

MON OMBRE, QUI ES-TU ?

Bernard CALMETTES, Maître de conférences

Marie-Claire RICOU, PEMF

IUFM de Toulouse¹

Les séquences présentées dans cet article, portent sur le thème de l'“ombre”. Elles ont été réalisées dans une classe de CM2 (24 élèves de 10 ans).

Une attention particulière est portée, surtout dans la première séquence relative à un essai de formulation du concept d'“ombre”, aux dessins produits par les élèves dans les différentes phases de l'activité et à leur évolution en fonction des avancées conceptuelles et des problèmes posés. L'analyse de ces productions est faite en relation avec une typologie dont les critères ont été réinvestis (cf. par exemple Calmettes, 2000a en ce qui concerne des dessins réalisés dans des séquences de technologie et Calmettes, 2000b pour une généralisation à des dessins en physique et en technologie). Selon cette typologie, les difficultés repérées dans les dessins des élèves peuvent avoir pour origine :

- la complexité des objets ou des phénomènes soumis à l'étude ;
- la méconnaissance ou le non réinvestissement de savoirs et de savoir-faire relatifs aux techniques graphiques : passage de 3 dimensions dans le "monde observé" à 2 dimensions sur le papier : perspective, procédures de schématisation, etc ;
- des conceptions erronées relativement aux phénomènes ou aux objets étudiés ;
- l'imaginaire avec des traces de valeurs projectives et affectives.

Les phases de débat et d'argumentation autour de la description d'une ombre et de la compréhension du phénomène permettent de rendre compte du rôle fondamental des premiers écrits dans la mise en évidence des difficultés premières des élèves et dans la dynamique du processus de conceptualisation.

Dans la deuxième séquence relative à la variation de la longueur et/ou de l'orientation de l'ombre d'un corps au Soleil entre deux instants dans la journée, c'est une démarche d'investigation plus classique qui est mise en œuvre : mise en évidence et description du phénomène, formulation d'hypothèses, expérimentation aux fins de test des hypothèses, retour sur les observations initiales aux fins d'interprétation.

¹ Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une recherche coopérative avec l'INRP dont le thème général était : “Pratiques d'écriture dans l'enseignement des sciences”

1. Mon ombre, qui es-tu ?

1.1. Conception générale de la séquence

Les activités relatives à l'étude de l' "ombre" sont motivées pour l'enseignant, à plus long terme, par un projet d'astronomie pour lequel les élèves auront à travailler sur les phases de la Lune et sur les éclipses.

L'enseignante détermine des objectifs en termes de contenus et de démarches et les contraintes des séances en termes de gestion des durées, des espaces et des propositions des élèves. Les situations réalisées en classe visent une évolution des premières productions des élèves. Elles prennent appui :

- sur le débat dans la classe autour des justifications des dessins ;
- sur diverses expériences ;
- sur de nouvelles observations réalisées spontanément par les élèves.

1.2. Construire un niveau de formulation pour la notion d' "ombre", en CM2

Dans le dictionnaire Hachette Multimédia 1998², l'ombre est définie comme "l'obscurité provoquée par un corps opaque qui intercepte la lumière" mais aussi comme "l'image, la silhouette sombre projetée par [ce] corps." C'est une autre formulation moins générale mais plus détaillée, plus critériée et donc plus utilisable pour une évaluation qui détermine l'objectif en termes de contenus pour l'enseignant, dans un premier temps.

Les enfants travaillent dans la première phase de la séquence sur leur propre ombre portée au sol lorsqu'ils sont au Soleil ou sur l'ombre portée de leurs camarades placés dans les mêmes conditions. Les conditions pour qu'il y ait une ombre sont données sous une forme simple : il faut une source de lumière et un corps qui fasse "obstacle", qui "arrête" la lumière.

L'objectif en terme de contenu scientifique pour la première séquence est fixé a priori par l'enseignante grâce à l'approche des concepts de B.-M. Barth (1987). L'ombre peut être appréhendée avec les "attributs" suivants :

- 1 - Elle n'a pas les couleurs de la personne, ni des détails, elle est uniformément sombre.
- 2 - Elle a un contour dont la forme rappelle la silhouette de la personne.
- 3 - Elle est orientée par rapport au Soleil et à la personne.
- 4 - Elle touche le corps par les pieds, la personne étant debout sur le sol.

Ce sont ces items caractéristiques qui permettent de classifier les productions dessinées des élèves et de discuter de leur évolution.

1.3. Organisation de la séquence

Le dispositif mis en place tient compte des contraintes liées aux gestions de la classe. Quatre séances sont réalisées. Elles prennent appui sur des consignes, des types de travaux et de traces retenues particulières synthétisés dans le tableau suivant.

² Le Larousse 1998 (version cédérom) définit l'ombre comme une "zone sombre due à l'absence de lumière ou à l'interception de la lumière par un corps opaque."

N°	Consigne ou objectif	Lieu	Type de travail Regroupements	Traces retenues pour la séquence et en vue de l'analyse
1	"Il y a du Soleil, dessine-toi avec ton ombre"	Salle de classe	Individuel	Dessin "de mémoire"
2	"Dessine ton camarade avec son ombre"	Cour de l'école	Groupes de 2 mais production individuelle	Dessin d' "observation"
	"Prends en photo ton camarade avec son ombre"	Cour de l'école	Groupes de 2 mais production individuelle	Prise d'une photographie numérique
3	"Enregistre et imprime la photographie"	Salle informatique de l'IUFM	Groupes de 2 mais production individuelle	Obtention de la photographie sur papier
4	Objectif général : donner les caractéristiques de son ombre	Salle de classe	- Première phase : groupes par types de production - Deuxième phase : débat et institutionnalisation - Individuel	- Oral 1 filmé - Oral 2 filmé - Texte écrit individuel : "ce qui est correct dans mon dessin, ce qui l'est moins, ce qui est important à retenir sur l'ombre." (exemple, annexe 1)

