs et d'ouverture aisée. Il faut tout de même préciser que cette ouverture ne se fait pas en cliquant sur l'icône de la figure mais en lançant d'abord l'application puis en utilisant la fonction « ouvrir ».

Le fichier informatique n'utilise pas de fonctionnalités spécifiques nécessitant une explication particulière.

(c) Les contenus

L'activité mathématique

Le contenu mathématique est en adéquation avec les objectifs annoncés et avec les instructions officielles.

Cependant ce contenu n'est pas toujours correct et certains points mathématiques peuvent paraître discutables.

Dans la partie 1, le choix d'exclure la possibilité d'obtenir le carré pour la *figure 1* (acte 1 : $AB \neq BC$, acte 2 : $\angle AOB \neq 90^\circ$) peut induire cette conception erronée qu'un carré ne saurait être un rectangle particulier.

Dans la deuxième partie, on peut s'interroger sur l'intention des concepteurs dans leur choix de vouloir partir du rectangle pour obtenir un losange. En effet, à partir des rectangles obtenus (*figure 1* & *figure 2*), l'élève doit, à son insu, d'abord déconstruire ces rectangles (supprimer la contrainte de la rectitude) pour ensuite obtenir la filiation simple entre le parallélogramme non rectangle et le losange. N'aurait-il pas été plus simple de partir du parallélogramme ABCD (*fiche 3*) pour ensuite transiter vers le losange ? Le risque encouru est une confusion chez l'élève dans les filiations naturelles entre tous ces parallélogrammes particuliers. Et lors de la mise en commun, en suivant la logique des concepteurs, l'élève pourrait commencer son énoncé par « un losange est un rectangle dont..... »

La troisième partie est mathématiquement correcte. Depuis le rectangle, l'élève obtient le carré en essayant d'obtenir d'abord deux côtés consécutifs de même longueur, puis des diagonales de même longueur et perpendiculaires. On peut seulement se demander pourquoi dans l'acte 1 il doit partir de la *figure 1* et dans l'acte 2 de la *figure 2*.

Enfin, de toute l'activité l'élève n'est jamais appelé à formuler la particularité du parallélogramme et sa nature.

L'activité instrumentée

Le fichier dynamique n'est pas toujours en cohérence avec les tâches prescrites.

(1) La fiche 3 à l'ouverture présente un parallélogramme ABCD. Seulement, en déplaçant ses sommets, on s'aperçoit que ce n'est pas un parallélogramme prédéfini mais il est obtenu par une construction molle⁴ en confondant deux points I et J milieux respectifs des diagonales [AC] et [BD] d'un quadrilatère quelconque ABCD.

(2) Dans la partie 1, les consignes concernant l'affichage des mesures sont superflues car à l'ouverture du fichier initial ces mesures sont directement affichées.

La figure ci-dessous (figure initiale à l'ouverture) illustre ces deux points.

⁴ Une construction molle est une construction où toutes les conditions du théorème ou bien toutes les contraintes de la figure ne sont pas respectées, elles peuvent l'être momentanément par l'action de l'utilisateur. Le déplacement fait partie de la construction.

$l_{AB}:6.5$	$l_{BC}:4.3$	$l_{AC}:5.4$	$a_{BAD}:124.2$	$a_{AIB}:116.8$	$a_{ABC}:55.8$
$l_{CD}:6.5$	$l_{AD}:4.4$	$l_{BD}:9.7$	$a_{BCD}:124.2$	$a_{ADC}:55.8$	

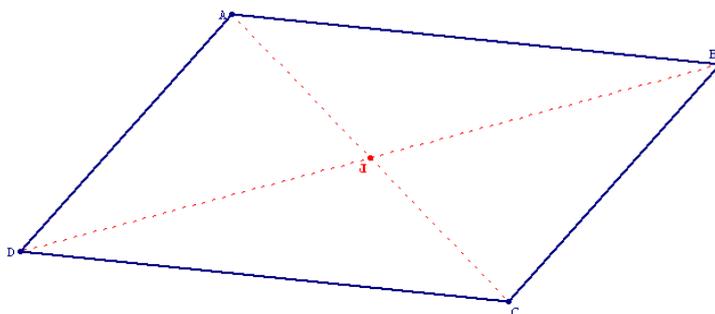


Figure 6. Parallélogramme de la fiche 3 associée à la ressource.

(3) A partir de l'acte 2 de la première partie de la ressource apparaît le point O, présumé centre du parallélogramme mais jamais défini comme tel ; on peut remarquer qu'il ne figure pas sur le dessin.

(4) A cause de cette construction initiale molle du parallélogramme ABCD, le traitement numérique des grandeurs ne sera pas simplifié. Avec la contrainte d'une précision au centième, l'élève effectuera des manipulations multiples avant d'aboutir aux mesures de longueurs et d'angles demandées. Ici l'intervention de l'enseignant est nécessaire pour les validations expérimentales à cause des imprécisions liées aux expériences.

A noter que toutes ces imprécisions se répercutent sur le reste de l'activité, qui utilise les figures 1 et 2 dont le traitement numérique est déjà entaché d'erreurs.

Remarquons aussi l'ambiguïté des deux dernières consignes des actes 1 et 2 de la première partie où l'élève doit « enregistrer la figure » puis « fermer la figure en cours sans l'enregistrer ».

Enfin, la ressource n'utilise aucune fonctionnalité particulière de l'application.

(d) Les potentialités ajoutées par l'environnement de géométrie dynamique

La géométrie dynamique permet ici d'obtenir rapidement des configurations particulières à partir d'une figure donnée ; elle est aussi un amplificateur visuel en améliorant la qualité graphique et la précision des tracés.

Le déplacement permet d'établir le lien entre hypothèses et conclusion ; l'élève satisfait momentanément les contraintes demandées et observe la nature du quadrilatère obtenu. Bien qu'on ne le lui demande pas explicitement, il peut formuler ainsi des propriétés qui expriment des liens entre des hypothèses (contraintes satisfaites) et une conclusion (nature du quadrilatère). Par exemple « si ABCD est un parallélogramme tel que $AB \neq BC$ et $\widehat{ABC} = 90^\circ$ alors ABCD est un rectangle ».

(e) La mise en œuvre didactique

La ressource ne mentionne aucune indication (implicite ou explicite) sur la mise en œuvre didactique de l'activité proposée. Il n'y a pas de fiche professeur et de toute l'activité, l'enseignant semble absent comme si la simple donnée des consignes aux élèves suffirait à autopiloter la séance. Cependant cette absence d'indications du déroulement de la séance pourrait accroître le degré de personnalisation de cette ressource. Cette mise en œuvre didactique est entièrement à la charge de l'enseignant utilisateur.

Il est aussi à noter que sans la prise en charge des moments d'institutionnalisation par l'enseignant (ces moments ne sont pas mentionnés dans la ressource) , l'élève peut passer à côté de l'apprentissage visé car jamais il ne lui est demandé de formuler la propriété lui permettant d'identifier un parallélogramme particulier à partir d'un parallélogramme quelconque.

(f) Le bilan

La ressource ne propose aucun bilan.

5.4 Analyse a priori de la ressource 2

Plan général de la ressource 2

Comme la ressource 1, cette ressource est présentée comme le fruit d'un travail isolé. Cette ressource se subdivise en trois activités correspondant au passage d'un parallélogramme quelconque à un parallélogramme particulier (respectivement carré, rectangle et losange). Chacune de ces activités se traite en une succession de douze consignes précisant les opérations à réaliser.

Les quatre premières consistent en la construction d'un quadrilatère ABCD par la donnée de trois points A, B, O, et les constructions des points C et D, symétriques respectifs de A et de B par rapport à O ; l'élève se prononce alors sur la nature du quadrilatère obtenu. Puis dans chaque activité, l'élève manipule les sommets du quadrilatère ABCD suivant certaines contraintes pour aboutir à un autre quadrilatère dont il devra déterminer la nature.

Analyse suivant le modèle proposé

(a) Les métadonnées

Le thème d'étude (Parallélogrammes particuliers).

Le thème d'étude est clairement indiqué et est conforme aux instructions officielles.

Les objectifs (Découvrir une définition et les propriétés du rectangle (respectivement : losange, carré).

Les objectifs mathématiques sont clairs et s'inscrivent dans les instructions officielles du cycle central. La ressource ne mentionne aucune indication pour des objectifs instrumentaux ou transversaux.

Les pré-requis mathématiques et instrumentaux des apprenants

La ressource ne mentionne aucune indication pour les pré-requis mathématiques ou instrumentaux. Cependant on peut supposer que :

- 1) le vocabulaire spécifique aux quadrilatères est acquis,
- 2) l'élève utilisateur est suffisamment familiarisé avec l'application

L'environnement

La ressource ne mentionne aucun environnement particulier. Mais étant fournie avec un fichier lisible depuis Geoplan, on peut supposer qu'elle a été prévue pour ce même environnement.

Les modalités d'utilisation

La ressource ne mentionne aucune indication pour les modalités d'utilisation. Cependant la forme de la fiche laisse supposer que les élèves travaillent individuellement sur ordinateur.

La durée de l'activité n'est pas précisée.

(b) La qualité technique

Le fichier de la figure dynamique est exempt de bugs et est d'ouverture aisée. Et comme pour la ressource 1, il n'est pas auto exécutable et son ouverture ne s'obtient pas en cliquant mais en lançant d'abord l'application puis en utilisant la fonction « ouvrir ».

(c) Les contenus

L'activité mathématique

Le contenu mathématique est correct, en adéquation avec les instructions officielles.

On peut relever une légère incohérence entre l'activité et les objectifs annoncés. En effet, dans les activités, rien ne permet de différencier la définition des propriétés caractéristiques des parallélogrammes particuliers étudiés ; les deux textes à trous à compléter s'apparentent tous les deux à des propriétés.

L'activité instrumentée

Le fichier informatique est en cohérence avec les tâches prescrites. Chaque action y est décrite avec précision (construis, trace, affiche, déplace) sans toutefois préciser les outils à mettre en œuvre, contrairement à la ressource 1.

Comme dans la ressource 1 on peut noter que :

(1) Les consignes concernant l'affichage des mesures sont superflues car à l'ouverture du fichier dynamique ces mesures sont directement affichées.

(2) La fiabilité du traitement numérique est correcte.

La gestion numérique est compatible avec l'intention d'apprentissage

Cependant, avec la contrainte d'une précision au centième, l'élève effectuera des manipulations multiples avant d'aboutir aux mesures de longueurs et d'angles demandées. Le traitement numérique des grandeurs est donc discutable.

Enfin, la ressource n'utilise aucune fonctionnalité avancée de l'application.

(d) Les potentialités ajoutées par l'environnement de géométrie dynamique

Comme dans la première ressource, ici, la géométrie dynamique devrait permettre d'obtenir rapidement des configurations particulières à partir d'une figure donnée ; elle est aussi un amplificateur visuel en améliorant la qualité graphique et la précision des tracés.

Le déplacement permet, comme dans la ressource 1, d'établir le lien entre hypothèses et conclusion ; en satisfaisant momentanément les contraintes, l'élève peut observer la nature du quadrilatère obtenu comme conséquence nécessaire de ces contraintes. Il formule ainsi des propriétés qui expriment des liens entre des hypothèses (contraintes satisfaites) et une conclusion (nature du quadrilatère).

(e) La mise en œuvre didactique

Il n'y a pas de fiche professeur et la ressource ne mentionne aucune indication explicite pour la mise en œuvre didactique.

D'une manière plus implicite, on peut imaginer le découpage suivant de la séquence :

(1) une première phase d'action : les consignes 1, 2 & 3 où l'élève doit construire un quadrilatère ABCD,

(2) une première phase de formulation de conjectures : la consigne 4 où l'élève se prononce sur la nature de ce quadrilatère,

(3) une autre phase d'action : les consignes 5 & 6 où l'élève manipule sous contraintes pour obtenir le parallélogramme particulier,

(4) une deuxième phase de formulation de conjectures : la consigne 7 où l'élève se prononce sur la nature du quadrilatère particulier obtenu en 3),

(5) une première phase de formulation de la propriété découverte : la huitième consigne où l'élève complète le texte à trous énonçant la propriété du parallélogramme particulier,

(6) une troisième phase d'action : les consignes 9 & 10 où l'élève manipule sous de nouvelles contraintes pour obtenir le parallélogramme particulier,

(7) une troisième phase de formulation de conjectures : la consigne 11 où l'élève se prononce sur la nature du quadrilatère particulier obtenu en 3),

(8) enfin, une deuxième phase de formulation de la propriété découverte : la consigne 12 où l'élève complète le texte à trous énonçant la propriété.

A part cela, lors de son travail de préparation, il appartiendra à l'enseignant utilisateur de personnaliser cette ressource en prévoyant comment s'effectuent les phases de dévolution, de validation, de mise en commun, de l'institutionnalisation et les gestions de la classe durant toutes les situations évoquées.

(f) Le bilan

La ressource ne propose aucun bilan.

5.5 Analyse a priori de la ressource 3

Plan général de la ressource 3

Cette ressource produite par le groupe IREM de Montpellier est construite sur le modèle du SFODEM⁵.

La ressource propose une séquence organisée en trois parties : une première partie intitulée « Expérimentation en classe », une deuxième partie « Expérimentation en salle informatique » et une troisième partie « Démonstration des propositions ».

Dans la première partie qui se déroule en classe, dans l'environnement papier / crayon :

(1) Un exercice préliminaire demande à l'élève de construire trois parallélogrammes en utilisant différents instruments de construction géométrique (règle non graduée et équerre, compas seul, règle non graduée seule).

(2) Dans l'étape suivante, à partir d'un parallélogramme donné ABCD de centre O, l'élève doit conjecturer la nature du parallélogramme AOBCE suivant que ABCD est un losange ou un rectangle. Il doit ensuite conjecturer la nature du quadrilatère ABCD si AOBCE est un carré. A titre de vérification expérimentale des conjectures, l'élève doit construire le dessin correspondant à chaque cas particulier du parallélogramme ABCD ou AOBCE.

⁵ La composition d'une ressource pédagogique fait l'objet d'un consensus au sein du SFoDEM : une fiche d'identification, une fiche élève, une fiche professeur, un ou des scénarios d'usage, une fiche technique, des comptes rendus d'expérimentation, des fichiers exécutables (fichiers Cabri ou Excel par exemple) et des fichiers satellites, éventuellement communs à plusieurs ressources, comportant des compléments théoriques ou techniques.

Dans la deuxième partie se déroulant en salle informatique, en exercice préliminaire, avec un logiciel de géométrie dynamique, l'élève construit des parallélogrammes en utilisant deux définitions différentes :

(1) à partir des côtés (un parallélogramme est un quadrilatère dont les côtés opposés sont parallèles deux à deux)

(2) à partir des diagonales (un parallélogramme est un quadrilatère dont les diagonales ont le même milieu).

Puis l'élève recommence l'exercice décrit dans la première partie de l'expérimentation en classe en utilisant cette fois l'outil informatique au lieu de l'environnement papier / crayon. Il consigne alors par écrit le résultat de ses observations (trois propositions à compléter sous forme de si... alors...).

Enfin dans la troisième partie, l'élève démontre chaque proposition en utilisant les propriétés connues.

Analyse suivant le modèle proposé

(a) Les métadonnées

Le thème d'étude

Le thème central reste l'étude des parallélogrammes particuliers.

Les objectifs

Les objectifs annoncés, plutôt méthodologiques que mathématiques, sont :

(1) d'inciter à observer les figures, dans un premier cas construites de manière classique, dans le deuxième avec un logiciel.

(2) de « montrer la nécessité d'utiliser une démonstration pour valider des conjectures ».

Même s'ils sont bien indiqués, notons que la formulation du premier objectif n'est pas très claire. Que signifie inciter à observer ? Est-ce apprendre à observer ? Ou développer le sens de l'observation ?

Même si les objectifs instrumentaux ne sont pas clairement indiqués, la description de l'activité instrumentée pointe une prise en main d'un logiciel de géométrie dynamique avec construction d'un parallélogramme par différentes méthodes. Cette activité peut s'inscrire dans le cadre des compétences du B2i.

La ressource ne mentionne explicitement aucune compétence transversale (elles sont définies comme les objectifs méthodologiques premiers).

Les pré-requis mathématiques et instrumentaux des apprenants

Les pré-requis mathématiques (*propriétés de la symétrie centrale, propriétés des parallélogrammes et des parallélogrammes particuliers*) sont clairement indiqués et en adéquation avec les attentes institutionnelles.

Les pré-requis instrumentaux (*Construction d'un parallélogramme avec un logiciel de géométrie dynamique*) sont clairement indiqués. Cependant, ils ne sont pas en cohérence avec la suite de l'activité où, dans les exercices préliminaires de la deuxième partie, l'élève apprend à construire pas à pas un parallélogramme de deux façons avec un logiciel de géométrie dynamique.

L'environnement

Cette ressource est initialement prévue pour différents environnements de géométrie dynamique. Par souci de simplicité et pour éviter toute redondance, nous avons choisi de nous limiter seulement aux fichiers associés à l'application Geogebra. Les instructions avec les autres environnements sont exactement les mêmes sauf bien sûr pour les descriptions des fonctionnalités propres à chaque environnement dans les parties instrumentées.

Les modalités d'utilisation

Les modalités d'utilisation sont décrites avec précision dans la fiche intitulée « Scénario d'usage », dans la colonne *situation* de la page 3.

Les durées de chaque phase sont précisées, « à titre indicatif et prévisionnel ». On peut tout de même noter que pour les objectifs annoncés, cette séquence de presque quatre séances, semble plutôt longue.

(b) La qualité technique

Le fichier de la figure dynamique est d'ouverture aisée et exempt de bugs. Toutefois, il sera nécessaire d'interpeller l'attention de l'élève pour lui préciser que, pour obtenir la mesure de l'angle \widehat{AOB} l'aide du bouton , il faut cliquer sur les sommets dans l'ordre B, O, A⁶, on obtient sinon la mesure de l'angle rentrant \widehat{AOB} , cf. figure 7.

⁶ On pourrait aussi dans les propriétés du menu contextuel de l'angle (clic droit) désactiver la case « autoriser les angles rentrants ».

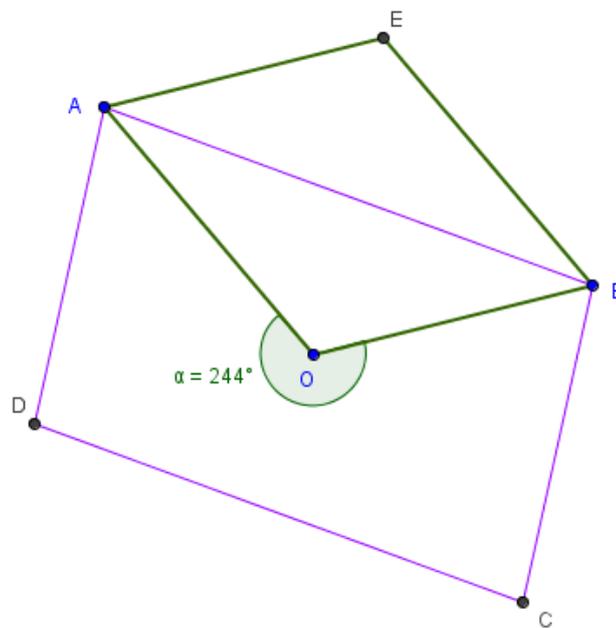


Figure 7. Si on clique sur les sommets A, O, B dans cet ordre après avoir sélectionné l’outil « Mesure d’angle » dans Geogebra, on obtient la mesure de l’angle rentrant.

(c) Les contenus

L’activité mathématique

On peut s’interroger sur la raison d’être des différentes tâches décrites dans l’étape préliminaire de la première partie (*construction de parallélogrammes*). Car même si leur contenu est mathématiquement correct, elles ne se justifient ni pour les objectifs annoncés, ni pour la suite de l’activité.

De la même façon, dans l’étape suivante, l’articulation des questions n’est pas dans le schéma classique expérimentation-conjecture-démonstration où le dessin est un support visuel à la recherche de conjectures ; et sauf « géniale » intuition, on peut se demander par quelles opérations ou par quels éléments l’élève peut-il émettre des conjectures (*questions a*). Ainsi, les questions a) s’apparentent ici à une devinette dont la justification ne repose sur aucune démarche de pensée.

Il faut aussi noter que la formulation de cette question induit davantage une invite à un début de preuve qu’à une conjecture. Elle pourrait être tempérée par une tournure comme « Quelle semble être la nature du quadrilatère AOB E si ABCD est un losange ? ». Ensuite, les questions b) invitent l’élève à reproduire la figure dans les cas particuliers étudiés pour vérifier la conjecture formulée. Cette façon de procéder ne semble pas judicieuse, car elle peut

rapidement devenir coûteuse si la conjecture s'avère fausse et il faut recommencer l'exercice, voire même dangereuse, car elle peut inciter l'élève à procéder aux généralisations à partir d'un seul cas de figure.

La démonstration des propositions, reléguée à la troisième partie en fin de la séquence, n'apparaît pas comme dans l'articulation logique de l'activité. Contrairement au deuxième objectif annoncé (« montrer la nécessité de démonstration pour valider une conjecture ») on demande explicitement de démontrer les conjectures émises.

L'activité instrumentée

Parallèlement, les exercices préliminaires de la partie instrumentée (*construction de parallélogramme avec un logiciel de géométrie dynamique*) ne se justifient ni pour les objectifs annoncés, ni pour la suite de l'activité ; d'autant plus que dans la suite de l'activité, le fichier dynamique associé aux « *exercices de réflexion* » contient déjà un parallélogramme construit. Il est également à noter que dans ces exercices de construction, l'élève est entièrement guidé et n'a aucune initiative à prendre.

Le traitement numérique des grandeurs est plutôt approximatif. En imposant une précision à l'unité, lors des manipulations sous les contraintes imposées, on obtient des formes particulières dont l'observation peut conduire à émettre des conjectures fausses ; dans la figure 8 ci-dessous, avec $AD = DC = 5$, l'angle \widehat{AOB} vaut 98° au lieu des 90° escomptés. Le traitement numérique des grandeurs est donc très discutable.

