

Rubrique multimédia du n° 126 de Repères-IREM (version électronique)

Gérard Kuntz (g.kuntz@libertysurf.fr)

La rubrique multimédia de Repères-IREM est ouverte aux suggestions, aux critiques et aux contributions de ses lecteurs, qui pourront être envoyées à l'adresse ci-dessus.

Elle donne en particulier aux groupes de recherche des IREM la possibilité de faire connaître aux lecteurs un site ou des activités dont les technologies sont des outils essentiels pour apprendre les mathématiques. Les propositions sont bienvenues, à la même adresse !

La rubrique multimédia de ce numéro 126 a été prise en charge par **le groupe Histoire de l'IREM d'Aix-Marseille**¹ et rédigée par Jean-Louis Maltret.

Des nombres aux équations

« *O dear Ophelia, I am ill at these numbers* » W. Shakespeare, Hamlet, Acte 2, scène 2.

1. Le cadre m@gistere

Le groupe Histoire, qui a réalisé en 2013 [une exposition sur les mathématiques en Méditerranée](#), a voulu réinvestir une partie du travail sur un objet multimédia qui s'intègre dans les objectifs de formation des IREM. Les solutions du type MOOC, qui demandent une interaction permanente avec les participants, n'étaient pas dans les possibilités du groupe. Le choix s'est porté sur [m@gistere](#), plateforme nationale du Ministère de l'Éducation, qui donne accès à des parcours de formation, encadrés ou en auto-formation. Techniquement la plateforme est basée sur Moodle, système open source d'apprentissage en ligne. m@gistere comprend plusieurs centaines de parcours, conçus et gérés par divers niveaux du Ministère (académies, directions, services spécialisés,...), à destination de tous les types de personnels (enseignants, cadres, administratifs) et dans tous les domaines. De plus certains membres du groupe en avaient déjà une expérience, comme participant ou comme formateur.

2. Structure, conception et accès

Le parcours « **Des nombres aux équations** » est, à l'heure actuelle (janvier 2022) et d'après le catalogue national, le seul parcours libellé IREM, mais il y en a un certain nombre, en particulier dans le cadre PAF, diffusés au niveau académique seulement.

L'accès se fait par l'URL <http://magistere.education.fr/>, onglet « Offre de formation », puis cocher la case « IREM » dans la liste « Origine ». La description du parcours inclut un lien sur la page de connexion avec plusieurs modes d'accès selon sa situation administrative. On peut également passer par "arena" puis "formation et ressources" puis "magistère".

L'idée directrice de cette formation est de montrer comment les systèmes de numération et les algorithmes réalisant les opérations élémentaires ont permis, par leur développement, d'arriver aux techniques modernes de résolution d'équations algébriques.

Chaque chapitre comporte une référence aux programmes (collège, lycée) pour assurer le lien avec les données officielles sur le sujet.

¹ André Bonnet, Martine Bosc, Marie-Renée Fleury, Jean-Louis Maltret, Bernard Martin.

Le parcours comporte quatre chapitres : nombres, opérations, symboles, équations, correspondant à un déroulement historique. Ils sont subdivisés en quatorze sections selon l'organisation générale de m@gistere. Mais les sections sont, autant que possible, auto-contenues, ce qui permet, selon les centres d'intérêt, de ne pas les parcourir linéairement.

Quelques liens internes renvoient entre les sections qui demandent des pré-requis.