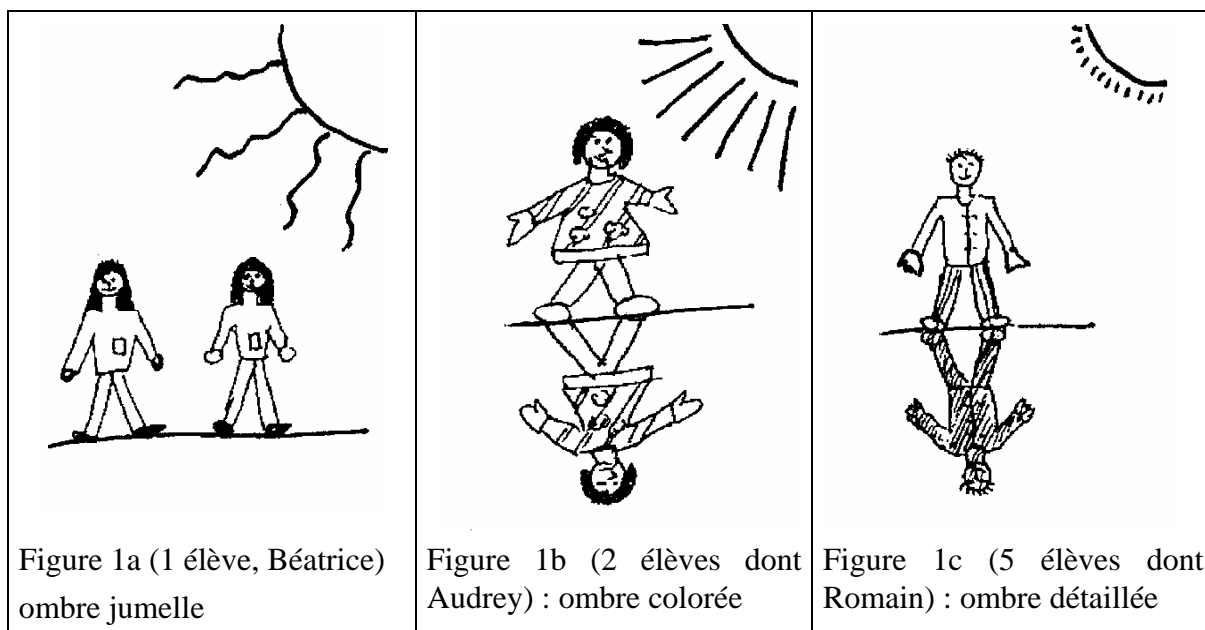
Lors de la séance 4, un rappel des activités précédentes, et en particulier des consignes qui avaient été données lors des séances 1 et 2, est fait par les élèves et par l'enseignante. Les photographies réalisées lors de la deuxième séance sont mises alors à leur disposition. Les dessins réalisés lors de la première séance sont affichés au tableau, regroupés par type de difficulté repérée, et des explications sont demandées aux élèves producteurs : "Explique ton dessin... Où est l'ombre ?... A quoi puis-je reconnaître ton ombre ?..."

1.4. Description et analyse des productions des élèves

En relation avec les quatre items retenus pour caractériser l'ombre, différentes difficultés sont mises en évidence. En relation avec chaque attribut de l'ombre, sont présentés successivement ici :

- a) les premiers dessins (séance 1) ,
- b) les explications données par les élèves auteurs à propos de ces dessins (séance 4 - première phase),
- c) des extraits du débat dans la classe (séance 4, deuxième phase),
- d) des informations sur la comparaison entre les dessins réalisés "de mémoire" (séance 1) et les dessins faits d'après "observation" (séance 2).

* L'ombre n'a pas les couleurs de la personne, ni des détails, elle est uniformément sombre.



Figures 1 : ombre jumelle (1a), ombre miroir (1b), ombre détaillée (1c)

a) Ces dessins présentent une ombre qui reproduit avec différents degrés la personne elle-même :

- L'ombre peut être située à côté de la personne : ombre "jumelle" (cf. figure 1a) ;
- Les habits et les détails du visage sont apparents et colorés : ombre "miroir" (cf. figure 1b) ;
- Les détails vestimentaires sont plus ou moins apparents. Cinq élèves ont effectivement détaillé de manière exhaustive (cf. figure 1c), mais nombreux sont ceux qui ont représenté un ou deux détails : encolure, limite des manches, ceinture, poches (cf. par exemple figures 3a, 3c, 4).

L'ombre n'est pas positionnée correctement par rapport au Soleil et à l'enfant.

b) Dans la phase d'explication orale (séance 4, phase 1), les élèves affirment leurs conceptions ou... expriment leurs doutes :

Béatrice (fig. 1a) : "Je l'avais fait un jour chez moi et j'avais mon ombre à côté, comme ça."

Romain (fig. 1b) : "Je crois que si j'avais à le refaire, je referais quelque chose comme ça."

Audrey (fig. 1c) : "Normalement, on ne voit pas à l'intérieur, on ne voit que les contours [...] Je ne sais pas pourquoi j'ai dessiné à l'intérieur."

c) Dans la classe (séance 4, phase 2), le débat est vif et certains des élèves sont surpris voire déstabilisés par les productions "ombre jumelle" et "ombre miroir". Ils pensent trouver l'origine de la difficulté dans une confusion entre "ombre" et "reflet".

Anne-Lise : "Ce n'est pas possible qu'on voit la couleur parce que c'est l'ombre, et l'ombre, c'est toujours noir."

Boris : "Il y a trop de détails pour une ombre."

Peter : "Ça ressemble plus à quand on se regarde dans une glace."

Robin : "Anne-Lise a dit tout à l'heure que l'ombre, c'est tout le temps noir. C'est faux parce que dans l'eau, on voit les couleurs."

Boris : "Dans l'eau, c'est un reflet."

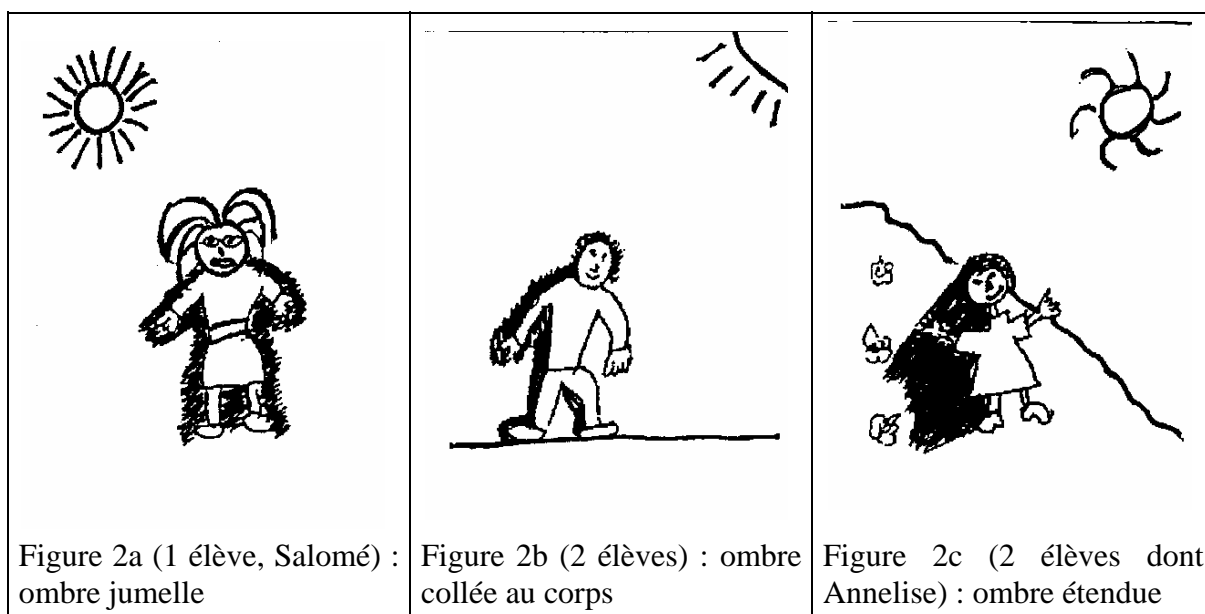
Cécile : "On dit pas l'ombre dans l'eau."

