

CONCEPTUALISATION GEOMETRIQUE EN FORMATION DE P.E

COMMUNICATION :
Brigitte NICOLAS-LORRAIN
IUFM de Lorraine

L'objectif de cette communication est de faire part de l'état d'avancement de la recherche menée en collaboration entre les IUFM de Lorraine et d'Orléans-Tours.

Après avoir présenté la recherche et fixé le cadre théorique dans lequel nous l'avons située, j'examinerai le questionnaire proposé aux étudiants ainsi que leurs réponses et je conclurai en évoquant les principaux résultats obtenus.

INTRODUCTION

Le projet débute en 1997 à l'IUFM de Lorraine, sous la direction de Bernard PARZYSZ. Après étude des conceptions « initiales » (i.e. avant formation des futurs professeurs d'école (1^{ère} année) sur les rapports à la nature des objets de la géométrie enseignée [Spatio-Graphique (S-G) vs Géométrie Théorique (G.T)], nous voulons élaborer, mettre en œuvre et évaluer une ingénierie destinée à favoriser le saut conceptuel du premier à la seconde, estimé nécessaire à un enseignant de l'école élémentaire.

Les étudiants de l'IUFM sont dans leur grande majorité d'origine non scientifique. Lorsque, avec leurs formateurs, ils font ensemble de la géométrie, travaillent-ils sur les mêmes objets ?

A partir de ce tableau de synthèse établi par Bernard PARZYSZ, nous nous intéressons plus précisément à l'articulation entre G1 et G2.

	géométries non axiomatiques		géométries axiomatiques		
type de géométrie	géométrie concrète (G0)	géométrie spatio-graphique (G1)	géométrie proto-axiomatique (G2)	géométrie axiomatique (G3)	
objets	physiques		théoriques		
validations	perceptives		déductives		
van Hiele	niveau 0 visualisation	niveau 1 analyse	niveau 2 déduction formelle	niveau 3 déduction	niveau 4 rigueur

Le questionnaire se compose de 9 items concernant les connaissances de base de la géométrie euclidienne plane enseignées à l'école.

Les étudiants de Lorraine en 1998, rejoints en 1999, par les étudiants d'Orléans-Tours ont répondu à ces questions.

Les résultats portent sur 776 questionnaires dépouillés.

LE CADRE THÉORIQUE

En 1998, à l'IUFM de Lorraine, nous avons travaillé en prenant pour bases les idées correspondant aux différentes citations suivantes.

Pour ce qui concerne :

la géométrie : Colette LABORDE¹

« une première caractéristique de la géométrie réside dans les liens complexes qu'elle entretient avec l'espace physique qui nous entoure. En effet la géométrie s'est constituée en partie comme modélisation de cet espace physique. Les problèmes soulevés par les liens entre d'une part les objets réels, les données issues de la perception et de l'observation et d'autre part les objets théoriques du domaine du savoir concernent donc la géométrie »

le dessin et la figure : Bernard PARZYSZ²

« nous réserverons le terme de FIGURE à l'être géométrique, tandis que nous emploierons le mot DESSIN pour une représentation graphique (plane) de cette figure. »

« la figure géométrique est l'objet géométrique décrit par le texte qui la définit, une idée, une création de l'esprit tandis que le dessin en est une représentation ».

le « pôle du voir » correspond au percept et à l'habitude, tandis que le « pôle du savoir » correspond à l'image mentale, au concept et à la mémoire.

le géométrique et le spatio-graphique : Bernard CAPPONI, Colette LABORDE³

« On considère la géométrie comme un corps de connaissances théoriques, même si elle a pu se développer partiellement sous la pression d'exigences de nature physique. On distingue les objets et relations géométriques qui sont de nature théorique, de leurs extériorisations dans des systèmes de signifiants divers. On s'intéresse en particulier aux réalités spatio-graphiques (dessins produits par la trace du plomb sur le papier, d'un bâton sur le sable, d'électrons sur l'écran de l'ordinateur) qui représentent ces objets théoriques. »

« Les réalités spatio-graphiques sont des moyens considérés dans le système didactique comme auxiliaires, pourvoyeurs d'idées mais les éléments de la solution ne peuvent y faire appel en disant en tirer des informations ».

