

1. Les figures « téléphonées »

1.1. Scénario général

Nous allons tout d'abord nous livrer à une analyse de la séance de classe à laquelle devaient préparer tous les dispositifs préventifs que nous étudierons dans cet article. Voici une description succincte du scénario suivi (voir Celi & Perrin-Glorian, 2014 ; Millon-Fauré et *al.*, 2019) :

- Étape 1 : chaque binôme reçoit une des figures du type suivant, c'est-à-dire constituée des mêmes éléments de base : quadrilatère, cercle, diagonale... (voir annexe pour d'autres exemples) :

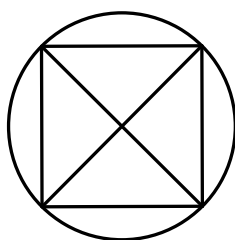


Figure 1 : Exemple de figure utilisée dans la situation de classe.

Il doit écrire un message permettant à une personne de construire la même figure sans l'avoir sous les yeux.

- Étape 2 : les binômes échangent leurs productions et doivent construire la figure correspondant au message qu'ils viennent de recevoir.
- Étape 3 : les deux binômes ayant échangé leurs messages se retrouvent pour comparer les figures obtenues aux figures de départ. Ensemble, ils essaient de comprendre les causes des écarts éventuels.
- Étape 4 : suite à une mise en commun des difficultés rencontrées, une institutionnalisation concernant l'écriture de programmes de construction, et éventuellement les propriétés géométriques de certaines figures, est proposée.

Cette situation, qui a été mise en œuvre dans des classes de CM1 et CM2, correspond bien aux objectifs d'enseignement du cycle 3, comme nous allons le voir par la suite en recherchant les références aux descriptions de figures et aux programmes de construction dans les instructions officielles⁹.

1.2. Analyse *a priori* descendante de la situation

Nous allons présenter une analyse *a priori* « descendante » (description des enjeux de savoir visés en lien avec les instructions officielles) et « ascendante », (étude des techniques que les élèves peuvent mettre en œuvre) (Assude & Mercier, 2007) de la situation (pour plus de détails, voir Millon-Fauré et *al.*, 2019).

Même si la consigne donnée par l'enseignant n'évoque pas explicitement les programmes de construction, la nécessité de permettre au lecteur de construire la figure à partir de ce texte oriente vers ce type de tâche et c'est donc sur lui que nous allons nous focaliser. Plusieurs instructions des programmes de l'enseignement français font référence aux programmes de construction. Il est ainsi précisé dans les programmes du cycle 2 que :

⁹ Elle obéit également aux instructions officielles des programmes québécois pour l'école primaire, mais nous ne nous attarderons pas ici sur ce point (voir Millon-Fauré et *al.*, 2018a).

Les notions de géométrie plane et les connaissances sur les figures usuelles s'acquièrent à partir de manipulations et de résolutions de problèmes (reproduction de figures, activités de tri et de classement, description de figures, reconnaissance de figures à partir de leur description, tracés en suivant un programme de construction simple) (MEN, 2018a, p. 29).

Dans les attendus de fin d'année, Niveau CE2 (MEN, 2019a, p. 13), il est même question de réaliser des descriptions de figures simples, telles que le carré, le rectangle ou le triangle rectangle en utilisant le vocabulaire approprié. Au cycle 3, les élèves doivent apprendre à « réaliser, compléter et rédiger un programme de construction d'une figure plane » (MEN, 2018b, p. 107). Ce point est également mentionné dans les attendus de fin d'année des niveaux CM1 (MEN, 2019b, p. 14) et CM2 (MEN, 2019c, p. 15) et il figure encore dans les attendus de fin de 6^e (MEN, 2019d, pp. 13-14).

Par ailleurs, un document d'accompagnement est entièrement consacré aux programmes de construction (MEN, 2016b). Il rappelle les caractéristiques de ce type de texte :

Son objectif est de permettre de construire une figure. Il est décrit sous forme de phrases courtes, le plus souvent à l'impératif ou à l'infinitif, une liste d'actions mathématiques à suivre dans l'ordre chronologique. Les actions décrites et les objets énoncés sont mathématiques et non techniques (par exemple on dira « Construire le cercle de centre O et qui passe par le point A » mais pas « Prendre le compas, placer la pointe sèche sur le point O et la mine sur A puis tourner » et inversement) (MEN, 2016b, p. 1).