Peter : "On dit que c'est un reflet [...] et c'est en couleurs."

Lucas : "Le reflet, c'est en couleurs [...] et on se voit."

d) Les représentations "jumelle" ou "colorée" n'apparaissent pas dans les dessins d'observation (séance 2) mais il apparaît par contre, pour les enfants ayant produit ce type d'ombre dans la première séance, des ombres "détaillées".

*** L'ombre a un contour dont la forme rappelle la silhouette de la personne.**



Figures 2 : ombre floue (2a), ombre sans forme collée au corps (2b), ombre étendue (2c)

a) Les ombres (cf. figure 2) présentent des contours mal déterminés, flous, ou sous forme de ratures. Deux élèves représentent une ombre "étendue" de la tête au sol. Comme dans le cas précédent, la phase de justification (séance 4, phase 1) permet d'interpréter une des difficultés repérées : les enfants disent avoir imaginé qu'il existait un mur derrière eux. Ce fait ne permet cependant pas d'expliquer les tracés flous de l'ombre tout autour du corps (figure 2a). L'ombre "étendue" fera l'objet d'un débat particulier (cf. § 1.6).

b) Salomé (fig. 2a) : "J'ai fait comme s'il y avait un mur [...] parce que sinon il ne peut pas y avoir d'ombre."

Edeline : "Si, elle est alors sur le sol."

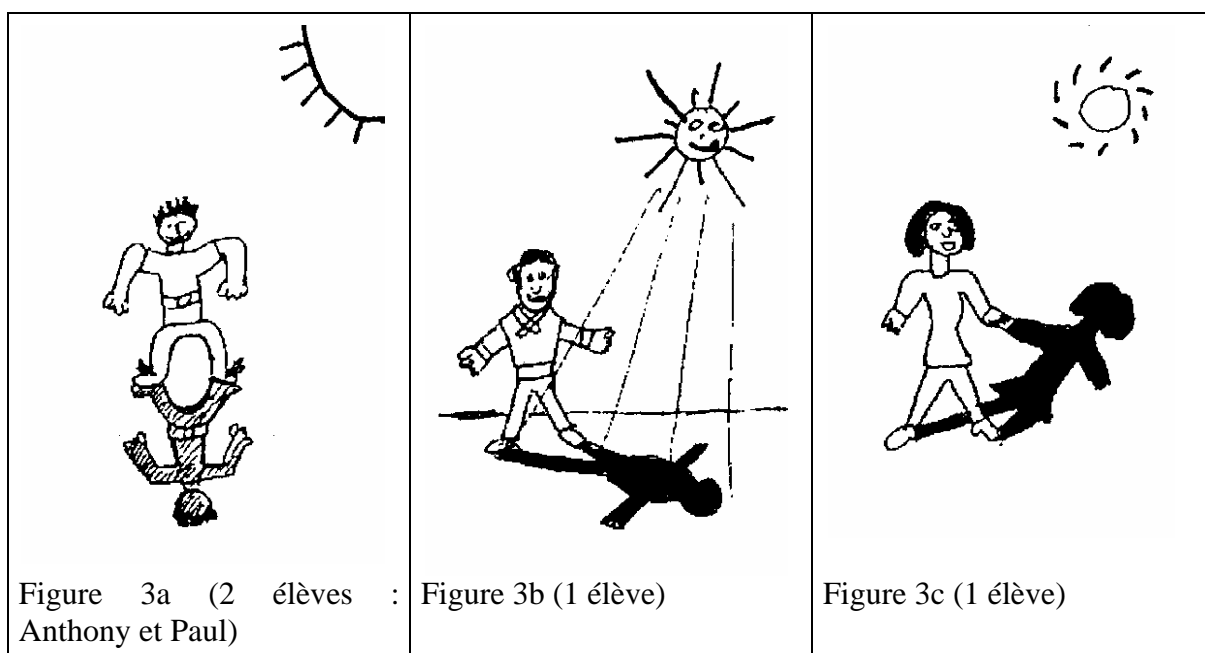
Annelise (fig. 2c) : "Les rayons du Soleil servent à dessiner l'ombre [...] L'ombre part de la tête parce que le Soleil arrive d'en haut, l'ombre part d'en haut."

Sophie : "Dans l'ombre, il y a aussi la tête et les cheveux."

d) Les dessins produits par ces élèves lors de la phase d'observation (séance 2) restent problématiques pour deux d'entre eux, la forme de l'ombre restant floue, ne rappelant que très vaguement la forme du personnage. Cependant, les ombres ne sont plus sur un mur

“imaginaire”, mais bien projetées sur le sol. Pour deux autres élèves, il y a production d’ombres “détaillées”.

*** L’ombre est orientée par rapport au Soleil et à la personne.**



Figures 3 (4 élèves) : ombre mal orientée (a, b, c)

a) Sur ces dessins, les ombres ne sont pas correctement orientées par rapport au Soleil et au personnage. Dans un cas (figure 3b), des rayons du Soleil sont représentés et dessinent directement l’ombre sans passer par le personnage.

b) Les élèves confirment dans la première phase de la quatrième séance leurs dessins.

Anthony (fig. 3a) : "Le Soleil, c’est lui qui fabrique l’ombre ; l’ombre est face à moi."

Anthony mime alors le Soleil à côté de lui (à gauche) et l’ombre devant lui.

Peter (fig. 3b) : "Les rayons du Soleil, ils vont là, ils fabriquent l’ombre, ils y vont dessus."

