Résolutions arithmétiques et algébriques de problèmes anciens

Anne Michel-Pajus(*)

Cet article prolonge celui de Pierre Legrand *Vingt problèmes antiques pour le collège*, publié dans le BV 510. Pierre Legrand propose d'utiliser ces curieux problèmes pour motiver l'étude de l'algèbre et propose des solutions algébriques. Mais les solutions arithmétiques ne sont pas dénuées d'intérêt, et nous vous proposons ici d'autres variantes de l'un de ces problèmes, posées au cours des âges et assorties de leur mode de résolution historique, afin de montrer la variété des approches possibles.

Pour nos élèves, la première difficulté à surmonter est celle de la modélisation de la situation « concrète ». L'utilisation de divers habillages permet de travailler le choix des paramètres pertinents, que l'on utilise une méthode de résolution arithmétique ou algébrique, et d'ailleurs le contexte sémantique a parfois une influence non négligeable sur la réussite des élèves. De plus, la mise en équations ne va pas toujours de soi, et des résolutions sans algèbre peuvent aussi se montrer instructives, en proposant d'autres façons de raisonner autour de la proportionnalité.

J'ai choisi le problème 133 de l'article de Pierre Legrand :
« *Quels beaux jets ces trois statues envoient-elles dans le bassin ! Mais leur puissance n'est pas la même. Le dieu Nil remplirait à lui seul le bassin en un jour, le thyrse de Bacchus le remplirait de vin en trois jours, et ta corne, ô dieu Achéloüs, le remplirait en deux jours. Qu'ils versent en même temps tous les trois et le bassin sera plein en quelques heures* ».

Au début du XXème siècle ce problème aurait été rangé dans la catégorie « problèmes de robinets », ou sa variante plus simple : « problèmes de voyageurs ». En voici un exemple pris dans une arithmétique publiée en 1884[1]. Rappelons à nos jeunes collègues que jusqu'en 1972, il existait un cours primaire supérieur (pour les élèves de 11 à 13 ans), couronné par le « Certificat d'études primaires », où les candidats étaient censés résoudre ce genre de problèmes…sans algèbre évidemment.

(*) IREM Paris 7. annie.pajus@orange.fr.
(1) Bovier-Lapierre, Gaspard (1823-1906). *Cours gradué d''arithmétique pour l'enseignement primaire, comprenant un grand nombre de problèmes à résoudre. Ouvrage conforme aux programmes officiels du 27 juillet 1882. Degré supérieur. Livre du maître*, 1884 (disponible sur Gallica).
Cet ouvrage propose aussi des problèmes de robinets, mais sans solution.

* 198. Deux voyageurs partent à 7 heures du matin, l'un de Paris et l'autre de Versailles, allant l'un au-devant de l'autre. La vitesse du premier est telle qu'il parcourrait la distance totale en 5 heures et celle du second est telle qu'il parcourrait cette distance en 4 heures et demie. A quelle heure se rencontreront-ils, s'ils marchent toujours avec la même vitesse? Trouver aussi quelle fraction de la distance totale chacun aura parcourue. — *Réponse*. 9 h 22 m. Paris $\frac{9}{19}$, Versailles $\frac{10}{19}$.

Voici la « solution raisonnée » proposée(2) :

PROBLÈME. **198.** — En 1 demi-heure les deux voyageurs parcourent :

celui de Paris, $\frac{1}{10}$ de la distance; celui de Versailles, $\frac{1}{9}$ de la distance.

En 1 heure ils parcourent le double :

celui de Paris, $\frac{1}{5}$ de la distance; celui de Versailles, $\frac{1}{9}$ de la distance.

Ensemble ils parcourent par heure :

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{9} = \frac{9}{45} + \frac{10}{45} = \frac{19}{45} \text{ de la distance.}$$

Autant de fois il y a $\frac{19}{45}$ dans les $\frac{45}{45}$ de la distance, autant ils mettron d'heures pour se rencontrer. Le nombre d'heures est donc :

$$\frac{45}{45} : \frac{19}{45} = \frac{45}{19} \text{ h.} = 2 \text{ h } 22 \text{ m.}$$

Pendant ce temps ils ont parcouru :

celui de Paris, $\frac{1}{5} \times \frac{45}{19}$, c.-à-d. $\frac{9}{19}$ de la distance des deux villes ;

celui de Versailles, $\frac{2}{9} \times \frac{45}{19}$, c.-à-d. $\frac{10}{19}$ de cette distance.

