ARTICULER L'ALGÈBRE ET L'ANALYSE POUR ENSEIGNER LE SECOND DEGRÉ : UNE ÉTUDE DES PRATIQUES ENSEIGNANTES

| DUMONCEAU* PAULINE

Résumé | Dans cette communication, nous étudions les pratiques déclarées des enseignants à propos de l'enseignement des équations et des fonctions du second degré. Pour ce faire, nous déterminons le « relief » sur les notions à enseigner, résultant de la combinaison d'études épistémologiques, curriculaires et cognitives. Ce relief nous aide à élaborer notre guide d'entretien. Nous présentons ensuite quelques résultats issus des entretiens menés avec dix enseignants.

Mots-clés : équations du second degré, fonctions du second degré, relief, pratiques déclarées des enseignants, enseignement belge.

Abstract | In this communication, we study the practices mentioned by teachers regarding the teaching of quadratic equations and functions. For this purpose, we ascertain the "relief" of the notions to be taught, which is the result of a combination of epistemological, curricular and cognitive studies. This relief allows us to develop a guidebook. We then present some results coming from the interviews conducted with ten teachers.

Keywords: Quadratic equation, quadratic functions, relief, practices mentioned by teachers, Belgian education system.

I. CONTEXTE

Nous présentons ici une étude issue d'un mémoire de fin d'études (Dumonceau, 2023) qui porte sur l'enseignement des équations et des fonctions du second degré. En Belgique francophone, ces contenus sont enseignés en seconde au lycée (élèves de 15-16 ans). Les documents officiels mis à la disposition des enseignants montrent que les équations et les inéquations du second degré ainsi que les fonctions du second degré font l'objet d'un unique chapitre et ils décrivent aussi les compétences à développer chez les élèves pour l'enseignement des notions. Un nombre important de notions sont donc à faire apprendre aux élèves et il y a sans doute également un nombre important de liens à tisser entre ces notions, tant dans la partie « cours » que dans les exercices.Dès lors, nous nous questionnons sur les choix des scénarios des enseignants : par exemple, dans quel ordre vont-ils introduire les notions ? Ou encore, quels types de tâches vont-ils proposer aux élèves pour travailler avec eux les liens entre les notions ? Ce contexte amène naturellement à étudier les pratiques enseignantes.

Dans un premier temps, nous montrons comment nous avons construit notre problématique de recherche. Nous présentons ensuite une étude de terrain qui a été menée avec des enseignants en seconde ainsi que quelques résultats issus de cette étude.

II. OUTILS THÉORIQUES ET PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Robert et Rogalski (2024) expliquent la nécessité d'avoir « une compréhension multiple des notions à enseigner pour en aborder l'enseignement et l'apprentissage » : une compréhension mathématique épistémologique et actuelle et une compréhension didactique appuyée par l'étude des pratiques enseignantes. Nous adoptons ce positionnement théorique.Ainsi, pour étudier les pratiques enseignantes et décrire les apprentissages des élèves qui peuvent en découler, nous établissons le relief sur les notions à enseigner. Le relief résulte d'analyses qui croisent des aspects épistémologiques

* Université de Mons – Belgique – pauline.dumonceau@umons.ac.be

pour déterminer les spécificités des notions, des aspects cognitifs qui permettent de s'approprier les difficultés répertoriées chez les élèves et enfin, des aspects curriculaires qui consistent à analyser les programmes scolaires (Robert et al., 2012). Ce relief sert de référence pour analyser ce qui peut se jouer en classe en termes d'apprentissages (Robert et Rogalski, 2024) et dans notre cas pour mieux cerner les pratiques déclarées des enseignants. Nous présentons ici quelques éléments de relief sur l'enseignement des équations et des fonctions du second degré en montrant comment ils nous amènent à formuler notre problématique de recherche.