Et Peter montre et confirme l’emplacement du Soleil et de l’ombre comme il les a représentés.

c) A partir du dessin de Peter (fig. 3b), le débat s’engage alors entre deux élèves - Robin et Boris - sur le rôle du Soleil dans la production de l’ombre :

- Est-ce que le Soleil contribue à la formation de l’ombre ?
- S’il y a trop de Soleil, n’y a-t-il pas trop de lumière et donc l’ombre ne serait-elle pas invisible sous ce “plus” de lumière ?

Robin : "Moi, je pense que le Soleil, il peut pas venir sur l’ombre, sinon il n’y aurait pas d’ombre."

Boris : "Mais s’il n’y a pas de Soleil, il ne peut pas y avoir une ombre !"

Robin : "Oui, mais Boris, s’il y a trop de Soleil, on ne peut plus voir d’ombre ; il en faut un peu de Soleil, mais pas trop !"

... Où Robin exprime, semble-t-il, à la fois la nécessité du Soleil pour créer l’ombre mais où il précise que le Soleil éclaire en même temps le sol où se projette cette ombre...

Boris : "Et non, plus il y a de Soleil, plus il y a de l’ombre !"

Robin : "Non, Boris, ça ce n’est pas sûr."

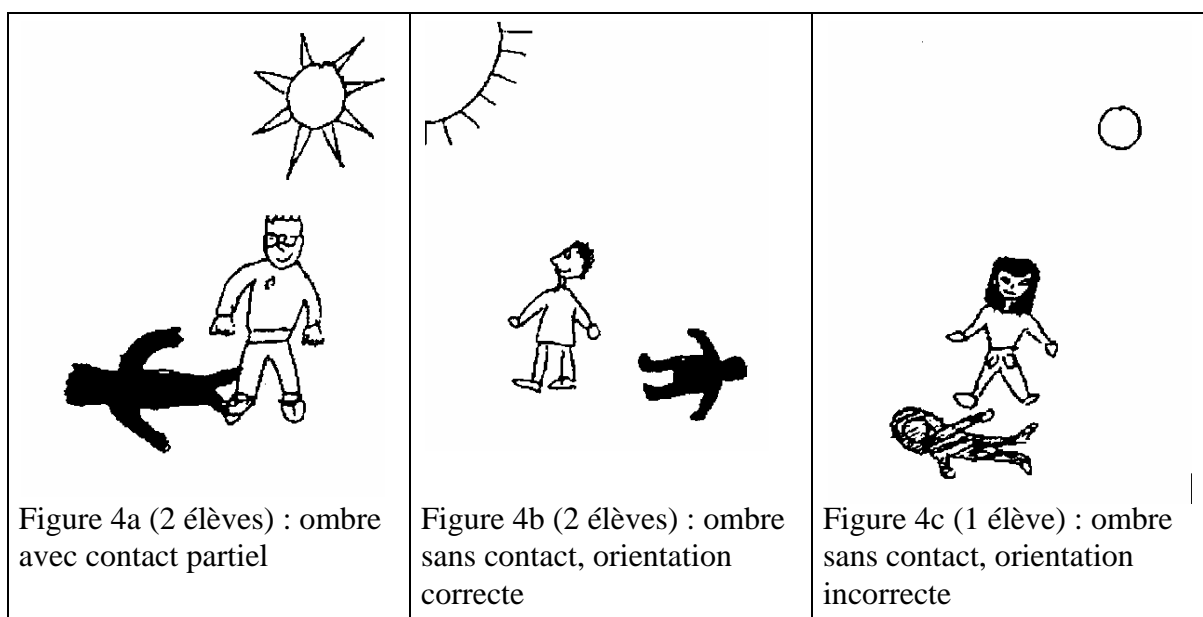
Boris : "Pourtant, l'autre jour dans la cour, à un moment, il n'y avait plus beaucoup de Soleil et il n'y avait plus d'ombre".

Pour la première fois, il y a référence à la séance d'observation avec rappel d'un élément permettant de prouver des dires... mais sans utilisation à la photographie.

Robin : "Ah oui, Boris, tu as raison."

d) Les dessins d'observation (séance 2) sont corrects pour deux des enfants. Pour un d'entre eux, il reste un problème d'orientation et pour le dernier élève, une ombre "détaillée" est représentée.

*** L'ombre touche le corps (la personne étant debout sur le sol).**



Figures 4 : ombre avec contact partiel (4a), sans contact mais avec orientation globalement correcte (4b), déconnectée du corps et de la position du Soleil (4c)

a) Les ombres peuvent ici être complètement déconnectées du corps et mal orientées ou détachées de celui-ci partiellement. Ces dessins s'accompagnent éventuellement de détails.

b) Dans la phase d'explication (séance 4, phase 1), les élèves émettent des doutes sur la justesse de leurs productions et font part de leurs difficultés de représentation.

Florian (fig. 4a) : "Je n'ai fait toucher qu'un pied mais je crois qu'il faut que les deux touchent l'ombre parce que l'ombre, c'est pareil sur les deux pieds."

Robin (fig. 4a) : "Moi aussi [...] Mais c'est dur à dessiner parce que c'est en arrière."

Nolwen (fig. 4c) : "J'ai essayé de garder la forme de la silhouette [...] mais l'ombre ne touche pas [...] mais je ne sais pas exactement comment c'est en vrai."

c) Les autres enfants, dans le débat, sont intrigués par les dessins où l'ombre est décrochée du corps. Dans cette discussion, certains d'entre eux commencent à produire des expériences afin d'argumenter en utilisant les objets qu'ils ont à leur portée, les lumières des néons et leur bureau comme écran... Ce qui n'est pas sans poser des problèmes car les conditions expérimentales ne sont pas les mêmes lorsqu'on travaille en extérieur avec le Soleil (source lumineuse quasi ponctuelle, unique et à l'infini) et en intérieur (sources

étendues, multiples et à distances finies)... En intérieur, les ombres ont donc finalement un contour plus ou moins net !

Boris : "Il aurait fallu que les pieds de l'ombre au dessin de Nolwen accrochent les pieds ; parce que l'ombre touche sauf si on est en hauteur, si on saute."

Sophie : "Quand le Soleil tape sur moi, il faut que l'ombre parte des deux pieds."

Cécile : "Si on lève un pied, on verra l'ombre du pied qui touche par Terre et on verra l'ombre de l'autre pied, du pied levé, mais elle ne touchera pas le pied."

Sur incitation de l'enseignante, l'observation des photographies valide le fait que les pieds touchent l'ombre.

d) Les dessins d'observation de ces élèves (séance 2) sont du type "ombre détaillée" dans deux cas et les ombres sont toujours mal positionnées ou détachées du corps dans deux cas.

Dans la phase d'institutionnalisation et en référence aux différents éléments du débat, l'ombre est finalement appréhendée par les caractéristiques que l'enseignante avait déterminées comme objectif en termes de contenus (cf. § 1.2).