Une résolution algébrique chez Newton

Commençons par le travail de mise en équation. Il se nommait « analyse » au XVIIIème siècle, car il faut analyser un énoncé en langage courant pour le transformer en équations. Voici les conseils généraux que donne Isaac Newton, dans son *Arithmétique Universelle*(3) - qui désigne en fait l'algèbre.

« Méthode pour mettre une question en équation

Lorsqu'on sera suffisamment exercé à transformer et à réduire des équations, il faut essayer ses forces en mettant des questions en équation. Une question étant proposée, une partie importante de l'art du calculateur consiste à exprimer par des équations chacune des conditions du problème… il donnera des noms aux quantités connues, de même qu'aux quantités inconnues ; et le sens de la question sera

(2) Le lecteur aura corrigé de lui-même la coquille de la quatrième ligne de la solution.

(3) Trad. française de Noel Beaudeux, Paris 1802 p. 88-91. Texte original sur le site http://iris.univ-lille1.fr/handle/1908/1391.

L'édition originale, en latin, basée sur des notes de lecture de Newton, a été publiée en 1707 sous le nom d'*Arithmetica Universalis* par Whiston, successeur de Newton à sa chaire de Cambridge.

exprimé, si on peut parler ainsi, par un discours analytique […] Il n'y a, pour ainsi dire, qu'à exprimer les conditions par un discours propre à peindre nos idées sur les rapports des quantités […] Il arrive assez souvent que le discours par lequel l'état d'une question est exprimé ne parait pas pouvoir être traduit en langage algébrique ; mais on l'y disposera facilement, en opérant quelques changements, et surtout en s'attachant plus au sens des paroles qu'aux paroles elles-mêmes. »

Après un exemple de problème sur des nombres, Newton propose de mettre en œuvre sa méthode sur ce problème pratique :

Un marchand augmente son argent d'un tiers chaque année, moins cent livres qu'il dépense dans le même espace de temps pour les besoins de sa famille ; au bout de trois ans ses richesses sont doublées ; on demande combien il avait d'argent.

Voici toutes les propositions qui sont enfermées implicitement dans cette question, et qui doient être exprimées , pour parvenir à la résolution du problème.

Question exprimée en langage ordinaire.	*La même en langage algébrique.*
Un marchand a un certain nombre d'écus,	x.
sur lesquels il dépense cent livres la première année ;	$x - 100$.
Il augmente ce qui lui reste d'un tiers.	$x - 100 + \frac{x-100}{3}$, ou bien $\frac{4x-400}{3}$.
La seconde année il dépense encore cent livres,	$\frac{4x-400}{3} - 100$, ou bien $\frac{4x-700}{3}$.
et il augmente ce qui lui reste d'un tiers.	$\frac{4x-700}{3} + \frac{4x-700}{9}$, ou bien $\frac{16x-2800}{9}$.
La troisième année il dépense encore cent livres,	$\frac{16x-2800}{9} - 100$, ou bien $\frac{16x-3700}{3}$.
et il augmente ce qui lui reste d'un tiers,	$\frac{16x-3700}{9} + \frac{16x-3700}{27}$, ou bien $\frac{64x-14800}{27}$.
et il se trouve deux fois plus riche qu'au commencement de la première année.	$\frac{64x-14800}{27} = 2x$.

Ainsi la question est exprimée par l'équation $\frac{64x - 14800}{27} = 2x$, et en la résolvant, on en tirera la valeur de x. Multipliez-la par 27, et vous aurez $64x - 14800 = 54x$; retranchez de chaque membre $54x$, et le reste sera $10x - 14800 = 0$; ou bien $10x = 14800$, et en divisant par 10, il viendra $x = 1480$. Ainsi 1480 est le nombre de livres qu'il avait au commencement de la première année.

Newton montre ensuite comment en ajoutant des paramètres a, *b*, c, etc., on peut obtenir une formule qui permet de résoudre toute la classe de problèmes illustrée par notre problème 133 (on pourrait même ajouter un indice pour faire varier le nombre d'agents !). L'habillage est ici celui des « ouvriers ».

Les forces de plusieurs agens étant données, déterminer le temps x dans lequel, toutes ensemble, elles peuvent produire un effet demandé d.

