

# PRÉSENTATION DU PROJET :



PLATEFORME NUMÉRIQUE DÉDIÉE À L'ENSEIGNEMENT  
DES MATHÉMATIQUES AU LYCÉE

JOHAN SEGURA





# TABLE DES MATIÈRES

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Avant-propos.....                    | 3  |
| Présentation générale du projet..... | 1  |
| Résumé.....                          | 1  |
| Motivation et historique.....        | 1  |
| Objectifs.....                       | 1  |
| Modules actuels.....                 | 2  |
| Rédaction de contenu.....            | 2  |
| Calcul algébrique.....               | 4  |
| Professeur virtuel.....              | 5  |
| Jeux sérieux.....                    | 6  |
| Objectifs Détaillés.....             | 8  |
| Profils d'utilisateurs.....          | 8  |
| Calcul formel.....                   | 8  |
| Agent de dialogue.....               | 9  |
| Jeux sérieux.....                    | 10 |

## Avant-propos

Ce document présente le travail périphérique à mon activité de professeur de mathématiques au lycée Saint-Exupéry à Marseille, c'est à dire le développement de ressources pédagogiques numériques pour l'enseignement de ma discipline.

Les résultats de cet investissement personnel ininterrompu depuis 2013 est librement accessible via l'adresse [www.mathsoup.xyz](http://www.mathsoup.xyz). Elles ont été réalisées dans un soucis constant de répondre aux besoins des élèves, et refléteront, je l'espère, mon attachement à la mission sociale qui m'est confiée au travers de l'exercice du métier d'enseignant.



# Présentation générale du projet

## Résumé

MathSoup est une plateforme en ligne d'apprentissage des mathématiques pour les lycéens. Elle regroupe des ressources pédagogiques classiques telles que des cours et des exercices, mais intègre surtout des ressources numériques originales telles que des figures interactives, des exercices aléatoires corrigés à difficulté variable, des jeux sérieux, un assistant virtuel avec lequel il est possible de dialoguer, etc.

## Motivation et historique

Professeur titulaire en activité depuis 5 ans dans un lycée réputé difficile, trouver des angles d'approche originaux est vite devenu une nécessité pour rendre l'apprentissage des mathématiques plus abordable pour les élèves. L'utilisation d'outils numériques pour accompagner mes cours s'est d'abord imposée pour répondre à cette nécessité.

Puis au delà de l'habillage rendant attrayantes les séquences, j'ai commencé à me concentrer plus sérieusement sur une intégration justifiée par des objectifs pédagogiques ciblés. Il n'était alors pas toujours possible de trouver un outil numérique adapté à la séquence que je souhaitais construire parmi les outils existants.

Titulaire d'un doctorat en informatique, j'ai naturellement commencé à en développer certains sur mon temps libre sous la forme de petits prototypes que je pouvais soumettre au jugement des élèves lors de séances d'accompagnement personnalisé, d'exercices, ou d'activités. Leurs réactions, parfois inattendues, ont été riches d'enseignements et cet aller-retour indispensable, à mon sens, entre la classe et la création de contenus a été à la base de plusieurs directions prises, nécessité faisant loi.

Ce qui était un passe-temps plaisant a commencé à prendre de l'ampleur et une certaine cohérence. J'ai donc commencé à m'informer plus en profondeur en lisant des articles, suivant des formations en ligne, allant à quelques conférences pour finalement demander un mi-temps annualisé en 2015 pour m'y consacrer plus sérieusement.

Le résultat est une plateforme pédagogique en ligne appelée MathSoup regroupant des ressources numériques pour mes classes incluant : cours de type E-learning, jeux sérieux, exercices, vidéos pédagogiques, agent de dialogue, aide au calcul algébrique, etc.

Le site est déjà assez fourni en ressources diverses. Il est utilisé en l'état actuel par mes élèves et certains collègues pour l'enseignement des mathématiques et des spécialités ISN, et NSI.

## Objectifs

La plateforme se veut complète et souhaite intégrer des outils utiles et accessibles pour les lycéens et les enseignants que l'on peut résumer en quatre catégories :

- la création et/ou l'intégration d'outils servant à créer du contenu pédagogique
- le développement d'outils de création de contenu pour les enseignants
- l'intégration d'outils de gestion et de suivi de groupes
- la création de contenu, car il s'agit de ma vocation première.