Remarques

Dans les dispositifs didactiques à caractère ouvert et divergent, comme celui utilisé en classe, le débat dépasse souvent ce qui avait été prévu initialement. Dans le cas présent, en dehors des difficultés que l'on peut référencer directement aux attributs caractéristiques de l'ombre définis dans les objectifs initiaux, d'autres problèmes émergent en relation d'une part avec le trajet de l'ombre (l'ombre "étendue", fig. 2c), d'autre part avec le cas du dessin des ombres de plusieurs personnages.

1) L'ombre de plusieurs personnages et la position du Soleil

Gaël produit un dessin (cf. figure 5) dans lequel il est le gardien d'une équipe de football. Il représente son ombre et les ombres d'autres joueurs sur le terrain.

La position de l'ombre varie en fonction de la position des joueurs :

- Gaël a ainsi son ombre derrière lui ;
- un joueur (n° 1) situé en avant par rapport à Gaël a une ombre en-dessous comme s'il était éclairé du dessus par un projecteur ;
- un joueur plus loin de Gaël (n° 2) a son ombre dans une direction opposée à la sienne.

Gaël : "Le Soleil est là ; moi, je suis en train de regarder l'autre joueur et mon ombre tombe derrière moi. J'ai gommé les détails que j'avais faits parce qu'en réfléchissant, je me suis dit que sur l'ombre, il n'y en a pas [...] L'ombre est derrière pour ce personnage (il montre le joueur le plus loin de lui) mais pour celui-là (il montre alors celui du milieu du dessin), je ne pouvais pas bien la faire parce qu'elle est cachée sous ses pieds." [...]

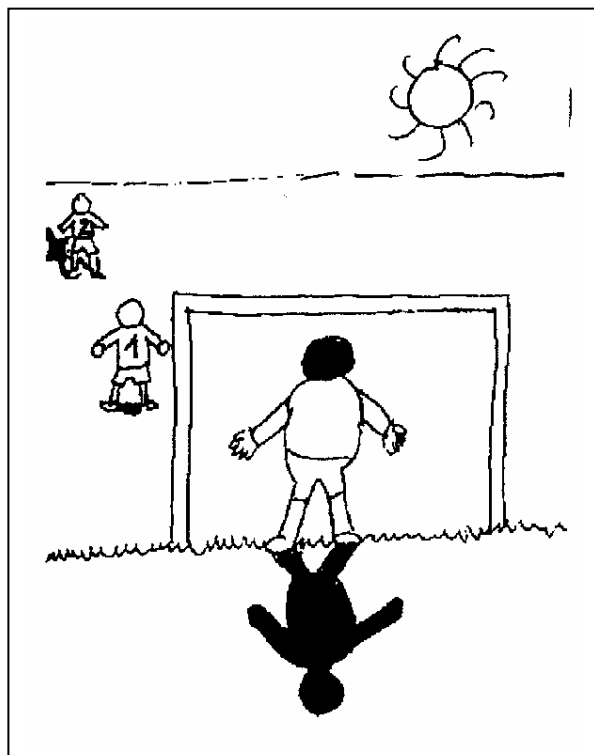


Figure 5 : les ombres de plusieurs personnages

En fait, le Soleil, très loin, est à la même distance de tous les joueurs et présente la même inclinaison pour tous les joueurs sur le terrain ; leurs ombres devraient donc avoir des directions parallèles.

2) L'ombre "étendue" et le "fantôme d'ombre"

L'enseignante propose de revenir sur le cas du dessin d'Anne-Lise (cf. fig. 2c). Elle présente son dessin (photocopie au format A3) au tableau, le décrit à nouveau en insistant sur la zone d'ombre partant du corps et allant jusqu'au sol. En revenant aux propositions des élèves, la question suivante est posée : "Pourquoi ne voit-on pas cette zone sombre ?"

Le débat entre les élèves laisse apparaître l'idée que l'ombre est une zone partant des pieds, ayant certes une forme et une orientation déterminées par le corps, le Soleil et leurs positions relatives mais les liens physiques entre l'ombre et le corps restent flous : "entre l'ombre au sol et le corps debout, il n'y a finalement rien puisqu'on ne voit rien !" et donc "il n'y a pas d'ombre entre le corps et le sol !"

Une expérience est alors proposée par l'enseignante : elle projette sur le tableau blanc l'ombre d'un élève (Charlie) grâce à un rétroprojecteur simulant le Soleil. En passant la main entre la tête de l'élève et le tableau, les élèves voient sur la main apparaître une zone d'ombre : "Que se passe-t-il ? La zone d'ombre dessinée par Annelise existe finalement peut-être [...] Mais pourquoi ne la verrait-on pas ? Pourquoi cette zone d'ombre n'apparaît que s'il y a quelque chose entre Charlie et le tableau ?"

Boris : "C'est un fantôme d'ombre. On ne voit l'ombre que s'il y a un obstacle."

Cécile : "Le Soleil éclaire Charlie derrière..."

Edeline : "Charlie fait de l'ombre. La main est à l'ombre de la tête de Charlie."

Boris : "L'ombre rencontre un obstacle et devient noire. On ne voit l'ombre que si elle rencontre un obstacle."

Cécile : "Le Soleil va sur le côté et vers l'ombre. Je ne sais pas comment dire."

Cécile et Boris sont apparemment sur le bon chemin de l'explication mais la question soulevée reste difficile et pour la majorité des élèves un réel obstacle conceptuel. L'enseignante juge que l'explication est encore trop éloignée de ce que les élèves peuvent en ce temps comprendre et préfère s'arrêter sur la dernière remarque qui est prise en trace... pour plus tard. Un travail sur la lumière réalisée dans les séances suivantes (non décrites ici) permettra "d'éclairer ce coin d'ombre" conceptuel encore obscur !

2. Mon ombre grandit et bouge !

2.1. Conception et organisation de la séquence

Dans cette séquence, il s'agit à la fois :

- de réactiver les notions rencontrées dans la première séquence et donc de valider de manière implicite puis explicite les acquis sur l' "ombre" (cf. §1) ;
- de mettre en évidence par des observations le déplacement et la variation de la taille de son ombre propre au Soleil entre deux instants dans la journée ;
- de formuler des hypothèses quant aux raisons de ce déplacement et de cette variation de taille ;
- de réaliser en classe une expérience permettant de simuler aux fins de compréhension les hypothèses précédemment invoquées ;

- d'interpréter à partir des expériences et à l'aide de documents les premières observations.