Dans l'analyse qui suit, les questions ont été regroupées par thème de travail ; elles ne sont donc pas traitées selon l'ordre de passation proposé aux étudiants et figurant sur le document en annexe.

¹ L'enseignement de la géométrie en tant que terrain d'exploration de phénomènes didactiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, (9.3) ; (1988) ; pp. 337-364.

² Représentations planes et enseignement de la géométrie de l'espace au lycée, *Thèse de doctorat, Université PARIS VII* ; (1989) ; p14 ; p 106

³ Modélisation à double sens *Actes de la 8^{ème} École d'Été de didactique des mathématiques, Saint Sauves d'Auvergne, Édition IREM de Clermont-Ferrand, 1996, pp. 265-278*

ETUDE DU QUESTIONNAIRE

I. LIAISON GEOMETRIE THEORIQUE → SPATIO-GRAPHIQUE

Dans un premier temps, j'analyse les exercices qui vont nous permettre d'étudier la liaison G.T → S-G ; en effet, le problème est posé dans le cadre théorique, mais les étudiants sont placés dans le cadre de la S-G puisqu'on leur demande de manipuler des instruments pour répondre aux questions 1, 3, 5 et 8.

Dans les quatre questions que je vais analyser, la consigne impose, dans la première partie, de faire un dessin qui devrait être une trace écrite de la figure et dans la seconde de répondre à une question posée à propos de cette figure.

QUESTION 1 : Tracez, en utilisant la règle graduée, un triangle ABC tel que : $AB = 5 \text{ cm}$; $BC = 13 \text{ cm}$; $AC = 8 \text{ cm}$. Laissez les traits de construction. Que remarquez-vous ?

1) Analyse de l'exercice

Ce type de situation a déjà été traité par ARSAC (89) et BERTE (92). Mais il nous a semblé intéressant de le reprendre pour savoir si les problèmes rencontrés dans les constructions sont liés à la manipulation des instruments ou aux connaissances.

Un travail sur les difficultés rencontrées pourrait-il aider les étudiants à progresser dans le domaine de la réflexion géométrique ?

Le problème est posé en G.T, la réponse est attendue en G.T ; il est possible d'avoir éventuellement une confrontation avec un aller-retour vers le Spatio-Graphique.

Nous pouvons nous attendre à ce que les étudiants produisent l'un de ces trois types de réponse :

1) le tracé d'un triangle : en utilisant la construction usuelle au compas (S-G)

2) le tracé d'un segment : (ayant certainement pour longueur le plus grand des nombres proposés) ses extrémités représentent deux des sommets du triangle et pour placer le troisième sommet :

tracé direct : les étudiants connaissent le résultat et ils le placent directement

(liaison S-G → G.T → S-G)

tracé indirect : ils le construisent en choisissant le point d'intersection du segment avec deux arcs de cercles tangents dont les centres sont les extrémités du segment et les rayons les valeurs numériques données (S-G)

3) les autres tracés :

soit le tracé inachevé : il y a un segment et des arcs de cercle non sécants (S-G)

soit une absence de tracé :

ou ils n'ont aucune idée pour tracer un triangle avec règle et compas (S-G)

ou ils savent que les mesures données ne permettent pas d'obtenir un « vrai » triangle (G.T)

Notons que le dessin associé à ce triangle est un polygone à trois côtés alors que la figure est un segment.

2) Analyse des réponses (tableaux en annexe 1)

Moins de 10% des étudiants semblent savoir a priori, alors que le quart d'entre eux évoque l'inégalité triangulaire ; tous les autres font un dessin du triangle. Ils utilisent le compas pour 85% d'entre eux ; c'est la façon habituelle de construire un triangle. Leur commentaire est en accord avec leur dessin, d'autant que si la hauteur du triangle est très petite, c'est un triangle « aplati » !

Il y a peut-être un effet de contrat, puisque la consigne est donnée sur le mode impératif : « tracez ». Ils restent dans le Spatio-Graphique.

QUESTIONS 5 ; 3 ; 8 : construisez la médiatrice du segment [MN] ; précisez quelles propriétés de la médiatrice vous utilisez

Cet énoncé a fait l'objet de trois questions distinctes, non consécutives dans le texte c'est-à-dire que d'autres exercices ont été intercalés entre ces trois parties.