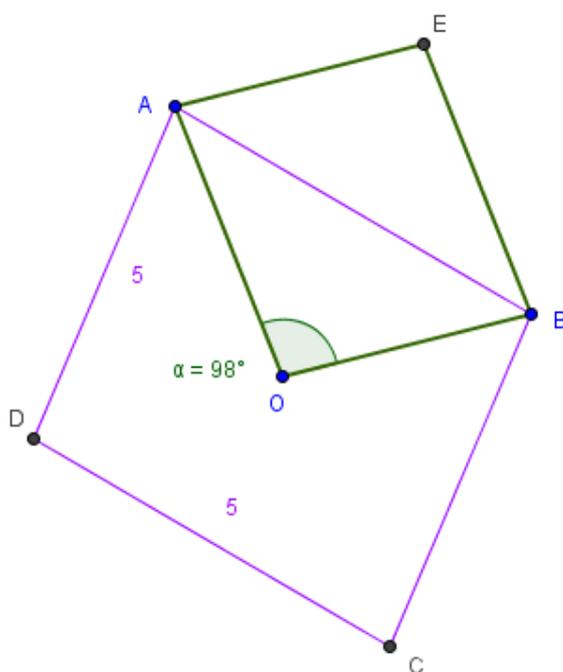


Figure 8. Traitement numérique incorrect: le parallélogramme ABCD étant un losange l'angle \widehat{AOB} est alors droit.

Pourtant, avec Geogebra, une précision au centième lorsqu'il s'agit d'égaliser des longueurs conduit à des résultats convenables sans manipulations supplémentaires.

Enfin, la ressource n'utilise aucune fonctionnalité avancée de l'application.

(d) Les potentialités ajoutées par l'environnement de géométrie dynamique

La géométrie dynamique permet ici d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas d'une même figure (par exemple différents parallélogrammes ABCD avec $AD = DC$). En revanche, à cause du traitement peu fiable des données numériques de la figure que nous avons mentionné plus haut, elle ne permet pas de bénéficier de la possibilité d'obtenir des tracés précis.

Le déplacement devrait permettre de conjecturer une relation géométrique (par exemple, pour tous les parallélogrammes ABCD tels que $AD = DC$, le parallélogramme AOB E obtenu est un rectangle). Seulement on peut se demander si ce rôle du déplacement est effectivement utilisé dans l'activité, car rien n'incite l'élève à explorer différents cas de parallélogrammes qui satisfont une même condition (d'autant plus que dans la première partie, on demandait à l'élève de vérifier ses conjectures en traçant un seul dessin statique !).

(e) La mise en œuvre didactique

Les modulations dans la séance

La ressource propose un découpage de la séquence avec une description précise des tâches.

Les rôles des différents acteurs (élève, professeur) et les alternances papier / crayon et ordinateur sont bien précisés.

De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés

En voulant trop accompagner l'élève, les activités proposées dans cette ressource ne lui laissent ni autonomie, ni marge d'initiative personnelle. Chaque action est dirigée, commentée et rectifiée dans la question même. Bien que revêtant l'habit d'une démarche expérimentale, cette présentation s'apparente davantage à un modèle behavioriste où l'élève est trop guidé vers le savoir, les erreurs sont évitées par l'enseignant et l'élève ne fournit aucun travail de recherche. Son activité se résume à mesurer et lire des longueurs, déplacer un point, conjecturer encore la même propriété obtenue dans l'environnement papier / crayon ; il exécute mécaniquement les consignes mais sans construire des connaissances nouvelles.

Par rapport aux objectifs annoncés on a bien du mal à situer où s'effectuent les apprentissages, voire quels apprentissages peuvent avoir lieu avec ce type d'activités.

L'identification des variables didactiques

La ressource ne mentionne aucun élément permettant l'identification des variables didactiques.

Les rétroactions

Dans cette présentation où l'élève n'interagit pas avec l'objet d'étude la ressource ne peut mentionner aucune rétroaction.

La gestion du groupe classe

La ressource propose une succincte gestion de classe.

(f) Le bilan

La ressource ne propose aucun bilan.

5.6 Conclusion à l'analyse a priori des trois ressources :

A l'issue de nos analyses a priori, il apparaît que :

La ressource 1

L'analyse de cette ressource révèle surtout beaucoup d'imprécisions dans l'activité instrumentée proposée. La principale pierre d'achoppement étant ce quadrilatère servant de base à l'activité, présenté abusivement comme un parallélogramme (parallélogramme de la fiche 3), ce qui rend les manipulations délicates et fausse l'adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés. Toutes ces incohérences relevées dans ses contenus mathématiques et instrumentés (inadéquations entre l'activité et les objectifs annoncés et traitement numérique trop approximatif) rendent son éligibilité très contestable.

La ressource reste entachée d'une figure dynamique incorrecte. De ce fait, elle peut subir une évaluation négative sur toutes les questions en lien avec l'activité instrumentée.

En résumé, les avantages de cette ressource sont : les métadonnées, la qualité technique, les potentialités de la géométrie dynamique. Ses faiblesses se situent au niveau du contenu mathématique incorrect, de l'activité instrumentée et de la mise en œuvre didactique (aucun élément n'est proposé à ce sujet).

Nous pouvons émettre l'hypothèse que toutes ces défaillances ne pourront que nuire fortement à l'éligibilité de cette ressource.

La ressource 2

Même si cette ressource fournit peu d'éléments pouvant guider sa mise en œuvre, son homogénéité et l'intégrité des contenus de ses activités mathématiques et instrumentées laissent supposer une prise en main rapide et efficace. Les instructions présentent les avantages de simplicité et de clarté. Les découpages de la séance sont facilement identifiables. Le fichier dynamique associé, hormis la néfaste (mais facilement rectifiable) exigence de cette précision au centième, est correct.

En résumé, les avantages de cette ressource sont : les métadonnées, la qualité technique, l'activité mathématique, l'activité instrumentée, les potentialités de la géométrie dynamique et la lecture facile de sa mise en œuvre didactique.

Nous pouvons émettre l'hypothèse que cette ressource peut facilement faire l'objet d'un choix favorable et d'une appropriation aisée.

La ressource 3

Cette ressource, construite sur le modèle SFODEM, fournit des modules qui pris isolément peuvent constituer de bons matériaux pour apprentissage mais dont l'articulation laisse l'impression d'un gigantesque patchwork.

Mais ici, avec des objectifs pouvant être atteints bien plus simplement (montrer la nécessité d'utiliser une démonstration pour valider des conjectures), elle pêche surtout par ses contenus. En choisissant de traiter impérativement certains pré-requis (différentes constructions de parallélogrammes dans l'environnement papier / crayon puis à l'aide de l'ordinateur), puis en privant l'apprenant de toute initiative lors de l'activité instrumentée, soit les objectifs visés semblent lointains, soit toutes ces étapes de construction semblent superflues. Tout compte fait l'activité pourrait facilement se résumer à l'étape 2 de la première partie (reformulée), suivie de la troisième partie, la démonstration des propriétés.

Ainsi, les contenus instrumentés ne sont pas en cohérence avec l'activité.

Un autre point important est l'intérêt annoncé de cette ressource ; d'après les auteurs il s'agirait « d'utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour émettre des conjectures ». Or le traitement numérique est peu fiable et ne le permet pas.

En résumé, la qualité de cette ressource réside essentiellement dans les dimensions métadonnées et qualité technique. Ses faiblesses sont : des pré requis déficients dans la dimension métadonnées, et toutes les autres dimensions retenues pour notre de recherche (contenus, potentialités de la géométrie dynamique, mise en œuvre didactique, bilan).

Nous pouvons émettre l'hypothèse que tant de défaillances ne pourront que nuire fortement à l'éligibilité de cette ressource.

Chapitre 6 - Analyse a posteriori des réponses des enseignants

Nous effectuerons cette analyse en deux parties.

Dans la première partie, nous analyserons les réponses des trois binômes d'enseignants ressource par ressource et nous étudierons plus particulièrement :

- (a) les questions apportant des réponses contradictoires par rapport aux différents binômes ;
- (b) les questions apportant des réponses contradictoires par rapport à notre analyse a priori.

Les réponses consensuelles et en accord avec notre analyse a priori n'appelleront aucun commentaire particulier et ne seront donc pas toujours traitées. Cependant, par une lecture verticale, elles peuvent révéler les perceptions de la ressource par chaque binôme ; et nous nous en référons lorsqu'il s'agira d'éclairer notre analyse par d'autres éléments que les enregistrements sonores n'auront pas pu fournir.

Le but de cette première analyse sera d'éprouver notre hypothèse de recherche, à savoir dans un premier temps que la grille proposée est compréhensible et utilisable par un enseignant. Nous essaierons en même temps d'améliorer le questionnaire. En effet, pour ce dernier point, l'identification des raisons des divergences éventuelles nous permettra de proposer des pistes pour des formulations plus précises des questions de la grille qui auront généré trop d'interprétations différentes.

Dans la deuxième partie, nous analyserons les réponses binôme par binôme et nous nous intéresserons plus particulièrement aux positions de chaque binôme quant au choix des différentes ressources proposées. A partir des réponses au questionnaire et des enregistrements sonores, nous essaierons pour chacune d'elles de déterminer ses forces et ses défaillances qui ont pu motiver ces positions. Nous étudierons chaque dimension séparément sans pour cela perdre de vue l'unité de la ressource et le caractère qui s'en dégage. Bien sûr, lorsqu'une ressource aura reçu d'un binôme un avis favorable, nous en étudierons d'abord les points jugés forts par ce binôme, et inversement lorsqu'elle aura été rejetée, nous nous pencherons sur les points jugés défaillants. Mais cette lecture ne sera pas suffisante car deux ressources peuvent réunir des réponses similaires quant à un même critère sans pour cela, au final, susciter les mêmes choix. Dans ce cas nous croiserons forces et défaillances pour lever ces indéterminations et identifier les critères discriminants. Cette analyse nous permettra de faire des hypothèses sur

des éléments d'une ressource qui déterminent si elle serait ou non sélectionnée pour une éventuelle mise en œuvre dans leur classe. Nous espérons ainsi obtenir des informations sur les représentations qu'ont les enseignants d'une ressource de qualité, et par là, valider ou non notre hypothèse de recherche, à savoir que les dimensions choisies permettent bien d'évaluer la qualité d'une ressource de géométrie dynamique.

Dans ce qui suit, B1, B2 et B3 désigneront respectivement les binômes 1, 2 et 3. B11 désignera la composante 1 du binôme 1, B12 désignera la composante 2 du binôme 1 ; B21 désignera la composante 1 du binôme 2, B22 désignera la composante 2 du binôme 2 ; B31 désignera la composante 1 du binôme 3, B32 désignera la composante 2 du binôme 3.

Notons tout d'abord qu'au cours des réponses, les échanges durent souvent être recadrés pour préciser aux différents binômes de bien se tenir dans un premier temps aux informations délivrées par la ressource telles qu'elles sont présentées et sans intentions de modifications ou spéculations dans une lecture trop implicite des intentions de son auteur.

A cause des hésitations et incertitudes qu'elles suscitaient, quelques questions sont restées sans réponse.

6.1 Analyse a posteriori : partie 1

Les différents binômes se sont focalisés davantage sur les différents contenus du texte que sur le fichier dynamique; probablement car ce travail individuel d'investigation du fichier dynamique aura précédé l'expérimentation. Nous aurions espéré davantage d'enregistrement de déplacement de souris car ils auraient pu nous fournir d'autres éléments pour l'analyse de l'appropriation d'une ressource.

Nous avons noté des divergences importantes sur des points qui dans notre analyse a priori ne paraissaient souffrir à aucune contestation ; ou des réponses très inattendues pour lesquelles nous n'avons pas pu proposer d'interprétations.

Ces divergences peuvent résulter soit d'interprétations différentes de la question (liées à sa formulation), soit d'interprétations différentes des informations internes à la ressource (liées à son imprécision) ou encore d'interprétations personnelles de l'enseignant mais cette fois liées à ses schèmes d'utilisation.

Lorsque ces divergences nous sembleront liées à la formulation de la question, nous essayerons de la reformuler pour tenter d'unifier les interprétations. Dans les autres cas, nous tenterons d'expliquer ces divergences selon les points de vues possibles des différents utilisateurs (chaque fois qu'un enregistrement sonore viendra étayer notre analyse il sera mentionné).

Enfin, malgré tous nos efforts pour rendre ce questionnaire accessible à tout enseignant, sans expertise particulière en didactique, certains concepts didactiques évoqués ont pu subir des mésinterprétations, éloignées du sens que celui que lui confèrent les didacticiens. Dans ce cas, nous essaierons de reformuler la question en utilisant un vocabulaire plus adapté et accessible également aux enseignants sans expertise en didactique des mathématiques.

6.1.1 Analyse des réponses concernant la ressource 1

Les métadonnées

- Le thème d'étude est-il clairement indiqué ? : (B3 : « non pas du tout », B1 : « oui, plutôt », B2 : « oui, tout à fait »)

Les réponses des trois binômes sont divisées sur cet item assez général pour lequel pourtant les avis devraient converger. D'abord, cela confirme l'impression générale d'imprécision émanant de cette ressource.

Le binôme 3 a répondu négativement. Il se justifie par « de toute l'activité on n'a jamais obtenu un parallélogramme » établissant ainsi un lien entre ce descripteur neutre et la qualité du contenu instrumenté. Ce comportement est probablement induit par la formulation de la question qui pourrait autoriser deux lectures différentes, à savoir, a-t-on dans la ressource l'information permettant d'identifier clairement le thème d'étude ? (interprétation attendue) ou alors en lien avec d'autres contenus de la ressource, le thème d'étude indiqué est-il suffisamment clair pour une mise en œuvre de cette ressource ? Dans le premier cas, la réponse est positive, dans le deuxième, elle peut bien pencher du côté négatif à cause de la fausseté de la figure dynamique qui ne permet pas d'obtenir la figure annoncée dans le thème d'étude. Dans l'amélioration du questionnaire, et pour éviter ces amalgames et toute évaluation prématurée des contenus, il est donc souhaitable de bien préciser que dans la dimension concernant les métadonnées, certaines questions n'appellent aucune évaluation qualitative du contenu de la ressource et s'intéressent uniquement à la présence de tel ou tel descripteur, éventuellement à sa clarté.

Pratiquement, dans la grille, avec le titre Métadonnées, il suffirait de rajouter :

« L'aspect « métadonnées » ne questionne que la présence des métadonnées en question dans la ressource et non l'adéquation de celles-ci avec son contenu » (cf. grille améliorée en annexe 4).

Cette modification s'appliquera aussi aux deux critères à suivre (pré requis et modalités d'utilisation) pour lesquels nous constaterons les mêmes amalgames.

- Les pré-requis mathématiques sont-ils explicités ? (B1 & B3 : « non, plutôt pas », B2 : « oui, plutôt »)

Sans être catégoriques, deux binômes pensent que les pré-requis mathématiques ne sont plutôt pas indiqués tandis que l'autre est plutôt d'accord. Nous pensons que cette hésitation est encore liée à l'évaluation de l'information trop légère délivrée par la ressource. Et comme pour le critère précédent la question pourrait avoir deux lectures différentes, à savoir a-t-on dans la ressource l'information permettant d'identifier clairement les pré requis ? (interprétation attendue) ou alors en lien avec d'autres contenus, les pré requis indiqués sont-ils suffisamment explicites pour une mise en œuvre de cette ressource ?

- Les modalités d'utilisation : Les modalités d'utilisation sont-elles indiquées ? (B1 & B2 : « non pas du tout », B3 : « oui, tout à fait »)

Contrairement à notre analyse a priori, deux binômes pensent que les modalités d'utilisation ne sont pas indiquées.

Ici la question semble suffisamment claire, pour éviter toute confusion elle indique ce qu'on entend sous modalités d'utilisation. On peut alors supposer que la réponse du binôme 3 est liée à l'information délivrée par la ressource ; en effet l'information sur les modalités d'utilisation dans la ressource ne fait pas l'objet d'une question propre mais est renseignée dans la description de l'environnement. En revanche, les réponses négatives des binômes 1 et 2 indiquent soit que cette information n'a pas été remarquée, soit que le fait de l'avoir donnée dans l'indication concernant l'environnement les fait considérer qu'elle n'est pas donnée de manière suffisamment explicite.

Pour cet item, les autres réponses sont assez unanimes et conformes à notre analyse a priori et ne feront pas l'objet d'une analyse particulière.

La qualité technique

- L'ouverture du fichier dynamique est-elle aisée ? (B2 : « non, plutôt pas », B1 & B3 : « oui, tout à fait »)

Comme nous l'avons signalé dans notre analyse a priori, l'ouverture de ce fichier nécessite le lancement au préalable de l'application. Le binôme 2 la trouve peu aisée. Cette réponse négative est la provenance de l'enseignant B22, peu familiarisé à l'outil informatique, qui utilise peu les TICE dans son enseignement (cf. profil de B22 en annexe 2).

Dans l'objectif qui nous préoccupe, on peut souhaiter que soient précisés dans la ressource ces éléments spécifiques à l'ouverture pour aider l'enseignant dans ses choix et lui faciliter ainsi l'utilisation de la ressource.

- Le fichier informatique est-il exempt de bugs ou autres dysfonctionnements ? (B3 : « non, plutôt pas », B1 & B2 : « oui, tout à fait »)

Comme dans notre analyse a priori, le fonctionnement du fichier informatique est jugé correct sauf par un seul binôme. Nous supposons qu'il y aurait eu de sa part confusion entre la qualité de la figure dynamique et la qualité technique du fichier.

Par conséquent, comme pour le critère précédent il faut insister sur le fait que l'on s'intéresse ici seulement à la qualité technique du fichier informatique et non pas aux contenus de celui-ci qui seront étudiés ultérieurement.

Pratiquement, dans la grille, avec le titre « Qualité Technique », il suffirait de rajouter :

« *La qualité technique ne concerne que le fonctionnement purement technique du fichier informatique joint à la ressource et n'inclut ni la qualité de la figure dynamique, ni la qualité de l'activité instrumentée.* » (cf. grille modifiée en annexe 4).

Les contenus

Dans leur allure générale, on peut d'ailleurs remarquer que lorsqu'il s'agira d'évaluer un critère donné, toutes les réponses du binôme 3 seront sous l'influence d'une perception négative de la ressource 1 à cause de sa figure dynamique défailante. Pour preuve, ce commentaire du binôme 3 qui apparaît depuis les métadonnées mais qui s'intéresse déjà aux contenus : « *Le fait que la figure n'est jamais un parallélogramme est déroutant pour nous ; alors pour les élèves cela ne semble adapté ni aux questions, ni à l'objectif.* ». Ce commentaire qui apparaît comme un préliminaire à l'étude semble radicaliser toutes les réponses vers une évaluation négative.

- Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ? (B3 : « *non pas du tout* », B1 : « *oui, plutôt* », B2 « *oui, tout à fait* »)

Les réponses des binômes B1 et B2 vont plutôt dans le sens de notre analyse a priori, à savoir qu'il y a adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés.

Ce n'est pas le cas du binôme B3, dont la réponse négative résulte encore probablement de l'amalgame entre l'évaluation de la figure dynamique jugée défailante et l'activité mathématique même. En effet, ce binôme considère qu'avec la figure géométrique qui « *n'est jamais un parallélogramme* » l'objectif annoncé ne peut être atteint.

- Activités mathématiques : les contenus mathématiques sont-ils corrects ? (B3 : « *non, plutôt pas* », B1 & B2: « *oui, plutôt* »)

Contrairement à notre analyse a priori, deux binômes jugent ces contenus plutôt corrects. Cependant, ils ne pensent pas un franc « *oui, tout à fait* » mais modèrent leur adhésion par un « *oui, plutôt* ». En effet, dans leurs commentaires les enseignants du binôme B1 signalent l'ambiguïté sur ces points distincts (I et J) de la figure mais qui sont confondus avec un autre point O : « *Dans la première partie, acte 2, il y a incohérence entre les consignes et la figure (point O absent de la figure). I et J milieux des diagonales devraient être un point unique.* » et le binôme B2 signale la possibilité d'une faute inductive, conduisant à la conception erronée qu'un carré n'est pas un rectangle « *Dans la première partie acte1, la condition $AB \neq BC$ peut induire une conception erronée selon laquelle un "carré n'est pas un rectangle" ».*

Suite à cette analyse, pratiquement, dans la grille, avec le titre « Contenus », il suffirait de rajouter pour ce qui concerne les contenus mathématiques :

« *Ici, ce critère devrait être considéré indépendamment, si possible, de la figure dynamique* ».

Pour cet item, les autres réponses sont assez unanimes et en adéquation avec notre analyse a priori et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

Les potentialités de la géométrie dynamique

Ce critère est particulier car il vise à recueillir l'information sur la perception qu'a l'évaluateur de la valeur ajoutée de la géométrie dynamique dans la ressource donnée. Il est évident qu'une ressource ne bénéficiera pas de tous les apports de la géométrie dynamique, mais seulement de quelques-uns parmi ceux qui figurent dans la liste proposée dans le questionnaire. Pour cette raison, afin d'éclairer notre analyse nous aurons d'abord besoin pour ce critère d'une vue d'ensemble des réponses des différents binômes.

Il apparaît que le binôme 3 n'est pas du tout convaincu par les potentialités de la géométrie dynamique dans cette activité ; presque toutes ses évaluations sont négatives, hormis le fait que la GD est un amplificateur visuel et qu'elle permet d'obtenir facilement plusieurs cas de la même figure. Ceci essentiellement à cause de la figure dynamique défectueuse qui ne permet rien d'autre, selon lui. Les commentaires suivant les premières questions de l'item, recueillis lors des échanges verbaux, peuvent corroborer notre propos : «... *tu ne fais rien sauf afficher des choses qui ne sont pas des parallélogrammes, qui n'ont pas de particularités.*».