C'est pour aller au bout de cette démarche, que je souhaite effectuer un temps partiel et poursuivre cette activité en auto-entrepreneur. Actuellement la plateforme ne permet, je pense, qu'une utilisation locale au niveau du lycée Saint-Exupéry. Avancer en direction de ces objectifs permettra d'ouvrir la plateforme plus largement à des utilisateurs et des créateurs de contenus avec un ensemble de ressources variées déjà présent et accessibles comme vitrine. En s'appuyant sur ces conditions, il sera possible éventuellement d'entamer une recherche des partenaires pour proposer des licences d'utilisation (particuliers élèves, parents ou profs, établissements) selon un modèle économique restant à définir précisément, mais dont les fondements seront l'accessibilité pour tous les élèves et la libre diffusion des ressources. C'est pour cette raison que la plateforme est mise à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## Modules actuels

Nous présentons ici quelques aspects de la plateforme MathSoup en adoptant le point de vue d'un utilisateur. Il est possible d'y accéder via l'adresse [www.seguramath.fr](http://www.seguramath.fr)

### Rédaction de contenu

Des outils aidant à la rédaction de cours ont été mis en place pour gérer le découpage des séquences (définitions, méthodes, exercices, numérotations). Comme la rédaction simple et lisible de formules mathématiques est un impératif, nous intégrons un outil pré-existant permettant de visualiser des expressions mathématiques <sup>1</sup>

**Exercice 4** Comparer sans utiliser la calcula

- |                                                |                                                           |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>1</b> $\pi^2 - 1$ et $3,14^2 - 1$           | <b>5</b> $\frac{2}{\sqrt{2+\pi}}$ et $\frac{2}{\sqrt{5}}$ |
| <b>2</b> $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{\sqrt{2}}$ | <b>6</b> $\frac{-1}{\sqrt{3}}$ et $\frac{-1}{\sqrt{5}}$   |
| <b>3</b> $\sqrt{7}$ et $\sqrt{8}$              | <b>7</b> $\sqrt{2 - \sqrt{3}}$ et                         |

|                         |  |  |  |  |
|-------------------------|--|--|--|--|
| $x_i - \bar{x}$         |  |  |  |  |
| $(x_i - \bar{x})^2$     |  |  |  |  |
| $n_i (x_i - \bar{x})^2$ |  |  |  |  |

$$\sum_{i=1}^4 n_i (x_i - \bar{x})^2 = \dots\dots\dots$$

$V = \dots\dots\dots$   
 $\sigma = \dots\dots\dots$

Fig. 1 et 2: Formules mathématiques

Un enseignant de lycée peut aussi être amené à détailler le fonctionnement de la calculatrice graphique. Nous avons pour cela ajouté des fonctions permettant de simuler le rendu visuel d'un écran de calculatrice et les touches de la TI83.

METHODE

- Taper `somme (L1)` pour obtenir la somme des valeurs de L1. `somme` se trouve dans **2nde** + **stats** puis dans **MATH**
- Taper `moyenne (L1)` pour obtenir la moyenne des valeurs de L1. `moyenne` se trouve dans **2nde** + **stats** puis dans **MATH**
- Taper `2*L1 + L2 → L3` pour calculer une nouvelle liste à partir de L1 et L2 et l'enregistrer dans L3

Fig.3:Méthode relative à l'utilisation de la calculatrice

<sup>1</sup> LaTeX, un langage utilisé par les enseignants en sciences pour la rédaction de cours contenant des symboles mathématiques.

Les contenus de la plateforme prenant la forme de pages web, il est également possible d'intégrer n'importe quel contenu interactif (vidéos, outils de géométrie, jeux, diaporama, zones dépliantes, etc.). En résumé, la rédaction de contenu se fait à l'aide d'une boîte à outil s'enrichissant au fil des années et selon les besoins rencontrés.