Soient les agens A, B, C tels, que dans les temps e, f, g, ils produisent respectivement les effets a, b, c; ces agens produiront aussi respectivement dans le temps x les effets $\frac{ax}{e}$; $\frac{bx}{f}$; $\frac{cx}{g}$, ainsi la somme de tous ces effets partiels sera, $\frac{ax}{e} + \frac{bx}{f} + \frac{cx}{g} = d$, et en dégageant x, on a, $x = \frac{d}{\frac{a}{e} + \frac{b}{f} + \frac{c}{g}}$.

EXEMPLE. Trois ouvriers peuvent faire un ouvrage quelconque dans un certain temps; A, je suppose, peut le faire une fois dans trois semaines; B, trois fois dans huit semaines; et C, cinq fois dans douze semaines. On demande en combien de temps, tous ensemble, ils pourront faire ce même ouvrage? Or, puisque les agens A, B, C produisent respectivement les effets 1, 3, 5 dans les temps 3, 8, 12, et qu'on cherche dans quel temps leurs efforts réunis produiront l'effet 1, qu'on écrive dans la formule trouvée plus haut, les nombres 1, 3, 5; 1; 3, 8, 12, au lieu des lettres a, b, c; d; e, f, g, et il viendra $x = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{3}{8} + \frac{5}{12}}$, ou $\frac{8}{9}$ d'une semaine, c'est-à-dire 6 jours et $5\frac{1}{3}$ heures, temps dans lequel leurs efforts réunis feront l'ouvrage. (15).

Des réponses arithmétiques chez Pellos

Examinons maintenant la résolution sans algèbre d'un problème « de robinets », que Frances Pellos, « noble citadin de Nice », propose dans son ouvrage *Compendion de l'abaco*, publié en 1492, le premier livre imprimé en niçois(4) :

« Soit un vase plein d'huile qui tient 30 cartins, et a trois robinets proportionnés ainsi : si tu ouvres le premier, l'huile s'en va toute en une heure, et si tu ouvres le second sans les deux autres, l'huile s'en va toute en trois heures et si tu ouvres le troisième sans les deux autres, alors l'huile s'en va toute en 5 heures.[…] Et donc on demande : si tu ouvres d'un coup les trois robinets, en combien de temps l'huile sera toute sortie ?
Fais ainsi : divise les 30 cartins d'huile par chaque temps d'un robinet seul, et retiens ce qui vient comme nombre de temps(5). Donc divise 30 par 1 heure, il vient 30, que tu poses au lieu d'une heure. De même divise 30 par 3 heures, il vient 10, que tu poses au lieu de 3 heures. De même après divise 30 par 5, il vient 6 que tu poses au lieu de 5 heures.
Après ajoute ces trois nombres, ça fait 46 et 46 sera le diviseur, et le nombre de cartins, comme 30, sera le nombre à diviser. Donc divise 30 par 46, il vient juste quinze vingt-troisièmes, et ainsi tu as trouvé que quand tu ouvres tous les robinets d'un coup, l'huile sort toute en quinze vingt-troisièmes d'heure. »(6)

Conformément au style de rédaction de son ouvrage, Pellos donne une suite d'instructions sur un exemple générique. On voit que le calcul correspond à la formule de Newton mais il y a une donnée superflue : la contenance du vase. Cependant cette donnée facilite le calcul en permettant de simplifier les fractions. Si l'on traduit le « nombre du temps » du robinet par son « débit horaire », le raisonnement devient clair.

Cependant, quelques pages plus loin, sur un problème de même structure mathématique, mais avec un habillage d'« ouvriers », similaire à celui de Newton, la méthode indiquée est différente :

Un seigneur veut faire faire un château. Il a trouvé un maitre maçon qui dit qu'il veut le faire en un mois, et un autre dit qu'il veut le faire en 2 mois, et un autre qui veut le faire en 3 mois. Le seigneur dit qu'ils travaillent ensemble, parce que le dit seigneur le veut prêt le plus tôt possible. On demande en combien de temps le dit château sera fait si les trois maitres le font ensemble.
Fais ainsi : ajoute 1, 2 et 3, soit 6 ; et avec ce 6, dis ainsi ; celui qui le ferait en 1 mois le ferait 6 fois en 6 mois. Et celui qui le ferait en 2 mois le ferait 3 fois en 6 mois. Et celui qui le ferait en 3 mois, le ferait 2 fois en 6 mois. Donc ajoute 6, 3, 2, soit 11, et ce 11 est le diviseur. Donc tu dois diviser 6 par 11, et tu trouveras que le