Les binômes 1 et 2 ont su « oublier » la figure dynamique défectueuse pour commencer à s'approprier et réhabiliter la ressource en la dépoussiérant de sa principale faiblesse. Le binôme 1 le manifesta clairement en précisant, en effet, que pour répondre aux questions dans cet item « *on fait comme si la figure était juste* ». On peut raisonnablement émettre l'hypothèse que le binôme 2 suivit le même raisonnement.

Par ailleurs, pour l'item « Les apports de l'utilisation de la géométrie dynamique », l'analyse des réponses nous a permis de constater que les divergences observées pour certaines relèvent plutôt de la formulation des questions et pour d'autres plutôt de leur interprétation par les enseignants.

(a) Questions pour lesquelles les divergences de réponses sont vraisemblablement liées à la formulation.

- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur. » (B2 : « *non pas du tout* », B3 : « *non, plutôt pas* », B1 : « *oui, plutôt* »).
- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-

mêmes leurs constructions. » (B3 : « *non pas du tout* », B2 : « *oui, plutôt* », B1 : « *oui, tout à fait* »)

Ces deux questions recèlent en vérité plusieurs sous-questions dont les réponses peuvent être opposées. La question admet donc plusieurs niveaux de lecture. On peut supposer ainsi que le binôme 1 aura lu pour la première question « fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant », ce qui peut être considéré comme vrai, tandis que le binôme 2, « fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur ». Étant donné que l'activité ne favorise pas des stratégies essai-erreur, ce binôme a répondu « *non, pas du tout* ». Pour l'amélioration du questionnaire, on pourrait simplement modifier certains termes. Une autre formulation plus consensuelle serait :

«Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration de la figure par l'élève ».

De la même façon, la deuxième question « soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions » peut dérouter et générer des divergences vu que dans cette activité l'élève n'a rien construit et ne peut donc valider aucune construction, alors qu'il peut être tout à fait autonome.

En remplaçant simplement « constructions » par actions, l'ambiguïté pourrait être levée ; la question serait alors :

«Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs actions. » (cf. grille améliorée en annexe 4).

(b) Questions pour lesquelles les divergences de réponses sont liées plutôt à l'interprétation des enseignants

- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure ? (B2 : « *non, plutôt pas* », B3 : « *oui, tout à fait* »)

Les enregistrements audio montrent que les binômes 2 et 3 eurent des interprétations très différentes de cette question ; l'articulation étant autour du sens du terme « même figure ». Le binôme 2 a émis le commentaire suivant : « *on obtient un rectangle mais on ne demande pas d'obtenir plusieurs figures ; une fois le rectangle obtenu on s'arrête* ». Ainsi, pour ce binôme 2, lorsque l'apprenant a obtenu un rectangle en égalant les longueurs des diagonales, son activité

s'arrête à ce seul rectangle ; on ne lui demande pas de réitérer ses manipulations à partir du parallélogramme, avec d'autres longueurs des diagonales, pour obtenir un autre rectangle.

Tandis que pour le binôme 3, les différents cas de la même figure sont les parallélogrammes particuliers obtenus à partir du parallélogramme premier de la figure 1, comme tendrait le prouver ce commentaire à cette question qui n'appela aucune discussion : « *oui, ça c'est sur !* ».

- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique. » (B3 : « *non pas du tout* », B2 : « *non, plutôt pas* », B1 : « *oui, tout à fait* »)

Les divergences autour de cette question peuvent s'expliquer par les différentes interprétations du mot « représentations ». Le sens commun qu'on lui prête (façon de voir) pourrait masquer toute sa technicité quand il s'agit de psychologie, sciences cognitives et didactique⁷. Étoffons ce point de vue avec cette précision de Vergnaud à propos des représentations : « *Peu de concepts sont utilisés avec autant de significations différentes, même dans le seul domaine de la psychologie. En outre c'est de la représentation que traitent de nombreux auteurs lorsqu'ils parlent de mémoire, de jugement, de langage ou de raisonnement.* » (Vergnaud, 2007) ; précision qui montre toutes les divergences même pour des spécialistes de ces questions.

Dans le cas particulier de cette activité, il y a au moins deux types de représentations : l'une géométrique (tracés des objets géométriques) et l'autre, numérique (mesures des grandeurs géométriques). Ce qui incite peut-être le binôme 1 à considérer qu'il y a articulation entre au moins deux représentations.

- Le rôle du déplacement
 - ❖ Conjecturer des relations géométriques : Déplacer et observer si une propriété supposée résiste au déplacement.(B2 : « *non pas du tout* », B3 : « *non, plutôt pas* », B1 : « *oui, plutôt* »)

⁷ Daniel Favre propose la définition suivante du terme représentation, plus proche du sens que nous lui accordons dans cette étude : « savoir faire conscient ou non, utilisé pour reconstruire intrasubjectivement la réalité » (Favre, 1995)

- ❖ Valider une construction (construction robuste) : Déplacer et observer si les propriétés qui caractérisent une figure résistent au déplacement. (B2 : « *non pas du tout* », B3 : « *non, plutôt pas* », B1 : « *oui, plutôt* »)
- ❖ Illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : Le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses. (B3 : « *non pas du tout* », B1 : « *oui, plutôt* », B2 : « *oui, tout à fait* »)

Ici encore, les réponses prises isolément ne nous permettront pas d'interpréter les divergences car, comme dans le cas du critère précédent, dans une ressource, le déplacement peut avoir un rôle bien spécifique correspondant à un item de la liste proposée ; nous devons donc considérer les réponses des binômes à ce critère dans leur unité.

Le binôme 1 écarte le rôle du déplacement pour illustrer une propriété ainsi que pour étudier la trajectoire d'objets géométriques et penche vers les trois autres rôles, à savoir déplacer pour conjecturer des relations géométriques, pour valider une construction et pour illustrer le lien entre hypothèses et conclusion. Il semble que c'est la similarité des formulations concernant le rôle du déplacement qui pourrait être à l'origine de ces réponses. En effet, des enseignants peu experts en connaissances didactiques concernant des logiciels de géométrie dynamique et leurs usages peuvent ne pas percevoir les subtilités des rôles divers du déplacement.

Les réponses du binôme 2, le plus expert en didactique des mathématiques, s'accordent à notre analyse a priori, à savoir que le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses

Les réponses du binôme 3 semblent subir encore le poids de la figure dynamique défectueuse et persistent dans leur négativisme.

A posteriori, il nous semble que le critère concernant le rôle du déplacement ne permet pas véritablement de donner des informations pertinentes quant à la qualité d'une ressource. Il semblerait plus pertinent de s'interroger si le caractère dynamique est exploité dans la ressource et si cette exploitation est explicitée. Nous pensons qu'une question du type : « *L'utilisation du déplacement et sa finalité sont-elles explicitées dans cette ressource ?* » sera plus pertinente pour l'évaluation de la qualité de la ressource.

La mise en œuvre didactique

Ce critère essuie unanimement dans son ensemble une évaluation fortement négative, ce qui n'est pas surprenant comme peu d'éléments concernant la mise en œuvre de la ressource sont fournis (cf. analyse a priori). Pour quelques critères cependant des divergences entre les binômes ont été observées :

- Les alternances papier-crayon / machine (B2 & B3 : « *non pas du tout* », B1 : « *oui, tout à fait* »)

La réponse positive quant aux alternances papier-crayon du binôme 1 reste inexplicquée (à la réécoute des enregistrements du B1 il n'y eut même pas de désaccord et cette réponse positive semblait tellement une évidence). On peut supposer que le B1 aura associé les « blancs » des phrases à compléter à une activité papier-crayon.

- Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ? (B1 & B3 : « *non pas du tout* », B2 : « *oui, tout à fait* »)

Cette question interroge la phase de dévolution dans l'activité. Comme dans notre analyse a priori (« non, pas du tout »), deux binômes portent une évaluation négative sur cet item. Contrairement au binôme 2, plus expert en didactique que les deux autres, dont voici le commentaire :

B21 : « *c'est trop directif ; il n'y a pas de prise en charge du problème par l'apprenant* »

B22 : « *oui mais en même temps du coup ils font le problème ; moi, je vois la question... imagine quelque chose de très, très ouvert où l'élève n'entre même pas dedans. Là, il n'y a pas de soucis, il sait ce qu'il a à faire* ».

Ces enregistrements nous révèlent que ce binôme entend cette question comme « les élèves peuvent-ils facilement comprendre ce qu'il faut faire ? ». Il y a une assimilation des éléments de dévolution aux instructions visant à faciliter (aider) le démarrage de l'activité de l'apprenant. Ce point de vue peut se justifier dans le cadre de cette activité où, en l'absence de vraie situation-problème, on pourrait inclure la dévolution dans l'ensemble de ces instructions très précises données aux apprenants.

- La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ? (B1 & B3 : « *non pas du tout* », B2 : « *oui, tout à fait* »)

Les enregistrements montrent que le binôme 2 se focalise sur l'adjectif « possibles » :

B21 : « *nulle part c'est dit ce qu'ils sont censés faire* »

B22 : « *oui, mais il a le choix des points ; on leur laisse une certaine liberté* »

Cette question a donc été interprétée comme « la ressource laisse-t-elle à l'apprenant la possibilité de mettre en place des stratégies ? »

Pour améliorer le questionnaire et éviter cette interprétation, il suffirait de reformuler la question de sorte « *Les stratégies que les élèves peuvent mettre en place sont-elles discutées dans la ressource ?* ».

Pour ce chapitre, les autres réponses sont assez unanimes, n'apportent rien de plus à notre argumentation, et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

6.1.2 Analyse des réponses concernant la ressource 2

Nous avons déjà signalé que pour cette ressource beaucoup de réponses restaient consensuelles. D'autre part, les différents binômes se sont basés sur sa forme similaire à la ressource 1 ; aussi certaines questions ont appelé des réponses similaires.

Les métadonnées

La seule question pour laquelle les réponses des enseignants divergent est la suivante :

- Cette ressource est-elle prévue pour un environnement particulier ? : (B1 & B3 : « *non pas du tout* », B2 : « *oui, tout à fait* »).

Les divergences peuvent résulter du fait que cette question a pu s'interpréter de ces deux façons :

- (a) L'environnement est-il clairement indiqué ?

Le fichier dynamique associé laisse supposer qu'il s'agit de Geoplan. Et dans ce cas la réponse est positive. Les enregistrements sonores du binôme 2 sont sans équivoque : « *oui, pour Géoplan* ».

- (b) La ressource est-elle spécifique d'un environnement particulier ?

Dans ce cas la réponse est négative car l'auteur n'explique pas l'environnement (on le découvre à l'ouverture du fichier dynamique) et toutes les « opérations à réaliser » peuvent être considérées comme basiquement propres à tout logiciel de géométrie dynamique.

Pour étayer notre argumentation, nous pouvons dans une lecture croisée, comparer les réponses pour la ressource 1 (B1, B2 & B3 : « *oui, tout à fait* ») à celles-ci. Les réponses

communes des binômes 1 et 3 sont à l'opposée sur les deux ressources. Ces deux ressources sont pourtant similaires, utilisent le même environnement, mais contrairement à la ressource 2 l'environnement est clairement indiqué dans la ressource 1.

Une reformulation simple serait : « *L'environnement de géométrie dynamique pour lequel la ressource a été conçue est-il clairement indiqué ?* ».

Pour ce chapitre, les autres réponses sont assez unanimes, n'apportent rien de plus à notre argumentation, et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

La qualité technique

D'une même réponse, l'ensemble des enseignants la jugent satisfaisante.

Les contenus

- Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ? (B1 : « *non plutôt pas* », B2 : « *oui, plutôt* », B3 : « *oui, tout à fait* »).

Conformément à notre analyse a priori, le binôme 1 et le binôme 2 (tempère son oui) soulignent les confusions possibles autour des mots « définitions » et « propriétés ».

Les commentaires écrits viennent confirmer ce point de vue :

B1 : « *On ne distingue pas la définition du rectangle des propriétés du rectangle. L'objectif serait plutôt : découvrir les propriétés du rectangle* ».

B2 : « *L'activité ne permet pas d'obtenir la définition des parallélogrammes* ».

Aucun élément écrit ou sonore ne nous permet d'interpréter la réponse du binôme 3 pour qui il y a adéquation entre activité proposée et objectifs annoncés.

- La ressource utilise-t-elle des fonctionnalités particulières de l'application ? (B1 & B2 : « *non pas du tout* », B3: « *oui, plutôt* »).

Dans notre analyse a priori nous avons signalé que la ressource n'utilise aucune fonctionnalité particulière de l'application. Cette réponse divergente du binôme 3 peut être liée au profil des enseignants. L'écoute des enregistrements sonores nous révèle que cette réponse contradictoire provient de B31, le moins expérimenté des expérimentateurs qui n'utilise jamais de logiciel de géométrie dynamique en classe. Son commentaire est le suivant : « *...sans doute,*

l'affichage des valeurs aux centièmes... ». Cette fonctionnalité propre à tout logiciel de géométrie dynamique peut en effet paraître particulière à celui qui en fait peu usage.

D'autre part, a posteriori, nous nous interrogeons sur l'apport de cette question à l'évaluation de la qualité d'une ressource de géométrie dynamique. Somme toute, il semble insignifiant et, ce critère plus descriptif qu'évaluateur, pourra être lié à l'environnement de la ressource et sera resitué dans la dimension « métadonnées » au lieu de celle-ci « contenus ».

- Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ? (B1 & B2 : « *non plutôt pas* », B3: « *oui, plutôt* »).
- La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ? (B1 & B2 : « *non plutôt pas* », B3: « *oui, plutôt* »).

Pour notre analyse, nous choisissons de traiter ces questions simultanément.

Dans notre analyse a priori nous jugions la fiabilité convenable mais le traitement incorrect. Deux binômes jugent la fiabilité plutôt pas acceptable, le troisième la juge plutôt acceptable. Mais à l'écoute des enregistrements sonores, le « *oui, plutôt* » du binôme 3 est immédiatement suivi de « *il faudrait marquer que deux décimales c'est difficile à gérer avec précision* » (note qui se retrouve dans ses commentaires). Ce commentaire (qui vise le traitement numérique) nous amène à faire l'hypothèse que, de la part des trois binômes, un traitement numérique correct est une condition nécessaire de l'acceptabilité de sa fiabilité.

- La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ? (B1 & B2 : « *non plutôt pas* », B3 : « *oui, plutôt* »).

Notons encore la similarité entre ces réponses et celles aux deux questions précédentes.

Notre analyse sera comme la précédente : les trois binômes ont exprimé la nécessité d'un traitement numérique correct pour une gestion compatible avec l'intention d'apprentissage.

Nous voyons ici toutes les mésinterprétations et confusions de ces trois questions qui voulaient établir trop de subtiles différenciations autour du traitement numérique des mesures des grandeurs. Pour l'amélioration du questionnaire on pourrait simplement les unifier en une seule question sur les choix des concepteurs et leurs conséquences possibles sur les apprentissages. La troisième question semble convenir pour cette fusion. Note question serait alors :

« *La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité ?* ».

Pour ce chapitre, les autres réponses sont assez unanimes, n'apportent rien de plus à notre argumentation, et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

Les potentialités ajoutées par l'environnement géométrie dynamique

- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure ? (B2 : « *non plutôt pas* », B1 : « *oui, plutôt* », B3 : « *oui, tout à fait* »).

Les réponses à cette question appellent exactement les mêmes analyses que pour la ressource 1 ; à savoir, B2 réitère son propos en estimant que l'élève procédant à une seule manipulation n'obtient pas plusieurs cas de la même figure.

- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions ? (B2: « *non plutôt pas* », B3 : « *oui, plutôt* », B1 : « *oui, tout à fait* »).

Quant aux différentes interprétations possibles, les réponses à cette question appellent exactement les mêmes analyses que pour la ressource 1 (cf. §1.4 (a) : à savoir, deux lectures possibles de cette question).

- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique ? (B2 & B3 : « *non plutôt pas* », B1 : « *oui, tout à fait* »).

Les réponses à ces deux questions appellent exactement les mêmes analyses que pour la ressource 1 (cf.§1.4 (b)).

- Le rôle du déplacement : selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses ? (B3 : « *non plutôt pas* », B1 & B2 : « *oui, tout à fait* »).

Aucun élément ne nous a permis d'interpréter la réponse négative du binôme 3. Les enregistrements sonores nous informent d'un accroc sur le terme « momentanément », avec le commentaire suivant : « *il n'y a pas de momentanément dans ce problème, c'est tout le temps* ».

Pour ce chapitre, les autres réponses sont assez unanimes, n'apportent rien de plus à notre argumentation, et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

La mise en œuvre didactique

- Les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants sont-ils précisés ? (B2 & B3 : « *non pas du tout* », B1 : « *oui, à fait* »).

Nous avons précisé dans l'analyse a priori qu'il n'y avait pas de fiche professeur. Dans les enregistrements sonores, le binôme B1 appuie sa réponse sur l'ambivalence enseignant / apprenant : « *de l'enseignant, non ; mais des apprenants oui* ».

Cette question serait plus claire si elle avait pu se dédoubler en deux autres qui éviteraient l'équivoque sur l'exécutant :

« *Les rôles / actions de l'enseignant sont-ils précisés ?* »

« *Les rôles / actions des apprenants sont-ils précisés ?* »

- Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ? (B2 & B3 : « *non pas du tout* », B1 : « *oui, à fait* »).

Les réponses sont identiques à celles pour la ressource 1 (§1.5) et appellent exactement les mêmes analyses.

- Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ? (B3 : « *non, plutôt pas* », B1 & B2 : « *oui, à fait* »).

Les réponses à cette question qui traite de dévolution appellent exactement les mêmes analyses que pour la ressource 1 (cf. § 6.1.5)

- La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ? (B1 & B3 : « *non pas du tout* », B2 : « *oui, plutôt* »).

Les réponses sont identiques à celles pour la ressource 1 (§1.5) et appellent exactement les mêmes analyses.

- La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ? (B3 : « *non pas du tout* », B1 & B2 : « *oui, tout à fait* »).

Dans les actions à réaliser, les tâches 8 et 11 sont une phrase à compléter. Deux interprétations sont alors possibles :

a) B1 & B2 : Le texte à trous est une invite aux réponses et à la formulation ; donc pour ces deux binômes la ressource prévoit les réponses et les formulations des élèves. Les enregistrements sonores tendent à confirmer ce point de vue, comme en témoignent les mots de B1 : « *oui, le texte à trous, quand même ; on t'oblige à donner les réponses* ».

b) B3 : dans une acception plus proche de la théorie des situations didactiques où l'élève construit lui-même son savoir, prévoir ses réponses possibles c'est fournir à l'enseignant les éléments qui lui permettraient d'anticiper les comportements des élèves pour mieux s'y préparer. Ce qui ici n'est pas le cas.

Une reformulation plus consensuelle pour orienter notre question dans ce sens pourrait être :

« *La ressource anticipe-t-elle les réponses et formulations (pas forcément écrites) des apprenants ?* »

- La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ? (B2 : « *non pas du tout* », B1 & B3 : « *oui, tout à fait* »).

Dans l'évolution de l'activité, les traces écrites à compléter, même si l'on peut supposer qu'elles constitueront le corps de l'institutionnalisation et donc peuvent s'en apparenter, sont davantage des phases de formulation par les apprenants. Mais dans la théorie des situations didactiques c'est l'enseignant qui institutionnalise. B1 et B3 ont pu amalgamer ces formulations et l'institutionnalisation ; ce qui ne fut pas le cas pour B2, le binôme d'une bonne expertise en didactique.

D'un autre point de vue, les connaissances à institutionnaliser apparaissant ici tellement clairement, que même si elles ne sont pas explicitées, on peut supposer que, dans leur élan d'enseignants, les binômes B1 et B3, en se projetant dans la mise en œuvre de la ressource ne penseront pas avoir des difficultés quant à la phase d'institutionnalisation ; ce qui pourrait expliquer leurs réponses positives.

Pour les autres questions concernant la mise en œuvre didactique, il n'y a pas de divergence dans les réponses des enseignants.

6.1.3 Analyse des réponses concernant ressource 3

Nous avons déjà signalé que pour cette ressource beaucoup de réponses restaient consensuelles. Nous discuterons dans ce qui suit les questions pour lesquelles les avis divergent.

- Les savoirs mathématiques visés sont-ils clairement indiqués ? (B1 : « *non, plutôt pas* », B2 & B3 : « *oui, tout à fait* »).

Comme nous l'avons signalé dans notre analyse mathématique, ces objectifs peuvent aussi revêtir des aspects méthodologiques. Ce sont ceux retenus par le binôme 1 qui dans les enregistrements sonores ponctue sa décision d'un « *mathématiques ? non* ».

- Les compétences instrumentales visées s'inscrivent-elles dans le cadre du B2i ? (B2 : « *non, plutôt pas* », B1 & B3 : « *oui, plutôt* »).

Dans notre analyse a priori, nous avons précisé que ces compétences instrumentales pouvaient s'inscrire dans le cadre du B2i ; les binômes 1 et 3 semblent suivre cette lecture implicite contrairement au binôme 2 qui justifie sa réponse par une lecture stricte, en arguant que la ressource ne cite nulle part le B2i. Le commentaire suivant d'un enseignant du binôme 2 le confirme : « *c'est pas dit que cette activité nous permettra de valider telle compétence du B2i* ».

Ce commentaire a aussi le mérite de nous révéler cette erreur dans la conception de la grille où, sous cette forme, cette question relative au B2i ne décrit plus la ressource mais interroge déjà son contenu. (Ainsi formulée, cette question n'est donc plus un critère de la dimension « métadonnées »). D'autre part, le B2i ne vise pas seulement des compétences instrumentales. Notre nouvelle formulation sera la suivante :

« *La ressource précise-t-elle explicitement de possibles éléments de validation du B2i ?* ».