The screenshot shows the m@gistere website interface. At the top, there is a navigation bar with the logo 'm@gistere AIX-MARSEILLE' and links for 'Mes parcours', 'Offre de formation', and 'Offre de parcours'. On the right, there are search, notification, and user profile icons. The main content area is divided into two columns. The left column has a purple header 'SUIVI DE MES ACTIVITÉS' with a progress bar and a red header 'SOMMAIRE' with a list of course sections: 'Accueil', 'Histoires de nombres', 'Les entiers, de la préhistoire au XXe siècle', 'Zéro est-il un nombre?', 'Des fractions aux décimaux', 'Le concept de nombre irrationnel', 'Le concept de nombre négatif', 'Des imaginaires aux complexes', 'Faites le point sur vos connaissances', 'Histoires d'opérations et d'algorithmes', 'Histoires d'écritures', 'Histoires d'équations', and 'Conclusion'. The right column has a white header 'Accueil' and a blue link 'Histoires de nombres'. Below the header, there is a section 'En guise d'introduction' with a quote: 'Many people regard arithmetic as a trivial thing that children learn and computers do, but we will see that arithmetic is a fascinating topic with many interesting facets. [...] The way we do arithmetic is intimately related to the way we represent the numbers we deal with.' This is followed by a paragraph: 'Beaucoup de gens voient l'arithmétique comme une chose évidente, que les enfants apprennent et que les ordinateurs font, mais nous verrons que l'arithmétique est un sujet fascinant avec beaucoup de facettes intéressantes [...] La façon dont nous faisons de l'arithmétique est intimement liée à la façon de représenter les nombres que nous manipulons.' and a citation: 'Donald Knuth The Art of Computer Programming Vol.2; p.178 (1969)'. Below this is a purple box titled 'Présentation de votre formation' with icons for 'Public', 'Les auteurs', 'Objectifs', 'Durée', and 'Contenu'. The 'Objectifs' section states: 'Actualiser ses connaissances scientifiques en rapport avec l'histoire des nombres, et les applications pour résoudre des équations.'

3. La réalisation

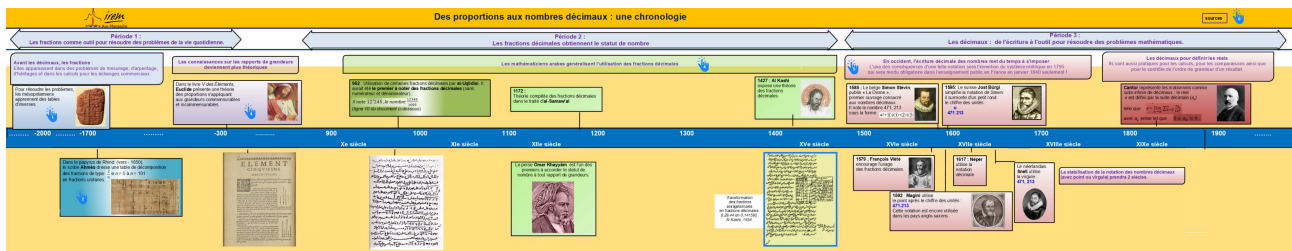
La plateforme Moodle est complexe, avec plusieurs dizaines de types de modules possibles : textes, multimédia, activités, forums, interactions, évaluations,... Pour faciliter le développement, le choix a été fait de se limiter à quelques types seulement : textes html avec liens externes, documents pdf, images avec interactions, vidéos, tests.

La réalisation s'est déroulée de 2017 à 2019 et les réglages finaux en 2020, avec une aide du responsable académique m@gistere². Techniquement le parcours utilise à la fois les mécanismes Moodle, mais aussi des liens vers le serveur de l'IREM d'Aix-Marseille.

Le parcours a été testé, et corrigé, par plusieurs enseignants émanant des groupes académiques s'intéressant à l'histoire (GRAC, GRAL) et des animateurs IREM.

L'un des outils de la formation est constitué par sept frises chronologiques qui présentent à la fois les grandes étapes du domaine traité et les principaux contributeurs, avec des liens vers des documents externes « *Pour en savoir plus* » et « *Pistes pour la classe* ». La navigation horizontale n'est pas classique sur le web mais, dans ce cas, elle s'est révélée adaptée à l'objectif visé.