N°	Consigne	Lieu	Type de travail Regroupements	Traces retenues pour la séquence et en vue de l'analyse
5	“Dessine ton ombre” à deux moments dans la journée.	Cour	- Groupes de 2 ou de 3 élèves	- Traces écrites au sol filmées
	“Explique ce que tu as fait et observé”	Classe	- Individuel	- Oral filmé - Écrit (texte et dessin)
6	“Fais varier les caractéristiques d'une ombre, dans la classe”	Classe	Groupes de 2	- Dessin et explication des expériences
7	“Que faut-il retenir sur le phénomène de l'ombre ?”	Classe	Individuel	- Textes des évaluations
	“Pourquoi l'ombre change de taille et d'orientation dans la journée ?”			

2.2. Description et analyse de la séance 5 : “L'ombre à deux moments de la journée”

Les élèves se déplacent dans la cour de l'école à deux moments (distants d'environ 1 heure) dans la matinée. Il leur est simplement demandé dans le premier temps de dessiner, par groupe, le contour de l'ombre de l'un d'entre eux (8 traces). Dans le deuxième temps, les élèves se trouvent placés dans leur position initiale et repèrent immédiatement une modification du contour de leur ombre par rapport au tracé initial. Certains d'entre eux, spontanément, dessinent le nouveau contour ; ce qui est finalement proposé à tous les groupes.

Un descriptif oral de leurs observations et de leurs premières interprétations, une rapide prise en notes écrites de celles-ci leur sont demandés. Revenus dans la classe, les élèves dessinent ce qu'ils ont observé et consignent de manière plus complète, par écrit, leurs propositions.

* Observations et premières hypothèses

La formulation et la distinction entre les deux grandeurs physiques qui varient (taille - avec une influence aussi sur la forme - et orientation) ne sont pas immédiates. Les élèves parlent souvent en omettant une des deux variables (ce qui ne signifie pas qu'ils n'aient pas conscience de la double variation) :

Gaël : “D'abord, l'ombre est plus longue et après, l'ombre est plus courte.”

Romain : “L'ombre est décalée”

Les raisons des variations de ces grandeurs physiques, considérées plus tard par l'enseignante comme des hypothèses, invoquent les positions relatives du Soleil et de l'élève mais les avis sont partagés.

Plusieurs d'entre eux imaginent que c'est parce que le Soleil est plus sur le côté de l'élève que leur ombre est plus courte :

Gaël : "Ce matin, le Soleil tapait derrière Robin alors que maintenant, il tape sur le côté et ça rétrécit."

Paul : "Quand le Soleil est derrière, ça fait long ; et quand c'est sur le côté, c'est plus petit. Quand ce sera encore plus sur le côté, ce sera encore plus petit."

Cécile : "Le Soleil n'est pas pile derrière et c'est pour ça que l'ombre est plus courte."

L'enseignante propose alors : "Place ta camarade de façon à ce que le Soleil soit derrière elle." [...]

Cécile : "Je me suis trompé."

Une autre proposition est alors énoncée : c'est la distance du Soleil à la Terre qui doit être prise en compte.

Edeline : "Ça dépend de la place du Soleil et de la personne [...] Le Soleil, il est plus proche ou plus loin."

Boris : "On va vers la nuit, et le Soleil est plus loin et l'ombre est plus courte."

* Les traces écrites

Le dessin réalisé en classe permet d'évaluer l'évolution de la conceptualisation de l'"ombre" chez les enfants. On n'observe plus de dessins d'ombres colorées ou avec des détails vestimentaires. Par contre subsistent une ombre "détachée" et quatre dessins d'ombres avec des détails du visage. Ces productions erronées sont réalisées par quelques-uns des enfants ayant eu déjà des difficultés lors des dessins d'observation de la première séquence (séance 2).

Le texte qui suit le dessin peut être simplement descriptif :

- "L'ombre est plus grande que nous."
- "L'ombre s'est déplacée et elle est devenue plus petite."

Mais le plus souvent des interprétations sont fournies sur les raisons des modifications de l'ombre faisant apparaître des conceptions sur les déplacements relatifs du Soleil et de la Terre :

Déplacement du Soleil avec modification de la distance Terre (moi) - Soleil

- "La Terre tourne autour du Soleil et quand le Soleil se décale et s'éloigne, l'ombre rapetisse et quand le Soleil s'approche, l'ombre s'agrandit" ;
- "Le Soleil s'est éloigné, l'ombre est donc plus petite" ;
- "L'ombre est devenue plus courte parce que le Soleil en bougeant s'est rapproché de nous" ;
- "L'ombre est plus petite car le Soleil se rapproche de nous."

Déplacement de la Terre

- "La Terre a tourné, donc le Soleil n'a plus été à la même place et nos ombres se sont déplacées" ;
- "La Terre tourne autour du Soleil ; quand on se met à la même place, l'ombre se décale et se rétrécit" ;
- "La Terre tourne autour du Soleil, le Soleil change de place."

Soleil plus haut ou plus bas

- "Le Soleil bouge et l'ombre aussi. Plus il est en haut, plus l'ombre est petite. Plus il est bas et plus l'ombre est grande."
- "Le Soleil est haut, mon ombre est plus petite ; le Soleil est bas, mon ombre est plus grande."

Soleil plus ou moins "puissant"

- "Le Soleil est plus puissant quand il se lève et l'ombre est plus longue" ;
- "Le Soleil est sûrement moins fort après".

2.2. Description et analyse de la séance 6 : "Comment faire varier la taille et l'orientation d'une ombre ?"

Les élèves, placés par groupes de 2, disposent d'un bâtonnet, d'une rondelle de liège, d'une lampe de poche (cf. Coda, M. et al., 1996). La consigne est :

- de réaliser des expériences devant répondre à certaines directives données en fonction des difficultés précédemment repérées : emplacement, taille, déplacement de l'ombre ;
- de dessiner ce qui est observé ;
- d'écrire un texte précisant les positions relatives des composants utilisés.

Deux items ne posent pas de problème :

- Consigne : par rapport à vous, l'ombre du bâtonnet doit être devant (puis derrière).

Un exemple des textes produits :

"Il faut mettre la lampe derrière le bâtonnet pour que l'ombre soit devant lui."

- Consigne : par rapport à vous, l'ombre du bâtonnet doit être à droite (puis à gauche).

Un exemple des textes produits :

"Il faut mettre la lampe à gauche du bâtonnet pour que l'ombre soit à droite."

Par contre, une des consignes proposées met en évidence une difficulté prégnante chez les élèves : "L'ombre du bâtonnet doit être la plus courte possible (puis la plus longue possible)".