1. *Étude de relief sur les notions à enseigner*

En Belgique francophone, les documents officiels listent sous forme d'Unités d'Acquis d'Apprentissages (UAA) une base commune de ce qui est à développer chez les élèves en termes de savoirs, savoir-faire et compétences.Ces UAA (celle sur le second degré est donnée en annexe à titre d'exemple) sont composées de trois parties : (1) les ***ressources*** correspondent aux notions à enseigner, (2) les ***processus*** sont les tâches à faire travailler aux élèves et sont classées en trois parties : la partie « Connaitre » permet de tester l'application de la théorie, la partie « Appliquer » vise des exercices d'entrainement et enfin la partie « Transférer » permet de travailler les tâches plus complexes comme les problèmes et (3) les ***stratégies transversales***.

Tout d'abord, la liste des ressources (voir Figure 1) démarre par l'étude des fonctions du second degré ainsi que les caractéristiques associées. Ce travail relève du domaine de l'Analyse. Les équations, les inéquations du second degré ainsi que des propriétés telles que la somme et le produit des solutions d'une équation du second degré doivent également être traitées. Ce travail, quant à lui, relève du domaine de l'Algèbre. Les ressources montrent donc que l'enseignant doit amener les élèves à mobiliser et articuler deux ***cadres*** de travail au sens de Douady (1987). De plus, l'ordre proposé dans la liste des ressources consiste à d'abord introduire les fonctions du second degré ainsi que leurs caractéristiques et celles liées à la parabole. L'UAA propose donc implicitement aux enseignants de démarrer le chapitre dans le cadre de l'Analyse.

Ressources
Fonction du 2e degré Caractéristiques de la fonction du 2e degré • Zéro • Signe • Croissance, décroissance • Extremum Caractéristiques de la parabole d'axe vertical • Sommet • Axe de symétrie • Concavité Équations et inéquations du 2e degré Somme et produit des solutions de l'équation du 2e degré Forme factorisée du trinôme du 2e degré

Figure 1 – *Extrait de la fiche UAA*

Travailler dans deux cadres engendrera l'utilisation de ***registres de représentation*** au sens de Duval (1993) et des conversions entre ces registres. En effet, la liste des tâches d'application (voir Figure 2) montre que l'élève doit pouvoir résoudre graphiquement une (in)équation ou construire le graphique d'une fonction à partir de son expression. Ce travail requiert d'interpréter ou de tracer des graphiques. Pour résoudre une inéquation ou établir le signe et les variations d'une fonction, l'élève doit construire et lire des tableaux de différentes natures. Pour construire l'expression analytique d'une fonction à partir de son graphique ou pour résoudre algébriquement une (in)équation, l'élève peut également être amené à manipuler l'expression de la fonction ou celle de l'(in)équation avant de la résoudre. Ces diverses tâches montrent bien l'utilisation et la manipulation d'un grand nombre de registres de représentation (algébrique, graphique, tableaux, etc.).

La présence de ces registres amène l'élève à s'approprier les symboles associés à chaque registre et donc à manipuler des lettres qui ont différents ***statuts***(Robert et al., 2012). Dans la résolution d'(in)équations, des inconnues peuvent devenir les variables d'une fonction lorsque l'on change de cadre pour, par exemple, vérifier graphiquement les solutions obtenues. Nous pouvons également retrouver des paramètres, aussi bien dans les fonctions que dans les (in)équations. Nous avons également des cœfficients qui peuvent devenir une inconnue notamment lorsque nous voulons déterminer l'expression analytique d'une fonction répondant à certaines conditions données. En effet, pour réaliser cette tâche, l'élève doit parfois résoudre une équation permettant de déterminer la valeur d'un des cœfficients.

Enfin, les différents statuts des lettres amènent l'élève à employer un vocabulaire spécifique à chaque cadre. Par exemple, dans le cadre de l'Analyse, nous parlons des zéros d'une fonction et en algèbre, nous parlons des solutions d'une équation. Ainsi, l'analyse des processus révèle la complexité des notions à enseigner. D'autres aspects viennent compléter ces premiers éléments de relief dans notre mémoire de fin d'études. Le lecteur pourra s'y référer pour une étude de relief plus approfondie.