- La ressource mentionne-t-elle d'autres compétences transversales ? (autonomie, capacité d'expression...) (B3 : « *non pas du tout* », B2 : « *non plutôt pas* », B1 : « *oui, plutôt* »)

Nous pouvons remarquer que les réponses à cette question sont presque à l'identique de celles concernant le B2i. Notre analyse aussi sera calquée sur la précédente. Une lecture implicite des objectifs, intérêts, de la description de l'activité instrumentée peut laisser

apparaître la prise en main d'un logiciel de géométrie dynamique comme compétence transversale.

- Les pré requis sont-ils pertinents par rapport à l'activité proposée ? (B1 : « *non plutôt pas* », B2 & B3 : « *oui, tout à fait* »)

Comme nous l'avons signalé dans notre analyse a priori, cette réponse négative de B1 est probablement liée à cette incohérence qui fait figurer dans ces pré requis une partie du corps de l'activité : différentes constructions d'un parallélogramme avec un logiciel de géométrie dynamique.

B1 le confirme dans son commentaire à la fin des métadonnées : « *La construction d'un parallélogramme est un pré requis (la deuxième partie de l'activité est inutile)* ».

D'autre part, comme la question relative au B2i, cette question relative au pré requis ne décrit plus la ressource mais interroge déjà son contenu. Pour l'intégrité et l'amélioration du questionnaire, nous la resituerons dans la partie « activité mathématique » de la dimension « contenus ».

Pour cette dimension, les autres réponses sont assez unanimes, n'apportent rien de plus à notre argumentation, et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

La qualité technique

D'une même réponse, l'ensemble des enseignants la jugent satisfaisante.

Les contenus

- Activité mathématique : y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ? (B1 & B3 : « *non, plutôt pas* », B2 : « *oui, plutôt* »).

Les divergences de ces réponses sont logiquement calquées sur celles concernant les objectifs visés (deuxième item des métadonnées). B2 et B3 qui estimaient ces objectifs correctement spécifiés optent pour leur adéquation avec l'activité, contrairement à B1.

- La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ? (B1 & B2 : « *non pas du tout* », B3 : « *oui, plutôt* »)

Seul le binôme 3 va à l'encontre de notre analyse a priori. Les enregistrements montrent que ce ne fut pas un oui franc et unanime, puis que B3 n'a pas vraiment essayé les positions limites avant de se prononcer pour une gestion des cas limites acceptable. Voici un extrait des échanges :

B31 : « *j'sais pas, j'ai l'impression que c'est tout arrondi à l'unité ; (...) je me demande s'il y a des valeurs affichées égales mais qui ne sont pas vraiment égales, quoi !* » (S'en suit alors une manipulation où B31 manipule en essayant d'égaliser AD et DC ; elle y arrive et obtient un quadrilatère AOB'E dont les côtés opposés ont la même longueur et qui perceptivement peut évoquer un rectangle). Et B31 de conclure : « *ça se déroule bien apparemment ; je marque : oui* ».

On constate donc que ce binôme, aura pu confondre les cas particuliers du parallélogramme ABCD avec les cas limites possibles obtenus par un déplacement critique de l'un de ses sommets.

- Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ? (B1 : « *non pas du tout* », B2 : « *non, plutôt pas* », B3 : « *oui, plutôt* »)
- La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ? (B1 : « *non pas du tout* », B2 : « *non plutôt pas* », B3 : « *non, plutôt pas* »)

Nous avons choisi de rajouter cette dernière réponse, contraire à notre analyse a priori, pour laquelle il n'y a pas de divergence entre les différents binômes, pour éclairer notre point de vue développé pour la même question mais dans la ressource 2 (prégnance du lien entre le traitement numérique et la fiabilité de ce traitement).

Voici comment se justifie la réponse positive de B3 dans la première question :

B31 : « *...moi, ça me gêne un petit peu* »

B32 : « *...qu'on passe d'entier en entier c'est ça qui te dérange ?* »

B31 : « *ouaip, j'ai quand même le sentiment que si tu arrondis à un entier près...* »

B32 : « *surtout quand on voulait un angle droit...* »

Et B31 de trancher : « *là je mettrais oui, plutôt (pour le traitement numérique) et là je mettrais non (pour la fiabilité du traitement numérique)* ».

Comme pour la ressource 2, nous constatons ici encore tous les malentendus liés à la formulation de ces trois questions (nous y avons proposé une solution) : le binôme 3 certes les dissocie mais inverse le traitement numérique et sa fiabilité, tandis que les binômes 1 et 2, au contraire, continuent d'amalgamer la fiabilité du traitement numérique et le traitement lui-même.

Pour cette dimension, les autres réponses sont assez unanimes, n'apportent rien de plus à notre argumentation, et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

Les potentialités ajoutées par l'environnement de géométrie dynamique

On peut noter en préambule que le binôme 1 a une appréhension absolument négative des potentialités de la géométrie dynamique dans cette activité, mis à part sa capacité à améliorer la qualité graphique et à permettre d'obtenir rapidement plusieurs cas de figure, potentialités on peut dire basiques de la géométrie dynamique.

Cependant, même le premier point qui semble positif (amélioration de la qualité graphique) recèle en fait l'idée que la géométrie dynamique amplifie certes, mais les insuffisances de la ressource, comme le précise ce commentaire : « *la géométrie dynamique a mis en évidence les insuffisances de cette partie de l'activité* ».

- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique permet d'articuler différentes représentations d'un même problème ? (B1 : « *non pas du tout* », B2 : « *non, plutôt pas* », B3 : « *oui, plutôt* »)

Nous reporterons ici la même analyse qu'en 1.4 sur les différentes interprétations du mot « représentations ».

Mais encore, le binôme 3 interprète ces différentes représentations comme les liens entre le registre graphique et le registre numérique : « *oui, car il y a l'aspect visuel et l'aspect numérique* ».

- Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique rend nécessaire le recours aux propriétés géométriques d'une figure plutôt qu'à ses caractéristiques spatio-graphiques ? (B1 : « *non pas du tout* », B3 : « *non, plutôt pas* », B2 : « *oui, tout à fait* »).

Nous avons précisé dans notre analyse a priori que la géométrie dynamique permet d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas d'une même figure. Cependant, les limites des caractéristiques spatio-graphiques sont rapidement atteintes, générées par ces imprécisions liées aux arrondis à l'unité. La géométrie dynamique, en relevant cette défaillance, rend nécessaire une validation axiomatique. Il semble que les binômes 1 et 3 restent dans l'utilisation standard

de la géométrie dynamique, à savoir que pour construire des figures robustes, il faut utiliser des propriétés géométriques et non spatio-graphiques. Ici en revanche, pour conjecturer la nature d'un quadrilatère qu'on obtient « mollement » par déplacement de points libres, on s'appuie sur les propriétés géométriques plutôt que sur les caractéristiques perceptives de la figure. Ceci peut amener B2 à dire que c'est là, l'apport de la géométrie dynamique.

On peut noter que cette réponse positive provient du binôme le plus expert en didactique. Les divergences sont ici liées aux différents profils des enseignants.

- Selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses ? (B1 : « *non pas du tout* », B3 : « *oui, plutôt* », B2 : « *oui, tout à fait* »).

Les divergences peuvent encore s'expliquer par les insuffisances du traitement numérique. B3 et B2 s'attachent au rôle du déplacement dans l'activité tandis que B1 s'attache aux faits dans la mise en œuvre de ce déplacement et dans l'impossibilité à conjecturer ces liens et persiste dans son négativisme.

Pour cette dimension, les autres réponses sont assez unanimes, n'apportent rien de plus à notre argumentation, et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

La mise en œuvre didactique

- La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...) ? (B1 & B2 : « *non pas du tout* », B3 : « *oui, plutôt* »).

Dans cette activité, B3 eut quelques difficultés à situer les validations (ce qui peut paraître normal puisque la ressource ne précise pas comment s'effectuent les validations). Voici un extrait des échanges du binôme 3 sur cette question :

B31 : « *euh ...validations, là, c'est quoi ? j'observe que AOB E est un carré machin ? c'est ça ?* »

B32 : « *mmouais...* »

B31 : « *peut-être un petit peu quand même...* »

Et B31 de valider ce « *oui, plutôt* ».

- La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ? (B2 : « *non pas du tout* », B3 : « *oui, plutôt* », B1 : « *oui, tout à fait* »).

Les réponses sont exactement dans le même profil que la ressource précédente. Nous reprendrons exactement la même interprétation, dont une partie (le deuxième point de vue) peut être étayée ici par l'une des remarques du binôme 3 à la lecture de cette question :

B31 : « *oui, hein ? elle précise pas, remarque, mais c'est assez clair. On va dire plutôt oui* ».

- La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...) : (B2 & B3 : « *non pas du tout* », B1 : « *oui, tout à fait* »).

Les indications entre parenthèses ne sont pas en lien avec le corps de la question et résultent certainement d'un copier-coller oublié.

Cette réponse du binôme 1 est probablement due à cet oubli de notre part.

Pour cette dimension, les autres réponses sont assez unanimes, n'apportent rien de plus à notre argumentation, et ne feront donc pas l'objet d'une analyse particulière.

6.1.4 Résultats de la première analyse

Dans leur globalité, les réponses des différents binômes s'accordent à notre analyse a priori quant à la qualité de la ressource au travers des différentes dimensions proposées.

Il existe tout de même certaines divergences dans les réponses entre elles, ou par rapport à notre analyse a priori. Le tableau suivant (cf. fig. 9) nous donne une distribution de ces divergences selon les ressources et selon les dimensions choisies. On peut déjà constater que les dimensions « contenus » et « potentialités de la géométrie dynamiques » restent celles pour lesquelles les divergences sont plus importantes.

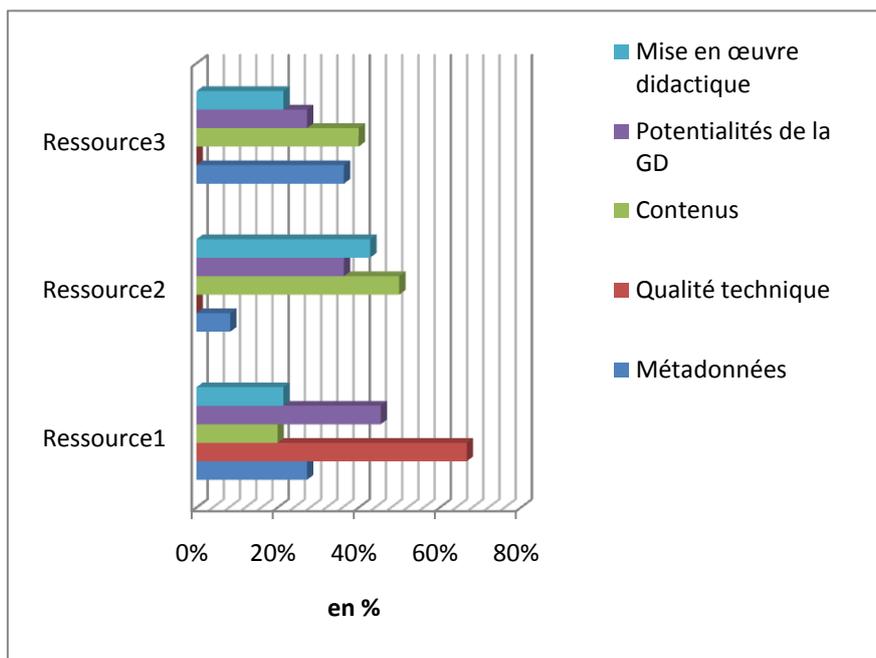


Figure 9: répartition des divergences suivant les ressources et les dimensions retenues.

Ces divergences proviennent :

1) d'une part, de certaines questions qui dans leur conception et par leur formulation auront pu induire en erreur ou laisser le libre champ à trop d'interprétations ;

2) d'autre part, dans une communication personnelle Martin Acosta précisait : « *l'appropriation que fait un enseignant d'une activité est fonction de l'inclusion de cette activité dans les praxéologies mathématique et didactique qui lui sont familières. Il se peut donc, et il est très probable qu'il réinterprète l'activité d'après ces praxéologies, et qu'il contourne les intentions didactiques des auteurs de l'activité.* »

Ainsi pour beaucoup de questions concernant la présence de certaines informations dans la ressource, nous pouvons remarquer que si certains enseignants, d'une lecture factuelle, s'en tiennent effectivement aux contenus stricts tels qu'ils sont délivrés par cette ressource, d'autres, en s'appuyant irrésistiblement sur leur propre expérience d'enseignant, vont au-delà et essayent de combler les implicites.

Pour lisser ces aspérités, certaines questions ont été reformulées et une nouvelle mouture de la grille, expurgée d'un certain nombre d'équivoques est proposée en **annexe 4**.

En résumé, au regard des réponses des différents binômes, moyennant les changements effectués, en réponse à notre hypothèse de travail, on peut considérer que la grille est accessible aux enseignants et les questions majoritairement claires.

6.2 Analyse a posteriori : partie 2

Rappelons que chaque binôme devait se prononcer sur ses choix pour chaque ressource, puis ce choix se devait d'être commenté en précisant entre autres, les modifications qui rendraient cette ressource plus acceptable.

Notons que nous n'étudierons pas ici les deux dimensions « métadonnées » et « qualité technique » car ils ne nous semblent pas déterminants dans le choix des ressources par les enseignants. En effet, les questions autour des métadonnées signalent simplement la présence ou l'absence de certains indicateurs sans s'intéresser à la fonctionnalité opérante de la ressource. Nous pouvons d'ailleurs constater que la ressource 3 subit une appréciation globalement positive (la meilleure des trois ressources étudiées) pour cette dimension mais remporte très peu de succès quand il s'agit de la choisir.

Pour la qualité technique, la question est vite résolue car les trois ressources sont, dans leur globalité, appréciées positivement par l'ensemble des enseignants.

Nous étudierons donc plus particulièrement les dimensions : contenus, potentialités de la géométrie dynamique, et mise en œuvre didactique.

D'autre part, comme nous l'avons annoncé, nous aurions voulu pour chaque binôme étudier les processus d'appropriation de chaque ressource. Mais notre expérimentation non aboutie (en dernière partie, les enseignants auraient dû mettre en œuvre la ressource choisie, et pour cela se l'approprier et la transformer donc en un document propre et l'utiliser en classe) nous fournit très peu d'éléments sur lesquels nous pourrions asseoir notre analyse. Nous limiterons donc notre étude aux éléments de choix des ressources (l'une des premières étapes de la genèse documentaire des enseignants).

6.2.1 Cas du binôme 1

Notons tout d'abord que les ressources 1 et 3 ont été rejetées sans appel (réponse « pas du tout »), contrairement à la ressource 2 (réponse « oui, plutôt »).

Ressource 1

Suivant les réponses de ce binôme pour la ressource 1, les critères les moins appréciés sont les suivants :

- (a) Pour l'activité instrumentée :

- L'absence de cohérence entre la figure dynamique et les tâches prescrites (*La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ? « non, pas du tout »*)
- L'absence de cohérence entre la figure dynamique et l'activité (*La figure est-elle en cohérence avec l'activité ? « non, pas du tout »*)
- Une gestion mathématiquement inacceptable des positions et cas limites (*La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ? « non, pas du tout »*)

(b) Tous les points de la mise en œuvre didactique essuient un jugement défavorable sauf deux évaluations positives, l'une pour le découpage de la séance (*La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ? « oui, tout à fait »*), l'autre pour la précision des alternances papier / crayon (*les alternances papier/crayon sont-elles précisées ? « oui, tout à fait »*).

Tous les autres critères du questionnaire recueillent des évaluations globalement favorables.

Ressource 2

Suivant les réponses du binôme 1 pour la ressource 2, les critères les moins appréciés sont les suivants :

(a) Toutes les métadonnées sauf l'indication précise du thème d'étude et des savoirs mathématiques visés.

(b) Pour l'activité instrumentée :

- Une gestion mathématiquement inacceptable des positions et cas limites (*La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ? « non, plutôt pas »*)
- Un traitement numérique incorrect (*Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ? « non, plutôt pas »*)
- Un traitement numérique peu fiable (*La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ? « non, plutôt pas »*)
- Une gestion des valeurs numériques incompatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (*La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ? « non, plutôt pas »*)

(c) Comme pour la ressource 1, tous les points de la mise en œuvre didactique essuient un jugement défavorable sauf deux évaluations positives, l'une pour le découpage de la séance (*La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ? « oui, tout à fait »*), l'autre pour la précision des savoirs à institutionnaliser (*La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ? « oui, tout à fait »*).

Suivant le binôme 1, pour cette ressource 2, les critères les plus appréciés sont les suivants :

(a) Une activité mathématique correcte ;

(b) Pour l'activité instrumentée :

➤ Une figure dynamique cohérente avec les tâches prescrites ;

➤ Une figure cohérente avec l'activité ;

(c) Pour la mise en œuvre didactique :

➤ Un découpage de la séance, les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants, les alternances papier / crayon, bien précisés.

➤ Des éléments permettant la prise en charge du problème par les apprenants explicites.

➤ Des réponses et formulations prévues par la ressource.

➤ Des savoirs à institutionnaliser bien précisés.

(d) Quant aux apports de la géométrie dynamique, les enseignants les voient en particulier suivant quatre points :

➤ L'amélioration de la qualité graphique et la précision des tracés de figures (*La géométrie dynamique est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? « oui, plutôt »*)

➤ La possibilité d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure (*La géométrie dynamique rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure ? « oui, plutôt »*)

➤ Le soutien de l'autonomie et la responsabilité des apprenants ? (*La géométrie dynamique soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions ? « oui, tout à fait »*)

➤ L'articulation de différentes représentations du même problème mathématique ? (*La géométrie dynamique permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique ? « oui, tout à fait »*)

Ressource 3

Suivant les réponses du binôme 1 pour la ressource 3, les critères les moins appréciés sont les suivants :

(a) Pour les pré requis : le manque de pertinence des pré requis par rapport à l'activité proposée ;

(b) Pour l'activité mathématique : le manque d'adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ;

(c) Pour l'activité instrumentée :

- Une gestion mathématiquement inacceptable des positions et cas limites (*La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ? « non, pas du tout »*)
- Un traitement numérique incorrect (*Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ? « non, pas du tout »*)
- Un traitement numérique peu fiable (*La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ? « non, pas du tout »*)
- Une gestion des valeurs numériques incompatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (*La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ? « non, pas du tout »*).

Tous les autres points de l'activité instrumentée recueillent une opinion favorable.

(d) Pour la mise en œuvre didactique, tous les points dans la modulation de la séance.

(e) Pour les apports de la géométrie dynamique, aucun point positif n'a été retenu, sauf les lieux communs liés à tout bon logiciel de géométrie dynamique (*La géométrie dynamique est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ; la géométrie dynamique rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure*).

(f) Pour le rôle du déplacement, aucun point positif n'a été retenu.

Analyse des choix du binôme 1

Nous pouvons constater que les contenus, en particulier l'activité instrumentée, et la valeur ajoutée de la géométrie dynamique semblent déterminants dans le choix opérés par le binôme 1.

Le tableau suivant (Tab. 9) résume les avis du binôme 1 quant au critère « contenus » pour les trois ressources. (pour ce binôme, R1 désignera sa réponse pour la ressource 1, R2 pour la ressource 2 et R3 pour la ressource 3).

A la lecture comparée de ces réponses nous voyons que pour ce binôme, une ressource qui propose une activité instrumentée dont le traitement numérique est correct, de fiabilité acceptable, sans détournement avec l'intention d'apprentissage mais dont la figure dynamique n'est en cohérence ni avec les tâches prescrites, ni avec l'activité (comme pour la ressource 1) a peu de chance d'être choisie. Pour étayer ce propos par nos enregistrements sonores, lors de la phase des choix, le binôme 1 ponctua sa réponse « non, pas du tout » du commentaire suivant (fermant ainsi le débat pour tous les autres aspects de la ressource), « *la première des choses c'est la figure* ».

Le tableau 9 ci-dessous nous montre que la ressource 3, qui du point de vue de l'activité instrumentée, a quasiment le même profil que la ressource 2, a pourtant été rejetée sans ménagement. De la part du binôme 1, cette différenciation semble se situer au niveau fortement discriminant des potentialités de la géométrie dynamique.

Les contenus		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
<i>Activité mathématique</i>	1 Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ?		R2R3	R1	
	2 Le contenu mathématique est-il correct ?			R1 R2 R3	
	3 Le contenu mathématique est-il en adéquation avec les instructions officielles ?			R1R2 R3	
<i>Activité instrumentée</i>	1. La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ?	R 1			R2R3
	2. La figure est-elle en cohérence avec l'activité ?	R 1			R2R3
	3. La ressource utilise-t-elle des fonctionnalités particulières de l'application ?	R1R2 R3			
	4. Si oui, sont-elles décrites avec précision ?				
	5. La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ?	R 1 R 3	R 2		
	6. Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ?	R 3	R 2	R 1	
	7. La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ?	R 3	R 2	R 1	
	8. La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ?	R 3	R 2	R 1	

Tableau 1: Tableau synoptique des réponses de B1 pour la dimension « contenus » des trois ressources.

En effet, l'analyse des réponses concernant la dimension « mise en œuvre didactique » (cf. Tableau 2) montre peu de différences significatives dans les réponses pour les ressources 2 et 3.

La mise en œuvre didactique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Modulations dans la séance	➤ La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ?				R1R2 R3
	➤ Les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants sont-ils précisés ?	R 1			R2R3
	➤ Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ?				R1R2 R3
	➤ La ressource précise-t-elle les phases de mise en commun (à quel moment, sur quoi portent-elles ...) ?	R 1 R 2			R3
De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés	➤ Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ?	R 1			R2R3
	➤ La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ?	R 1 R 3		R 2	
	➤ La ressource prévoit-elle les erreurs possibles des apprenants ?	R 1 R 2 R3			
	➤ Si oui, prévoit-elle comment y remédier ?				
	➤ La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ?	R 1 R 3			R2
	➤ La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...) ?	R 1 R 2 R3			
	➤ La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ?	R 1			R2R3
L'identification des variables didactiques	➤ Les différents paramètres de l'activité dont les modifications ont un impact sur les comportements des apprenants sont-ils explicités et leurs effets discutés ?	R 1 R2R3			
Les rétroactions	➤ La ressource mentionne-t-elle les rétroactions possibles à l'action de l'apprenant ?	R 1 R2			
	➤ Si oui, en précise-t-elle la provenance (enseignant, classe, ordinateur...)?	R 1			
La gestion du groupe classe	➤ La ressource précise-t-elle comment est organisée la classe dans les différentes phases de son déroulement (travail individuel, par petits groupes, collectif...)?	R 2	R1		R3
	➤ La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...)?				R3

Tableau 2 : Tableau synoptique des réponses de B1 pour la dimension « mise en œuvre didactique » des trois ressources.