Le problème de G.T sous-jacent concerne la distinction entre la définition usuelle (milieu et angle droit) de la médiatrice d'un segment et la propriété caractéristique (équidistance des points par rapport aux extrémités du segment).

1) Analyse des différentes parties de cet exercice :

Dans la deuxième partie de cet exercice (question 5), le segment a été tracé de manière habituelle, au milieu de la case prévue : c'est le moment de vérifier ses souvenirs en utilisant la construction traditionnellement connue, décrite précédemment. Notre attente porte sur « *la propriété d'équidistance des points de la médiatrice par rapport aux extrémités du segment* » pour justifier ce procédé, c'est-à-dire une caractérisation discursive de l'objet géométrique associé au dessin.

Dans la première partie de cet exercice (question 3), le segment [MN] est tracé très près du cadre. L'hypothèse faite était que cette position devait induire une construction à l'équerre en référence à la définition : « *la médiatrice d'un segment est la droite perpendiculaire à ce segment en son milieu* ».

Ou du moins empêcher la construction « classique » de la droite passant par deux intersections d'arcs de cercle de part et d'autre du segment. Cette construction est devenue un automatisme mais en dehors de tout contexte ; c'est-à-dire que les étudiants l'utilisent comme un savoir-faire mais sans être en mesure de la justifier (pas de référence à la G.T).

Dans la troisième partie de cet exercice (question 8), nous avons matérialisé sur le dessin, avec le symbolisme usuel, cette propriété d'équidistance des points liée à l'objet géométrique et nous souhaitons voir si les étudiants vont faire le lien avec la construction précédente en traçant directement la droite (EU).

Dans ces deux dernières parties, notre attente porte donc sur une prise de conscience des connaissances géométriques habituellement utilisées à des fins de démonstration et non de construction : le problème permet plusieurs allers et retours entre G.T et S-G.

2) Analyse des réponses (tableaux en annexe 1)

QUESTION 5 :

Le segment ayant été tracé de façon à ne pas susciter de contraintes de dessin, près des trois quarts des étudiants utilisent la traditionnelle construction avec deux arcs de cercle de même rayon de part et d'autre du segment, mais savent-ils pourquoi ?

Près de 40% des étudiants fait référence à la première définition donnée, donc ils ne font pas de lien entre savoir-faire (procédural) et savoirs (déclaratifs) géométriques.

Moins de la moitié des étudiants évoquent la propriété d'équidistance des points de la médiatrice par rapport aux extrémités du segment.

Il faut noter un obstacle : habituellement, les extrémités du segment [MN] sont matérialisées par deux petits tirets verticaux ; ce n'est pas le cas ici et cela a perturbé certains étudiants pour lesquels il n'y avait pas de « vrai » segment : certains ont fait la remarque par écrit et ont tracé de façon voyante ces extrémités absentes, d'autres ont fait l'observation oralement en sollicitant la permission de les matérialiser eux-mêmes ; c'est donc bien dans le domaine du Spatio-Graphique qu'ils se situent.

On constate donc que les étudiants se situent (comme prévu) dans la S-G et que l'articulation G.T → S-G n'est pas réalisée : en effet, il y a des connaissances concernant un savoir-faire, mais elles sont déconnectées d'un savoir.

QUESTION 3 :

Le segment [MN] ayant (volontairement) été tracé près du cadre, la consigne implicite était de ne pas dépasser ce cadre ; notre attente est réalisée : les étudiants ne sont que 5% à ne pas l'avoir respectée et à tracer deux fois deux arcs de cercle de part et d'autre du segment.

L'équerre est employée par environ un tiers des étudiants, avec une règle graduée ; alors qu'un autre tiers trouvent le milieu du segment grâce à l'intersection de deux arcs de cercle.

Explication possible : la mesure en mm de la longueur du segment [MN] n'étant pas facilement divisible par deux, l'utilisation de la règle graduée n'apportait sans doute pas l'exactitude souhaitée ; à moins que, plus simplement, la construction au compas soit perçue comme plus précise.

