

Apport du jeu dans l'enseignement de l'informatique

Mélodie Castanier

▶ **To cite this version:**

Mélodie Castanier. Apport du jeu dans l'enseignement de l'informatique. Education. 2021. dumas-03254484

HAL Id: dumas-03254484

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03254484

Submitted on 8 Jun 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Institut national supérieur du professorat et de l'éducation
Académie de Nantes

UNIVERSITÉ DE NANTES

Master MEEF

« Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation »

Parcours: Informatique

Apport du jeu dans l'enseignement de l'informatique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master

soutenu par
Mélodie Castanier
Le 21 mai 2021

en présence de la commission de soutenance composée de :
Christophe Declercq, directeur de mémoire
Emmanuel Desmontils, membre de la commission

Table des matières

I. Introduction....3
II. Cadre théorique....3
A. Définition....5
A.1. Qu’est-ce que le jeu ?....5
A.2. Les théories utilisées :....6
B. Contextualisation....7
C. Problématisation....13
D. Démarche....14
II. Le jeu du plus ou moins....15
A. Analyse a priori....18
B. Analyse a posteriori....25
C. Aller plus loin....29
IV. Discussion....30
V. Conclusion....32
Bibliographie....34
Annexe :....35
4e de couverture....40

I. Introduction

Le jeu dans l'enseignement est présent surtout dans les classes de maternelle, où il est indispensable dans l'apprentissage pour apporter des compétences propres à ce cycle ; à savoir le développement sensoriel et moteur, celui de la personnalité, la confiance en soi, la sociabilisation, la communication et dans une moindre mesure le développement de compétences disciplinaires. Une partie de ces objectifs devrait être transposée dans les cycles supérieurs. Pourtant, le changement est remarquable dans l'utilisation du jeu à l'entrée du cycle 2, notamment le jeu pédagogique, puisque l'école ne symbolise plus le jeu mais le travail. Toutefois, une partie ludique subsiste dans certaines classes avec la présence de mécanismes de récompense pour féliciter les élèves, principe analogue à celui du jeu. Nous allons tenter d'aller plus loin en étudiant l'utilisation du jeu en classe de première dans le cadre de l'enseignement de l'informatique.

II. Cadre théorique

Pour tenter de définir ce qu'est le jeu, on peut explorer les points communs de ceux usuels : jeux de société, jeux de carte, jeu de rôle, jeux-vidéo, escape-game (trad. Jeu d'évasion). À voir la diversité des types de jeux, on peut facilement comprendre que les capacités développées varient : Par exemple, des jeux-vidéo d'action permettent un développement de la concentration et des réflexes ; alors qu'un jeu de société stratégique développera plutôt les capacités d'adaptation et de réflexion[1]. Les stimulations variant selon le type de jeux, on peut se demander **si un type de jeu est plus favorable à l'apprentissage de l'informatique** ou **est-il préférable d'adapter le type de jeu à ceux qui l'utilisent pour rendre l'informatique plus accessible** ? Lors des stages de M1 en lycée, l'utilisation de différents types d'activités ludiques, a été observée de deux manières : la première par du game design (trad, création de jeu) en ISN[2], les élèves choisissant cette option justement pour en pratiquer, car peu se sont renseignés sur les éléments présents dans cette matière et ceci même si seul deux des 4 piliers de l'informatique[3] (G. Dowek) sont présents (algorithme et langage ; pas de partie machine ou information). D'ailleurs, on peut se demander **s'*il est possible de ludifier tous les piliers de l'informatique ?***

1 Apprentissage selon le type de jeu http://portaileduc.net/website/wp-content/uploads/2018/03/Comment-le-jeu-fa%C3%A7onne-le-cerveau1.pdf
2 ISN : Informatique et Sciences du Numérique ; ancienne spécialité de Terminale
3 G. Dowek, Les quatres conceptes de l'informatique, 201, https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00676169

La deuxième manière d'observer l'utilisation d'activités ludiques fut une activité débranchée où l'enseignante demandait de trier des nombres en déplaçant les élèves.