• Cliquez en laissant appuyé sur le petit carré noir en bas

|   | A               | B      | C      | D     | E      |
|---|-----------------|--------|--------|-------|--------|
| 1 |                 |        |        |       |        |
| 2 | Lettres vie.txt | a      | b      | c     | d      |
| 3 | Effectifs       | 30631  | 3713   | 9417  | 11662  |
| 4 | Fréquences      | 0,0715 | 0,0087 | 0,022 | 0,0272 |
| 5 | ECC             |        |        |       |        |
| 6 | FCC             |        |        |       |        |
| 7 |                 |        |        |       |        |
| 8 |                 |        |        |       |        |

REMARQUE

Grâce à cette manipulation, le logiciel a fait la même chose

Fig 4: Animation présentant une manipulation de tableur

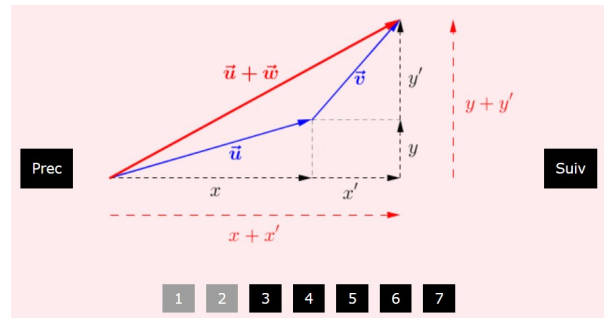


Fig 5 : Diaporama détaillant une construction géométrique

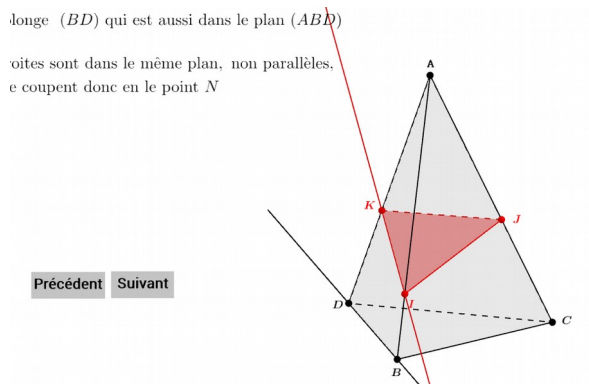


Fig 6 : Intégration d'une figure geogebra 3D interactive



Fig 7 : Simulation intégrant le hasard pour une activité de probabilité

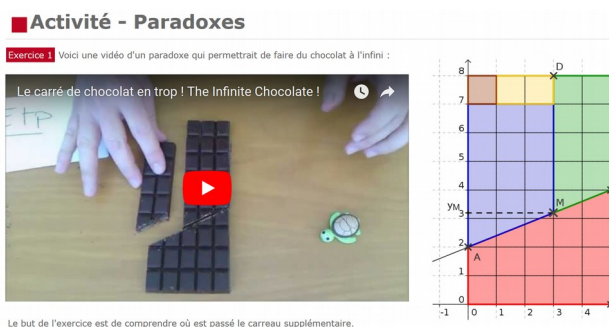


Fig 8 : Activité basée sur une vidéo youtube populaire

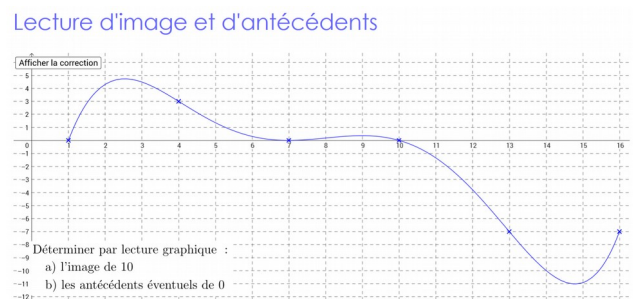


Fig 9 : Générateur de courbes (geogebra) pour exercices corrigés automatiquement

## Calcul algébrique

Un module permettant d'analyser et traiter les expressions mathématiques est en développement. Dans sa première forme il permet déjà de faire fonctionner plusieurs exercices générés et corrigés automatiquement.

Cet apport fait suite à la demande d'une élève de première S après que j'ai donné l'adresse internet d'un logiciel permettant de corriger des exercices d'entraînement techniques du livre (la mise sous forme canonique, voir plus bas). Mon but était de leur proposer de s'entraîner sans limitation de temps chez eux en corrigeant automatiquement les exercices du livre en rapport avec cette technique. L'élève m'a rétorqué que le logiciel donnait les solutions, mais pas les étapes de calcul. En effet, le faible niveau de certains (parfois des lacunes anciennes du collège), les empêchait de progresser plus loin dans les étapes et d'acquérir la maîtrise de la méthode.