On pourra noter un léger glissement dans les attentes : si, en cycle 2, sont évoqués à la fois les descriptions de figures et les programmes de construction, sans aucune précision sur les différences entre ces deux types de tâche, en cycle 3, au contraire, l'accent est mis sur les programmes de construction. De plus, les conventions d'écriture liées à cette catégorie de texte sont clairement explicitées, si bien qu'en plus de l'activité mathématique sous-jacente (caractérisation des figures à l'aide de l'étude de leurs propriétés), l'écriture d'un programme de construction conforme aux attentes de l'institution scolaire, nécessite l'assimilation d'un certain nombre de contraintes liées à la forme (voir Millon-Fauré et *al.*, 2019). Les enjeux d'apprentissage pour cette séance sont donc à la fois mathématiques et linguistiques.

1.3. Analyse *a priori* ascendante

Plusieurs recherches antérieures en didactique des mathématiques ont montré toute la complexité liée à l'écriture de programmes de construction ou à la description de figures géométriques (par exemple : Lahanier-Reuter, 1999 ; Celi & Bessot, 2008 ; Celi & Perrin-Glorian, 2014). Regardons les types de tâche et les sous-types de tâche proposés aux élèves dans les étapes 1 et 2 de cette séance afin de mieux comprendre les difficultés qu'ils pourraient rencontrer :

Écriture d'un programme de construction

La rédaction d'un programme de construction nécessite la réalisation de différentes phases :

- Décomposer la figure de départ en figures simples. Il convient ici de repérer toutes les figures simples qui composent la figure complexe (par exemple, le cercle, le carré et les deux segments de la figure 1), ce qui nécessite une bonne connaissance des propriétés géométriques caractéristiques. On notera toute l'ambiguïté contenue dans l'expression « figures simples ». Pour écrire un programme de construction, l'objectif n'est pas en effet de décomposer au maximum la figure de départ. Mieux vaut opter pour une décomposition faisant intervenir le moins de figures possibles, en tenant compte des connaissances du récepteur : par exemple, dans la figure 1, il est plus intéressant de

repérer le carré inscrit dans le cercle, plutôt que les quatre segments qui le composent, à condition bien sûr que le récepteur sache construire un carré.

- Choisir une chronologie de construction. Contrairement à la description de figure, l'ordre des instructions données par un programme de construction doit en effet correspondre à la chronologie des constructions à effectuer. Soulignons que, si plusieurs solutions s'offrent généralement, elles ne sont pas toujours équivalentes. Ainsi, pour la figure 1, il est beaucoup plus facile de tracer tout d'abord le carré, puis le cercle ayant pour centre le point d'intersection des diagonales et passant par l'un des sommets, plutôt que d'essayer de construire un carré inscrit dans un cercle déjà tracé (surtout pour des élèves d'école primaire). Par conséquent, les instructions pourront varier en fonction du lecteur auquel elles sont destinées : moins le récepteur est expert, plus l'émetteur se doit de se montrer vigilant dans le choix de sa chronologie, ce qui complique la réalisation de ce type de tâche par des jeunes élèves s'adressant à des pairs.
- Repérer les positions relatives des figures les unes par rapport aux autres. Là encore, les positions relatives peuvent être décrites de diverses manières. Ainsi, dans la figure 1, le carré peut être vu comme inscrit dans le cercle ou le cercle comme circonscrit au carré, en fonction de la chronologie choisie. À cette étape, une des difficultés résidera pour les élèves dans la donnée d'une quantité suffisante d'informations pour pouvoir effectivement positionner chaque figure élémentaire par rapport aux autres.
- Rédiger les instructions du programme de construction. Comme cela a été rappelé dans le document d'accompagnement cité précédemment, ce type de texte se doit, pour être conforme aux attentes de l'institution scolaire, de respecter un certain nombre de contraintes. Tout d'abord, un programme de construction se compose généralement de phrases injonctives courtes et ordonnées. De plus, une convention, souvent tacite porte sur le fait qu'un programme de construction ne doit comporter que les données indispensables à la construction de la figure. Ainsi, les informations concernant les instruments à utiliser ne sont pas mentionnées. Dans le même esprit de concision et de précision, on doit privilégier dans un programme de construction les termes adéquats du lexique de géométrie plutôt que les termes de la langue usuelle. Cela nécessite pour les élèves de bien connaître les dénominations des figures géométriques élémentaires qui composent la figure de départ.

Ainsi, lors de la rédaction d'un programme de construction, les élèves se trouvent confrontés non seulement à une tâche mathématique difficile (décomposition en figures simples, choix d'une chronologie, gestion des relations spatiales et verbalisation des actions nécessaires à la reproduction) mais également à l'entrée dans un nouveau genre procédural (recours aux termes lexicaux de géométrie, formulation concise, information pertinente et dans un ordre donné...). Or la gestion de ces deux types de contraintes s'avère parfois délicate (Millon-Fauré et *al.*, 2019).