² Henri Maigné, administrateur du domaine académique



Les vidéos réalisées sont selon la présentation m@gistere, incrustation ou plein écran. Elles sont volontairement sur un seul sujet, durée moyenne trois minutes, avec voix-off.

Une multiplication en Mésopotamie

Une multiplication dans l'Égypte ancienne

Une multiplication mésopotamienne?

Un exemple de multiplication dans l'Égypte ancienne

Le problème 32 du papyrus de Rhind

The diagram shows a clay tablet with a multiplication problem. Annotations include:

- 7 clous (7 nails) pointing to the top row of symbols.
- 5 chevrons (5 chevrons) pointing to the bottom row of symbols.

 Below the tablet, the calculation is shown in decimal form:

$$\begin{array}{r} 7.35 \\ 7.35 \\ \hline 57.30.25 \end{array}$$
 The result is given as 207 025.

The diagram shows the multiplication table from the Rhind papyrus problem 32. It consists of two columns of hieroglyphs representing numbers. The right column has 12, 24, 48, and 96. The bottom row has 12, 24, 48, and 96. The result is 144.

12	12
24	24
48	48
96	96
144	144

Pour la numération sexagésimale, il a été intégré la calculatrice « [mesocalc](#) » qui permet de se familiariser avec la base 60 et de s'exercer aux calculs élémentaires.

4. Dans le cadre des stages PAF

Le parcours a été intégré au PAF. En 2020-2021 le déroulement a été entièrement en auto-formation, avec une visioconférence-bilan de deux 2 heures permettant les retours des inscrits. En 2021-2022 on a rajouté une visioconférence introductive pour expliquer le cadrage et un forum pour faciliter les interactions.

5. Les tests d'évaluation

6.

The screenshot shows a quiz question:

Des nombres aux équations

Question 1
Pas encore répondu
Noté sur 2,00
Marquer la question

Le théorème fondamental de l'algèbre, dit théorème de d'Alembert

Veuillez choisir une réponse :

- a. est énoncé pour la 1ère fois sans démonstration par d'Alembert
- b. est énoncé et démontré peu rigoureusement par Girard
- c. est démontré rigoureusement par Gauss

La plateforme m@gistere introduit la notion de « badge », certificat attestant de la réalisation du parcours et décerné selon une liste de critères paramétrables. Les différentes sections du parcours ont un « marqueur d'avancement », validé par le participant. Le choix a été fait de délivrer le badge avec tous les marqueurs d'avancement validés et tous les tests d'évaluation réalisés avec la note moyenne d'au moins 5/10. L'objectif était avant tout une auto-évaluation, pas une certification.

On a réalisé un test par chapitre, sous forme de questions à choix multiples : 10 questions pour le chapitre sur l'histoire des nombres, 5 questions pour les autres chapitres. Parmi les retours de participants il a été suggéré de passer le test sur les équations à 10 questions mais, les évaluations étant déjà commencées, il n'était plus possible de faire de modification.

L'analyse des tests réalisés montre que la majorité des participants a fait 2 ou 3 tentatives, pour obtenir en général une note presque maximale.

6. Le parcours en chiffres



- 700 inscrits (janvier 2022), principalement en métropole, mais aussi en DOM.
- ~150 participants avec une réalisation significative (~1/3 de marqueurs d'avancement)
- 396 tentatives de tests et 228 tests réussis, note moyenne finale 9/10
- 50 badges décernés
- 150 documents pdf annexés en liens « Pour en savoir plus »,
- 14 vidéos,
- Une bibliographie pour chaque chapitre et une bibliographie générale totalisent environ 70 références, ouvrages ou sites web.

7. Les retours des utilisateurs

Les interactions n'ont eu lieu qu'à l'occasion des stages PAF et pour certains participants jugés significatifs. Il s'agit là d'un point majeur, l'absence plutôt frustrante de lien direct enseignant-enseigné, ce qui semble difficilement modifiable sans moyens lourds.