Certains élèves associent correctement la taille de l'ombre à une position particulière de la lampe par rapport au bâtonnet (8 groupes) :

Exemples de textes produits :

"Il faut mettre la lampe pile au-dessus du bâtonnet et que le bâtonnet soit bien droit pour que l'ombre soit la plus courte."

"Pour faire l'ombre la plus longue possible, il faut mettre la lampe en bas, le plus près possible de la table."

"Pour avoir l'ombre la plus longue, on a mis la lampe à ras de la table."

D'autres relient la taille de l'ombre à la distance entre le bâtonnet et la lampe (4 groupes) :

Exemples de textes produits :

"Pour que l'ombre soit longue, il faut éloigner la lampe ; pour qu'elle soit courte, il faut coller la lampe au bâtonnet."

"Nous avons écarté le plus loin possible la lampe pour que l'ombre soit longue."

"Pour que l'ombre soit la plus allongée, il faut que la lampe soit proche du bâtonnet."

Sur les dessins, certains élèves tracent des rayons, d'autres ajoutent une légende.

La validation ou l'invalidation des propositions des élèves est réalisée en classe entière par la réalisation des expériences, en différenciant les variables "orientations relatives de la

lampe et du bâtonnet” et “distances relatives entre la lampe et le bâtonnet.” Finalement, sans faire varier la distance entre la lampe et le bâtonnet, on peut :

- faire varier l’orientation de l’ombre par rapport au sol en tournant avec la lampe autour du bâtonnet “à plat” (dans un plan parallèle à la table) ;
- faire varier la longueur de l’ombre en montant ou en descendant la lampe (dans un plan perpendiculaire à la table).

2.2. Séance 7, évaluation

Le document d’évaluation écrit comporte diverses questions (cf. annexe 2).

- Quelles sont les propriétés caractéristiques de ton ombre ?

Les caractéristiques exprimées le plus souvent sont que l’ombre “propre” n’a pas de couleur, elle est sombre, parfois grisée ou noire, elle n’est pas détaillée, elle a la forme du corps et sa taille peut varier. Il est fait également référence à son orientation par rapport au Soleil et au corps, moins souvent au fait que l’ombre touche les pieds.

- Comment faire varier la longueur d’une ombre ?

Un extrait d’un ouvrage scientifique pour les enfants portant les indications de la distance entre la Terre et le Soleil et des diamètres de la Terre et du Soleil en km est présenté. Il est demandé “Pourquoi les ombres observées dans la cour à une heure d’intervalle ont-elles des orientations et des longueurs différentes ?”

NB : Les élèves ont étudié auparavant les grands nombres en mathématiques.

La relation avec les observations faites en extérieur est effective. Dans le temps, l’ombre d’un personnage se déplace sur le sol et sa taille change car la position du Soleil dans le ciel varie. Le Soleil monte, l’ombre se raccourcit, le Soleil “tourne” et l’ombre tourne aussi.

On retrouve cependant encore dans les textes de sept élèves l’idée erronée mais donc assez fortement ancrée que si la longueur de l’ombre varie au Soleil, c’est parce que celui-ci s’éloigne ou se rapproche de la Terre. Il paraît donc encore difficile, pour un grand nombre d’élèves, d’utiliser dans une perspective de compréhension d’un phénomène physique les grandeurs mathématiques proposées. Ils peuvent constater (ils le font effectivement) que les dimensions de la Terre sont “minuscules” devant la distance Terre-Soleil et continuer à affirmer que les variations de la longueur de l’ombre dépendent d’une variation de la distance entre la Terre et le Soleil quand la Terre tourne.

3. Conclusions

En utilisant la typologie de repérage des difficultés des élèves suivant : imaginaire, technique, conceptuel (cf. introduction), on peut mettre en évidence dans les productions analysées dans la première séquence :

- l’intrusion d’aspects liés à l’imaginaire : c’est sûrement le cas des ombres “jumelles”, des ombres “colorées” et même des ombres “détaillées” (fig. 1) pour lesquelles il y a identification à différents niveaux de l’ombre du “moi” au “moi”.

NB : Cette ressemblance entre l’ombre et le corps qui fait ombre peut se retrouver cependant même si on ne demande pas aux enfants de dessiner leur ombre propre. Une séance réalisée dans une classe de CM1 (9 ans) a mis en évidence que des élèves produisaient des dessins d’ombres colorées et détaillées pour des objets (des quilles colorées en l’occurrence).

- des problèmes liés à des techniques graphiques mal maîtrisées. C'est le cas dans certains dessins pour lesquels l'ombre ne touche pas les deux pieds (fig. 4a). Le passage de trois dimensions dans la réalité à deux dimensions sur la feuille semble aussi poser quelques problèmes. De fait, le Soleil est tantôt devant ou tantôt derrière le personnage tout en étant dans le même plan sur la feuille !

- des conceptions erronées que l'on peut relever sur les ombres aux contours mal délimités (fig. 2), aux ombres "mal orientées" (fig. 3), aux ombres "sans contact avec le corps" (fig. 4b, 4c), à l'ombre "étendue" (fig. 2c) et aux ombres à plusieurs orientations (fig. 5). Ces conceptions erronées opèrent au niveau des processus de la perception, de l'image mentale et de la remémoration (cf. Bideau, J., dir., 1998) et peuvent arriver à faire construire et exprimer des productions descriptives erronées, par le dessin mais aussi, on le sait, par le texte et oralement.

Il convient de distinguer à ce propos différents niveaux de difficulté dans la conceptualisation du phénomène chez les enfants. Dans le cas du dessin de Gaël (fig. 5), si les positions des ombres s'avèrent finalement exactes, c'est la conception de la position du Soleil et surtout de l'influence de son éloignement sur les orientations des ombres qui est en cause dans les difficultés repérées. L'ombre "étendue" (fig. 2c) relève également d'un autre niveau de conception. L'élève se heurte ici dans son dessin, qui est un dessin dans lequel elle projette un essai d'explication du phénomène³, à un problème lié à la diffusion de la lumière par les éléments extérieurs à la zone d'ombre et peut-être aussi au trajet des rayons lumineux. Elle fait apparaître, pour **expliquer** le phénomène de l'ombre une zone d'ombre, qui n'est pas visible dans les conditions d'observation habituelles.

Finalement, on peut aborder ainsi le concept d' "ombre" par ses relations à d'autres concepts (trame conceptuelle) : la "lumière", le phénomène de "diffusion", ou à des connaissances factuelles : la "position du Soleil".