Étudions maintenant les avis du binôme 1 quant au critère « potentialités de la géométrie dynamique » pour les trois ressources à partir du tableau synoptique suivant (Tableau 3).

La ressource 3 recueille des avis majoritairement négatifs sauf pour les deux premiers items triviaux. Le binôme 1 estime que l'utilisation de la géométrie dynamique n'apporte rien et le déplacement ne tient aucun rôle dans cette activité. Ceci contrairement aux ressources 1 et 2 pour lesquelles plusieurs points valorisent l'apport de son utilisation et le rôle du déplacement. Ainsi, cette ressource 3 qui réunit des conditions satisfaisantes dans son activité instrumentée se

trouve lourdement pénalisée par le fait qu'elle ne tire pas (ou peu) de bénéfice de la géométrie dynamique.

Une première conclusion qui semble émerger est qu'une activité instrumentée défailante par l'absence de cohérence avec les tâches prescrites et avec l'activité mathématique proposée et des potentialités de la géométrie dynamique non identifiables sont des éléments rédhibitoires dans le choix d'une ressource pour le binôme 1.

Les potentialités de la géométrie dynamique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Apports de son utilisation	<i>Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique :</i>			R1R2	R3
	1. est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures.			R 2	R3
	2. rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure.			R 2	R3
	3. fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur.	R3		R1	
	4. soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions.	R3			R1 R2
	5. permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique.	R3			R1 R2
6. rend nécessaire le recours aux propriétés géométriques d'une figure plutôt qu'à ses caractéristiques spatio-graphiques.	R2R3				
Le rôle du déplacement	<i>Selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à :</i>	R1R2			
	1 Illustrer une propriété géométrique de la figure : déplacer et observer une propriété donnée qui est conservée au cours du déplacement.	R3			
	2 Conjecturer des relations géométriques : déplacer et observer si une propriété supposée résiste au déplacement.	R2R3		R1	
	3 Valider une construction (construction robuste) : déplacer et observer si les propriétés qui caractérisent une figure résistent au déplacement.	R2R3		R1	
	4 Illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses.	R3		R1	R2
5 Etudier la trajectoire d'objets géométriques (lieu, trace...).	R1R2 R3				

Tableau 3. Tableau synoptique des réponses de B1 pour la dimension «potentialités de la géométrie dynamique» des trois ressources.

6.2.2 Cas du binôme 2

Notons tout d'abord que la ressource 1 recueille un avis plutôt défavorable (« non, plutôt pas »), la ressource 2 recueille un avis plutôt favorable (« oui, plutôt »), tandis que la ressource 3 essuie un refus catégorique (« non, pas du tout »).

Ressource 1

Suivant les réponses de ce binôme 2 pour la ressource 1, les critères les moins appréciés sont les suivants :

- (a) Pour les objectifs : des savoirs mathématiques visés pas clairement indiqués ;
- (b) Pour l'activité instrumentée :
 - L'absence de cohérence entre la figure dynamique et les tâches prescrites (*La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ? « non, pas du tout »*)
 - L'absence de cohérence entre la figure dynamique et l'activité (*La figure est-elle en cohérence avec l'activité ? « non, pas du tout »*)

(c) Pour les apports de la géométrie dynamique, aucun point positif n'a été retenu, sauf l'appréciation de l'amélioration de la qualité graphique et du tracé (*La géométrie dynamique est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? « oui, plutôt »*).

Suivant le binôme 2, pour cette ressource 1, les critères les plus appréciés sont les suivants :

- (a) Pour l'activité instrumentée :
 - Le traitement numérique des grandeurs correct ;
 - La compatibilité de la gestion des valeurs numérique avec l'intention d'apprentissage de l'activité ;
- (b) Pour les apports de la géométrie dynamique, deux points positifs ont pu être identifiés :
 - L'amélioration de la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? (*La géométrie dynamique est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? « oui, plutôt »*)

- Le soutien de l'autonomie et la responsabilité des apprenants ? (*La géométrie dynamique soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions ? « oui, tout à fait »*)

(c) Pour le rôle du déplacement, un point positif à pu être identifié (*Le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses ? « oui, tout à fait »*).

Ressource 2

Suivant les réponses de ce binôme pour la ressource 2, les critères les moins appréciés sont les suivants :

(a) Pour l'activité instrumentée :

- Une gestion mathématiquement inacceptable des positions et cas limites (*La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ? « non, pas du tout »*)
- Un traitement numérique incorrect (*Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ? « non, plutôt pas »*)
- Une fiabilité du traitement numérique inacceptable (*La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ? « non, plutôt pas »*)
- Une gestion des valeurs numériques incompatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (*La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ? « non, plutôt pas »*)

(b) Tous les points de la mise en œuvre didactique essuient un jugement défavorable sauf deux évaluations positives, l'une pour la prise en charge du problème par les apprenants (*Les éléments permettant la prise en charge du problème par les apprenants sont-ils explicites ? « oui, tout à fait »*) et l'autre, pour la prévision des réponses possibles des apprenants (*La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ? « oui, tout à fait »*)).

Suivant le binôme 2, pour cette ressource 2, les critères les plus appréciés sont les suivants :

(a) Tous les items de l'activité mathématique : la cohérence entre l'activité mathématique et les objectifs annoncés, le contenu mathématique jugé correct et son adéquation avec les instructions officielles.

(b) Pour l'activité instrumentée :

- Une figure dynamique cohérente avec les tâches prescrites,
- Une figure cohérente avec l'activité.

(c) Pour les apports de la géométrie dynamique, un point positif a pu être identifié, à savoir l'amélioration de la qualité graphique et la précision des tracés de figures (*La géométrie dynamique est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? « oui, plutôt »*)

(d) Pour le rôle du déplacement, un point positif a pu être identifié (*Le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses ? « oui, tout à fait »*).

Ressource 3

Suivant les réponses de ce binôme 2 pour la ressource 3, les critères les moins appréciés sont les suivants :

(a) Pour l'activité instrumentée :

- Un traitement numérique incorrect (*Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ? « non, plutôt pas »*)
- Un traitement numérique peu fiable (*La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ? « non, plutôt pas »*)
- Une gestion des valeurs numériques incompatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (*La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ? « non, plutôt pas »*)

(b) Pour la mise en œuvre didactique :

- Tous les points de la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés (sauf une évaluation positive pour la prise en charge du problème par les apprenants) subissent une évaluation négative.

- L'identification des variables didactiques, les rétroactions, la gestion du groupe classe (sauf l'organisation de la classe dans les différentes phases du déroulement de l'activité) subissent aussi une évaluation globalement négative.

Suivant le binôme 2, pour cette ressource 3, les critères les plus appréciés sont les suivants :

- (a) Une activité mathématique correcte ;
- (b) Pour l'activité instrumentée :
 - Une figure dynamique cohérente avec les tâches prescrites,
 - Une figure cohérente avec l'activité.
- (c) Pour la mise en œuvre didactique, tous les points dans la modulation de la séance ;
- (d) Pour les apports de la géométrie dynamique, quatre points positifs ont pu être identifiés :
 - L'amélioration de la qualité graphique et la précision des tracés de figures (*La géométrie dynamique est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? « oui, plutôt »*)
 - La possibilité d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure (*La géométrie dynamique rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure ? « oui, plutôt »*)
 - Le soutien de l'autonomie et la responsabilité des apprenants (*la géométrie dynamique soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions ? « oui, tout à fait »*)
 - L'articulation de différentes représentations du même problème mathématique (*la géométrie dynamique permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique ? « oui, tout à fait »*)

(e) Pour le rôle du déplacement, un point positif à pu être identifié : (*Le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses ? « oui, tout à fait »*).

Analyse des choix du binôme 2

Pour ce binôme, seuls les éléments de la dimension « contenu » semblent faire la différence. L'analyse des réponses de ce binôme sur la dimension « contenus » pointe :

(1) Dans la ressource 1 un contenu mathématique incorrect en lien avec une figure mathématique incohérente avec les tâches prescrites et l'activité ; ce qui n'est pas le cas pour les deux autres ressources (cf. Tableau 4).

(2) Dans la ressource 3 le traitement numérique dans l'activité instrumentée, jugé incorrect, peu fiable et de gestion incompatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité.

Les contenus		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
<i>Activité mathématique</i>	➤ Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ?			R2R3	R1
	➤ Le contenu mathématique est-il correct ?		R1		R2R3
	➤ Le contenu mathématique est-il en adéquation avec les instructions officielles ?				R1R2 R3
<i>Activité instrumentée</i>	➤ La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ?	R1			R2R3
	➤ La figure est-elle en cohérence avec l'activité ?	R1			R2R3
	➤ La ressource utilise-t-elle des fonctionnalités particulières de l'application ?	R1			
	➤ Si oui, sont-elles décrites avec précision ?				
	➤ La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ?				
	➤ Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ?		R3	R1R2	
	➤ La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ?		R3		
	➤ La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ?		R3	R1R2	

Tableau 4: Tableau synoptique des réponses de B2 pour la dimension « contenus » des trois ressources.

D'autre part, l'analyse de ce binôme pour la dimension « potentialités de la géométrie dynamique » (cf. Tableau 5) révèle, pour les apports de son utilisation, une préférence pour la ressource 3 où trois points positifs sont signalés, contrairement à la ressource 2 qui n'en recueille qu'un seul pour le cas trivial de l'amélioration de la qualité graphique ; et la ressource 1 qui en recueille deux, l'une pour l'amélioration de la qualité graphique, l'autre pour le soutien et l'autonomie des apprenants.

Ainsi donc, ici, la ressource qui essuiera le refus le plus catégorique est celle remportant les meilleures appréciations. On peut alors supposer que les apports de l'utilisation de la géométrie dynamique n'ont pas été déterminants dans les choix du binôme 2.

Les potentialités de la géométrie dynamique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Apports de son utilisation	<i>Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique :</i>			R1R2	
	➤ est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures.			R3	
	➤ rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure.		R1 R2	R3	
	➤ fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur.	R1	R2 R3		
	➤ soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions.		R2 R3	R1	
	➤ permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique.		R1 R2		
	➤ rend nécessaire le recours aux propriétés géométriques d'une figure plutôt qu'à ses caractéristiques spatio-graphiques.		R1 R2		R3
Le rôle du déplacement	<i>Selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à :</i>	R1 R2			
	➤ Illustrer une propriété géométrique de la figure : déplacer et observer une propriété donnée qui est conservée au cours du déplacement.	R3			
	➤ Conjecturer des relations géométriques : déplacer et observer si une propriété supposée résiste au déplacement.	R1 R2			
		R3			
	➤ Valider une construction (construction robuste) : déplacer et observer si les propriétés qui caractérisent une figure résistent au déplacement.	R1 R2			
	R3				
	➤ Illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses.				R1 R2
	R3				R3
	➤ Etudier la trajectoire d'objets géométriques (lieu, trace...).	R1 R2			
	R3				

Tableau 5: Tableau synoptique des réponses de B2 pour la dimension « potentialités de la géométrie dynamique » des trois ressources.

Enfin, le tableau 6 montre que les ressources 1 et 2 sont dans le même ordre d'appréciation pour la dimension « mise en œuvre didactique » (fortement négative avec cependant un léger avantage pour la ressource 2), en dessous des avis plus favorables que réunit la ressource 3. Ceci nous permet de supposer que cette dimension ne permet pas d'expliquer l'élection de la ressource 2 au détriment des deux autres, surtout de la ressource 3.

Ces résultats tendent bien à prouver, comme nous l'avions annoncé en préambule, que dans ses choix, ce binôme aura focalisé essentiellement sur les contenus ; et nous pouvons légitimement supposer que :

(1) la ressource 1 a été rejetée, comme pour le binôme 1, essentiellement à cause du manque de cohérence de sa figure dynamique avec l'activité et les tâches prescrites,

(2) la ressource 3 a été rejetée essentiellement à cause des défaillances du traitement numérique dans son activité instrumentée,

(3) la ressource 2 a été préférée essentiellement grâce à une activité jugée sans défaillance. Signalons tout de même cette remarque de l'un des enseignants du binôme 2 qui montre que le choix de la ressource 2 pourrait s'interpréter comme par défaut, B21 : « *ouais, ce n'est pas la première que je choisirais, mais bon...* ».

La mise en œuvre didactique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Modulations dans la séance	➤ La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ?			R 2	R1 R3
	➤ Les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants sont-ils précisés ?	R1 R2			
	➤ Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ?	R1 R2			
	➤ La ressource précise-t-elle les phases de mise en commun (à quel moment, sur quoi portent-elles ...) ?	R1 R2			R3
De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés	➤ Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ?			R3	R1 R2
	➤ La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ?		R 1	R3R2	
	➤ La ressource prévoit-elle les erreurs possibles des apprenants ?				
	➤ Si oui, prévoit-elle comment y remédier ?				
	➤ La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ?		R 1 R 3		R 2
	➤ La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...) ?	R1 R2R3			
L'identification des variables didactiques	➤ La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ?	R1 R2R3			
	➤ Les différents paramètres de l'activité dont les modifications ont un impact sur les comportements des apprenants sont-ils explicités et leurs effets discutés ?	R1 R2R3			
Les rétroactions	➤ La ressource mentionne-t-elle les rétroactions possibles à l'action de l'apprenant ?	R1 R2R3			
	➤ Si oui, en précise-t-elle la provenance (enseignant, classe, ordinateur...)?				
La gestion du groupe classe	➤ La ressource précise-t-elle comment est organisée la classe dans les différentes phases de son déroulement (travail individuel, par petits groupes, collectif...)?	R1 R2			R 3
	➤ La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...)?	R1 R2R3			

Tableau 6 : Tableau synoptique des réponses de B2 pour le critère « mise en œuvre didactique » des trois ressources.

6.2.3 Cas du binôme 3

Notons tout d'abord que la ressource 1 essuie un avis plutôt défavorable (« non, plutôt pas »), la ressource 2 recueille un avis favorable (« oui, tout à fait »), tandis que la ressource 3 recueille un avis plutôt favorable (« oui, plutôt »).

Ressource 1

Suivant les réponses de ce binôme 3, pour la ressource 1, les critères les moins appréciés sont les suivants :

(a) Pour le fonctionnement, un fichier informatique non exempt de bugs ou dysfonctionnements.

(b) Pour l'activité mathématique :

- L'adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés
- Le contenu mathématique.

(c) pour l'activité instrumentée :

- L'absence de cohérence entre la figure dynamique et les tâches prescrites (*La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ? « non, pas du tout »*)
- L'absence de cohérence entre la figure dynamique et l'activité (*La figure est-elle en cohérence avec l'activité ? « non, pas du tout »*)

3) Pour le rôle du déplacement, aucun point positif n'a été retenu.

(d) Tous les points de la mise en œuvre didactique essuient une appréciation défavorable (sauf l'identification du découpage de la séance).

Suivant le binôme 3, pour cette ressource 1, les critères les plus appréciés sont les suivants :

(a) Pour l'activité instrumentée :

- le traitement numérique des grandeurs correct
- la fiabilité du traitement numérique
- la compatibilité de la gestion des valeurs numériques avec l'intention d'apprentissage de l'activité

(b) Pour les apports de la géométrie dynamique, deux points positifs ont pu être identifiés :

- L'amélioration de la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? (*La géométrie dynamique est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? « oui, plutôt »*)

- La possibilité d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure ? (*La géométrie dynamique rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure ? « oui, plutôt »*)

Resource 2

Suivant les réponses de ce binôme 3, pour la ressource 2, les critères les moins appréciés sont les suivants :

(a) Pour l'activité instrumentée :

- Une gestion mathématiquement inacceptable des positions et cas limites (*La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ? « non, plutôt pas »*)
- Un traitement numérique incorrect (*Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ? « non, plutôt pas »*)

(b) Pour le rôle du déplacement, aucun point positif n'a été retenu.

(c) Tous les points de la mise en œuvre didactique essuient un jugement défavorable sauf deux évaluations positives, l'une pour le découpage de la séance (*La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ? « oui, tout à fait »*), l'autre pour la précision des savoirs à institutionnaliser (*la ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ? « oui, tout à fait »*).

Suivant le binôme 3, pour cette ressource 2, les critères les plus appréciés sont les suivants :

(a) Tous les points de l'activité mathématique ;

(b) Pour l'activité instrumentée :

- une figure dynamique cohérente avec les tâches prescrites
- une figure en cohérence avec l'activité
- un traitement numérique acceptable
- une bonne compatibilité entre la gestion des valeurs numériques et l'intention d'apprentissage de l'activité.

Ressource 3

Suivant les réponses de ce binôme 3, pour la ressource 3, les critères les moins appréciés sont les suivants :

(a) Pour l'activité instrumentée :

- une fiabilité du traitement numérique non acceptable ;
- une incompatibilité entre la gestion des valeurs numériques et l'intention d'apprentissage de l'activité.

(b) Pour la mise en œuvre didactique :

- Tous les points de la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés (sauf une évaluation positive pour la prise en charge du problème par les apprenants) subissent une évaluation globalement négative.
- L'identification des variables didactiques, les rétroactions, et la gestion du groupe classe (sauf l'organisation de la classe dans les différentes phases du déroulement de l'activité) subissent aussi une évaluation globalement négative.

Suivant le binôme 3, pour cette ressource 3, les critères les plus appréciés sont les suivants :

(a) Tous les items de l'activité mathématique (la cohérence entre l'activité mathématique et les objectifs annoncés, le contenu mathématique jugé correct et son adéquation avec les instructions officielles).

(b) Pour l'activité instrumentée :

- la gestion des positions et cas limites
- la fiabilité du traitement numérique

(c) Pour les apports de la géométrie dynamique, quatre points positifs ont pu être identifiés :

- L'amélioration de la qualité graphique et la précision des tracés de figures (*La géométrie dynamique est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures ? « oui, plutôt »*)
- La possibilité d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure (*La géométrie dynamique rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure ? « oui, plutôt »*)
- L'articulation de différentes représentations du même problème mathématique (*La géométrie dynamique permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique ? « oui, tout à fait »*)

- Pour le rôle du déplacement, un point positif à pu être identifié (*Le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses ? « oui, tout à fait »*).

Analyse des choix du binôme 3

Le binôme 3 semble faire preuve de plus de libéralité en élisant deux ressources sur les trois proposées.

L'analyse des réponses pour la dimension « contenus » montre plusieurs appréciations très négatives de la ressource 1, tant dans l'activité mathématique (pas d'adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés, contenu mathématique incorrect) que dans l'activité instrumentée (cf. Tableau. 15). La ressource 2 bénéficie d'une activité mathématique jugée satisfaisante (tous les points considérés positivement) contre une activité instrumentée plutôt insuffisante (gestion des cas limites pas acceptable, traitement numérique des grandeurs incorrect). La ressource 3 en revanche cumule des appréciations positives sauf pour l'adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés dans l'activité mathématique, la fiabilité du traitement numérique et la compatibilité de la gestion des valeurs numériques avec l'intention d'apprentissage dans l'activité instrumentée.

Nous pouvons légitimement supposer que, comme pour les binômes 1 et 2, tous ces points défaillants de ses contenus contribuent amplement au rejet de la ressource 1.

D'autre part, les trois derniers points de l'activité instrumentée nous laissent supposer que pour ce binôme 3, les problèmes relatifs au traitement numérique ne sont pas déterminants dans le choix d'une ressource, ou en tout cas, sont moins pénalisants que l'absence de cohérence de la figure avec l'activité ou les tâches prescrites. En effet, on peut constater que les évaluations sur ces trois derniers points sont dans l'ordre inverse de leur choix pour les ressources 1 et 3.

Les contenus		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
<i>Activité mathématique</i>	➤ Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ?	R 1	R 3		R 2
	➤ Le contenu mathématique est-il correct ?		R 1		R 2 R 3
	➤ Le contenu mathématique est-il en adéquation avec les instructions officielles ?			R 1	R 2 R 3
<i>Activité instrumentée</i>	➤ La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ?	R 1			R 2 R 3
	➤ La figure est-elle en cohérence avec l'activité ?	R 1			R 2 R 3
	➤ La ressource utilise-t-elle des fonctionnalités particulières de l'application ?	R 1 R 3		R 2	
	➤ Si oui, sont-elles décrites avec précision ?	R 2			
	➤ La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ?	R 1	R 2	R 3	
	➤ Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ?		R 2	R 3	R 1
	➤ La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ?		R 3	R 2	R 1
	➤ La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ?	R 3		R 2	R 1

Tableau 7 : Tableau synoptique des réponses de B3 pour le critère « contenus » des trois ressources.

Pour les apports de la géométrie dynamique, les résultats sont assez contrastés (cf. Tableau 7). Quant aux apports de son utilisation, la ressource 1 recueille des appréciations positives seulement sur les deux cas assez triviaux de l'amélioration de la qualité graphique et la possibilité d'obtenir rapidement plusieurs cas de la même figure. Les ressources 2 et 3, en plus de ces deux cas triviaux, recueillent chacune séparément une autre appréciation positive. Ici encore, on peut supposer que ce critère aussi aura pu contribuer au rejet de la ressource 1 par le binôme³. Il ne permet pas par contre d'expliquer l'adhésion totale à la ressource 2 au lieu de la ressource 3.

Quant au rôle du déplacement, le binôme 3 le juge assez indépendant des apports de l'utilisation de la géométrie dynamique. La ressource 1 recueille en effet deux appréciations positives, tandis que la deuxième n'en recueille rien et la troisième, une seule (ce qui pourrait être suffisant pour la valorisation du rôle du déplacement).

On peut donc supposer que pour cette dimension, ce binôme s'attache davantage aux apports de l'utilisation de la géométrie dynamique sans trop privilégier le rôle du déplacement.