Appliquer

- *Résoudre graphiquement et algébriquement une équation ou une inéquation du 2e degré*
- *Associer l'expression analytique d'une fonction du 2e degré à son graphique et réciproquement*
- *Construire l'expression analytique d'une fonction du 2e degré à partir de son graphique et réciproquement*
- *Déterminer les caractéristiques d'une fonction du 2e degré*
- *Déterminer l'expression analytique d'une fonction du 2e degré répondant à des conditions données*

Figure 2 – *Extrait de la fiche UAA*

2. Problématique de recherche

L'étude de relief met clairement en avant la variété du travail attendu de la part de l'élève que ce soit en termes de cadres, de registres de représentation sémiotique ou de la manipulation de la langue naturelle. Les élèves seront donc amenés à réaliser, dans les tâches choisies par l'enseignant, des adaptations (au sens de Robert, 2008) de leurs connaissances (anciennes et nouvelles). De plus, selon le cadre mobilisé implique aussi des manières de travailler (par exemple en ce qui concerne les raisonnements) qui lui sont spécifiques. C'est ce que Grenier-Boley et Horoks (à paraitre) appellent des ***modes de pensée***. Les résultats précédents montrent donc que l'enseignant doit amener les élèves à articuler ces deux modes de pensée. Ainsi la question de recherche qui en découle est la suivante :

- *Comment l'enseignant met-il en œuvre l'articulation entre les deux modes de pensée liée à la présence de l'analyse et de l'algèbre dans l'UAA du second degré ?*

III. MÉTHODOLOGIE ET ANALYSES

Afin d'en savoir plus sur la manière dont les enseignants enseignent cette UAA, nous avons abordé notre problématique de recherche en menant des entretiens avec dix enseignants. L'élaboration du guide d'entretien s'appuie sur notre étude de relief et sur une étude de manuels qui est venue compléter la première étude. Cette étude de manuels nous a permis d'avoir des exemples de mise en œuvre des savoirs et de types d'exercices travaillant les tâches préconisées par l'UAA. Ce guide d'entretien porte sur (1) l'organisation de l'UAA en termes d'ordre afin d'étudier dans quelle mesure les enseignants imbriquent ou non les deux cadres, (2) la partie « cours » liée aux fonctions et aux équations afin d'analyser la manière dont les enseignants introduisent certaines notions, (3) les processus « Connaitre » et « Appliquer » où nous regardons en termes d'adaptations comment les enseignants font travailler l'articulation à leurs élèves et quels types d'exercices ils proposent pour travailler les injonctions des programmes, (4) les difficultés des élèves afin de déterminer ce qui est difficile pour eux dans cette articulation. Dans le cadre de cet article, nous choisissons, compte tenu des éléments de relief présentés dans la section précédente, d'évoquer l'organisation du chapitre en lien avec la question de l'articulation, le travail proposé sur les conversions de registres et le choix de certains types d'exercices. Le lecteur pourra consulter le mémoire pour accéder à l'ensemble du travail mené.

3. L'organisation du chapitre

L'étude de manuels menée dans notre travail a montré deux organisations des savoirs possibles : certains manuels comme le manuel « CQFD Maths 4e » (Van Dieren et al., 2016) commencent par les fonctions du second degré et voient ensuite les (in)équations alors que d'autres comme le manuel « Amplitude Maths 4□□ » (Absil et al., 2020), à l'inverse, commencent par les équations du second degré, poursuivent avec les fonctions et terminent par les inéquations. Nous avons donc interrogé les enseignants sur l'organisation qu'ils avaient choisie et sur les raisons de leur choix en leur posant les questions suivantes :

Dans l'UAA, il faut voir à la fois les fonctions du second degré et les équations du second degré.