Le générateur d'exercice ci-dessous proposait à ces élèves de créer un nombre infini d'exercices, à la difficulté variable, ( ou de choisir le point de départ) et de suivre l'application de la méthode pas à pas avec une coloration des changements à chaque étape :

### ■ De la forme développée à la forme canonique

Entrez ci-dessous l'expression d'un polynôme du second degré à coefficients **entiers**:

$f(x) =$

Ou générer un exemple : 

Difficulté :

On part de la forme développée

$$f(x) = 3x^2 - 120x + 6$$

On factorise  $3x^2 - 120x$  par  $3$  :

$$\begin{aligned} f(x) &= 3\left(x^2 - \frac{120}{3}x\right) + 6 \\ f(x) &= 3(x^2 - 40x) + 6 \end{aligned}$$

On met en évidence le début de l'identité remarquable  $a^2 - 2ab$  et on identifie  $b$  :

$$\begin{aligned} f(x) &= 3\left(x^2 - 2 \times x \times \frac{40}{2}\right) + 6 \\ f(x) &= 3\left(x^2 - 2 \times x \times 20\right) + 6 \end{aligned}$$

On complète pour faire apparaître l'identité remarquable  $a^2 - 2ab = a^2 - 2ab + b^2 - b^2$  :

$$\begin{aligned} f(x) &= 3(x^2 - 2 \times x \times 20 + 20^2 - 20^2) + 6 \\ f(x) &= 3(x^2 - 2 \times x \times 20 + 400 - 400) + 6 \end{aligned}$$

On factorise l'identité remarquable  $a^2 - 2ab + b^2 - b^2 = (a - b)^2 - b^2$  :

$$\begin{aligned} f(x) &= 3((x - 20)^2 - 400) + 6 \\ f(x) &= 3(x - 20)^2 + 3 \times (-400) + 6 \\ f(x) &= 3(x - 20)^2 - 1200 + 6 \\ f(x) &= 3(x - 20)^2 - 1194 \end{aligned}$$

On a donc :  $a = 3$ ,  $\alpha = 20$  et  $\beta = -1194$

Fig 10 : Générateur d'exercices et correction automatique pas à pas.

Ce type d'outil d'entraînement, spécifique au lycée, échappe aux exercices classiques. Son utilité a été démontrée, à mon avis, après son utilisation très appréciée par les élèves.

Le module de calcul formel en développement se base sur cette première expérience et tente de généraliser ce qui a été fait pour d'autres types d'exercices, pour ajouter des fonctionnalités à la boîte à outil pour la rédaction de cours, mais aussi pour une application à la réalisation de jeux sérieux.

## Professeur virtuel

Le mi-temps annualisé réalisé en 2015 a été l'occasion de lire des articles et des thèses autour de la pédagogie dans un contexte numérique. J'ai pu alors découvrir la notion d'« *espace potentiel d'apprentissage* » dans la thèse de Julian Alvarez<sup>2</sup> dans laquelle la relation d'apprentissage décrite ne peut exister sans la présence d'un partenaire de communication pédagogique. L'idée m'est alors venue de réinvestir certaines notions abordées lors de mon doctorat en Traitement Automatique des Langues (TAL) comme celle d'agent de dialogue<sup>3</sup> dans le but de réaliser un professeur virtuel. Il pourrait présenter des connaissances à acquérir non pas de manière magistrale, mais sous forme d'un dialogue (scripté donc non intelligent) avec l'apprenant. Il peut également représenter un guide de la plateforme et être sollicité à tout moment pour renseigner selon le contexte (exercice, cours, informations générales).