On peut néanmoins résumer les retours des utilisateurs autour de différents points :

- *Cette formation permet de se former même si le centre de formation n'est pas à proximité de chez soi.*
- *Pouvoir faire la formation en gérant le rythme des différents apprentissages. Dans une formation en présentiel, les contenus s'enchainent alors que dans le format proposé il est possible de fractionner le rythme de la formation à sa convenance et ainsi de passer le temps souhaité sur une question.*

- *La simplicité de la plate-forme : les différents chapitres sont disponibles sur la partie gauche de la page qui permet une navigation facile dans les différentes ressources.*
- *Des temps indicatifs sont fournis sur le rythme des apprentissages. Ceci permet de se faire rapidement une idée d'ensemble du temps nécessaire pour la formation et de se faire une idée d'un planning.*
- *Les ressources proposées sont variées : textes issus d'articles ou extraits de textes de mathématiciens ; une frise chronologique permet de fixer des repères temporels ; de nombreuses vidéos permettent de visualiser les mécanismes étudiés et de les repasser autant de fois que souhaité ; des pistes de séquences pédagogiques sont proposées.*
- *Des tests de positionnement marquent les différentes étapes du parcours. Ce qui permet de vérifier l'assimilation des points abordés et fournit un petit challenge car le nombre de tentatives est limité. Pour renforcer cet aspect, il aurait peut-être été souhaitable qu'il y ait plus de questions dans chaque test.*
- *Une bibliographie et une sitographie permettent de pouvoir approfondir les thèmes abordés.*
- *Il est dommage qu'un forum de discussion n'ait pas été activé ce qui aurait permis de débloquent les éventuels points difficiles et peut être de lancer une dynamique collective. En effet, dans ce type de formation à distance, on rencontre aussi rapidement un sentiment de solitude en particulier lorsque l'on rencontre une difficulté. D'autre part demander aux participants de produire une séquence pédagogique (partageable avec tous les autres participants) aurait peut-être aussi contribué à donner un aspect encore plus pratique à cette formation.*

8. Éléments de bilan

L'examen des connexions au parcours montre qu'il est utilisé de façon régulière et, parfois, par des participants l'ayant déjà réalisé avec obtention du badge. On peut faire l'hypothèse qu'il a donc, au moins en partie, un statut de référence qu'on va consulter après l'avoir parcouru ou survolé. La question qui se pose pour la suite est alors celle de mettre le contenu sous une forme publique correspondant plus à un site de référence qu'à un parcours d'apprentissage.

Bibliographie - Sitographie

Ce sont principalement des bilans de cours pour élèves ou étudiants, ou des aides à l'enseignement.

Sur m@gistere

* Leroux Liouba,
Mathématique. N° 76. Enseignement hybride et à distance : retour d'expériences et éléments pour des choix nécessaires

<http://revue.sesamath.net/spip.php?article1412>

* Poisard Caroline,

Mathématiques en Cycle 3. Ressources pour les professeurs au cycle 3. Quand un instrument de calcul ancien s'invite dans une classe utilisant les nouvelles technologies. p. 26-41.

<http://uptv.univ-poitiers.fr/program/mathematiques-en-cycle-3/>

Sur les MOOC

* Bulletin de l'APMEP. N° 516. p. 559-565. Interview de Sylvie Méléard, professeur à l'École Polytechnique

<https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/AAA/AAA15058/AAA15058.pdf>

* Ernoult Alice, Doret Stéphanie, Egger Bernard

Bulletin de l'APMEP. N° 516. p. 566-572. De la PAP vers Mathscope.

<https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/AAA/AAA15059/AAA15059.pdf>

* Aldon Gilles

Bulletin de l'APMEP. N° 516. p. 542-548. MOOC, Formations à distance, Formations hybrides.

<https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/AAA/AAA15055/AAA15055.pdf>

* Bodin Arnaud, Recher François

Gazette des Mathématiciens. N° 140. p. 57-59. Une expérience de MOOC.