(Ceci à partir du constat que les ressources 2 et 3 totalisent les mêmes appréciations positives pour ces apports mais que la ressource 2, pourtant première élue, ne dédie aucun rôle au déplacement).

Les potentialités de la géométrie dynamique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Apports de son utilisation	<i>Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique :</i>			R1	R2 R3
	➤ est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures.				R1 R2 R3
	➤ rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure.				R1 R2 R3
	➤ fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur.	R2 R3	R1		
	➤ soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions.	R 1	R 3	R 2	
	➤ permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique.	R 1	R 2	R3	
	➤ rend nécessaire le recours aux propriétés géométriques d'une figure plutôt qu'à ses caractéristiques spatio-graphiques.	R1	R2 R3		
Le rôle du déplacement	<i>Selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à :</i>	R1R2 R3			
	➤ Illustrer une propriété géométrique de la figure : déplacer et observer une propriété donnée qui est conservée au cours du déplacement.	R1R2 R3			
	➤ Conjecturer des relations géométriques : déplacer et observer si une propriété supposée résiste au déplacement.	R2 R3		R1	
	➤ Valider une construction (construction robuste) : déplacer et observer si les propriétés qui caractérisent une figure résistent au déplacement.	R 2	R3	R1	
	➤ Illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses.	R 1	R 2	R3	
	➤ Etudier la trajectoire d'objets géométriques (lieu, trace...).	R1R2 R3			

Tableau 8: Tableau synoptique des réponses de B3 pour la dimension « potentialités de la géométrie dynamique » des trois ressources.

La dimension « mise en œuvre didactique » (cf. Tableau 9) nous renseigne davantage sur les modes de choix du binôme 3.

La ressource 1 ne recueille aucune appréciation positive (sauf pour le découpage de la séance) ; la ressource 3 recueille dans sa globalité huit appréciations positives, (le maximum, surtout dans les modulations de la séance), tandis que la ressource 2 ne recueille que trois évaluations positives ; l'une pour la prise en charge du problème par les apprenants, l'autre pour la prévision des réponses et formulations possibles, et enfin la troisième pour la précision des savoirs à institutionnaliser.

L'analyse de ces résultats peut laisser penser que le binôme 3 dans ses choix se laisse diriger par une figure cohérente avec les tâches prescrites et l'activité puis surtout par des appréciations positives concernant la mise en œuvre didactique. La consultation des profils laisse apparaître que ce sont les enseignants qui utilisent le moins les logiciels de géométrie dynamique. Une mise en œuvre didactique jugée convenable pourrait leur paraître sécurisant.

La mise en œuvre didactique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
<i>Modulations dans la séance</i>	➤ La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ?			R1	R2R3
	➤ Les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants sont-ils précisés ?	R 2	R 1		R3
	➤ Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ?	R1R2			R3
	➤ La ressource précise-t-elle les phases de mise en commun (à quel moment, sur quoi portent-elles ...) ?	R1R2			R 3
<i>De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés</i>	➤ Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ?	R 1	R 2		R 3
	➤ La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ?	R 1 R 3 R2			
	➤ La ressource prévoit-elle les erreurs possibles des apprenants ?	R 2 R 3	R 1		
	➤ Si oui, prévoit-elle comment y remédier ?				
	➤ La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ?	R 1 R 3			R 2
	➤ La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...) ?	R1R2		R 3	
<i>L'identification des variables didactiques</i>	➤ La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ?	R 1		R 3	R 2
	➤ Les différents paramètres de l'activité dont les modifications ont un impact sur les comportements des apprenants sont-ils explicités et leurs effets discutés ?	R1R2 R3			
<i>Les rétroactions</i>	➤ La ressource mentionne-t-elle les rétroactions possibles à l'action de l'apprenant ?	R1R2 R3			
	➤ Si oui, en précise-t-elle la provenance (enseignant, classe, ordinateur..)?				
<i>La gestion du groupe classe</i>	➤ La ressource précise-t-elle comment est organisée la classe dans les différentes phases de son déroulement (travail individuel, par petits groupes, collectif...) ?	R2	R 1		R3
	➤ La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...) ?	R2R3	R 1		

Tableau 9: Tableau synoptique des réponses de B3 pour la dimension « mise en œuvre didactique » des trois ressources.

6.2.4 Résultats de la seconde analyse

L'analyse des choix laisse apparaître diverses préférences dominantes, liées ici encore au profil et à l'épistémologie de chaque enseignant.

D'autre part, ces résultats confirment en partie notre hypothèse de recherche. Les trois dimensions retenues par les expérimentateurs participent certainement à l'évaluation de la qualité d'une ressource de géométrie dynamique.

Le tableau suivant nous renseigne sur les dimensions retenues par les enseignants dans leur choix. Nous avons choisi de noter en rouge les dimensions pénalisantes, et en vert les dimensions valorisantes.

	Resourc1	Ressourc2	Ressourc3
Binôme1	Contenus activité instrumentée (figure dynamique fausse)	Potentialités GD satisfaisantes	•Contenus activité instrumentée. •Potentialités GD insuffisantes
Binôme2	Contenus activité instrumentée (figure dynamique fausse)	•Contenus activité mathématique et instrumentée. •Potentialités GD satisfaisantes	Contenus activité instrumentée (traitement numérique)
Binôme3	Contenus activité instrumentée (figure dynamique fausse)	Contenus activité mathématique et instrumentée	•Contenus activité mathématique et instrumentée. •Potentialités GD satisfaisantes •Mise en œuvre didactique

Tableau 10: Principales dimensions retenues par les enseignants dans leurs choix.

Il apparaît qu'une dimension « contenu » au moins convenable et sans défauts irrémédiables semble être une condition nécessaire pour l'acceptabilité d'une ressource. Ce qui peut sembler évident.

L'autre dimension déterminante est « les potentialités ajoutées par l'environnement de la géométrie dynamique ». Une ressource dans laquelle les apports de la géométrie dynamique ne sont pas identifiables a encore peu de chances d'être élue. Et réciproquement il suffira d'identifier un apport minimal pour que la ressource augmente son éligibilité. Cette dimension est surtout déterminante dans les profils d'enseignants à l'aise avec les TICE.

Enfin, pour des enseignants les moins à l'aise avec les TICE, la dimension « mise en œuvre didactique » leur offre une sécurité et revêt ainsi un caractère dominant.

Conclusion

Ce travail peut toujours être considéré comme une étape pilote dans le projet Intergéo.

Il part du constat suivant : pour un vivier important et croissant de ressources de géométrie dynamique, peu de dispositifs proposent à l'utilisateur enseignant un « guide » pouvant l'aider dans ses choix pour un contexte d'apprentissage donné. Le projet Intergéo, cadre de ce travail, se propose, entre autres, de mettre à la disposition des enseignants des ressources fonctionnelles et de qualité pouvant répondre d'une façon satisfaisante à leurs exigences en terme d'apprentissage de leurs élèves. Ces ressources se présentent sous la forme de textes à l'usage de l'enseignant et/ou des apprenants et d'un ou plusieurs fichiers dynamiques.

Dans l'esprit de ce projet, et pour essayer de pallier au manque constaté, il nous est apparu la nécessité de pouvoir évaluer la qualité d'une ressource de géométrie dynamique puis celle de cerner les besoins des utilisateurs par une étude des procédures de choix des enseignants. Pour la question de l'évaluation, en s'appuyant sur des apports théoriques de didactique et certains travaux portant sur la problématique de l'évaluation de ressources pédagogiques, nous avons élaboré un questionnaire en plusieurs dimensions en faisant l'hypothèse qu'il permet effectivement d'évaluer la qualité d'une ressource de géométrie dynamique. Les dimensions en question sont les métadonnées, la qualité technique, les contenus, les potentialités de la géométrie dynamique, et la mise en œuvre. Lors d'une expérimentation que nous avons mise en place, trois binômes d'enseignants volontaires d'expertises diverses en usage des TICE ont testé ce questionnaire sur trois ressources données. Le but recherché étant double.

D'une part, nous avons confronté les réponses des différents binômes entre elles, puis avec notre analyse a priori. Les écarts constatés ont été analysés et nous ont permis de revenir sur la formulation de certaines questions pour lesquelles il s'est avéré que ces divergences provenaient vraisemblablement d'une formulation peu claire ou se prêtant à des interprétations différentes pouvant donner lieu à des réponses contradictoires. Ceci nous permis de proposer une nouvelle grille d'analyse.

D'autre part, les enseignants, après avoir analysé les ressources à l'aide du questionnaire, devaient se prononcer, en se justifiant, pour le choix d'une ressource qu'ils souhaiteraient utiliser dans leurs classes ; cette étape devait nous permettre d'appréhender les dimensions et critères jugés satisfaisants, tolérables ou rédhibitoires quand il s'agit d'opérer un choix. Ceci nous devait informer sur les représentations qu'ont des enseignants d'une ressource de qualité et nous donner ainsi des éléments pour valider ou invalider nos hypothèses concernant les dimensions pertinentes pour évaluer la qualité d'une ressource.

L'analyse des résultats a montré que pour certaines dimensions les écarts entre les réponses des différents binômes, entre leurs réponses et notre analyse a priori variaient suivant l'épistémologie des expérimentateurs ou la formulation de la question même.

Dans le premier cas, l'enseignant, allant au-delà des limites de la question, se projetait dans la mise en œuvre de la ressource au travers de son expérience pour lire les implicites contenus dans certaines questions. Ce fut souvent le cas pour les dimensions « métadonnées » et « contenus ». Nous avons essayé de pallier à cette déviance en rajoutant à notre questionnaire certains commentaires visant à baliser la portée de ces dimensions.

Dans le deuxième cas nous avons reformulé les questions trop polysémiques ou contenant trop d'implicites pour en obtenir une appréhension plus consensuelle.

Cette première analyse des résultats a abouti à une nouvelle mouture de la grille.

En résumé, même si les dimensions choisies restent celles que nous avons proposées et pourraient revêtir un caractère subjectif, les conclusions des binômes sur l'appréciation générale des ressources ne sont pas trop éloignées de celles de notre analyse a priori. On peut donc estimer que, moyennant les changements annoncés, ce questionnaire peut contribuer efficacement à l'évaluation d'une ressource de géométrie dynamique. Et même si cela ne constitue pas un argument, plusieurs expérimentateurs nous en ont réclamé une copie pour un usage personnel, ce qui pourrait signifier que ce questionnaire eut au moins le mérite de susciter des réflexions et proposer des orientations. Certes, il peut encore être amélioré et doit encore recéler des défauts. Ainsi par exemple, en choisissant de morceler la qualité suivant certaines dimensions on commet le risque de perdre de vue l'homogénéité de la ressource ou de privilégier certaines dimensions par rapport à d'autres. D'ailleurs encore nous n'avons défini aucun critère permettant de mesurer l'homogénéité de la ressource. La ressource 3 illustre doublement cette proposition. Conçue sur un modèle particulier, elle se compose de parties dont certaines prises séparément peuvent constituer des matériaux d'apprentissage mais dont l'articulation est contestable. A propos de cette même ressource, l'un des enseignants volontaires émit cette remarque « *à croire que les gens qui ont écrit ça ne l'ont jamais essayé* ». Comment interpréter ce propos autrement que le besoin d'un bilan, d'un compte rendu d'utilisation de la ressource ? Pourtant cette dimension, importante, participant à la réification de la ressource a été très peu valorisée de tout le questionnaire.

Les résultats pour les choix nous ont permis de même constater l'importance de la dimension « contenus », ce qui peut paraître logique ; cependant, elle n'est pas essentielle (le

binôme 3 par exemple a choisi la ressource 3 en se reposant aussi sur la dimension « mise en œuvre didactique ») tandis que le binôme 1 refuse catégoriquement les ressources 1 et 3 dont les insuffisances des potentialités de la géométrie dynamique sont pointées.

Avec un échantillon de plus grande taille, ces résultats auraient certainement pu mettre en lumière ces variétés des comportements difficilement modélisables car en étroite corrélation avec l'appréhension personnelle de chaque enseignant. Cependant toutes les lectures inventoriées ont en commun de focaliser sur deux ou trois critères au maximum pour le choix d'une ressource. La grille de notre questionnaire pourrait alors aider à l'élargissement de l'éventail des éléments d'aide à la décision dans le choix d'une ressource.

Enfin, concernant les choix de ressources par les enseignants, notre expérimentation incomplète nous ramène un recueil des observables bien trop maigres qui ne nous permet pas d'étoffer une réflexion plus approfondie sur les schèmes d'utilisation des enseignants. Ceci pourrait être l'objet d'une autre étude.

Fin

Bibliographie

- ❖ ARTIGUE, Michèle (2000). **Instrumentation issues and the integration of computer technologies into secondary mathematics teaching**, Paris.
http://webdoc.gwdg.de/ebook/e/gdm/2000/artigue_2000.pdf
- ❖ ARTIGUE, Michèle (2002). **Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work**, International Journal of Computers for Mathematical Learning 7, 245–274.
- ❖ ASSUDE, Teresa (2003). **LA GESTION DU TEMPS DANS L'INTEGRATION DE CABRI-GEOMETRE A ECOLE PRIMAIRE**
<http://www.inrp.fr/Acces/Biennale/6biennale/Contrib/affich.php?&mode=long&NUM=71>
- ❖ (Baker, M., Bronner, A., Léhuen, J. & Quignard, M. (2006). « **Gestion de l'interaction et modèles de dialogues** ». Dans M. Grandbastien et J.-M. Labat (Éds.) Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, pp. 117 – 138. Paris Lavoisier / Hermès. Science Publications
- ❖ BODIN, Antoine, VILLANI, Vinicio, STRAESSER, Rudolph, révisé par TILLEUIL, Philippe, **Niveaux de référence pour l'enseignement des mathématiques en Europe**. Rapport international Mars 2001
- ❖ CALISKAN-DEDEOGLU Nuray (2006) **Usages de la géométrie dynamique par des enseignants de collège. Des potentialités à la mise en œuvre : quelles motivations, quelles pratiques ?** Paris, 2006
- ❖ CHAACHOUA, Hamid (2004). **Usage des TICE dans l'enseignement : Quelles compétences pour un enseignant des mathématiques ?** Grenoble
(http://edutice.archives_ouvertes.fr/docs/00/00/31/56/PDF/Chaach.pdf)
- ❖ DUVAL, Raymond (1994). **Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique**. Repères. Irem 17, 121-138.
- ❖ FAVRE Daniel (1995). **Conception de l'erreur et rupture épistémologique**. Revue Française de Pédagogie, n° 111, avril-mai-juin 1995, 85-94
- ❖ Gueudet, G., Trouche, L. (2007). **Vers de nouveaux systèmes documentaires des professeurs de mathématiques**, in I. Bloch, F. Conne (dir.), *Actes de la XIV^e Ecole d'été de didactique des mathématiques*, ARDM.

- ❖ GUIN, Dominique ; JOAB, Michelle ; TROUCHE, Luc (2008) **Conception collaborative de ressources pour l'enseignement des mathématiques, l'expérience du SFoDEM**, INRP et IREM (Université Montpellier 2), 2008.
- ❖ JAHN, A. P., TRGALOVÁ, J. & SOURY-LAVERGNE, S. (2008), **Analyse de ressources pédagogiques et amélioration de leur qualité : le cas de la géométrie dynamique**. 2e simpósio internacional de pesquisa em educação matemática (sipemat), recife (brésil), juillet 2008.
- ❖ JAUFFRET, Brigitte PETIT, Francis CLEMENT, Stéphane, (2008) **Géométrie au collège : articulations entre tracés effectifs à la main et représentations à l'écran**.
http://eduscol.education.fr/D021/actes_math_et_tice.pdf.
- ❖ LABORDE, Colette (1994). **Enseigner la géométrie : permanences et révolutions**, APMEP n°396, 523 – 548.
- ❖ LAGRANGE, Jean-Baptiste ; HOYLES, Celia (Eds.) (2006). **Digital Technologies and Mathematics Teaching and Learning: Rethinking the Domain**. 17th ICMI Study.
- ❖ MERCAT, Christian ; SOURY-LAVERGNE, Sophie ; TRGALOVA, Jana (2008). **Quality Assessment Plan**. Intergeo, Deliverable N° D6.1
http://www.inter2geo.eu/files/D6.1_060508.pdf
- ❖ Leung, A. & Lopez-Real, F. (2002) **Theorem justification and acquisition in dynamic geometry: a case of proof by contradiction**. International Journal of Computers for Mathematical Learning, 7, 145-165.
- ❖ PERNIN, J-P, EMIN, V. « **Évaluation des pratiques de scénarisation de situations d'apprentissage : une première étude** ». *ISDM*, n. 21, 2006. <http://isdms.univ-tln.fr/>.
- ❖ RESTREPO, Angela. **A propos du projet MAGI**. Atelier animé à la 14ème Ecole d'été de didactique des mathématiques, Sainte Livrade, Août 2007.
- ❖ RABARDEL, Pierre. (1995), **Qu'est-ce qu'un instrument ? Appropriation, conceptualisation, mise en situations**, Dossiers de l'Ingénierie Educative, Mars 1995.
- ❖ TAPAN, Seden. (2006). **Etude de la formation initiale des enseignants à l'intégration des nouvelles technologies**. Grenoble, Université Joseph Fourier. PhD.
- ❖ TOURNÈS Dominique. **Figures idéales et figures sensibles. Place des instruments de dessin dans l'histoire et l'enseignement de la géométrie**. IUFM de la Réunion et REHSEIS-CNRS (UMR 7596)
http://www.rehseis.cnrs.fr/calculsavant/Equipe/Resourcess/tournes_2001c.pdf

❖ Trouche L. (2005). **Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations**. *RDM*, 25/1, pp. 91-138.

❖ TROUCHE, L., GUIN, D. (2006) **Des scénarios pour et par les usages**, in H. Godinet, J.-P. Pernin (eds.) *Scénariser l'enseignement et l'apprentissage, une nouvelle compétence pour le praticien*, INRP, Lyon

<http://www.inrp.fr/publications/edition-electronique>

❖ VERGNAUD, G. (2007) « Représentation et activité : deux concepts étroitement associés ».

http://www.cren-nantes.net/IMG/pdf/Revue_no4.pdf

Textes officiels

IGEN, groupe des mathématiques (2004), **Les technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée**, juin 2004 (http://eduscol.education.fr/D0015/cadrage_math_et_TICE.pdf).

Boissinot, A. (2004), Certificat informatique et internet (C2i®) niveau 2 "enseignant", Circulaire n° 2004-46 du 2 mars 2004.

Programmes de l'enseignement des mathématiques, des SVT, de physique-chimie du collège, BO n°6, 19 avril 2007, hors série.

INRP, IUFM de Grenoble, Laboratoire Leibniz , Université Joseph Fourier **Usages éducatifs des technologies de l'information et de la communication : quelles nouvelles compétences des enseignants** ?

http://www.educnet.education.fr/chrgt/Etude_Usages_TICE2006.pdf

Annexe 1 Ressources choisies

Ressource 1

Etude des Parallélogrammes Particuliers

Niveau : Collège mais plus particulièrement en 5^{ème}.
Environnement : GéoplanW, un ou deux élèves par poste.
Prérequis : Le vocabulaire sur le parallélogramme.
Objectifs : Découvrir les parallélogrammes particuliers.

1^{ère} Partie

Acte 1

- ☞ Ouvrir le parallélogramme de la fiche 3 (*Fichier / Charger une figure*)
- ▮ Afficher les mesures respectives des segments [AB] et [BC]. (*créer/affichage/ longueur d'un segment*)
- ▮ Afficher la mesure de l'angle ABC. (*Créer/ Numérique/ Calcul géométrique/ angles géométriques*)
- ☞ Déplacer un ou plusieurs points de façon à ce que $AB \neq BC$ et $\angle ABC = 90^\circ$.
- ☞ Quelle est la particularité de ce parallélogramme ?
-
- ☞ Quelle est la nature de ce quadrilatère ?
-
- ☞ Enregistrer la figure (*Fichier / Enregistrer sous / NOM : figure1*)
- ☞ Fermer la figure en cours sans l'enregistrer

Acte 2

- ☞ Ouvrir le parallélogramme de la fiche 3
- ▮ Afficher les mesures respectives des segments [AC] et [BD].
- ▮ Afficher la mesure de l'angle \widehat{AOB} .
- ☞ Déplacer un ou plusieurs points de façon à ce que $AC = BD$ et $\widehat{AOB} \neq 90^\circ$.
- ☞ Quelle est la particularité de ce parallélogramme ?
-
- ☞ Quelle est la nature de ce quadrilatère ?
-
- ☞ Enregistrer la figure (*Fichier / Enregistrer sous / NOM : figure2*)
- ☞ Fermer la figure en cours sans l'enregistrer

2^{ème} Partie

Acte 1

- ☞ Ouvrir la figure 1
- ☞ Déplacer un ou plusieurs points de façon à ce que $AB = BC$ et $\widehat{ABC} \neq 90^\circ$.
- ☞ Quelle est la particularité de ce parallélogramme ?
-
- ☞ Quelle est la nature de ce quadrilatère ?
-
- ☞ Fermer la figure en cours sans l'enregistrer

Acte 2

✓ Ouvrir la figure 2

✓ Déplacer un ou plusieurs points de façon à ce que $AC \neq BD$ et $\widehat{AOB} = 90^\circ$.

☞ Quelle est la particularité de ce parallélogramme ?

.....

☞ Quelle est la nature de ce quadrilatère ?

.....

☞ Fermer la figure en cours sans l'enregistrer

3^{ème} Partie

Acte 1

✓ Ouvrir la figure 1

✓ Déplacer un ou plusieurs points de façon à ce que $AB = BC$ et $\widehat{ABC} = 90^\circ$.

☞ Quelle est la particularité de ce parallélogramme ?

.....

☞ Quelle est la nature de ce quadrilatère ?

.....

☞ Fermer la figure en cours sans l'enregistrer

Acte 2

✓ Ouvrir la figure 2

✓ Déplacer un ou plusieurs points de façon à ce que $AC = BD$ et $\widehat{AOB} = 90^\circ$.