En effet, les activités débranchées peuvent être vues comme des manières ludiques de résoudre des problèmes. Cet exemple, comme d'autres, notamment le crêpier psychorigide[4], a été traité en cours, avec ou sans article. Dans le bulletin officiell[5],, il est demandé d'aborder certaines notions de manière débranchée pour les parties d'architecture matériel aussi bien en Première qu'en Terminale. L'utilisation de l'ordinateur peut amener à des difficultés supplémentaires, puisque l'élève doit apprendre à utiliser les applications et les concepts qui sont derrière (exemple pour les parties réseau du programme, l'élève doit apprendre à utiliser *Filius*[6] tout en comprenant les éléments du réseau (couches, matérielles…)). En s'appuyant sur mon expérience personnelle en tant qu'élève, il est remarquable qu'un enseignement amusant ou proposant des activités « fun » amène à faire davantage d'effort dans la discipline, à être plus motivée, et a contrario qu'un enseignement déroutant peut parfois amener à se désintéresser d'une discipline. Cette expérience peut être similaire pour tous les élèves. Une manière de rendre plus motivant l'enseignement serait donc d'y apporter des éléments ludiques. C'est ce qui a été observé en questionnant des élèves sur les différentes activités ludiques proposées :création en Python[7] du jeu du pendu, d'un dé virtuel, d'un pierre-feuille-ciseaux et de l'utilisation pseudo-compétitive du code César. Le jeu ne doit donc pas seulement apporter des compétences, qui peuvent être amenées directement du jeu – dans ce cas il serait un objet d'étude -, mais aussi permettre plus aisément la dévolution (cf page 6), puisqu'il permet une émulation dans l'engagement de l'activité, une moindre résistance à l'entrée dans celle-ci. Il a une place dans le processus d'apprentissage. Cependant, cette voie facilitatrice n'est pas forcément acceptée par tous les élèves, ou même par les autres figures d'autorité (parents et/ou établissement). Il faut alors se demander **à *quel degré doit être la partie ludique dans ce que l'on propose ? sous quelle forme ? et surtout comment le mettre en place ?*** Mais aussi ***s'il a d'autre intérêt*** (être un "remède" pour les élèves en difficulté) ?

4 Activité consistant à l'aide d'une pile à trier http://people.irisa.fr/Martin.Quinson/Mediation/algo1-livret.pdf
5 https://cache.media.eduscol.education.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/26/8/spe633_annexe_1063268.pdf page 7
6 Logiciel de simulation de réseau utilisé fréquemment utilisé dans l'enseignement
7 Langage de programmation choisit par l'éducation nationale pour la spécialité numérique et science informatique

Pour apporter quelques éléments à ce questionnement préliminaire, des articles sur le thème sont choisis. Ces articles présentent différentes théories didactiques (ingénierie didactique, pensée informatique, TSA et contrat didactique et ludique), et différents types de jeux et différentes utilisations du jeu (en tant qu'objet d'étude ou non).

A. Définition

A.1. Qu'est-ce que le jeu ?

Nous nous intéressons ici à la définition donnée par Gilles Brougère[5] en 5 critères[8] :

▪ la fiction « réelle » (le second degré) : le jeu prend place dans un cadre spatio-temporel donné. Le joueur s'y investit avec autant de sérieux que dans la réalité.

▪ la décision du joueur : il n'y a jeu que si le joueur le décide, ce qui renvoie à la fois à sa décision d'entrer dans le jeu et aux décisions qu'il prendra durant le déroulement de celui-ci.

▪ la règle : elle structure le jeu et fait l'objet d'une acceptation collective.

▪ la frivolité : il n'y a aucune conséquence sur la réalité, il invite à de nouvelles expériences dans lesquelles on n'a pas besoin de mesurer les risques qui freinent. On est force de proposition, plus créatif.

▪ l'incertitude : c'est le moteur du jeu. Le jeu n'est jamais deux fois pareil. On ne sait jamais à l'avance comment il va se dérouler et finir.

G. Brougère définit également le jeu par deux composantes : « *Le jeu est une réalité double qui articule une structure ludique (game) et une attitude ludique (play)* »[9]. Ces deux composantes du jeu permettent de différencier la manière dont on utilise le jeu dans l'apprentissage : la *gamification* ou *ludification* (ludus = jeu + facere = faire) consiste à concevoir un jeu et de lui inclure de l'apprentissage. Cette manière de faire n'inclut souvent que la partie « game » . On conçoit un artefact proche du jeu, qui peut selon l'élève, être pris pour du jeu ou du non-jeu. « *Elle utilise des éléments du jeu plutôt que les interactions qui se mettent en place lorsqu'on accepte de jouer (Genvo 2013), le jeu est alors dépendant de l'attitude ludique (Henriot 1969)* »[10]. Contrairement à la ludicisation qui se concentre sur la partie « play », ce qui donne plus d'intérêt à l'élève à rentrer dans le jeu.[11]