Plus des deux tiers des étudiants utilisent d'une façon ou d'une autre « le milieu et l'angle droit » (donc ils connaissent la définition classique de la médiatrice) mais plus du quart trace des arcs de cercle. À peine la moitié d'entre eux citent une propriété qui est en accord avec leur construction, et, pour eux, l'articulation G.T → S-G paraît réalisée dans ce cas (c'est peut-être un hasard ?).

Il pourrait être intéressant de chercher quels étudiants utilisent la même construction quel que soit le contexte.

QUESTION 8 :

Moins de la moitié des étudiants tracent directement la médiatrice en joignant les points E et U. Plus du quart des étudiants préfèrent un tracé mixte, c'est-à-dire joignant l'un des points E ou U à un autre point déterminé par l'intersection de deux arcs de cercle. La position de ce second point situé de l'autre côté du segment renvoie encore à l'automatisme de la construction classique.

Près des trois quarts des étudiants ont besoin de matérialiser le segment [MN] qui n'est pas tracé ; la moitié seulement des étudiants considère que la médiatrice d'un segment est une droite. C'est donc dans le S-G qu'ils se situent.

Certains commentaires font référence à l'équidistance des points, d'autres voient plutôt un triangle isocèle ; ceci d'autant plus qu'ils l'ont matérialisé en traçant « la » base avec le segment [MN]. Il y a donc des connaissances (relation médiatrice/axe de symétrie d'un triangle isocèle).

A peine la moitié des étudiants font la liaison entre G.T et S-G.

En conclusion de l'analyse de ces quatre items, nous pouvons noter que les étudiants travaillent réellement sur le dessin. Il s'agit uniquement de S-G ; la G.T n'est pas approchée.

II. LIAISON SPATIO-GRAPHIQUE → GEOMETRIE THEORIQUE

Dans un second temps, j'étudie les items pour lesquels il n'est pas nécessaire de manipuler des instruments ; il s'agit des questions 2, 4, et 7, pour lesquelles nous avons situé le problème de S-G, alors que, pour la réponse, notre attente porte sur la capacité des étudiants à sortir de ce cadre pour entrer dans celui de la G.T, c'est-à-dire à s'intéresser aux propriétés de la figure.

Examinons maintenant les trois exercices dans lesquels le dessin est imprimé sur la feuille, alors que nous voulons voir si, derrière le dessin, les étudiants « voient » la figure (en faisant référence à la G.T).

QUESTION 2 : *L'angle $x\hat{O}y$ est-il droit ? Justifiez votre réponse.*

1) Analyse de l'exercice

Le dessin sur papier blanc n'est pas présenté de façon prototypique (côtés parallèles aux bords de la feuille) ; la droite est oblique (orientée « nord-ouest / sud-est »), et une demi-droite « semble » lui être perpendiculaire. Dans le domaine où nous nous plaçons, « on ne peut pas savoir » est la réponse escomptée, mais nous pouvons nous attendre à ce que les étudiants proposent l'utilisation d'instruments géométriques dans un but de « vérification » :

soit pour mesurer l'angle, avec le rapporteur ou l'équerre (S-G)

soit pour comparer avec un autre angle droit, tracé à l'équerre ou au compas (connaissances en G.T mais prédominance du Spatio-Graphique)

Le problème est posé en S-G mais la réponse est attendue en G.T.

2) Analyse des réponses (tableaux en annexe 2)

⇒ Domaine du perceptif

* perceptif simple : près d'un quart des étudiants paraphrasent en évoquant des droites perpendiculaires ou un angle de 90°

* perceptif instrumenté : (7 étudiants sur 10)

– soit ils utilisent un instrument, l'équerre (superposer) ou le rapporteur (mesurer)

– soit ils exploitent une figure annexe (construction de la médiatrice d'un segment).

⇒ Domaine du réflexif

* allusion au théorème de Pythagore, ce qui pourrait laisser envisager une ébauche de démarche placée dans la G.T (à peine 2%), mais ils ont, pour la plupart, pris des mesures sur le dessin.

* « on ne peut pas savoir » ils sont très peu nombreux (à peine 4 %) à donner la réponse souhaitée.

Il faut noter l'effet de contrat qui a tendance à orienter les réponses vers « oui » ou « non », plutôt que vers « on ne peut pas savoir ».