☞ Quelle est la particularité de ce parallélogramme ?

.....

☞ Quelle est la nature de ce quadrilatère ?

.....

☞ Fermer la figure en cours sans l'enregistrer

2) Ressource2

<i>Auteur :</i> Mickaël LE BELLEGO	<i>Etablissement /ville :</i> Collège St-Joseph (PLOUGUENAST)
<i>Thème abordé :</i>	<i>Niveau (classe) :</i>
Parallélogrammes particuliers	5 ^{ème}
<i>Descriptif, concept et objectif de l'activité :</i>	
Découvrir une définition et les propriétés du carré, parallélogramme particulier.	

Nom :

Titre de l'activité :

Du parallélogramme au carré

Date :

Classe :

	<i>Opérations à réaliser</i>	<i>Réalisé</i>	<i>Non réalisé</i>
1	Place 3 points libres dans le plan A, B et O.		
2	Construis les symétriques C et D de A et de B par rapport à O.		
3	Trace les segments [AB], [BC], [CD], [DA], [BD], et [AC].		
4	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
5	Affiche les longueurs des segments [AC] et [BD], et la mesure en degrés de l'angle \widehat{AOB} .		
6	Déplace les points de façon à ce que $\widehat{AOB} = 90^\circ$ et $AC = BD$.		
7	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
8	<i>Complète :</i> « Un parallélogramme qui a ses diagonales _____ et de _____ est un _____ . »		
9	Déplace encore les points puis affiche les longueurs des segments [AB] et [BC] et la mesure en degrés de l'angle \widehat{BAD} .		
10	Déplace les points de façon à obtenir $AB = BC$ et $\widehat{BAD} = 90^\circ$.		
11	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
12	<i>Complète :</i> « Un parallélogramme qui a deux côtés consécutifs _____ et de _____ est un _____ . »		

<i>Auteur :</i> Mickaël LE BELLEGO	<i>Etablissement /ville :</i> Collège St-Joseph (PLOUGUENAST)
<i>Thème abordé :</i> Parallélogrammes particuliers	<i>Niveau (classe) :</i> 5 ^{ème}
<i>Descriptif, concept et objectif de l'activité :</i> Découvrir une définition et les propriétés du rectangle, parallélogramme particulier.	

Nom :

Titre de l'activité :

Du parallélogramme au rectangle

Date :
Classe :

	<i>Opérations à réaliser</i>	<i>Réalisé</i>	<i>Non réalisé</i>
1	Place 3 points libres dans le plan A, B et O.		
2	Construis les symétriques C et D de A et B par rapport à O.		
3	Trace les segments [AB], [BC], [CD], [AD], [AC] et [BD].		
4	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
5	Affiche les longueurs des segments [AC] et [BD].		
6	Déplace les points de façon à ce que AC = BD.		
7	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
8	<i>Complète :</i> « Un parallélogramme qui a ses _____ de même _____ est un _____ . »		
9	Déplace encore les points puis affiche la mesure en degrés de l'angle \widehat{BAD} .		
10	Déplace les points de façon à ce que $\widehat{BAD} = 90^\circ$.		
11	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
12	<i>Complète :</i> « Un parallélogramme qui a un _____ est un _____ . »		

<i>Auteur :</i> Mickaël LE BELLEGO	<i>Etablissement /ville :</i> Collège St-Joseph (PLOUGUENAST)
<i>Thème abordé :</i>	<i>Niveau (classe) :</i>
Parallélogrammes particuliers	5 ^{ème}
<i>Descriptif, concept et objectif de l'activité :</i>	
Découvrir une définition et les propriétés du losange, parallélogramme particulier.	

Nom :

Titre de l'activité :

Du parallélogramme au losange

Date :

Classe :

	<i>Opérations à réaliser</i>	<i>Réalisé</i>	<i>Non réalisé</i>
1	Place 3 points libres dans le plan A, B et O.		
2	Construis les symétriques C et D de A et de B par rapport à O.		
3	Trace les segments [AB], [BC], [CD], [DA], [BD], et [AC].		
4	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
5	Affiche les longueurs des segments [AB] et [BC].		
6	Déplace les points de façon à obtenir $AB = BC$.		
7	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
8	<u>Complète :</u> « Un parallélogramme qui a deux côtés _____ de _____ est un _____ . »		
9	Déplace encore les points puis affiche la mesure de l'angle \widehat{AOB} .		
10	Déplace les points de façon à obtenir $\widehat{AOB} = 90^\circ$.		
11	Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?		
12	<u>Complète :</u> « Un parallélogramme qui a ses diagonales _____ est un _____ . »		

Ressource3



- [Fiche d'identification](#)
- [Fiche professeur](#)
- [Fiche élève 1: Utilisation du logiciel Tracenpoche](#)
- [Fiche élève 2 : Utilisation de Mathenpoche Réseau](#)
- [Fiche élève 3: Utilisation du logiciel Cabri](#)
- [Fiche élève 4: Utilisation du logiciel Géogébra](#)
- [Scénario\(s\) d'usage](#)
- [Compte-rendu\(s\) d'expérimentation](#)
- [Fiche technique](#)

	TRAVAUX PRATIQUES : Exercices sur les parallélogrammes particuliers Fiche professeur	
---	---	---

Programme officiel : **Compétences exigibles :** - Connaître et utiliser une définition et les propriétés (relatives aux côtés, aux diagonales, aux éléments desymétrie) du carré, du rectangle, du losange.

- Connaître et utiliser une définition et les propriétés (relatives aux côtés, aux diagonales, aux éléments de symétrie) du carré, du rectangle, du losange.

Commentaires : - Connaître et utiliser une définition et les propriétés (relatives aux côtés, aux diagonales, aux éléments de symétrie) du carré, du rectangle, du losange.

- Connaître et utiliser une définition et les propriétés (relatives aux côtés, aux diagonales, aux éléments de symétrie) du carré, du rectangle, du losange.

Objectifs pédagogiques : Inciter les élèves à faire des observations à partir d'une figure réalisée de manière classique puis à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique.
Montrer la nécessité d'utiliser une démonstration pour valider des conjectures.

Pré-requis : Propriétés de la symétrie centrale,
Propriétés des parallélogrammes et des parallélogrammes particuliers.

Construction d'un parallélogramme à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique.

Intérêt : Utiliser un logiciel de géométrie dynamique pour émettre des conjectures.

Description de l'activité instrumentée : 2 types d'activités instrumentées sont possibles avec 4 logiciels différents :

- activités instrumentées à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique. L'élève doit dans un premier temps prendre en main le logiciel en construisant un parallélogramme par les côtés puis par les diagonales (activité qui reprend l'étape préliminaire du TP). Puis il ouvre une figure déjà réalisée, la complète selon les indications de la fiche élève, puis déplace des points afin d'émettre des conjectures. Celles-ci sont-elles les mêmes qu'avec les instruments de géométrie ?

3 fiches élèves sont proposées selon le logiciel utilisée :

- Logiciel tracenpoche : [la fiche élève 1](#)

- Logiciel Cabrigéomètre : [la fiche élève 3](#)

- Logiciel Géogébra : [la fiche élève 4](#)

- activités instrumentées à l'aide du logiciel Mathenpoche réseau. Le professeur programme une séance pour ces élèves avec deux types d'exercices :

- des exercices de construction à l'aide du logiciel Tep (les consignes sont décrites sur l'écran) et le professeur peut récupérer le script de la figure.

- des exercices où l'élève doit modifier une figure (Tepweb) et émettre des conjectures. Il note ses réponses dans des cases prévues à cet effet et le professeur peut récupérer ses réponses :

[la fiche technique](#)

[Accès au sommaire](#)

[Accès à la liste des scénarios](#)

	TRAVAUX PRATIQUES : Exercices sur les parallélogrammes particuliers Scénario d'usage	
---	---	--

SCÉNARIO 1 :

Utilisation des logiciels Tracenpoche, Cabrigéomètre ou Géogébra.

Phase	Acteur	Description de la tâche	Situation	Outils et supports	Durée ^h
1	élève	Première partie :	individuelle en classe	Outils de géométrie fiche élève 1 fiche élève 3 fiche élève 4	45
2	Professeur	Correction de l'étape préliminaire (construction des parallélogrammes)	En classe à l'aide du vidéoprojecteur	Para_compas Para_règle_graduée Para_règle_équerre	10
3	élève	Deuxième partie : Constructions de la figure	individuelle ou en binôme suivant le nombre de postes en salle informatique.	Logiciel de géométrie dynamique : fiche élève 1 fiche élève 3 fiche élève 4	30
4	élève	Deuxième partie : Conjectures	individuelle ou en binôme suivant le nombre de postes en salle informatique.	Logiciel de géométrie dynamique : fiche élève 1 fiche élève 3 fiche élève 4	55
5	Élèves/ professeur	Troisième partie : Démonstration des trois propositions	En classe à l'aide du vidéoprojecteur		55

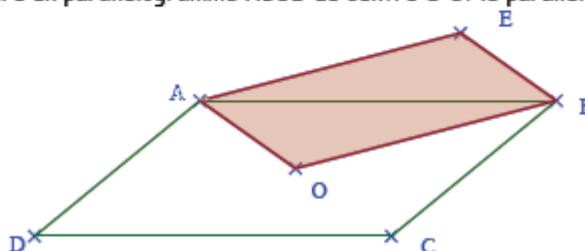
Première partie : Expérimentation en classe

Etape préliminaire : Construction d'un parallélogramme.

- 1°) Construire un parallélogramme ABCD en utilisant uniquement la règle non graduée et l'équerre.
- 2°) Construire un parallélogramme EFGD en utilisant uniquement le compas.
- 3°) Construire un parallélogramme IJKL en utilisant uniquement la règle non graduée .

Etape suivante : Conjectures.

On considère un parallélogramme ABCD de centre O et le parallélogramme AOB E.



- 1°) a) Quelle est la nature du quadrilatère AOB E si ABCD est un losange ?
 b) Reproduis la figure lorsque ABCD est un losange.
 Ta conjecture semble-t-elle se vérifier ?
- 2°) a) Quelle est la nature du quadrilatère AOB E si ABCD est un rectangle ?
 b) Reproduis la figure lorsque ABCD est un rectangle.
 Ta conjecture semble-t-elle se vérifier ?
- 3°) a) Quelle est la nature du quadrilatère ABCD si AOB E est un carré ?
 b) Reproduis la figure lorsque AOB E est un carré.
 Ta conjecture semble-t-elle se vérifier ?

Deuxième partie : Expérimentation en salle informatique

UTILISATION DU LOGICIEL DE GÉOMÉTRIE DYNAMIQUE.
GEOGEBRA

EXERCICES PRÉLIMINAIRES : CONSTRUCTION D'UN PARALLÉLOGRAMME ABCD.

I) À PARTIR DES CÔTÉS. Commence par enlever les axes : **Affichage** ⇒ Axes (Décoche)

- 1°) Place trois points A, B et C à l'aide du bouton .
- 2°) Trace les segments [AB] et [AC] à l'aide du bouton .
- 3°) Trace la parallèle à (AB) passant par C, puis la parallèle à (AC) passant par B, à l'aide du bouton .

- 4°) Construis le point D intersection des deux droites parallèles à l'aide du bouton 
- 5°) Trace les segments [AB] et [AC].
- 6°) Cache les deux droites parallèles, à l'aide du bouton .
- 7°) Déplace les points A ou B ou C pour modifier la forme du parallélogramme à l'aide du bouton .
- 8°) Pour cacher les noms des segments (a, b, e, f). Éditer ⇒ Propriétés (dans Segment, sélectionne a, b, e, f puis décoche Afficher l'étiquette: Nom 

II) À PARTIR DES DIAGONALES.

- 1°) Place trois points A, B et O à l'aide du bouton .
- Pour renommer un point, clique droit sur le point, puis Renommer.
- 2°) Construis les points C et D symétriques des points A et B par rapport au point O à l'aide du bouton .
- 3°) Trace les côtés du parallélogramme ABCD puis les demi-diagonales [OA], [OB], [OC], [OD].
- 4°) Construis le point D intersection des deux droites parallèles.
- 5°) Trace les segments [AB] et [AC].
- 6°) Code le fait que O soit le milieu de [AC], clique droit sur les segments [OA] et [OC], Propriétés ⇒ Codages, puis le sélectionne un codage. Fais de même avec O milieu de [BD]
- 7°) Déplace les points A ou B ou O pour modifier la forme du parallélogramme.

EXERCICES DE REFLEXION : CONJECTURES SUR DES CAS PARTICULIERS.

III) 1°) Dans le logiciel Geogebra, ouvre le fichier « Parallelogrammes_particuliers.ggb »

- 2°) Mesure les longueurs des segments [AD] et [DC], à l'aide du bouton .
- Sélectionne les mesures, clique droit, Propriétés ⇒ Codages ⇒ Nombres de décimales ⇒ 0
- 3°) Mesure l'angle \widehat{AOB} à l'aide du bouton .
- Sélectionne l'angle, puis clique droit, coche Afficher l'étiquette: Valeur .
- puis dans Options ⇒ Nombres de décimales ⇒ 0.
- 4°) Déplace le point A de telle sorte que $AD = DC$ (ABCD est alors un losange).
 Quelle est alors la valeur de l'angle \widehat{AOB} ?
 Quelle semble être la nature du quadrilatère AOB ?
 Compare avec la conjecture émise dans la première partie.

- IV) 1°)** Ouvre à nouveau le fichier « **Parallelogrammes particuliers.ggb** »
- 2°)** Mesure les longueurs des segments [AO] et [OB].
- 3°)** Marque l'angle à \widehat{ADC} puis mesure-le.
- 4°)** Déplace le point A de telle sorte que $\widehat{ADC} = 90^\circ$ (ABCD est alors un rectangle).
 Quelle sont alors les longueurs AO et OB ? AO = OB =
 Quelle semble être la nature du quadrilatère AOB ?
 Compare avec la conjecture émise dans la première partie.
- V) 1°)** Sur la figure précédente, mesure les longueurs des segments [AD] et [DC].
- 2°)** Marque l'angle \widehat{AOB} , puis mesure-le.
- 3°)** Déplace le point A de telle sorte que $\widehat{AOB} = 90^\circ$ et AO = OB
 (AOBE est alors un).
 Quelle sont alors les longueurs AD et DC ? AD = DC =
 Quelle est alors la valeur de l'angle \widehat{AOB} ?
 Quelle semble être la nature du quadrilatère ABCD ?
 Compare avec la conjecture émise dans la première partie.

CONCLUSION DES DEUX PREMIÈRES PARTIES :

À partir des observations et des conjectures émises, complète les propositions suivantes :

Si ABCD est un alors AOB est un

Si ABCD est un alors AOB est un

Si AOBE est un alors ABCD est un

Les observations faites à partir des dessins puis à l'aide du logiciel de géométrie dynamique te semblent-elles suffisantes pour valider les trois propositions précédentes ?

Troisième partie : Démonstration des propositions

Utilise les propriétés que tu connais pour démontrer les propositions.

[Accès au sommaire](#)

2) Binôme2

1. Identification

- ▶ Nom, prénom : B21.
- ▶ Vous êtes : Titulaire Combien d'années d'expérience ? 10
Stagiaire
- ▶ Classe(s) : 6eme 4eme 3eme

2. Expertise en informatique

- ▶ Quelle est votre connaissance de :
- logiciels de bureautique (traitement de texte, messagerie, Internet...) :
très bonne mauvaise
 - logiciels de mathématiques (tableur, calcul formel, ...) :
très bonne mauvaise
 - calculatrices :
très bonne mauvaise
- ▶ A quelle fréquence utilisez-vous :
- les logiciels de bureautique :
 - pour préparer vos cours : souvent jamais
 - pour faire la classe : souvent jamais
 - les logiciels de mathématiques :
 - pour préparer vos cours : souvent jamais
 - pour faire la classe : souvent jamais

3. Expertise en didactique des mathématiques

- ▶ Quelles sont vos connaissances en didactique des mathématiques?
très bonne mauvaise

4. Connaissance de logiciels de géométrie dynamique

- ▶ Quels logiciels de géométrie dynamique connaissez-vous (même peu) ?
Geogebra Geoplan Geospace Cabri
- ▶ En avez-vous déjà utilisé un (ou plusieurs) en classe ? oui non

Si oui, le(s)quel(s) ? Cabri

Avec quelle fréquence l'(es) avez-vous utilisé(s) :

- en vidéoprojection ? souvent jamais
- en salle informatique souvent jamais

Si non, pour quelle raison ? Pas de video projection en salle de classe

1. Identification

▶ Nom, prénom : B32

▶ Vous êtes : Titulaire Combien d'années d'expérience ? 10
Stagiaire

▶ Classe(s) : 5eme 4eme

2. Expertise en informatique

▶ Quelle est votre connaissance de :

- logiciels de bureautique (traitement de texte, messagerie, Internet...) :

très bonne mauvaise

- logiciels de mathématiques (tableur, calcul formel, ...) :

très bonne mauvaise

- calculatrices :

très bonne mauvaise

▶ A quelle fréquence utilisez-vous :

- les logiciels de bureautique :

○ pour préparer vos cours : souvent jamais

○ pour faire la classe : souvent jamais

- les logiciels de mathématiques :

○ pour préparer vos cours : souvent jamais

○ pour faire la classe : souvent jamais

3. Expertise en didactique des mathématiques

▶ Quelles sont vos connaissances en didactique des mathématiques?

très bonne mauvaise

4. Connaissance de logiciels de géométrie dynamique

▶ Quels logiciels de géométrie dynamique connaissez-vous (même peu) ?

Geogebra Geoplan Geospace (Cabri)

▶ En avez-vous déjà utilisé un (ou plusieurs) en classe ? oui non

Si oui, e(s)quel(s) ? Geoplan Geospace

Avec quelle fréquence l'(es) avez-vous utilisé(s) :

en vidéoprojection ? souvent jamais

en salle informatique souvent jamais

Si non, pour quelle raison ?

.....
.....

Annexe 3 : Réponses aux questionnaires

1) Ressource1 :

Métadonnées		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Le thème d'étude	➤ Le thème d'étude est-il clairement indiqué ?	3		1	2
Les objectifs	➤ Mathématiques : Les savoirs mathématiques visés sont-ils clairement indiqués ?	3	1 2		
	➤ Instrumentaux : Les compétences instrumentales visées sont-elles clairement indiquées ?	1 2 3			
	➤ Si oui, s'inscrivent-elles dans le cadre du B2i ?				3
	➤ Transversaux : La ressource mentionne-t-elle d'autres compétences transversales (autonomie, capacité d'expression,...)	1 2 3			
Les pré requis	➤ Les pré requis mathématiques sont-ils explicités ?		1 3	2	
	➤ Les pré requis instrumentaux sont-ils explicités ?	1 2 3			
	➤ Les pré requis explicités sont-ils cohérents avec les programmes et les attentes institutionnelles ?			1	2
	➤ Sont-ils pertinents par rapport à l'activité proposée ?				2
L'environnement	➤ Cette ressource est-elle prévue pour un environnement particulier ?				1 2 3
Les modalités d'utilisation	➤ Les modalités d'utilisation (salle informatique, vidéoprojection...) sont-elles indiquées ?	1 2			3
	➤ La durée de l'activité est-elle précisée ?	1 2 3			

Autres remarques ou commentaires :

B1 : Pas de fiche professeur

B2 : Les pré requis sont pertinents mais la liste n'est pas complète

B3 : Le fait que la figure n'est jamais un parallélogramme est déroutant pour nous ; alors pour les élèves cela ne semble adapté ni aux questions, ni à l'objectif.

La qualité technique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Ouverture du fichier	➤ L'ouverture du fichier de la figure dynamique est-elle aisée ?		2		1 3
Fonctionnement	➤ Si le fonctionnement du fichier nécessite de charger d'autres outils (ex. macro-constructions...), ceux-ci et leur utilisation sont-ils décrits dans la ressource ?				
	➤ Le fichier informatique est-il exempt de bugs ou autres dysfonctionnements ?	3			1 2

Les contenus		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Activité mathématique	➤ Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ?	3		1	2
	➤ Le contenu mathématique est-il correct ?		3	1 2	
	➤ Le contenu mathématique est-il en adéquation avec les instructions officielles ?			3	1 2
Activité instrumentée	➤ La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ?	1 2 3			
	➤ La figure est-elle en cohérence avec l'activité ?	1 2 3			
	➤ La ressource utilise-t-elle des fonctionnalités particulières de l'application ?	1 2 3			
	➤ Si oui, sont-elles décrites avec précision ?				
	➤ La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ?	1 3			
	➤ Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ?			1 2	3
	➤ La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ?			1	3
	➤ La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ?			1 2	3

Autres remarques ou commentaires :

B1 : Dans la première partie, acte2, il ya incohérence entre les consignes et la figure (point O absent de la figure). I et J milieux des diagonales devraient être un point unique.

B2 : a) Dans la première partie acte1, la condition $AB \neq BC$ peut induire une conception erronée selon laquelle un « carré n'est pas un rectangle ».

b) Le point O n'est pas défini sur la figure.

c) La figure dynamique ne reste pas un parallélogramme lorsque l'on déplace les point A, B, C, D.