(4) *Compendion de l'abaco de Frances Pellos*, Turin, 1492 numérisé sur le site http://manuscrits.nice.fr/_app/ouvrages/PDF/XV_254.pdf . Il n'en existe pas de traduction publiée.
Cette traduction est faite par moi-même, comme les suivantes de cet article, sauf mention contraire.
(5) so che ven reten per aqual numbre del temps.
(6) Exemple 18, fol 46.

château est fait en six onzièmes de mois, que tu réduis en jours et trouveras 16 et quatre onzièmes à raison d'un mois de 30 jours. Et ton calcul est fait. (7)

Ici, la quantité de travail – correspondant à la contenance du vase d'huile – n'est pas introduite. C'est peut-être pour cela que le raisonnement n'est pas fait sur la quantité de travail par mois de chaque agent (qui correspondrait au débit horaire) mais sur le travail qui serait effectué par les trois ouvriers ensemble en un temps arbitraire de 6 mois, suivi d'une règle de trois. Si le « donc tu dois diviser 6 par 11» n'est pas expliqué, c'est parce que, en tête du chapitre où nous trouvons cet exercice, Pellos nous a prévenus « Tu dois savoir que les exemples qui tombent dans ce chapitre se font presque en entier par la manière de la règle de trois.» La règle se réduit ici à une division : si 11 châteaux sont faits en 6 mois, un château est fait en 6/11 mois.

Mais pourquoi le choix du « 6 » mois résulte-t-il d'une addition ? En fait, si le 6 est commode, c'est parce qu'il est multiple de 1, 2, et 3 qu'il simplifie les calculs! Nous allons voir maintenant que la raison du choix de ce nombre arbitraire est explicitée dans un manuscrit rédigé en occitan vers 1430 à Pamiers, dont s'est pourtant largement inspiré Pellos.

Une réponse arithmétique avec fausse position explicite dans un manuscrit anonyme de 1430

Un récipient a 3 robinets, l'un plus grand que l'autre, et tels que si on ouvrait le plus grand, tout le vin en sortirait en 3 heures - et si on ouvrait le moyen, tout le vin en sortirait en 4 heures - et si on ouvrait le plus petit, tout le vin en sortirait en 6 heures. On demande, si on ouvre tous les robinets ensemble, en combien de temps sortira le vin.
Réponse : pose 12 en lequel tu trouveras 3, 4 et 6. Ce sont en tout 12 setiers de vin que contient le boisseau. Si on ouvre le plus grand, il en tombe 4 setiers par heure. Si on ouvre le moyen, il en tombe 3 setiers par heure. Si on ouvre le plus petit, il en tombe 2 setiers par heure. Ajoute ces trois nombres, ça fait 9. Et dis : si 9 setiers me viennent de 1 heure, de combien me viendra 12 que contient le récipient. Multiplie 12 que tu veux avoir par 1 heure. Ca fait 12. Divise par 9, qui sont venus de 1 heure. Il vient 1 et 3/9, et en 1 heure et 1/3 d'heure, sortira tout le vin.(8)

La fin du paragraphe est la forme canonique d'utilisation de la règle de trois. Mais nous remarquons de plus ici l'utilisation explicite d'une « fausse position » : « pose 12 », la contenance du récipient, nombre choisi explicitement pour sa facilité à être divisé par les données de l'énoncé. Cet exercice apparait dans le chapitre sur les règles de fausse position. La règle utilisée ici, la plus simple, dite « règle d'une position», permet de résoudre les équations linéaires qui se ramènent à la forme $ax = b$. On prend pour x la « fausse position » x_0 (12 ici). On remplace dans l'équation, ce qui donne b_0 , égal à ax_0. Le principe de proportionnalité ou le calcul algébrique donnent bien sûr : $x/b = x_0/b_0$, puis $x = bx_0/b_0$.

(7) Exemple 22, fol 51v.
(8) Anonyme, Bibliothèque Nationale de France, cote fr. nouv. acq. 4140, fol 103v.

Énoncé sous forme de « règle de 3 » cela donne : si b_0 vient de x_0, de combien viendra b ? Réponse : multiplie b par x_0 et divise par b_0.

Des réponses algorithmiques chez Tagliente et Bhaskara

J'ai choisi Girolamo Tagliente[(9)], un auteur italien du XIVème parmi beaucoup d'autres, à cause de l'illustration.


n 119
Vna botte a doi candelle che deſtropando la prima ſe ſuodarebe in.4.hore & diſtropando la ſeconda ſi ſuodarebe in.6.hore voglio ſapere diſtropando le tutte dua a vn tempo in quãto tempo ſi ſuodarebe la ditta botte.