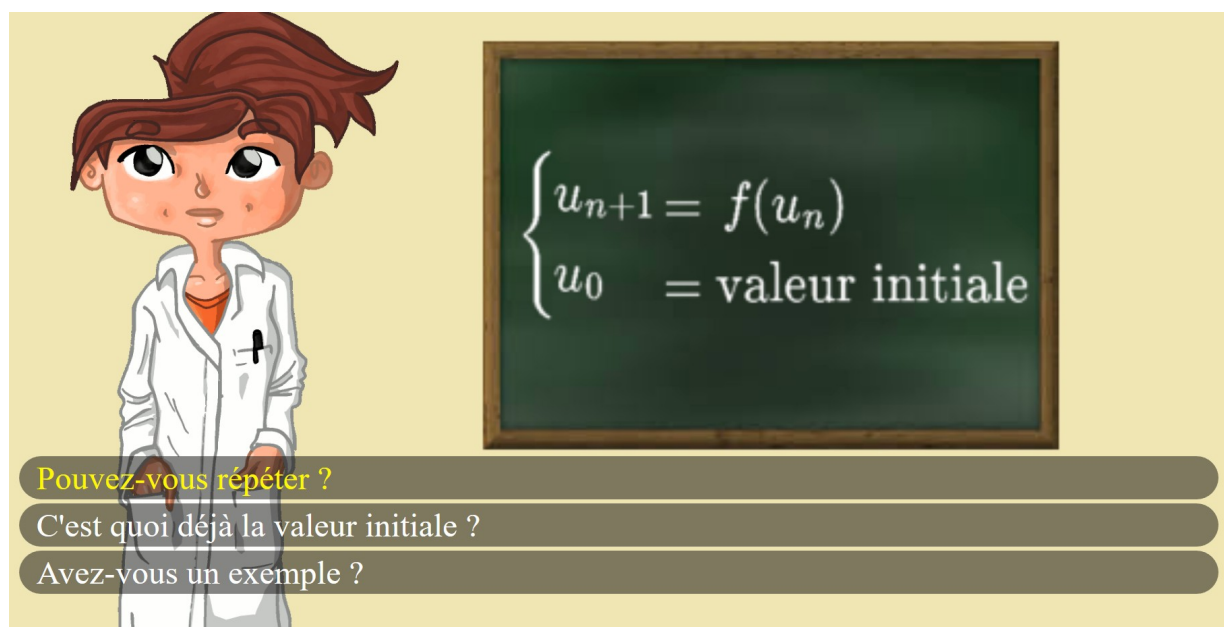


Fig 11 : Professeur virtuel sous forme d'un agent de dialogue

Actuellement l'agent en est à un stade de développement avancé, mais son intégration à la plateforme reste à faire. Il a été utilisé de manière détournée dans le cadre de l'enseignement d'Informatique et Sciences du Numérique (ISN) lors d'un mini-projet qui a rencontré un certain succès de la part des élèves.

2 « Du jeu vidéo au serious game : approches culturelle, pragmatique et formelle », Julian Alvarez - 2007

3 Un agent virtuel ou agent de dialogue est un personnage virtuel qui offre une assistance aux internautes en répondant de façon automatique à leurs questions et demandes en ligne

## Jeux sérieux

La plateforme intègre quelques mini-jeux originaux développés à partir de problématiques nées en classe. L'utilisation de jeux, traditionnellement objets extérieurs à la salle de cours, visait à susciter la curiosité et l'adhésion des élèves.

Un premier jeu développé, Pebble Chess (voir figure 12), était un simple jeu de plateau aux règles originales qui présentent un lien intéressant avec les suites numériques en terminale. Le jeu est ici l'objet d'étude, mais il n'introduit pas de notion mathématique et l'acquisition des compétences doit donc se faire en amont de manière traditionnelle.



*Fig 12 : Pebble Chess : lorsqu'un pion est déplacé, il est dupliqué et le damier est infini*

Une autre tentative pour rendre les mathématiques plus attractives était de justifier leur utilisation par leur présence dans la réalisation des jeux vidéos (surprenant pour les élèves). Les courbes, objet d'étude en seconde, peuvent être des trajectoires d'objets ou de personnages dans les jeux vidéos. MathFighters, un mini-jeu développé pour la plateforme (qui est en fait un exercice classique déguisé) consiste à "réparer" un jeu de combat en lui soumettant des trajectoires sous forme d'expressions mathématiques qui animent la projection d'un personnage (voir figure 13). Cette activité déclenche souvent l'hilarité des élèves qui jouent (et donc adhèrent) alors à tester toutes sortes de trajectoires plus ou moins réalistes. L'idée originale vient d'un collègue ayant eu une classe de judoka.