Les potentialités de la géométrie dynamique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Apports de son utilisation	<i>Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique :</i>			1 2 3	
	➤ est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures.			1 2 3	
	➤ rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure.		2		3
	➤ fournit un champ d'expérimentation pour l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur.	2	3	1	
	➤ soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions.	3		2	1
	➤ permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique.	3	2		1
Le rôle du déplacement	<i>Selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à :</i>				
	➤ Illustrer une propriété géométrique de la figure : déplacer et observer une propriété donnée qui est conservée au cours du déplacement.	1 2			
	➤ Conjecturer des relations géométriques : déplacer et observer si une propriété supposée résiste au déplacement.	2	3	1	
	➤ Valider une construction (construction robuste) : déplacer et observer si les propriétés qui caractérisent une figure résistent au déplacement.	2	3	1	
	➤ Illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses.	3		1	2
	➤ Etudier la trajectoire d'objets géométriques (lieu, trace...).	1 2 3			

Autres remarques ou commentaires :

B2 : L'activité telle qu'elle est conçue n'amène pas l'élève à produire plusieurs cas de la même figure

La mise en œuvre didactique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Modulations dans la séance	➤ La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ?			3	1 2
	➤ Les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants sont-ils précisés ?	1 2	3		
	➤ Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ?	2 3			1
	➤ La ressource précise-t-elle les phases de mise en commun (à quel moment, sur quoi portent-elles ...) ?	1 2 3			
De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés	➤ Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ?	1 3			2
	➤ La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ?	1 3		2	
	➤ La ressource prévoit-elle les erreurs possibles des apprenants ?	1	2 3		
	➤ Si oui, prévoit-elle comment y remédier ?				
	➤ La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ?	1	2 3		
	➤ La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...) ?	1 2 3			
	➤ La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ?	1 2 3			
L'identification des variables didactiques	➤ Les différents paramètres de l'activité dont les modifications ont un impact sur les comportements des apprenants sont-ils explicites et leurs effets discutés ?	1 2 3			
Les rétroactions	➤ La ressource mentionne-t-elle les rétroactions possibles à l'action de l'apprenant ?	1 2 3			
	➤ Si oui, en précise-t-elle la provenance (enseignant, classe, ordinateur..) ?				
La gestion du groupe classe	➤ La ressource précise-t-elle comment est organisée la classe dans les différentes phases de son déroulement (travail individuel, par petits groupes, collectif...) ?	2	1 3		—
	➤ La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...) ?	2	3		
Bilan	➤ La ressource propose -t- elle un bilan de l'activité ?		1 2 3		

Votre avis sur l'utilisation éventuelle de la ressource

B1 : Utiliserez vous cette ressource dans vos classes ?

tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez-vous :

- telle qu'elle est fournie
- en y portant des modifications

Le cas échéant, pouvez vous précisez quelles modifications apporteriez-vous ?

B2 : Utiliserez vous cette ressource dans vos classes ?

tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez-vous :

- telle qu'elle est fournie
- en y portant des modifications

Le cas échéant, pouvez vous précisez quelles modifications apporteriez-vous ?

- Une modification de la figure elle-même afin que le parallélogramme résiste au déplacement.
- Les propriétés obtenues doivent être explicitées.
- L'activité est très guidée et laisse peu d'autonomie aux élèves
- Il aurait été plus intéressant de faire déplacer les points pour obtenir un rectangle et d'observer les conséquences sur les grandeurs.

B3 : Utiliserez vous cette ressource dans vos classes ?

tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez vous :

- telle qu'elle est fournie
- en y portant des modifications

Autres remarques ou commentaires :

B1, B2 :

B3 Supprimer la première question de chaque acte.

Modifier la figure initiale pour obtenir un « vrai parallélogramme ».

2) Ressource2

Métadonnées		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Le thème d'étude	➤ Le thème d'étude est-il clairement indiqué ?				1 2 3
Les objectifs	➤ Mathématiques : Les savoirs mathématiques visés sont-ils clairement indiqués ?				1 2 3
	➤ Instrumentaux : Les compétences instrumentales visées sont-elles clairement indiquées ?	1 2	3		
	➤ Si oui, s'inscrivent-elles dans le cadre du B2i ?			3	
	➤ Transversaux : La ressource mentionne-t-elle d'autres compétences transversales (autonomie, capacité d'expression,...)	1 2 3			
Les pré requis	➤ Les pré requis mathématiques sont-ils explicités ?	1 2 3			
	➤ Les pré requis instrumentaux sont-ils explicités ?	1 2 3			
	➤ Les pré requis explicités sont-ils cohérents avec les programmes et les attentes institutionnelles ?				
	➤ Sont-ils pertinents par rapport à l'activité proposée ?				
L'environnement	➤ Cette ressource est-elle prévue pour un environnement particulier ?	1 3			2
Les modalités d'utilisation	➤ Les modalités d'utilisation (salle informatique, vidéoprojection...) sont-elles indiquées ?	1 2 3			
	➤ La durée de l'activité est-elle précisée ?	1 2 3			

La qualité technique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
<i>Ouverture du fichier</i>	➤ L'ouverture du fichier de la figure dynamique est-elle aisée ?				2 3
<i>Fonctionnement</i>	➤ Si le fonctionnement du fichier nécessite de charger d'autres outils (e1. macro-constructions...), ceu1-ci et leur utilisation sont-ils décrits dans la ressource ?				
	➤ Le fichier informatique est-il exempt de bugs ou autres dysfonctionnements ?				1 2 3

Les contenus		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Activité mathématique	➤ Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ?		1	2	3
	➤ Le contenu mathématique est-il correct ?			1	2 3
	➤ Le contenu mathématique est-il en adéquation avec les instructions officielles ?			1	2 3
Activité instrumentée	➤ La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ?				1 2 3
	➤ La figure est-elle en cohérence avec l'activité ?				1 2 3
	➤ La ressource utilise-t-elle des fonctionnalités particulières de l'application ?	1 2		3	
	➤ Si oui, sont-elles décrites avec précision ?	3			
	➤ La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ?		1 2 3		
	➤ Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ?		1 2	3	
	➤ La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ?		1 2	3	
	➤ La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ?		1 2	3	

Autres remarques ou commentaires :

B1 : Des difficultés à obtenir des diagonales de même longueur en même temps que l'angle droit.

On ne distingue pas la définition du rectangle des propriétés du rectangle.

L'objectif serait plutôt : Découvrir les propriétés du rectangle.

B2 : L'activité ne permet pas d'obtenir la définition des parallélogrammes.

B3 : Deux décimales pour l'affichage des longueurs et des angles sont un peu difficile à manipuler.

Les potentialités de la géométrie dynamique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Apports de son utilisation	Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique :			1 2	3
	➤ est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures.			1 2	3
	➤ rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure.		2	1	3
	➤ fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur.	3	2		
	➤ soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions.		2	3	1
	➤ permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique.		2 3		1
	➤ rend nécessaire le recours aux propriétés géométriques d'une figure plutôt qu'à ses caractéristiques spatio-graphiques.	1	2 3		
Le rôle du déplacement	Selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à :				
	➤ Illustrer une propriété géométrique de la figure : déplacer et observer une propriété donnée qui est conservée au cours du déplacement.	1 2 3			
	➤ Conjecturer des relations géométriques : déplacer et observer si une propriété supposée résiste au déplacement.	1 2 3			
	➤ Valider une construction (construction robuste) : déplacer et observer si les propriétés qui caractérisent une figure résistent au déplacement.	1 2 3			
	➤ Illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses.		3		1 2
	➤ Etudier la trajectoire d'objets géométriques (lieu, trace...).	1 2 3			

La mise en œuvre didactique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
<i>Modulations dans la séance</i>	La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ?			2	1 3
	Les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants sont-ils précisés ?	2 3			1
	Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ?	2 3			1
	La ressource précise-t-elle les phases de mise en commun (à quel moment, sur quoi portent-elles ...) ?	1 2 3			
<i>De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés</i>	Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ?		3		1 2
	La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ?	1 3		2	
	La ressource prévoit-elle les erreurs possibles des apprenants ?	1 3	2		
	Si oui, prévoit-elle comment y remédier ?				
	La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ?	3			1 2
	La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...) ?	1 2 3			
	La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ?	2			1 3
<i>L'identification des variables didactiques</i>	Les différents paramètres de l'activité dont les modifications ont un impact sur les comportements des apprenants sont-ils explicités et leurs effets discutés ?	1 2 3			
<i>Les rétroactions</i>	La ressource mentionne-t-elle les rétroactions possibles à l'action de l'apprenant ?	1 2 3			
	Si oui, en précise-t-elle la provenance (enseignant, classe, ordinateur..) ?				
<i>La gestion du groupe classe</i>	La ressource précise-t-elle comment est organisée la classe dans les différentes phases de son déroulement (travail individuel, par petits groupes, collectif...) ?	1 2 3			—
	La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...) ?	1 2	3		

Bilan	➤ La ressource propose -t- elle un bilan de l'activité ?	12	3		
--------------	--	-----------	----------	--	--

Votre avis sur l'utilisation éventuelle de la ressource

Utiliserez vous cette ressource dans vos classes ?

B1 : tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez vous :

- telle qu'elle est fournie
- en y portant des modifications

Le cas échéant, pouvez vous précisez quelles modifications apporteriez-vous ?

Utilisation d'une grille pour la création et le déplacement des points

Ou l'utilisation d'un cercle et deux diamètres.

Utiliserez vous cette ressource dans vos classes ?

B2 : tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez vous :

- telle qu'elle est fournie
- en y portant des modifications

Utiliserez vous cette ressource dans vos classes ?

B3 : tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez vous :

- telle qu'elle est fournie
- en y portant des modifications

3) Ressource3

Métadonnées		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Le thème d'étude	➤ Le thème d'étude est-il clairement indiqué ?				1 2 3
Les objectifs	➤ Mathématiques : Les savoirs mathématiques visés sont-ils clairement indiqués ?		1		2 3
	➤ Instrumentaux : Les compétences instrumentales visées sont-elles clairement indiquées ?			1 2	3
	➤ Si oui, s'inscrivent-elles dans le cadre du B2i ?		2	1 3	
	➤ Transversaux : La ressource mentionne-t-elle d'autres compétences transversales (autonomie, capacité d'expression,..)	3	2	1	
Les pré requis	➤ Les pré requis mathématiques sont-ils explicités ?				1 2 3
	➤ Les pré requis instrumentaux sont-ils explicités ?				1 2 3
	➤ Les pré requis explicités sont-ils cohérents avec les programmes et les attentes institutionnelles ?				1 2 3
	➤ Sont-ils pertinents par rapport à l'activité proposée ?		1		2 3
L'environnement	➤ Cette ressource est-elle prévue pour un environnement particulier ?	132			
Les modalités d'utilisation	➤ Les modalités d'utilisation (salle informatique, vidéoprojection...) sont-elles indiquées ?				1 2 3
	➤ La durée de l'activité est-elle précisée ?				1 2 3

Autres remarques ou commentaires :

BI : La construction d'un parallélogramme est un pré requis (la deuxième partie de l'activité est inutile)

La qualité technique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Ouverture du fichier	➤ L'ouverture du fichier de la figure dynamique est-elle aisée ?				1 2 3
Fonctionnement	➤ Si le fonctionnement du fichier nécessite de charger d'autres outils (ex. macro-constructions...), ceux-ci et leur utilisation sont-ils décrits dans la ressource ?				
	➤ Le fichier informatique est-il exempt de bugs ou autres dysfonctionnements ?			2	1 3

Les contenus		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Activité mathématique	➤ Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ?		1	2	3
	➤ Le contenu mathématique est-il correct ?			1	2 3
	➤ Le contenu mathématique est-il en adéquation avec les instructions officielles ?			1	2 3
Activité instrumentée	➤ La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ?				1 2 3
	➤ La figure est-elle en cohérence avec l'activité ?				1 2 3
	➤ La ressource utilise-t-elle des fonctionnalités particulières de l'application ?	1 2 3			
	➤ Si oui, sont-elles décrites avec précision ?				
	➤ La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ?	1 2		3	
	➤ Le traitement numérique des grandeurs est-il correct ?	1	2	3	
	➤ La fiabilité du traitement numérique est-elle acceptable ?	1	2 3		
	➤ La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité (sans détournement équivoque) ?	1 3	2		

Autres remarques ou commentaires :

B1 : L'affichage des valeurs numériques en valeurs entières ne permet pas d'émettre une conjecture.

Exemple : $AD = CD=5$ et $AOB=97$

Les potentialités de la géométrie dynamique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Apports de son utilisation	<i>Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique :</i>			2	1 3
	➤ est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures.			2	1 3
	➤ rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure.			2	1 3
	➤ fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration et les stratégies par essai-erreur.	1 3	2		
	➤ soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs constructions.	1	2 3		
	➤ permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique.	1	2	3	
	➤ rend nécessaire le recours aux propriétés géométriques d'une figure plutôt qu'à ses caractéristiques spatio-graphiques.	1	3		2
Le rôle du déplacement	<i>Selon vous, dans cette activité, le déplacement sert-il à :</i>				
	➤ Illustrer une propriété géométrique de la figure : déplacer et observer une propriété donnée qui est conservée au cours du déplacement.	1 2 3			
	➤ Conjecturer des relations géométriques : déplacer et observer si une propriété supposée résiste au déplacement.	1 2 3			
	➤ Valider une construction (construction robuste) : déplacer et observer si les propriétés qui caractérisent une figure résistent au déplacement.	1 2	3		
	➤ Illustrer le lien entre hypothèses et conclusion : le déplacement permet de satisfaire momentanément les hypothèses d'un théorème ou d'un problème (construction molle) pour observer les propriétés obtenues comme conséquences nécessaires de ces hypothèses.	1		3	2
	➤ Etudier la trajectoire d'objets géométriques (lieu, trace...).	1 2 3			

Autres remarques ou commentaires :

B1 : La géométrie dynamique a mis en évidence les insuffisances de cette partie de l'activité.

La mise en œuvre didactique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
<i>Modulations dans la séance</i>	➤ La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ?				1 2 3
	➤ Les rôles / actions de l'enseignant et des apprenants sont-ils précisés ?				1 2 3
	➤ Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ?				1 2 3
	➤ La ressource précise-t-elle les phases de mise en commun (à quel moment, sur quoi portent-elles ...) ?				1 2 3
<i>De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés</i>	➤ Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ?			2	1 3
	➤ La ressource prévoit-elle les stratégies possibles des apprenants ?	1 3	2		
	➤ La ressource prévoit-elle les erreurs possibles des apprenants ?	1 3	2		
	➤ Si oui, prévoit-elle comment y remédier ?				
	➤ La ressource prévoit-elle les réponses et formulations possibles des apprenants ?	1 3	2		
	➤ La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...) ?	1 2		3	
	➤ La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ?	2		3	1
<i>L'identification des variables didactiques</i>	➤ Les différents paramètres de l'activité dont les modifications ont un impact sur les comportements des apprenants sont-ils explicités et leurs effets discutés ?	1 2 3			
<i>Les rétroactions</i>	➤ La ressource mentionne-t-elle les rétroactions possibles à l'action de l'apprenant ?	1 2 3			
	➤ Si oui, en précise-t-elle la provenance (enseignant, classe, ordinateur..) ?				
<i>La gestion du groupe classe</i>	➤ La ressource précise-t-elle comment est organisée la classe dans les différentes phases de son déroulement (travail individuel, par petits groupes, collectif...) ?				1 2 3
	➤ La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...) ?	2 3			1

B1 : Votre avis sur l'utilisation éventuelle de la ressource

Utiliserez vous cette ressource dans vos classes ?

tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez vous :

- telle qu'elle est fournie
- en y portant des modifications

B2 : Votre avis sur l'utilisation éventuelle de la ressource

Utiliserez vous cette ressource dans vos classes ?

tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez vous :

- telle qu'elle est fournie

Autres remarques ou commentaires : Il nous semble difficile pour les élèves de comprendre l'articulation d'une figure à l'autre.

L'activité ne laisse pas le temps de l'autonomie pour l'élève.

L'activité est compliquée pour finalement peu de réelles prises d'initiative.

B3 : Votre avis sur l'utilisation éventuelle de la ressource

Utiliserez-vous cette ressource dans vos classes ?

tout à fait pas du tout

Si oui, l'utiliserez-vous :

- telle qu'elle est fournie
- en y portant des modifications

En augmentant la précision des affichages et en affichant toutes les valeurs numériques demandées.

Annexe 4 : Nouvelle mouture

Métadonnées <i>L'aspect « métadonnées » ne questionne que la présence des métadonnées en question dans la ressource et non l'adéquation de celles-ci avec son contenu</i>		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Le thème d'étude	➤ Le thème d'étude est-il clairement indiqué ?				
Les objectifs	➤ Mathématiques : Les savoirs mathématiques visés sont-ils clairement indiqués ?				
	➤ Instrumentaux : Les compétences instrumentales visées sont-elles clairement indiquées ?				
	➤ Transversaux : La ressource mentionne-t-elle d'autres compétences transversales (autonomie, capacité d'expression,..)?				
	➤ B2i La ressource précise-t-elle explicitement de possibles éléments de validations du B2i ? »				
Les pré requis	➤ Les pré requis mathématiques sont-ils explicités ?				
	➤ Les pré requis instrumentaux sont-ils explicités ?				
	➤ Les pré requis explicités sont-ils cohérents avec les programmes et les attentes institutionnelles ?				
L'environnement	➤ L'environnement est-il clairement indiqué ?				
	➤ Si oui, la ressource précise-t-elle l'utilisation de fonctionnalités particulières de l'environnement ?				

Les modalités d'utilisation	➤ Les modalités d'utilisation (salle informatique, vidéo projection...) sont-elles indiquées ?				
	➤ La durée de l'activité est-elle précisée ?				

La qualité technique <i>La qualité technique ne concerne que le fonctionnement purement technique du fichier informatique joint à la ressource et n'inclut ni la qualité de la figure dynamique, ni la qualité de l'activité instrumentée.</i>		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Ouverture du fichier	➤ L'ouverture du fichier de la figure dynamique est-elle aisée ?				
Fonctionnement	➤ Si le fonctionnement du fichier nécessite de charger d'autres outils, ceux-ci et leur utilisation sont-ils décrits dans la ressource ?				
	➤ Le fichier informatique est-il exempt de bugs ou autres dysfonctionnements ?				

Les contenus		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Activité Mathématique <i>Ici, ce critère devrait être considéré indépendamment, si possible, de la figure dynamique</i>	➤ Y a-t-il adéquation entre l'activité et les objectifs annoncés ?				
	➤ Le contenu mathématique est-il correct ?				
	➤ Le contenu mathématique est-il en adéquation avec les instructions officielles ?				
	➤ Les pré requis mathématiques explicités sont-ils pertinents par rapport à l'activité proposée ?				
Activité instrumentée	➤ La figure dynamique est-elle cohérente avec les tâches prescrites ?				
	➤ La figure est-elle en cohérence avec l'activité ?				
	➤ La gestion des positions et cas limites est-elle mathématiquement acceptable ?				
	➤ La gestion des valeurs numériques est-elle compatible avec l'intention d'apprentissage de l'activité ?				

Les potentialités de la géométrie dynamique		Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait
Apports de son utilisation	<i>Selon vous, dans cette activité, la géométrie dynamique :</i>				
	➤ est un amplificateur visuel du fait qu'elle améliore la qualité graphique et la précision des tracés de figures.				
	➤ rend possible d'obtenir facilement et rapidement plusieurs cas de la même figure.				
	➤ fournit un champ d'expérimentation pour l'activité de l'apprenant car elle favorise l'exploration de la figure par l'élève.				
	➤ soutient l'autonomie et la responsabilité des apprenants, car les feedbacks leur permettent de valider par eux-mêmes leurs actions.				
	➤ permet d'articuler différentes représentations du même problème mathématique.				
	➤ rend nécessaire le recours aux propriétés géométriques d'une figure plutôt qu'à ses caractéristiques spatio-graphiques.				
Le rôle du déplacement	L'utilisation du déplacement et sa finalité sont-elles explicitées dans cette ressource ?				

La mise en œuvre didactique	Non pas du tout	Non plutôt pas	Oui plutôt	Oui tout à fait	
<i>Modulations dans la séance</i>	➤ La ressource propose-t-elle un découpage de la séance ?				
	➤ Les rôles / actions de l'enseignant sont-ils précisés ?				
	➤ Les rôles / actions des apprenants sont-ils précisés				
	➤ Les alternances papier-crayon / machine sont-elles précisées ?				
	➤ La ressource précise-t-elle les phases de mise en commun (à quel moment, sur quoi portent-elles ...) ?				
<i>De la gestion de l'évolution des rapports personnels des élèves vers les apprentissages visés</i>	➤ Les éléments permettant la prise en charge du problème par l'apprenant sont-ils explicites ?				
	➤ La ressource prévoit-elle les stratégies des apprenants ?				
	➤ La ressource prévoit-elle les erreurs possibles des apprenants ?				
	➤ Si oui, prévoit-elle comment y remédier ?				
	La ressource anticipe-t-elle les réponses et formulations (pas forcément écrites) des apprenants ?				
	➤ La ressource précise-t-elle comment s'effectuent les validations (qui valide, quand, comment...) ?				
	➤ La ressource précise-t-elle les savoirs à institutionnaliser ?				

<i>L'identification des variables didactiques</i>	➤ Les différents paramètres de l'activité dont les modifications ont un impact sur les comportements des apprenants sont-ils explicités et leurs effets discutés ?				
<i>Les rétroactions</i>	➤ La ressource mentionne-t-elle les rétroactions possibles à l'action de l'apprenant ?				
	➤ Si oui, en précise-t-elle la provenance (enseignant, classe, ordinateur..)?				
<i>La gestion du groupe classe</i>	➤ La ressource précise-t-elle comment est organisée la classe dans les différentes phases de son déroulement (travail individuel, par petits groupes, collectif...) ?				
	➤ La ressource précise-t-elle comment sont organisées les interactions entre les apprenants et le logiciel (ex. qui manipule, nombre d'élèves par ordinateur...)?				

Bilan	➤ La ressource propose -t- elle un bilan de l'activité ?				
--------------	--	--	--	--	--

MOTS CLÉS : Géométrie dynamique, Genèse documentaire, Évaluation, Qualité, Ressource, Appropriation, Intergeo,

RÉSUMÉ

Le projet Intergeo vise l'interopérabilité des logiciels existants de géométrie dynamique plane et la mise à disposition de ressources de qualité pour l'apprentissage de la géométrie plane au niveau secondaire. Or il ne suffit pas de rendre les ressources disponibles et facilement accessibles, mais pour supporter l'enseignant dans sa genèse documentaire, il est indispensable d'établir des critères de qualité de celles-ci. Cette étude propose une grille de différents critères pour l'évaluation de la qualité de ces ressources.