8 G. Brougère, Jouer/Apprendre, Economica, 2005, p 39
9 G. Brougère ; Le jeu peut-il être sérieux Revisiter Jouer/Apprendre en temps de serious game, 2012 p 10
10 E. Sanchez, M. Romero, Aprrendre en jouant , Retz, 2020, p 54

A.2. Les théories utilisées :

La ***Théorie des situations didactique*** de Brousseau propose une modélisation du savoir, des situations d'enseignement ainsi que des rôles du maître et des élèves en classe. Dans une situation adidactique, le maître se refuse à intervenir comme possesseur des connaissances qu'il veut voir apparaître. « *L'élève sait bien que le problème a été choisi pour lui faire acquérir une connaissance nouvelle, mais il doit savoir aussi que cette connaissance est entièrement justifiée par la logique interne de la situation* »[11]. Puisque « *les interactions des élèves avec le milieu sont supposées suffisamment « prégnantes et adéquates » pour qu'ils puissent construire des connaissances, formuler des stratégies en utilisant les rétroactions de ces milieux sans que leur activité ne soit orientée par la nécessité de satisfaire aux intentions supposées du professeur* »[12] (G. Sensevy). Ce qui est le plus intéressant pour l'étude dans cette théorie est la partie dévolution, c'est-à-dire le processus par lequel le professeur fait en sorte que les élèves assument leur part de responsabilité dans l'apprentissage. Ce processus et celui de l'institutionnalisation (processus où l'enseignant montre les savoirs attendus de l'apprentissage) forment le contrat didactique.

Le ***contrat didactique et ludique[9]*** est développé par N. Pelay en croisant le concept de contrat didactique (Brousseau, 1998) et celui de contrat ludique de Colas Duflo (1997). « *Le contrat ludique est l'acte par lequel le joueur abandonne sa liberté individuelle pour se soumettre à une légalité arbitraire qui produit sa liberté ludique* »[13]. « *Il y a dans tout jeu un contrat tacite, sur les règles, que l'on se sent tenu de respecter […] le contrat ludique instaure le monde du jeu* ». « *Le contrat didactique et ludique est l'ensemble des règles et comportements, implicites et explicites, entre un "éducateur" et un des « participants » dans un projet qui lie, de façon explicite ou implicite, jeu et apprentissage dans un contexte donné.*[14] ». « *Ce concept est créé pour rendre compte de la dynamique des interactions didactiques et ludiques en situation* »[15] . Dans ce cas « *le jeu doit être tel que la connaissance apparaisse sous la forme choisie, comme la solution ou comme le moyen d'établir la relation optimale*. »[16] Si la dévolution s'opère, l'élève entre dans le jeu, et s'il finit par gagner, l'apprentissage peut s'opérer.

11 G. Brousseau, théorie des situations didactiques, 1998, p 59
12 G. Sensevy, « Théorie de l'action et action du professeur », théories de l'action et éducation, Bruxelles : de Boeck
13 C Duflo, Jouer et philosopher, 1997,p 223
14 N Pelay, Jeu et apprentissages didactiques, thèse de doctorat, 2011 page 284
15 N Pelay, Jeu et apprentissages didactique, thèse de doctorat, 2011 page 285
16 C Duflo, Jouer et philosopher, 1997,p 80

L'***Ingénierie didactique[6]*** est une méthode pour concevoir et réaliser un objet d'apprentissage (jeu/ leçon/ activité …). Cette conception est accompagnée de l'étude des diverses possibilités entre lesquelles il est fait un choix, et de l'explication des raisons de ces choix. On peut objectiver le ludique et ainsi concevoir des ingénieries sur le jeu en intégrant les apprentissages dans le jeu, dans le matériel et les règles, pour que se produisent des stratégies/ comportement prédits par la didactique. Elle peut se faire en suivant plusieurs points qui sont : 1. Repérer ou choisir l'approche

2. Identifier les pré-requis 3. Choisir/ Organiser le dispositif pédagogique

4. Élaborer l'évaluation 5. Planifier et communiquer.[17]