- *Par quoi commencez-vous ?*
- *Pourquoi faites-vous ce choix-là ?*

Ces deux organisations se retrouvent également chez les enseignants interrogés. Trois enseignants sur les dix font le choix de démarrer le chapitre avec les fonctions du second degré et de poursuivre avec les (in)équations du second degré. Au moment de discuter des zéros d'une fonction du second degré, ces enseignants n'ont donc pas encore vu la méthode de résolution des équations en calculant le discriminant. Ils font alors le choix d'introduire cette méthode et donc de basculer dans le domaine de l'Algèbre à ce moment. Ces enseignants justifient leur choix en expliquant que la construction du programme est faite en partant des fonctions du second degré et mène aux (in)équations du second degré et qu'ils préfèrent que les élèves aient une idée en tête de la représentation d'une telle fonction. Une différence majeure avec les manuels est à mentionner. En effet, les manuels faisant le même choix d'organisation séparent l'Algèbre et l'Analyse puisqu'ils prennent le parti de ne pas introduire la méthode de résolution des équations avec le discriminant lorsqu'ils discutent des zéros de la fonction. Ils précisent que la méthode pour déterminer les zéros de la fonction dont la factorisation n'est pas immédiate sera vue dans la partie consacrée aux équations.

Les sept autres enseignants font, quant à eux, le choix de débuter par les équations, de poursuivre avec les fonctions et de terminer avec les inéquations, ce qui correspond à une des deux organisations mises en avant dans les manuels. La majorité de ces enseignants estiment que les équations sont un outil pour chercher les zéros d'une fonction et qu'il est donc plus intéressant de pouvoir résoudre une équation avant d'entamer la partie consacrée aux fonctions.

4. *Les conversions de registres*

L'étude de relief a mis en avant l'utilisation de nombreux registres de représentation et la nécessité de passer de l'un à l'autre pour résoudre certaines tâches. Pour aborder cette question, nous avons interrogé les enseignants sur les types d'exercices qu'ils proposent en leur posant notamment la question suivante :

- *Quels types d'exercices proposez-vous pour faire travailler le processus « Connaître » suivant : « Lier les diverses écritures de la fonction du 2e degré avec certaines caractéristiques de la fonction ou de son graphique. » ?*

Nous avons ensuite analysé les exercices proposés afin de mettre en avant les conversions de registres travaillées. Dans le cadre de cette communication, nous nous intéressons aux exercices que les enseignants proposent pour travailler les conversions du registre algébrique vers le registre graphique et inversement. Pour travailler ces changements, ils proposent des exercices dans lesquels les élèves doivent représenter des fonctions à partir de leur expression, associer des expressions de fonctions aux graphiques (et inversement), résoudre graphiquement des inéquations, etc.

La Figure 3 montre un exemple d'un tel exercice qui se retrouve dans le cours d'un enseignant.Il y donne la représentation de quatre paraboles dans un repère orthonormé et demande aux élèves d'associer chaque graphique à son équation. Cet exercice permet de travailler les deux conversions dont il est question ici puisque l'on associe les caractéristiques de la fonction à celles de la parabole.Par exemple, pour les deux premières équations, l'élève peut établir que $c = -2$, ce qui signifie que l'ordonnée à l'origine de la parabole associée vaut -2. L'élève peut ainsi affirmer que les paraboles pouvant correspondre sont les paraboles (a) et (c) ce qui implique une conversion du registre algébrique vers le registre graphique. De même pour la parabole (a), l'élève peut déterminer que l'abscisse du sommet est négative ce qui signifie que $b > 0$ puisque $\alpha = -b/2a$ par définition. L'élève peut ainsi en déduire que l'expression correspondante à cette parabole est $y = x^2 + x - 2$, ce qui amène l'élève à passer du registre graphique vers le registre algébrique. Nous pouvons en outre remarquer qu'une multitude de liens et de va-et-vient entre les expressions algébriques et les constructions graphiques sont à réaliser.