Farai cuſi moltiplica.4.fia.6.fa.24. di po giongi 4.e.6.fa.10.parte.24.per.10.ne vien.2.$\frac{2}{5}$. & in hore.2.$\frac{2}{5}$. ſuodarano tutte doi le ſpine la ditta botte.
n 120

Un tonneau a deux canules telles que débouchant la première, il se viderait en 4 heures, et en débouchant la seconde, il se viderait en 6 heures. Je veux savoir, en débouchant les deux en même temps, en combien de temps se viderait ledit tonneau.
Tu feras ainsi : multiplie 4 par 6, ça fait 24, puis ajoute 4 et 6, ça fait 10. Divise 24 par 10, il vient 2 ¼ [..]

La formule de Newton donnerait 1/(1/4 + 1/6), soit, en réduisant la fraction et en l'inversant : $(4 \times 6)/(4 + 6)$. Nous trouvons ici un algorithme réduit, donné sur un exemple générique, sans explications.

Et puisque les arithmétiques pratiques de ce type naissent dans nos contrées de la diffusion de la numération indienne, qui est devenue la nôtre, et de ses méthodes de calcul qui ont remplacé le calcul sur les abaques du Moyen-âge, nous allons voir un exemple en Inde avec le *Lilavati*, du mathématicien et astronome indien Bhaskara (XIIème).

Exemple : dis-moi rapidement, ami, en quelle fraction d'un jour 4 fontaines, ouvertes en même temps, remplissent une citerne qui, si chacune était ouverte séparément, la remplirait respectivement en un jour, un demi-jour, la troisième, et la sixième partie [d'un jour].
Règle : divise les dénominateurs par les numérateurs ; divise alors l'unité par la somme de ces quotients. Le résultat sera le temps nécessaire.
Données : 1/1, 1/2, 1/3, 1/6
Réponse 1/12 de jour.[(10)]

Nous reconnaissons la méthode correspondant à la formule de Newton, donnée sous forme d'algorithme écrit en langage courant. Elle est suivie d'un exemple, avec données et sorties, mais sans aucune explication, ni commentaire. Les

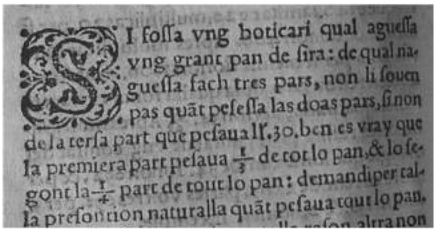
(9) *Libro da abaco*, dit *Tesauro universale*, GirolamoTagliente, Venise, 1520, fol 58v, numérisé sur le site http://biblioteca.imss.fi.it/ (musée Galileo de Florence).
(10) Cité par Maryvonne Spiesser, dans À propos de quelques problèmes d'arithmétique dans la culture marchande de la France méridionale du XVème siècle : un héritage lointain in *4000 ans d'Histoire des mathématiques*, IREM de Rennes, 2002. Voir aussi Maryvonne Spiesser, *Les manuels d'arithmétique pour les marchands dans la France du XVe siècle*, Bulletin nº 444, 2003, p. 32-50.

commentateurs notent que le contexte est le calcul sur les fractions et la pratique de la proportionnalité. Nous pourrions ajouter pour nos élèves l'initiation à l'algorithmique…

Les problèmes que nous venons d'étudier se retrouvent dans toutes les civilisations depuis les Babyloniens(11), aussi vous n'aurez que l'embarras du choix pour allonger la liste et choisir votre préféré. Vous pouvez demander à vos élèves de le résoudre, de trouver une formule ou un algorithme pour le cas général, d'inventer un autre habillage, et même de l'illustrer. Vous serez peut-être surpris par la diversité de leurs approches. Voici un exemple de mise en pratique au lycée.

Un exemple d'expérimentation sur un problème voisin

Martine Bühler, professeur de mathématiques au Lycée Flora Tristan de Noisy-le-Grand, et son collègue d'occitan ont fait travailler des élèves issus de diverses Terminales sur des extraits de la *Cisterna Fulcronica*, une arithmétique de Jouan-Frances Fulconis, un autre auteur niçois, publiée en 1562. Ce texte faisait partie du dossier présenté par les élèves à l'épreuve d'occitan au Bac. Il a donc aussi été choisi pour son intérêt linguistique (comme la forme du conditionnel et de l'imparfait du subjonctif).
Après quelques indications historiques, le professeur d'occitan lit avec les élèves un extrait en niçois, qu'il commente du point de vue linguistique et fait traduire collectivement.