Nous constatons une très forte prédominance du S-G pour près des trois quarts des étudiants.

QUESTION 4 : Quelle est la nature du triangle ECO ? Comment le savez-vous ?

1) Analyse de l'exercice

Le problème est posé dans le cadre du S-G et nous attendons une réponse en G.T.

Le dessin représente un triangle ABC posé de façon prototypique sur un côté, traditionnellement appelé « la base », et le symbolisme habituel indique qu'il a un angle droit. Il paraît être aussi isocèle. Les marques fournies sur ce dessin livrent une caractérisation de l'objet géométrique associé au dessin :

- * soit les étudiants vont faire une analyse géométrique et répondre que c'est un triangle rectangle (G.T)
- * soit ils vont chercher d'autres informations et répondre que c'est un triangle rectangle et isocèle (S-G).

2) Analyse des réponses (tableaux en annexe 2)

Dans le cadre de la G.T, il s'agit d'un triangle rectangle (sans plus). Or, moins de 1 étudiant sur 5 semble se situer dans ce cadre ; les autres seraient plutôt dans celui de la S-G.

En effet, du point de vue perceptif simple, ce triangle paraît de plus isocèle.

Cette réponse est donnée par les trois quarts des étudiants ; certains ont pris soin de mesurer (perceptif instrumenté) les côtés, dont les longueurs sont volontairement très proches, et de rectangle (G.T), ce triangle est « devenu » rectangle et isocèle pour les deux tiers des réponses (S-G).

QUESTION 7 : le quadrilatère ABCD est-il un carré ?

1) Analyse de l'exercice

D'après les propriétés symbolisées sur le dessin, le quadrilatère a :

- 3 angles droits donc c'est un rectangle
- 2 côtés isométriques donc ce rectangle est un carré
- mais les côtés ne sont pas « tout à fait » des segments de droite.

A partir de ces indications, nous attendons que les étudiants se prononcent sur la figure.

Or ce ne sont pas les arguments que les étudiants utilisent habituellement pour déterminer la nature d'un carré. En effet, pour eux, le carré a 4 angles droits et 4 côtés de même longueur.

Analyse des réponses (tableaux en annexe 2)

La moitié des étudiants répond « oui » et l'autre « non » !

Plus du quart soulignent le manque de précision du dessin (mesure des côtés, angles droits et segments de droite) et donc pour plus de la moitié des étudiants, les propriétés visibles sur le dessin ne sont pas suffisantes pour en faire un carré. C'est donc qu'ils se situent dans le S-G.

En conclusion de l'analyse de ces trois items, nous constatons que les étudiants travaillent sur le dessin ; ils se situent uniquement du côté du S-G ; la G.T n'est pas approchée.

QUESTION 6.1 : Construisez un losange ABCD en utilisant les instruments que vous voulez. Laissez les traits de construction.

QUESTION 6.2: Qu'est-ce qu'un losange ?

1) *Analyse de l'exercice*

Il s'agit d'étudier l'articulation S-G \rightarrow G.T, c'est-à-dire que la tâche de représentation du losange sur le quadrillage doit amener les étudiants à envisager les différentes caractérisations de ce quadrilatère.

Deux types de procédures sont possibles pour construire le losange :
soit utilisation spécifique du support qui est un papier quadrillé par la technique du repérage sur un quadrillage et alors une règle suffit pour tracer le quadrilatère
soit construction comme sur papier blanc, le recours à d'autres instruments de tracé devient indispensable.

D'autre part le dessin peut être commencé par une diagonale ou par un côté.

Notre attente porte sur la mise en relation, ou non, des propriétés géométriques avec la construction effectuée ; c'est pourquoi nous demandons une définition du losange. Nous pensons que, là aussi, la construction risque d'être automatisée et sortie de son contexte géométrique.

2) *Analyse des réponses (tableaux en annexe 2)*

Le support proposé est un quadrillage de 1 cm de maille ; près des trois quarts des étudiants l'utilisent spécifiquement.

Plus de la moitié des étudiants commence par tracer une diagonale, mais à peine le tiers d'entre eux considèrent le losange comme un parallélogramme dont les diagonales sont perpendiculaires : ils ne font pas d'articulation G.T \rightarrow S-G.