Exécution d'un programme de construction

Dans la phase 2, les élèves doivent réaliser la figure correspondant au message qu'ils viennent de recevoir. Là encore, cette tâche peut se décomposer en plusieurs points :

- Comprendre les informations données. Il faudra donc, pour le lecteur, non seulement connaître les différents termes du lexique de géométrie utilisés dans le texte, mais également savoir interpréter certaines tournures grammaticales peu usuelles telles que « tracer un cercle ayant pour centre le point d'intersection des diagonales ». Il lui faudra également repérer, et savoir interpréter les informations concernant les positions relatives des figures afin d'obtenir une image mentale de la figure à construire.

- Connaître la technique permettant la construction de chaque figure simple (par exemple « comment construit-on un carré ? »), ce qui nécessite souvent la connaissance de certaines propriétés ou définitions de ces figures (« un carré est un quadrilatère ayant 4 côtés égaux et un angle droit »). On pourra noter que les connaissances requises pour la réalisation de la figure dépendent des choix opérés lors de l'écriture du programme : si au lieu de parler de carré, l'émetteur décrit les propriétés vérifiées par les 4 segments qui le composent, il suffira au récepteur de connaître la signification de segments perpendiculaires et de même longueur.
- Exécuter chacune des constructions demandées, ce qui nécessite d'une part le respect de l'ensemble des informations fournies (notamment en ce qui concerne la position relative des figures) mais également une manipulation convenable des instruments de géométrie nécessaires.

Remarquons par ailleurs que le fait que les récepteurs aient auparavant été émetteurs n'est pas neutre : les élèves pourront être influencés par la connaissance de la figure qu'ils ont eu à décrire, ce qui pourra en fonction des cas, faciliter l'interprétation de certaines instructions ou au contraire les induire en erreur s'ils se réfèrent indument aux propriétés de leur propre figure.

Cette analyse nous montre d'une part la richesse de cette situation qui amène les élèves à travailler sur la reconnaissance de figures (carré, cercle...), la détermination de leurs éléments caractéristiques (centre, rayon...), les propriétés des figures, l'étude de leur position relative, et, d'autre part, la connaissance des termes du lexique mathématique, la construction de figures et certaines règles de base de l'écriture d'un programme de construction. Ces éléments conceptuels et lexicaux expliquent l'intérêt que nous lui portons. Par ailleurs, nous venons également d'évoquer, pour chacun des sous-types de tâche, les difficultés qui attendent les élèves durant cette séance, et ceci nous amène à nous demander s'il est possible de les préparer à cette situation de classe afin qu'ils puissent mieux profiter des enseignements visés.

2. Les dispositifs preventifs

2.1. Les fonctions des dispositifs préventifs

Des recherches antérieures avaient déjà évoqué la possibilité de préparer les élèves en difficulté à la séance de classe qui allait suivre :

Certains élèves ont plus de difficultés que d'autres à « rentrer dans une situation » nouvelle pour eux. Ils ont, par exemple, du mal à s'appropriier en même temps le matériel mis à leur disposition, les diverses contraintes de la tâche proposée et la question à laquelle il faut répondre. Parfois peu sûrs d'eux-mêmes ou incertains sur les connaissances à utiliser, ils donnent l'impression (face à une nouvelle situation) d'être paniqués, de faire n'importe quoi. Pour ces élèves, une phase de familiarisation avec le nouvel environnement de travail qui va servir de cadre aux problèmes à résoudre peut constituer une aide utile : jeu avec le matériel qui sera utilisé, résolution de problèmes simples à propos de ce matériel... Il ne s'agit pas de proposer à ces élèves, avant les autres, les problèmes autour desquels s'organisera l'apprentissage visé, mais de les aider à pouvoir comprendre les problèmes qui seront posés (Charnay et al., 1995, pp. 24-25).

En ce qui nous concerne, notre intérêt pour ce type de dispositif est né lors d'une recherche collaborative (Desgagné, 1998 ; Desgagné et al., 2001 ; Bednarz, 2013) au Québec. En effet, les enseignantes impliquées dans cette recherche avaient remarqué que certains de leurs élèves restaient systématiquement en retrait de l'activité demandée et ne profitaient pas des enseignements proposés. Les causes pouvaient être diverses : incompréhension de la consigne,