B. Contextualisation

B.1. les différents types de jeux

On traitera ici, des articles concernant le serious-game (trad. Les « jeux sérieux »), le jeu de rôle et le jeu de société ; les types de jeux qui sont à mon sens les plus connus. Prenons d'abord le type de jeux qui nous paraît le plus propice à l'apprentissage de l'informatique, c'est-à-dire le serious-game. Deux articles ont été lus sur ce sujet : *Le jeu peut-il être sérieux ? Réviser Jouer/Apprendre en temps de serious-game[4]* et *Les faiblesses ludiques et pédagogique des serious-game[7]. C*es deux articles montrent que la plupart des serious-game existant pour l'instant n'ont pas beaucoup de caractéristiques liées aux jeux. Plus particulièrement sur le système de décision, puisque le jeu va directement vers une direction, vers le sujet pédagogique, il n'y a pas de choix possible ; mais aussi, sur l'incertitude, puisque la fin est prévu en avance, et la minimisation des conséquences, car l'activité perd la partie apprentissage. Les créateurs de serious-game se sont appuyés sur la partie mécanique du jeu (la partie game) et y ont transféré des objectifs d'apprentissages sans prendre en compte l'attitude ludique (le play). On pourrait en plus rajouter que les mécanismes de jeu peuvent limiter l'apprentissage par le serious-game, puisque les élèves n'ont pas forcément tous connaissance de la manière de jouer aux jeux-vidéo (sur ordinateur), les élèves vont devoir mobiliser une part importante du temps alloué pour apprendre le mécanisme de jeu au détriment de la partie apprentissage.

17 M Arttigue, Didactique des mathèmatiques, chapitre 4 : Ingénierie didactique, 1996, p243

L'élève pourrait aussi abandonner l'activité, selon la zone proximale de développement de l'élève (Vygotski)[18]. Lorsque l'apprentissage est dans la zone proximale de développement, l'activité est perçue comme un défi engageant et accessible, s'il est dans la zone de confort ou d'ennui les élèves ou s'il est dans la zone d 'inconfort ou de panique, l'activité est peu attrayante trop simple ou trop dure pour l 'élève. Le jeu peut agir en tant que facilitateur, afin d'augmenter la zone proximale de développement. Mais si le *game* est dedans ou la dépasse beaucoup, l'activité est vue comme impossible à faire et si les deux sont dans la zone proximale de développement, il ne pourrait y avoir qu'un apprentissage (le game). Les élèves, lors d'un serious-game, s'appuient sur quelque chose qu'ils maîtrisent et ont l'habitude d'utiliser pour faire passer plus facilement l'apprentissage. Le serious-game est alors vecteur d'apprentissage. Cependant la génération Z (1996-2010), même si elle a grandi en présence de l'informatique et d'Internet, ne les a pas forcément utilisés pour jouer à des jeux-vidéo, contrairement à la génération y. La partie de la génération Y(1984-1996) étudiée utilise majoritairement leur téléphone portable pour de multiples activités (jeu, recherche, etc.) et pas d'ordinateur[19]. Ce type de jeu a été développé avec le plan informatique pour tous dans les années 80.

La lecture de ces articles amène à penser qu'il n'y a pas vraiment d'intérêt à utiliser dans l'apprentissage les serious-game, puisqu'il est assez difficile d'en trouver des bons. Mais cela va sans doute évoluer avec l'arrivée de l'informatique en discipline au lycée. Le jeu vidéo a quand même l'avantage d'être très inductif et son coût d'entrée est bas, l'élève apprend les règles en jouant.

Ensuite le type de jeu déjà utilisé dans le second degré, nommé le jeu de rôle (beaucoup utilisé en langue ou en éducation morale et civique). Le jeu de rôle, en soit permet de prendre du recul sur les choix que l'on peut faire en se dissociant et ainsi à mieux communiquer, il permet aussi une augmentation de l'imagination, les élèves sont peu limités dans leurs actions, ils peuvent chercher loin l'action souhaitée à un événement donné. L'article que l'on verra ici, *Classcraft : de la gamification à la ludicisation[10]*, n'est pas un article sur l'utilisation de jeu de rôle en classe de langue mais sur l'utilisation du jeu de rôle nommé Classcraft dans la gestion de classe. L'article est une publicité sur le jeu de rôle mais intéressant malgré tout, puisqu'il amène un autre point de vue sur l'apport de jeu.

18 J. Vygotsy. Une théorie du développement et de l'éducation, 1934, p 111-132
19 Étude du SELL, https://www.sell.fr/sites/default/files/essentiel-jeu-video/ejv_novembre_2020_def_web-compresse_0.pdf p 8