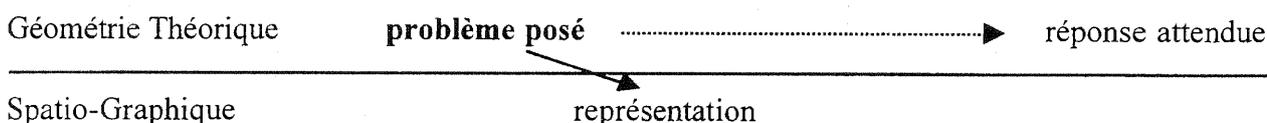
Par contre, ils sont très nombreux à écrire le maximum de propriétés du losange qu'ils connaissent. Donc ils ont des connaissances en G.T, mais elles ne sont pas organisées et surtout la notion de définition comme propriété caractéristique n'est pas acquise.

Là encore, nous constatons que les étudiants travaillent sur le dessin ; l'articulation G.T \rightarrow S-G ne se fait que très partiellement.

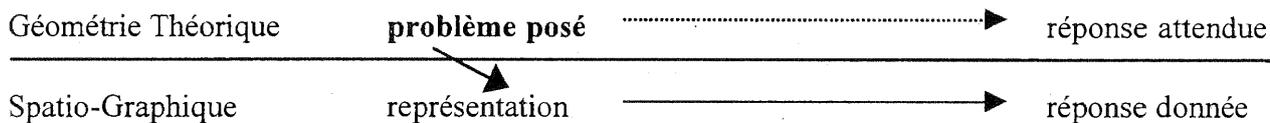
CONCLUSION

Pour les différentes conclusions, je proposerai un schéma inspiré de celui proposé par Colette LABORDE et Bernard CAPPONI (1996) puis adapté par Bernard PARZYSZ (1998) : il permet d'étudier les allers et retours, ce que les auteurs appellent un jeu de relais entre G.T et S-G. Les flèches en pointillés représentent le chemin « attendu », les autres le chemin réalisé par les étudiants.

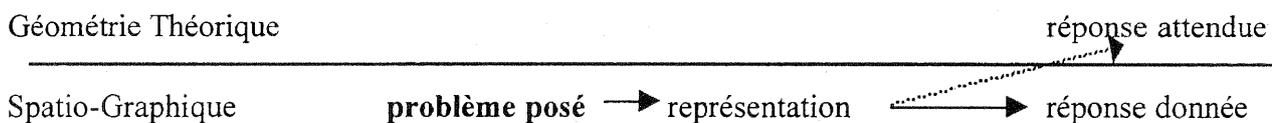
Nous constatons (question 6) que l'articulation G.T → S-G ne se fait que très partiellement, les étudiants sont plus à l'aise pour la représentation de la figure, c'est-à-dire pour tracer le dessin, que pour la justification des propriétés, ce que nous pouvons résumer dans le schéma suivant :



En conclusion de l'analyse des questions 1, 3, 5, 8, nous pouvons noter que, pour la majorité des étudiants, la figure n'a pas d'existence, même virtuelle ; ils travaillent réellement sur le dessin, pour eux ce n'est pas un outil. Il s'agit uniquement de S-G ; la G.T n'est pas approchée, ce que nous pouvons résumer dans le schéma suivant :



En conclusion de l'analyse des questions 2, 4 et 7, on s'aperçoit que le dessin est l'objet sur lequel la plupart des étudiants travaillent réellement, il n'est pas un outil. Pour eux, la géométrie se situe uniquement du côté du S-G ; la G.T n'est pas approchée, ce que nous pouvons résumer dans le schéma suivant :



Quel que soit le domaine (géométrie théorique ou spatio-graphique) dans lequel le problème est posé, les étudiants ne travaillent que dans le S-G.

Les premiers résultats obtenus montrent des savoir faire en G1 , des connaissances en G2 mais une confusion des deux géométries qu'il sera nécessaire de clarifier dans la formation.

Annexe 1

QUESTION 1 : Tracez, en utilisant la règle graduée, un triangle ABC tel que :

AB = 5 cm ; BC = 13 cm ; AC = 8 cm.