*Fig 13 : MathFighters est un traceur de courbes déguisé en animation de jeu vidéo*

L'utilisation de jeux a été l'occasion de questionnements profonds sur ma pédagogie, puis de lectures de travaux de recherches passionnants sur le sujet, qui m'ont donné l'envie d'aller plus loin et de proposer des mini-jeux qui accompagneraient véritablement au travers de leur langage vidéo-ludique l'apprentissage de notions mathématiques.

En me concentrant sur l'acquisition de compétences de base en programmation pour les élèves de seconde, j'ai repris l'idée de "jeu cassé" dans lequel l'élève peut changer les variables et observer les conséquences à l'écran. Afin d'entretenir l'intérêt et remplir ses objectifs pédagogiques, le jeu récompense l'élève par des trophées (de niveaux bronze, argent ou or) lorsqu'il effectue les bonnes manipulations. La liste des trophées est accessible avec une description très courte et même parfois énigmatique.

Les élèves de seconde ayant joué ont immédiatement adhéré, souvent déterminés à obtenir tous les trophées.



Fig 14 : Les variables du jeu peuvent être modifiée (cœurs, pièces, score et position)



Fig 15 : Une liste conséquente de trophées validant l'acquisition d'un savoir

Une suite a été développée autour d'autres notions (les tests et les conditions) dans le quel on peut décrire en langage algorithmique (en français) le comportement que le personnage doit adopter dans différentes situations (si il va dans l'eau, si il tombe dans un trou, etc.).

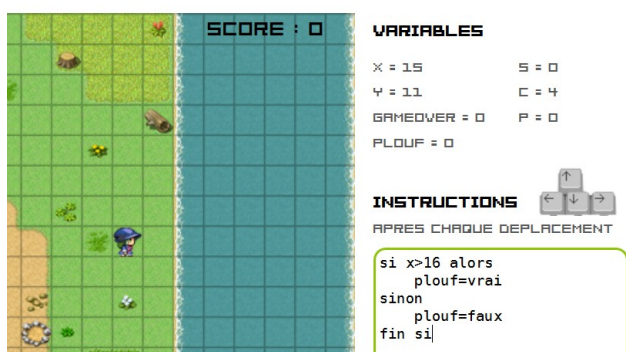


Fig 15 : A chaque déplacement du personnage et les instructions sont appliquées

# Objectifs Détaillés

## Profils d'utilisateurs

Concernant les modules précédents, ils sont dans l'ensemble utilisables en l'état mais peu diffusables car nécessitant quelques connaissances en technologies web pour se les approprier et les modifier (bien que libres et accessibles). Étoffer la plateforme pour permettre de définir des profils d'utilisateurs (élèves, professeurs, parents, visiteurs, etc.) et d'y assigner des rôles est une première étape à réaliser. Il serait alors important d'être capable de proposer des outils d'édition et de création de contenus intuitifs pour les enseignants. Ils seraient alors libres de partager leur contenu ou de ne pas le diffuser.

Des outils de création et de gestion de groupes semblent également aller de soi. La question se pose alors d'intégrer MathSoup à un environnement pré-existant proposant déjà ces outils, ou de l'en doter.

Pour chaque enseignant, avoir la possibilité de représenter un ensemble de compétences et de les lier entre elles suivant un graphe de dépendance (ou carte mentale), permettrait d'imaginer des outils pouvant lier les contenus pédagogiques entre eux.