C’est après avoir repris la différence entre ludification (gamification) et ludicisation, qu’a été créé le jeu, en combinant différents ressorts ludiques : du mimétisme, chaque joueur a un rôle propre à jouer, de la compétition, de la coopération et du hasard. L’élève ayant des points de vie (PV) et d’expérience (XP) (caractéristiques de certain jeux-vidéo), il peut perdre les premiers lorsqu’il a eu un mauvais comportement et en gagner grâce à ses collègues, et gagner les seconds en faisant de bonnes actions ce qui lui permet de gagner des compétences visant le jeu (faire gagner des PV à un collègue) ou la classe (écouter de la musique avec des écouteurs pendant un exercice). Les élèves ont le choix d’incarner une des trois classes proposées ce qui « devient le projet d’une identité en construction et un terrain d’expérimentation qui lui permet de se construire[20] ». Le jeu permet à l’élève d’avoir un recul et une réflexion sur ses actions. De plus « *le joueur peut éprouver sa manière d’agir, car les décisions qu’il prend se traduisent par des feedbacks immédiats*[21] ». Ce jeu amène aussi une certaine acceptation des attentes de l’enseignant par la présence de règles du jeu. Enfin, le jeu permet une différenciation par la présence de niveaux. Les avis sur le jeu, donné à la fin de l’article, sont plutôt positifs, mais quelques points négatifs sont notés : le fait que, pour utiliser ce jeu, il faut donner la possibilité aux élèves d’avoir un accès à un outil informatique, et le jeu en lui-même ne résout pas tous les problèmes de comportements. Toutefois, ce n’est pas si négatif, car il n’a pas pour but de remplacer l’enseignant, qui reste celui qui évalue et qui sanctionne.

Le jeu de rôle s’applique dans cet article à la gestion de classe et non aux activités. En recherchant parmi d’autres expérimentations de ce type, il a également été vu que la distanciation créée par le jeu de rôle aide les élèves en difficulté, l’échec ne les impactant pas directement[2]. Même si c’est une application utilisable avec du matériel informatique, elle pourrait être reproduite en débranché, le jeu de rôle sur table se jouant initialement sans. Mais on veut ici un jeu qui permette un apprentissage de l’informatique. Ce mode de jeu, même s’il peut être intéressant à faire en classe, n’est pas retenu pour notre étude.

20 E Sanchez, S Young, C Jouneau-Sion, Classcraft : de la gamification à la ludicisation, 2016, page 11
21 E Sanchez, S Young, C Jouneau-Sion, Classcraft : de la gamification à la ludicisation, 2016, page 13

Le dernier type vu ici est a mon sens celui qui devrait être le plus propice à l'apprentissage de l'informatique. En effet, les jeux de stratégie se font essentiellement sans outil numérique ce qui enlève cette difficulté à l'élève. Il peut être transférable sur ordinateur si l'apprentissage est basé sur la connaissance de la programmation. Deux articles sur le sujet ont été lus : *De la théorie des jeux à l'élaboration d'actions d'enseignement et de vulgarisation : le cas de jeux de type Nim[3]* et *Analyse didactique d'un jeu de recherche : vers une situation fondamentale pour la complexité d'algorithme et de problèmes[8]*. Ces deux articles présentent un jeu comme objet d'étude, où « *le jeu est porteur de la situation didactique : pour gagner il faut trouver une stratégie gagnante* »[22] .

Le premier article propose une stratégie de diffusion de savoir, qui est d'ailleurs bien illustrée[23]: la diffusion a une trajectoire qui commence dans la zone non maîtrisée, qui permet d'accrocher les élèves, puis par un recadrage les amener dans la zone didactique pour finir dans la zone maîtrisée par un approfondissement. On pourrait essayer de transposer la stratégie dans l'ingénierie didactique.

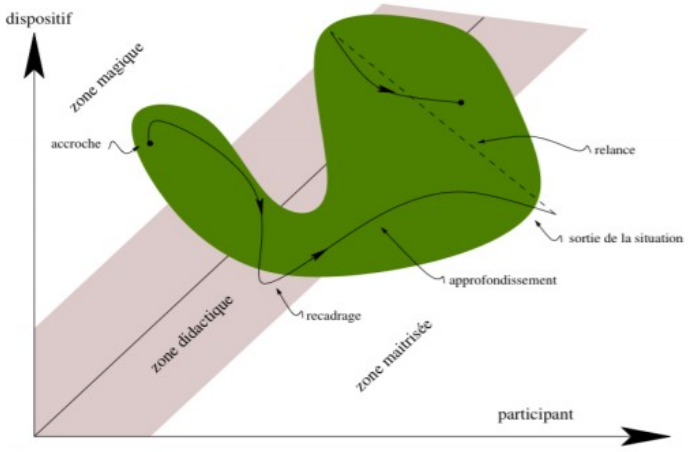


Figure 1: Illustration d'une stratègie de diffusion

L'analyse de jeu de type Nim fait appel à des savoirs proches de la démarche scientifique[24], tout comme le jeu de recherche du deuxième article. Le jeu de Nim, même si pris pour l'apprentissage des mathématiques peut être transposé à l'informatique, car il permet de travailler les notions de récursivité, de preuve par récurrence, de calcul binaire et de graphe.