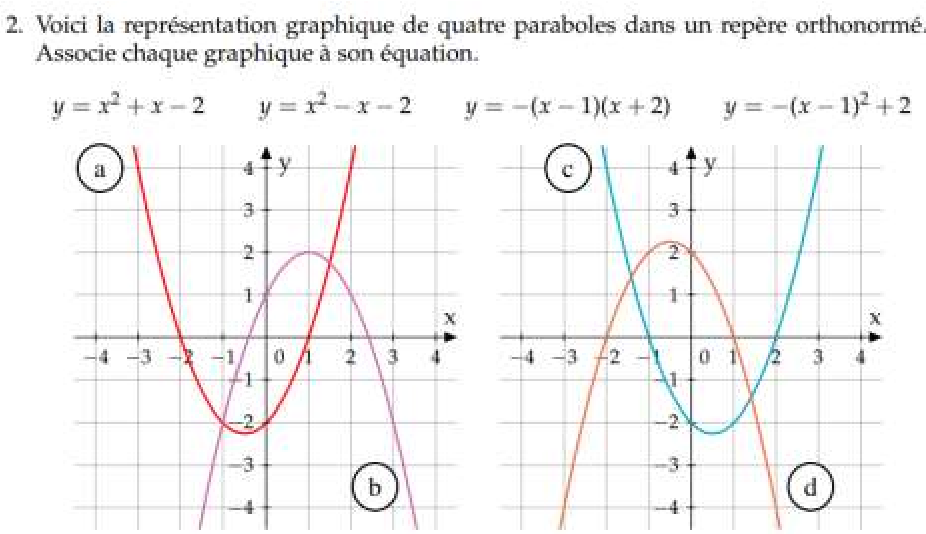

Figure 3 – *Extrait du cours de l'enseignant* P_7.

5. *Les choix d'exercices*

Notre étude de manuels a mis en avant que certaines injonctions de l'UAA, comme« l'interprétation graphique des solutions d'une (in)équation » ou « les liens entre les diverses écritures d'une fonction du second degré avec ses caractéristiques et celles de la parabole »,étaient peu, voire pas travaillées. Nous avons donc élaboré une liste de cinq exercices qui permettent entre autres de travailler les injonctions qui ne sont pas traitées dans les manuels. Lors des entretiens, nous avons discuté de cette liste d'exercices avec les enseignants afin de déterminer s'ils proposent ce type d'exercices à leurs élèves. Nous présentons ci-dessous un exercice issu de cette liste.

Exercice 1

Dans chaque cas, esquisse le graphe d'une fonction du second degré qui satisfait les conditions données.

- a $a > 0,\ b > 0,\ c > 0$
- b f n'a pas de zéro et $c < 0$
- c $f(x) = a.(x+2)(x-3)$ et $a < 0$

Cet exercice a pour but de travailler les liens entre les caractéristiques de la fonction et celles de la parabole. Par exemple, pour le point (c), l'expression analytique de la fonction f est donnée sous la forme factorisée, ce qui permet de déduire que les zéros de cette fonction sont $x_1 = -2$ et $x_2 = 3$. Ce sont donc les abscisses des points d'intersection de la parabole et de l'axe des abscisses. De plus, comme le cœfficient a est négatif, cela signifie que la concavité du graphe de la fonction est tournée vers le bas. Grâce à ces informations, nous pouvons esquisser le graphe d'une fonction vérifiant les conditions données. Ce type d'exercices permet donc de travailler le rôle des cœfficients, les caractéristiques de la fonction associées à la forme d'écriture choisie ainsi que le passage des informations algébriques de la fonction à leur interprétation graphique.

Seul un enseignant sur les dix propose un exercice similaire à celui-ci. Les autres enseignants le trouvent intéressant mais un peu trop compliqué pour leurs élèves étant donné que certains cœfficients ne sont pas des valeurs chiffrées. Toutefois la moitié des enseignants ont tendance à travailler cet exercice dans le sens inverse, c'est-à-dire qu'ils demandent à l'élève de déterminer à partir de l'esquisse du graphe de déterminer certaines informations sur la fonction (nombre de zéros, signes des cœfficients, etc.). Ce type d'exercice travaille, quant à lui, le passage du graphique vers l'algébrique et non l'inverse et ne met donc pas en jeu la même utilisation des connaissances que dans l'exercice 1 proposé ci-dessus.