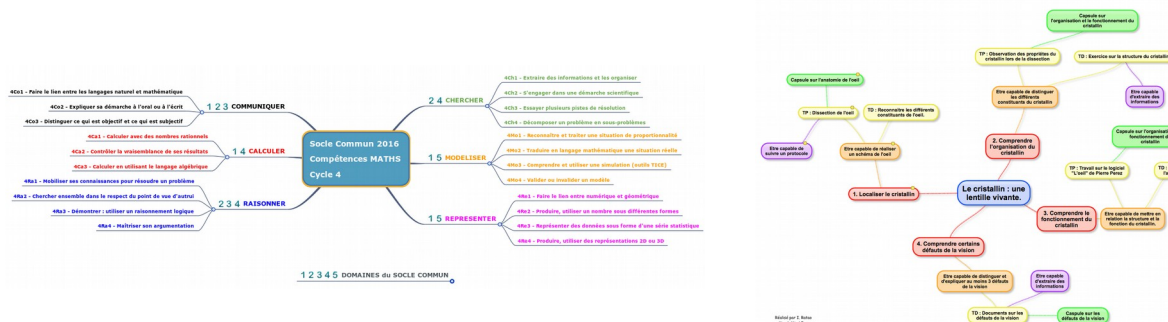


Fig 16 : Suggestion de représentations de compétences

Par exemple, à partir d'une définition ou d'une propriété de la planche d'un cours, il serait possible, d'accéder à une liste d'exemples, d'exercices d'applications ou de contenus connexes qui sont indexés suivant les mêmes compétences. On peut imaginer aller plus loin en utilisant cette base de données des compétences pour des exerciceurs alors capable en cas d'échec, de rediriger l'apprenant vers une explication du cours, vers des exercices moins durs ou vers des notions antérieures à consolider. Ce scénario pourrait fonctionner via le professeur virtuel capable d'orienter l'élève vers ces différentes options.

## Calcul formel

Le calcul formel (calcul incluant des littéraux  $x$ ,  $y$ , etc.) au lycée est omniprésent dans toutes les filières. Des logiciels existent et sont à disposition des enseignants et des élèves (XCAS, Maple, Sage, etc.) pour assister la résolution de différents problèmes. Intégrer un module de calcul formel permettrait en premier lieu de créer des exerciceurs automatiquement corrigés, avec des étapes détaillées, pour entraîner aux nombreuses méthodes des différentes parties des programmes de chaque filière, comme nous avons pu le faire précédemment sur un exemple particulier (revoir figure 10).

Un tel module pourrait de plus permettre l'intégration d'une calculatrice formelle en ligne, mais aussi s'ajouter aux outils de rédaction des cours pour les enseignants en semi-automatisant le détail des étapes dans la présentation d'une méthode (développer, dériver, simplifier des fractions, etc.) ou la rédaction d'exemples. Une application est également envisagée pour un jeux sérieux (voir page 12).

Un tel module n'est pas loin d'exister puisque qu'en réinvestissant certains travaux réalisés durant ma thèse, il a été possible de réaliser un analyseur capable de reconnaître les expressions mathématiques et d'y appliquer des règles de calcul élémentaires comme devrait le faire un lycéen (voir figure 17). Il ne s'agit pour l'instant que d'un prototype n'étant intégré à aucune autre partie de la plateforme et dont un certain nombre de règles manque. Les règles connues par le système sont commentées et triées par niveau de difficulté. Cela rend possible de l'associer au professeur virtuel qui serait capable de donner une explication pour chaque étape. On peut aussi imaginer la possibilité de donner plus ou moins de détail dans les étapes en ignorant les plus simples selon le niveau de l'élève.

Expression Algébrique :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{x}{2}(x + 2^3) + \frac{1}{2} \\
 &= \frac{1}{2} + \frac{x}{2} \times 2^3 + \frac{x}{2} \times x \quad \text{dev:R\_a\_bc} \\
 &= \frac{1}{2} + 2^3 \times \frac{x}{2} + x \times \frac{x}{2} \quad \text{reordonne} \\
 &= \frac{1}{2} + 2^3 \times \frac{x}{2} + x \times \frac{x}{2} \quad \text{simpl\_quotient\_num:R\_Init} \\
 &= \frac{1}{2} + 8 \times \frac{x}{2} + x \times \frac{x}{2} \quad \text{simpl\_puissance:R\_NumNum} \\
 &= \frac{1}{2} + \frac{8x}{2} + x \times \frac{x}{2} \quad \text{simpl\_produit:R\_Quo} \\
 &= \frac{1}{2} + 4x + \frac{x \times x}{2} \quad \text{simpl\_produit:R\_seul} \\
 &= \frac{1}{2} + \frac{x^2}{2} + 4x \quad \text{simpl\_produit\_quotient:R\_XX} \\
 &= \frac{1}{2} + 4x + \frac{x^2}{2} \quad \text{reordonne}
 \end{aligned}$$

*Fig 17 : Prototype de calcul formel développant et simplifiant une expression à l'aide de ses règles de calcul*

## Agent de dialogue

Nous avons déjà évoqué les liens possibles de l'agent de dialogue avec l'indexation du contenu par compétences et le module de calcul formel pour une présentation étape par étape commentée.