Laissez les traits de construction. Que remarquez-vous ?

<i>Procédures de construction</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
<i>tracés au compas</i>		
cercles sécants : triangle	151	19
cercles tangents : triangle aplati	464	60
cercles extérieurs : pas de triangle	47	6
<i>tracés à la règle</i>		
ceux qui savent à priori	64	9
ceux qui tâtonnent	16	2
autres	45	6

<i>Commentaires</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
aucun	91	12
en accord avec le dessin	585	75
en désaccord avec le dessin	34	5
divers	24	3
référence à inégalité triangulaire	199	26

QUESTIONS 3 ; 5 ; 8 : construisez la médiatrice du segment [MN] ; précisez quelles propriétés de la médiatrice vous utilisez.

<i>Procédures de construction</i>	<i>Item 3</i>		<i>Item 5</i>	
	<i>Nombre</i>	<i>%</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
une intersection d'arcs de cercle	15	2	3	0
une intersection d'arcs de cercle + milieu	102	13	11	1
une intersection d'arcs de cercle + angle droit	295	38	53	7
2 intersections d'arcs de cercle de part et d'autre du segment	36	5	573	74
2 intersections d'arcs de cercle du même côté du segment	66	8	2	0
milieu et angle droit	241	31	112	15
autres	22	3	22	3

<i>Procédures de tracé</i>	<i>Item 8</i>	
	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
tracé direct (joindre les points E et U)	357	46
tracé mixte 1 : E ou U + (ou milieu ou perpendiculaire ou 1 intersection d'arcs de cercle)	198	26
tracé mixte 2 : E ou U + 1 intersection d'arcs de cercle du côté des points E et U	132	17
deux intersections d'arcs de cercle	35	4
tracé incorrect	54	7

<i>Commentaires</i>	<i>Item 3</i>	<i>Item 5</i>	<i>Item 8</i>
	%	%	%
pas de commentaire	17	15	15
adéquation du commentaire et de la figure	55	46	57
non adéquation du commentaire et de la figure	28	39	28

Annexe 2

QUESTION 2 : L'angle XÔY est-il droit ? Justifiez votre réponse.

	Nombre	%
utilisation d'instruments pour vérifier (équerre, rapporteur)	432	56
utilisation de construction annexe	116	15
paraphrase (droites perpendiculaires, angle de 90°)	223	29
oui ou non , sans justificatif	47	6
utilisation du théorème de Pythagore	12	2
on ne peut pas savoir	31	4

QUESTION 4 : Quelle est la nature du triangle ECO ? Comment le savez-vous ?

Nature	Nombre	%
rectangle	144	19
rectangle et isocèle	586	75
autres	37	5

Justification	Nombre	%
angle droit marqué sur le dessin	546	70
mesure des côtés	504	65
autres	110	14

QUESTION 7 : le quadrilatère ABCD est-il un carré ?

Dessin	Nombre	%
oui	406	51
non	371	49

Justification	Nombre	%
3 angles droits et 2 côtés isométriques	377	49
pas assez d'angles droits et / ou de côtés isométriques	218	28
manque de précision	211	27

QUESTION 6.1 : Construisez un losange ABCD en utilisant les instruments que vous voulez. Laissez les traits de construction.

QUESTION 6.2 : Qu'est-ce qu'un losange ?

Instruments	Nombre	%
règle	710	95
graduation de la règle	134	17
rapporteur	4	0
compas	289	37
angle droit de l'équerre	115	15

Support	Nombre	%
utilisation spécifique du papier quadrillé	413	53
utilisation d'une procédure papier uni	137	18

<i>Tracé initial</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
à partir d'une diagonale	466	60
à partir d'un côté	282	36

<i>Dessin obtenu</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
polygone autre qu'un losange	82	11
carré	27	3

<i>Définition</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
quadrilatère ayant 4 côtés isométriques	67	9
parallélogramme ayant deux côtés consécutifs isométriques	24	3
parallélogramme dont les diagonales sont perpendiculaires	171	22
juxtaposition de deux triangles isocèles symétriques	2	0
fourre-tout de propriétés	378	49
définition fausse	160	21
il est noté des propriétés qui empêchent d'obtenir un carré	41	5