IV. CONCLUSION

L'étude de terrain a montré que les enseignants imbriquent l'Algèbre et l'Analyse, tant dans la partie « cours » que dans les exercices. En effet, dans le cours, aucun enseignant ne déconnecte les deux cadres puisque les enseignants qui commencent par les fonctions intègrent la méthode de résolution avec le discriminant lorsqu'ils discutent des zéros de la fonction et ceux qui commencent par les équations intègrent les fonctions au moment de traiter les inéquations du second degré, en discutant du signe d'une fonction du second degré. De même du côté des exercices, l'ensemble des enseignants proposent des exercices mettant en jeu plusieurs adaptations (changements de cadres, conversions de registres, etc.).Ensuite, il ressort des propos des enseignants que certaines conversions de registres sont davantage travaillées comme les conversions du registre graphique vers le registre algébrique avec les types d'exercices cités précédemment ou du registre algébrique vers le registre des tableaux et inversement avec par exemple des exercices de résolution algébrique d'inéquations. En effet, pour résoudre une inéquation du second degré, l'élève est amené à réaliser le tableau de signe de l'expression étudiée avant de l'interpréter et donner l'ensemble des solutions. Les enseignants font ainsi travailler beaucoup de conversions de registres et nous savons que celles-ci peuvent favoriser la conceptualisation des élèves. En ce sens, les enseignants semblent mettre en place des leviers susceptibles de développer les modes de pensée propres à l'Analyse et à l'Algèbre. Ils semblent donc sensibles aux conversions de registres liées à l'articulation des deux domaines et leurs pratiques déclarées à ce sujet semblent propices à mener aux apprentissages attendus dans les programmes.

Dans notre travail, nous avons également mis en avant d'autres résultats.Par exemple, les changements de cadres semblent moins travaillés car, dans la liste d'exercices que nous avons élaborée, nous proposons un exercice qui consiste à déterminer l'expression analytique d'une fonction du second degré vérifiant certaines conditions et qui permet donc de travailler les changements de cadres mais seul un enseignant réalise cet exercice avec ses élèves.Aussi, certaines conversions de registrescomme la conversion du registre algébrique vers le registre graphique sont moins travaillées alors que les programmes permettent de les mobiliser. En effet, certaines tâches comme « interpréter graphiquement les solutions déterminées algébriquement d'une (in)équation » sont listées dans les programmes et selon leurs pratiques déclarées, les enseignants ne semblent pas le réaliser.Le registre de la langue naturelle apparaît principalement comme un levier permettant de démarrer les exercices. En effet, les enseignants proposent rarement, voire jamais, d'exercices dans lequel ils demandent explicitement aux élèves de justifier leurs choix et leurs démarches ce qui minore l'utilisation de la langue naturelle. Enfin, le registre algébrique est également peu présent car les enseignants proposent majoritairement des exercices avec des données numériques ce qui ressort également de l'exercice proposé ci-dessus.

Au vu de la taille réduite de l'échantillon et des résultats issus de pratiques déclarées, il serait intéressant de poursuivre les entretiens et de les compléter par des observations en classe. Cela permettrait de comparer les pratiques déclarées avec les pratiques effectives et d'analyser le discours des enseignants, leurs interactions avec les élèves, les traces écrites dans les notes des élèves, etc.Une perspective de recherche a donc été soulevée à la fin de ce travail. Il se fait que la majorité des enseignants interrogés sont en possession d'un master à finalité didactique, c'est-à-dire un master qui intègre des cours qui visent l'appropriation de savoirs issus de la recherche en didactique des mathématiques. Se pose donc la question du lien entre la formation initiale des enseignants et leurs pratiques effectives.Ce travail pourra donc être poursuivi dans différentes directions.

RÉFÉRENCES

Absil, C., Dubois, K., Lebrun S. et Sabbatini, S. (2020). *Amplitude maths 4e*. Averbode/Érasme.

Bridoux, S., Grenier-Boley, N., Hache, C. et Robert, A. (2016). Les moments d'exposition des connaissances analyses et exemples. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, 21,* 187-233.