Actuellement, l'agent de dialogue est capable de suivre des scénarios rédigés sous forme XML (langage de structure balisé représentant ici les éléments du dialogue). Des outils de création et de gestion des scénarios de dialogues accessibles à des créateurs non-experts devraient être développés pour rendre l'outil accessible. L'intégration du professeur virtuel à l'ensemble de la plateforme reste également à mettre en place.

```

<p>
  <explique/>Ce qui achève de démontrer le théorème : C.Q.F.D. !
</p>
<ul id='ull' type='stay'>
  <li id='lil' type='once'>
    <title condition='repete==false'>Pouvez-vous répéter ?</title>
    <title condition='repete==true'>Décidément je n'ai pas du tout compris...</title>
    <goto condition='repete==false' target='#theoreme1' />
    <goto condition='repete==true' target='#cours182938' />
    <set var='repete' val='true'></set>
  </li>
</ul>

```

Fig 18 : Extrait de scénario de dialogue sous forme XML

## Jeux sérieux

Les mini-jeux introduisant les notions d'algorithmique, présentés page 9, pourraient poursuivis en proposant de nouveaux niveaux permettant d'acquérir d'autres compétences. Ce développement est un projet énorme en soi qui pour l'instant n'a fait l'objet que de notes préliminaires. L'agent de dialogue serait bien évidemment mis à contribution. Pour l'instant, ce travail a été laissé de côté au profit d'une réflexion sur un jeu permettant de travailler sur le calcul symbolique au lycée.

La technicité n'est pas une fin en soit ni un impératif dans les programmes. Pourtant de nombreuses notions, notamment dans les filières scientifiques, nécessitent une manipulation sereine des expressions mathématiques (calcul algébrique). En cours, il n'est pas rare de perdre une partie de l'attention des élèves à cause d'effrayantes fractions ou des puissances mal comprises, qui ont le don de réduire la prise d'initiative à néant. Dans la psychologie du développement de l'enfant, le jeu est une « aire intermédiaire entre le monde et soi »<sup>4</sup> qui « permet toutes sortes de tentatives sans craindre de conséquences néfastes »<sup>5</sup>. L'apprentissage par le jeu offre à l'élève cet espace rassurant où il peut sans crainte se tromper et essayer encore. La boucle de jeu permet également ce qu'une feuille blanche ne peut pas : des signes encourageant le bon geste et des retours positifs ou négatifs immédiats.

Il existe assez peu de jeux basés sur le calcul symbolique, tandis que des jeux sur le calcul mental et numériques sont légion pour les élèves de primaire et de collège. J'ai pu tester quelques séquences pédagogiques encourageantes sur des élèves de secondes en utilisant DragonBox2 et AlgebraTouch (voir figures 19 et 20).

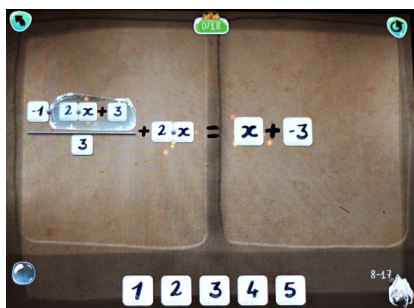


Fig 19 : DragonBox 2 – Résolution d'équations du premier degré « tactiles »

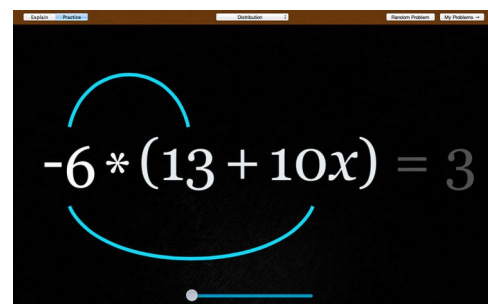


Fig 20 : AlgebraTouch – Manipulations algébriques « tactiles »

4 « Jeu et réalité », Donald W. Winnicott - 1971

5 « La médiation par le cédérom "ludo-éducatif" : approche communicationnelle », Catherine Kellner - 2000

Une application directe du module de calcul formel serait de permettre la création de mini-jeux sérieux basés sur le calcul symbolique en complément du contenu strictement pédagogique. L'interface à la souris et tactile pour les technologies portables est envisagée.

*« Les mathématiques sont un jeu qu'on exerce selon des règles simples, en manipulant des symboles et des concepts qui n'ont en soit aucune importance particulière » - David Hilbert*