22 A Boissière, N Pelay et L Rougetet, *De la théorie des jeux à l'élaboration…*, Petit x 104, 2017, page 21
23 A Boissière, N Pelay et L Rougetet, *De la théorie des jeux à l'élaboration…*, Petit x 104, 2017, page 5
24 A Boissière, N Pelay et L Rougetet, *De la théorie des jeux à l'élaboration…*, Petit x 104, 2017, page 17

Le jeu de recherche, quant à lui, permet de travailler sur l'algorithme de dichotomie, la preuve et la complexité. L'article sur le jeu de Nim présente des points communs aux deux jeux et à d'autres jeux pouvant être pris comme objet d'étude.

Les enjeux ludiques facilitent l'entrée dans l'activité ; « *Il ne suffit pas d'avoir bien conçu une animation pour qu'elle soit réussie. Il faut donner aux enfants l'envie de jouer. Jouer est associé à une idée de plaisir : lorsqu'un individu s'engage dans un jeu, c'est qu'il s'attend à éprouver un plaisir ludique qu'il évalue et qui va décider de son engagement puis de son implication. […] C'est un point essentiel de l'animation, et une partie importante de sa réussite.*[25] ». [9]

Il permet la dévolution (cf. page 6) puisque « *le fait de jouer un grand nombre de parties est nécessaire pour développer des stratégies*[26] ». Le jeu présenté est porteur de la situation didactique : pour gagner il faut trouver la stratégie gagnante et « *l'enjeu ludique qui est de gagner, motive la recherche de stratégie*[27] ». Mais ce cas où il y a une imbrication entre les enjeux ludiques et didactiques n'est pas présent dans tous les jeux. Le deuxième article ne contient pas d'expérimentation, on s'intéressera plus particulièrement à sa mise en œuvre dans la suite.

Cet article nous permet de voir que certains éléments du jeu, l'argument d'adversaire notamment, peuvent avoir un intérêt fondamental dans la création et la mise en œuvre d'activité. Ici le jeu a une vraie utilité, il n'est pas seulement pris pour motiver les élèves. Ces articles utilisent le même type de contenu ludique, c'est-à-dire une activité débranchée, ce qui répond au questionnement sur la prise en compte de certaines activités débranchées comme activité ludique : « *Ce courant* (l'informatique débranchée) *a été à l'origine de la création d'un grand nombre d'activités portant sur des sujets variés, des plus théoriques aux plus appliqués et s'adressant à tous les niveaux d'apprentissage. Parmi ces activités, le jeu à un ou plusieurs joueurs tient un rôle particulier*[28] ». Tous types de jeu stimule aussi la créativité, la détermination, l'optimisme, la fraternité (en aidant les autres), l'auto-efficacité et réduit la peur de l'échec.

25 N Pelay, Jeu et apprentissages didactiques : élaboration du concept de contrat didactique et ludique…, 2011, page 109
26 A Boissière, N Pelay et L Rougetet, *De la théorie des jeux à l'élaboration…*, Petit x 104, 2017, page 19
27 A Boissière, N Pelay et L Rougetet, *De la théorie des jeux à l'élaboration…*, Petit x 104, 2017, page 21
28 A Meyer et S Modeste, Analyse didactique d'un jeu de recherche, 2020, page 8

B. 2. Les activités débranchées

« *L'informatique débranchée […] permet de s'affranchir de la machine et de la technicité de sa programmation pour mieux saisir les grands principes de la science elle-même. Grâce à elle, il est possible d'aborder de manière ludique des problèmes complexes (recherche d'informations, tri de données, cryptographie, stratégie gagnante…) et leur résolution via la conception d'algorithmes*[29] ». Les activités débranchées en informatique sont assez nombreuses et ont parfois une part ludique.

Dans l'article *Informatique débranché : construire sa pensée informatique sans ordinateur[1]* présente plusieurs exemples d'activités débranchées pour les 4 piliers de l'informatique. Dans cet article est expliquée la conception d'activité de manière à amener différemment la pensée informatique, ici qui « *est la capacité d'utiliser les processus informatiques pour résoudre des problèmes dans n'importe quel domaine*[30] ». Il est dit dans l'article que les activités débranchées peuvent aussi amener « d'autres avantages : elles contribuent notamment à développer des compétences […] rigueur, logique, résolution de problème, travail collaboratif, etc[31] ». Les activités débranchées mettent le clavier à distance pour apprendre à structurer ses idées, raisonner, etc.