Douady, R. (1987). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 7*(2), 5-31.

Dumonceau, P. (2023). *Articuler l'Algèbre et l'Analyse pour enseigner le second degré : une étude des pratiques enseignantes* [Mémoire de maitrise inédit]. Université de Mons.

Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, 5*, 37- 65.

Fédération Wallonie-Bruxelles. (s.d.). *Compétences terminales.* Enseignement.be. http://www.enseignement.be/index.php?page=25189&navi=296

Fédération Wallonie-Bruxelles. (2015). *Programme d'études - Mathématiques 467/2015/240*. http://www.wallonie-bruxelles-enseignement.be/progr/467-2015-240.pdf

Grenier-Boley, N. et Horoks, J. (preprint). *L'enseignement et l'apprentissage des fonctions en 3e-2nde : une étude de manuels* [Document inédit].

Robert, A. (2008). Une méthodologie pour analyser les activités (possibles) des élèves en classe. Dans F. Vandebrouck (dir.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (p. 48-50). OctarèsÉditions.

Robert, A., Penninckx, J. et Lattuati, M. (2012). *Une caméra au fond de la classe de mathématiques : (se)former au métier d'enseignant du secondaire à partir d'analyses de vidéos* (p. 168-180). Presses universitaires de Franche-Comté.

Robert, A., Rogalski, M. et Rogalski, J. (2024). Didactique des mathématiques : de questions empiriques à des choix systématiques de compréhension de l'enseignement. *CEMeR*, *13*(4), 211-237. https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/1612/1578

Van Dieren, F., Hausmann, S. et Van Eerdengrugghe, A. (2016). *CQFD Maths 4e - Manuel* (2e éd.). De Boeck.

ANNEXE

Mathématiques : 2e degré de transition (4e année)		
4UAA5	**Unité d'acquis d'apprentissage**	***Deuxième degré***
Compétences à développer RÉSOUDRE DES PROBLÈMES, Y COMPRIS D'OPTIMISATION, SE MODÉLISANT PAR UNE ÉQUATION, UNE INÉQUATION OU UNE FONCTION DU 2E DEGRÉ ASSOCIER GRAPHIQUES ET EXPRESSIONS ANALYTIQUES DE FONCTIONS DU 2E DEGRÉ		
Processus		**Ressources**
Appliquer • *Résoudre graphiquement et algébriquement une équation ou une inéquation du 2e degré* • *Associer l'expression analytique d'une fonction du 2e degré à son graphique et réciproquement* • *Construire l'expression analytique d'une fonction du 2e degré à partir de son graphique et réciproquement* • *Déterminer les caractéristiques d'une fonction du 2e degré* • *Déterminer l'expression analytique d'une fonction du 2e degré répondant à des conditions données*	**Transférer** • *Modéliser et résoudre un problème d'optimisation* • *Modéliser et résoudre des problèmes issus de situations diverses*	Fonction du 2e degré Caractéristiques de la fonction du 2e degré • Zéro • Signe • Croissance, décroissance • Extremum Caractéristiques de la parabole d'axe vertical • Sommet • Axe de symétrie • Concavité Équations et inéquations du 2e degré Somme et produit des solutions de l'équation du 2e degré Forme factorisée du trinôme du 2e degré
Connaitre • *Lier les diverses écritures de la fonction du 2e degré avec certaines caractéristiques de la fonction ou de son graphique:* $x \to a(x-\alpha)^2+\beta$ $x \to ax^2+bx+c$ $x \to a(x-x_1)(x-x_2)$ • *Interpréter graphiquement les solutions d'une équation ou d'une inéquation du 2e degré*		
Stratégies transversales Modéliser et résoudre des problèmes Critiquer un résultat Communiquer et présenter des résultats Reconnaitre le modèle quadratique Articuler les différents registres de représentation sémiotique d'une fonction		

(Source : Fédération Wallonie-Bruxelles, 2015, p. 34).

Figure 4 – *Extrait du programme de mathématiques (467/2015/240) au 2e degré.*