La réalisation des séances a permis également de vérifier ou de mettre en évidence :

- La non-utilisation, dans l'argumentation des élèves, des photographies réalisées dans la cour mais par contre le recours à l'expérience ou au moins à une certaine gestuelle à visée explicative, en direct et de manière spontanée dans la classe par les élèves, malgré des conditions expérimentales différentes des conditions de l'expérience initiale (ombre en extérieur au Soleil), avec la production d'ombres par des objets, leurs bras ou leurs mains, avec le mime pour expliciter des situations. Les élèves semblent ici préférer l'expérience vécue en direct à l'utilisation de traces d'une expérience précédemment vécue. L'enseignante a également recours à une expérience spontanée (cf. l'expérience avec le rétroprojecteur non prévue initialement). Elle utilise à une occasion les photographies.

- Les limites des investigations dans ces séances quant à une conceptualisation de l'ombre. Le débat sans véritable conclusion sur l'origine de l'ombre et sur la façon dont se forme l'ombre est en ce sens explicite. Les objectifs en termes de contenus étaient d'ailleurs limités à une liste de caractéristiques de l'ombre. Il ne s'agissait pas véritablement d'une construction du concept d' "ombre" mais plutôt d'un premier niveau de formulation à validité locale, adapté aux élèves, plutôt à visée descriptive. Ce travail est poursuivi dans les séquences suivantes.

³ Elle dit : "Les rayons du Soleil servent à dessiner l'ombre [...] L'ombre part de la tête parce que le Soleil arrive d'en haut, l'ombre part d'en haut."

- Les écarts entre les dessins faits d'après mémorisation et ceux réalisés d'après observation. On ne retrouve pas dans ces derniers les ombres "jumelles" ou "colorées". Il reste cependant dans ces dessins, certes en moins grand nombre, des problèmes d'ombres "détaillées", d'ombres "mal orientées" validant le fait que l'observation de phénomènes identiques ne conduit pas pour les élèves à des productions identiques et que donc l'observation n'est pas première dans le processus de compréhension de phénomènes scientifiques. Il n'y a pas d'observation neutre et passive et toute description est nécessairement liée à une explication implicite ou explicite, réalisée à un certain niveau.

- Dans l'écrit de synthèse (séance 4, annexe 1), certains élèves ne font qu'un compte rendu de leurs propres difficultés sans réellement investir une définition de l'ombre comme il le leur a été demandé. L'écrit de synthèse et le dessin d'observation (séance 2) réalisés par les élèves sont d'autant plus proches de la production institutionnalisée que le dessin initial (séance 1) est proche d'une représentation présentant toutes les caractéristiques de l'ombre finalement attendues.

La deuxième séquence avait pour objectif de formaliser le phénomène de l'ombre au Soleil grâce à des expériences de structuration réalisées en classe. Les résultats de ces séances sont positifs quant aux conditions d'obtention de l'ombre, des variations de longueurs ou d'orientation des ombres. Le réinvestissement des résultats des expériences dans l'explication des modifications des caractéristiques de son ombre en deux moments de la journée en extérieur n'est pas réalisé par tous les enfants.

Ces deux séquences sur l' "ombre" ont mis en évidence l'importance des phases de productions écrites individuelles initiales comme collectrices des difficultés, des phases orales de justification individuelle, de débat collectif et d'expérimentation dans la reconnaissance explicite des confusions des élèves et pour la construction du savoir. Il s'agit ici d'utiliser les conceptions initiales comme hypothèses et de les soumettre à investigation. Le dessin plutôt que le texte écrit paraît, sur le thème abordé et au moins dans un premier temps, préférable à un texte écrit a priori plus difficile à construire par les élèves.

Il convient cependant de relever que tous les problèmes n'ont pas été résolus dans la classe et par tous les élèves. Le concept de "lumière" est particulièrement complémentaire et riche à développer à la suite de ces activités sur l' "ombre". Mais ceci relève d'un autre défi !

Éléments bibliographiques

BARTH, B.-M. (1987). L'apprentissage de l'abstraction. Paris : Éditions Retz.

BIDEAUD, J. et COURBOIS, Y., dir. (1998). Image mentale et développement. De la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives. Paris : PUF.

CALMETTES, B. (2000a à paraître). Éléments d'analyse de dessins d'enfants en technologie. Lire-Écrire. Grenoble : CRDP.

CALMETTES, B. (2000b à paraître). Les dessins d'observation dans les premières phases d'étude d'objets ou de phénomènes. Aster, 31. Paris : INRP.

CODA, M. et al. (1996). Ombre et lumière au cycle 2. Vers une démarche de modélisation. Grand N, 57. Grenoble : IREM, Université Joseph Fourier, pp. 59-88.

ANNEXE 1 : Exemples de réponses pour l'évaluation de la première séance

J'observe le premier dessin que j'ai fait de moi et de mon ombre

* Ce qui est correct dans mon dessin

J'ai bien fait l'ombre à mes pieds ; je n'ai pas fait de détails. J'ai fait le Soleil en face de moi.

* Ce qui n'est pas correct dans mon dessin

J'ai dessiné un autre bonhomme dont j'ai fait l'ombre derrière lui et que le Soleil était aussi derrière lui. Je me suis trompé.

J'écris ce que j'ai retenu d'important à propos des ombres

Il ne faut pas de détail. L'ombre doit partir des pieds. Quand l'ombre est devant moi, le Soleil doit être derrière moi. Quand l'ombre est derrière moi, le Soleil est devant nous. C'est comme ça qu'on dispose.

Gaël (cf. figure 5)

J'observe le premier dessin que j'ai fait de moi et de mon ombre

* Ce qui est correct dans mon dessin

Mon ombre est accrochée à mes pieds. Je n'ai pas fait des détails.

* Ce qui n'est pas correct dans mon dessin

J'aurais du me mettre dos au Soleil

J'écris ce que j'ai retenu d'important à propos des ombres

J'ai retenu que l'ombre devait presque toujours être commencée aux pieds. J'ai aussi retenu que l'ombre devait être grise et aussi derrière nous. L'ombre doit aussi faire la même silhouette que nous.

Anthony (cf. figure 3a)

ANNEXE 2 : Document d'évaluation de la deuxième séance

Les séquences d'observation et les expériences que j'ai faites sur les ombres m'ont permis de découvrir et de retenir :

* Pour qu'il y ait une ombre, il faut ...

* Les caractéristiques de l'ombre sont (forme ?, couleur ?, orientation ?) ...

* L'ombre se raccourcit si ...

s'allonge si ...

On donne les diamètres du Soleil : 1 400 000 km, et de la Terre : 12 800 km. La distance entre la Terre et le Soleil est de 150 000 000 km. Pourquoi les ombres observées dans la cour à une heure d'intervalle ont-elles des orientations et des longueurs différentes ?