L 'article permet de répondre à certains aspects du questionnement et plus particulièrement sur le fait que les activités débranchées ont un aspect ludique, ce qui est d'ailleurs précisé dans le résumé et que l'on peut constater par les différents exemples donnés, qui s'apparentent à des casses-tête ou des jeux de société. Il est même fait référence à des jeux de rôle pour se séparer de la partie machine, ce qui nuance notre précédente étude sur des types de jeu. L'article permet de répondre aussi à une autre partie du questionnement : la ludification des quatre piliers de l'informatique est-elle possible ? Puisqu'elle « *ne peut être suffisante lorsqu'il s'agit d'approfondir*[32] », il est parfois nécessaire de continuer les activités en les rebranchant. Les activités présentées ici ne sont pas des jeux en soi, on pourrait donc se demander si le rebranchement doit bien être fait. Ces activités sont pour le cycle 3, il faudrait les transposer au niveau souhaité.

29 Alayrangues et al, *Informatique débranchée: construire sa pensée informatique sans ordinateur*, 2017, page 1
30 Wing, *Computational Thinking,* 2006
31 Alayrangues et al, *Informatique débranchée: construire sa pensée informatique sans ordinateur*, 2017, page 9
32 Alayrangues et al, *Informatique débranchée: construire sa pensée informatique sans ordinateur*, 2017, page 9

C. Problématisation

En répondant à ces questions préliminaires et en prenant particulièrement en compte l'article sur le jeu de recherche, on peut dire que « *le jeu doit être tel que la connaissance apparaisse sous la forme choisie, comme la solution ou comme le moyen d'établir la relation optimale.* »[33] . Le jeu place l'élève dans un milieu adidactique où l'enseignant doit insuffler le désir et le goût de chercher à l'élève, ce qui amène à la dévolution pourra alors s'effectuer.

Hypothèse 1 : Le jeu motive les élèves, ce qui les rend tous actifs

Le jeu crée un contexte favorable pour l'enfant car celui-ci n'est pas seul face à un adulte, mais bien au milieu de camarades ayant au fil du jeu les mêmes émotions et difficultés que lui. Cela permet une prise de confiance de l'élève et une implication plus importante au sein du jeu. Rolland Viau[12] écrit que les perceptions des compétences à utiliser dans la tâche à effectuer influencent leur motivation à entreprendre cette tâche[34]. La motivation étant définie comme étant l'action des forces, conscientes et inconscientes, qui déterminent le comportement. C'est un processus qui fait naître et relance l'effort jusqu'à ce que l'objectif soit atteint. Dans le cadre de l'apprentissage scolaire, la motivation est une énergie psychologique qui pousse l'élève à apprendre. Elle se construit à partir du contexte social et matériel dans lequel la personne se trouve, des relations avec les autres notamment avec l'enseignant.

Hypothèse 2a : L'enseignant joue toujours un rôle dans l'apprentissage.

Les élèves ne sont pas dans un état de motivation permanente. Il faut donc sans cesse la réactiver, ce qui est le rôle de l'enseignant. Le jeu peut être quand même être le seul acteur de remotivation des élèves, puisqu'en jouant l'élève voit directement les conséquences de ses actions, et la satisfaction de la réussite dans le jeu encourage l'élève à continuer. De plus, l'obligation du jeu enlève la partie décision de pratiquer celui-ci, ce qui peut bloquer l'élève à jouer et donc à apprendre en jouant. Le jeu permet l'apprentissage mais faut-il une partie debriefing pour que l'élève apprenne vraiment du jeu ?

33 C Duflo, Jouer et philosopher, 1997,p 80
34 R.Viau Les perceptions de l'élève, pédagogie, 1998, p 3

Hypothèse 3 : les élèves en jouant apprennent quelque chose

L'élève peut avoir compris le jeu et avoir compris les différentes stratégies derrière sans pouvoir reprendre cette stratégie dans un autre exercice qui n'est pas sous forme de jeu. Il peut y avoir un problème de transférabilité des savoirs.