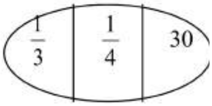

SI foſſa vng boticari qual agueſſa vng grant pan de ſira : de qual naguèſſa fach tres pars, non li ſouen pas quãt peſeſſa las doas pars, ſi non de la terſa part que peſaua lĩ.30. ben es vray que la premiera part peſaua $\frac{1}{3}$ de tot lo pan, & lo segont la $\frac{1}{4}$ part de tout lo pan : demandi per calla preſoncion naturalla quãt peſaua tout lo pan.

S'il y avait un boutiquier qui ait eu un grand pain de cire, duquel il aurait fait trois parts, il ne se souvient pas combien pesaient les deux [premières] parts, seulement que la troisième part pesait 30 livres. Mais il est vrai que la première part pesait 1/3 de tout le pain, et la seconde 1/4 de tout le pain : on demande pour cette supposition naturelle combien pesait tout le pain.

Le professeur de mathématiques demande alors aux élèves, répartis en petits groupes, de résoudre le problème. Je lui laisse la plume.

« Les méthodes employées sont les suivantes :

(11) Cf. le Chapitre 3 d'*Histoires d'Algorithmes*, Jean-Luc Chabert et alii, Belin, 2010.

Méthode 1 : Schéma + calculs 

$\frac{1}{3}+\frac{1}{4}=\frac{7}{12}$. La troisième part représente donc $\frac{5}{12}$ du pain.

$\frac{5}{12} \rightarrow 30$

$\frac{1}{12} \rightarrow 6$

$\frac{1}{3}=\frac{4}{12} \rightarrow 4\times 6=24$

$\frac{1}{4}=\frac{3}{12} \rightarrow 3\times 6=18$

Pain entier : 30 + 24 + 18 = 72

Méthode 1bis : le début est le même, mais les calculs sont menés différemment.

$\frac{5}{12} \rightarrow 30$

$\frac{12}{12} \rightarrow ??$

Puis produit en croix avec des calculs plus ou moins laborieux.

Méthode 2 : résolution algébrique

Deux mises en équation apparaissent après quelques difficultés : certains élèves écrivent $\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+30=x$; d'autres $\frac{1}{3}x+\frac{1}{4}x+30$ mais ne savent pas quoi en faire. Ils obtiennent finalement : $\frac{1}{3}x+\frac{1}{4}x+30=x$ et $x-30=\frac{1}{3}x+\frac{1}{4}x$. Les calculs de résolution sont parfois laborieux.

Nous lisons la traduction de la résolution de Fulconis : Réponse 72 livres. Et pour faire un tel calcul, il suffit de chercher un nombre en lequel il y ait $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{4}$: tu trouves 12 ; enlève $\frac{1}{3}$ et $\frac{1}{4}$ de 12, reste 5. Dis, par règle de trois, si 5 restent de 12, de quoi resteront 30 ? Multiplie et divise et ça donne 72, ce que pèse tout le pain.

La méthode paraît relativement naturelle aux élèves. Une bonne partie d'entre eux connaît l'expression « règle de trois » et l'associe à la notion de proportionnalité et au « produit en croix ». Ils ne savent plus s'ils ont vu cela en primaire ou au collège. J'explique ensuite, grâce à un calcul algébrique, pourquoi la méthode est correcte pour une équation de type $ax = b$: si la « supposition » x_0 donne $ax_0 = b_0$, alors $x/x_0 = b/b_0$. Nous lisons deux autres problèmes du même type (en occitan) avec traduction collective ; les élèves reconnaissent qu'il s'agit du même problème.

Un élève de TES s'est montré particulièrement intéressé et a posé beaucoup de questions, dont les deux suivantes : comment Fulconis convainquait-il ses élèves que la méthode « marche » ? Pourquoi n'apprend-on pas à l'école la méthode de Fulconis, plus simple que les équations et les x ?

J'aurais aimé aller plus loin dans l'étude des problèmes et des méthodes, mais c'est impossible car il faudrait le faire en cours de mathématiques et les élèves viennent de différentes classes. Nous ne pouvons donc faire qu'un travail ponctuel de bidisciplinarité, mais pas un travail de fond. »