Le choix du type de jeux est primordiale, car il est nécessaire de proposer une activité correspondant à la zone proximale de développement de l'élève, afin que le jeu soit un vecteur d'apprentissage. Puisque, s'il est trop facile, l'élève va s'ennuyer et, s'il est trop difficile, cela va produire de l'anxiété. Le jeu peut être transféré dans l'apprentissage de deux manières : lorsqu'on transforme le jeu en activité d'apprentissage en ajoutant des éléments du jeu comme une barre d'expérience qui mesure la progression, des récompenses ou en prenant des parties de la définition du jeu vu précédemment en y ajoutant un ou des objectifs d'apprentissage ou lorsqu'on utilise le jeu en soi.

Pour répondre à ces hypothèses nous prendrons le cas de l'étude d'un jeu en soi et plus particulièrement celui du jeu de recherche présenté dans l'article sur le sujet vu précédemment. Ce qui nous conduit à la problématique suivante :

Le jeu en lui-même (et plus particulièrement celui du plus ou moins) est-il vecteur et/ou un contexte d'apprentissage en informatique ?

D. Démarche

Pour répondre à cette question et confirmé ou infirmé ces hypothèses, nous rappellerons d'abord les éléments essentiels de l'article, puis une analyse a priori (puisque celle de l'article n'est pas finalisée) en utilisant le cadre d'analyse d'Aline Robert dans deux groupes de premières dû à la situation actuelle, puisque l'algorithme est dans le programme de Première. Après avoir utilisé la méthodologie de la double approche didactique et pédagogique pour une analyse a posteriori de l'activité que l'on a préalablement conçue, nous étudierons l'expérimentation faite en classe ainsi que les données recueillent. Pour finir, nous nous servirons de l'analyse a posteriori pour répondre à nos questionnements. Une courte analyse d'évaluation sera aussi prise en compte pour confirmer ou infirmer l'hypothèse 3, puis un questionnaire pour connaître le point de vue des élèves.

II. Le jeu du plus ou moins

L'article a pour but d'utiliser le jeu de recherche pour la compréhension de la complexité des algorithmes. Les auteurs de l'article émettent trois hypothèses : (1) L'étude de la complexité est signifiant pour la compréhension des enjeux de la pensée algorithmique, (2) les notions de borne supérieure et inférieure de complexité d'un problème dans le cadre scolaire, peuvent être abordées par l'intermédiaire du jeu à deux joueurs et (3) le problème de la recherche d'élément dans une suite triée est un objet d'étude propice à l'émergence des notions de complexité d'algorithme. L'hypothèse 2 s'appuie sur la théorie algorithmique des jeux. Les deux joueurs qui s'opposent cherchent à atteindre des objectifs antagonistes : chaque joueur cherche à maximiser son gain et à minimiser celui de l'adversaire. En utilisant l'argument d'adversaire, la notion de complexité de problème émerge[35]. Pour le mettre en activité, il est choisi dans l'article de présenter le jeu comme une activité déconnectée, qui se joue à trois. Le premier rôle celui du devinant, qui par des propositions cherche à deviner un nombre ; Il gagne s'il devine en un nombre de proposition inférieur a un certain nombre. Le deuxième rôle est celui du répondant, qui indique après proposition du devinant la « place » de l'élément rechercher en répondant par « plus » ou « moins ». Le troisième rôle est celui de l'arbitre, qui est là pour éviter les situations de triche[36] . L'activité se fait en trois temps : en premier, le répondant doit écrire un chiffre dans un intervalle donné et s 'y tenir, ce qui amène le devinant à une stratégie gagnante, c'est-à-dire l'algorithme de dichotomie. Le premier temps se termine par une institutionnalisation. Pour la deuxième partie, le répondant n'a pas à garder un chiffre en tête et peut, en utilisant une stratégie d'adversaire, faire durer le plus longtemps possible la partie, suivi d'une institutionnalisation sur la stratégie. La troisième et dernière partie est une institutionnalisation sur la complexité[37] , en changeant les paramètres didactiques, qui sont le choix de l'intervalle, le choix de la valeur à partir de laquelle l'un des deux gagne ou perd. D'autres variables peuvent être prises en compte, pas pour l'institutionnalisation, mais pour la mise en place de l'activité, qui sont le rôle des joueurs, le matériel donné à l'élève, etc.[38]

35 A Meyer et S Modeste, Analyse didactique d'un jeu de recherche, 2020, page 5
36 A Meyer et S Modeste, Analyse didactique d'un jeu de recherche, 2020, page 10
37 A Meyer et S Modeste, Analyse didactique d'un jeu de recherche, 2020, page 10
38 A Meyer et S Modeste, Analyse didactique d'un jeu de recherche, 2020, page 11-12

La situation de classe présentée dans l'article est pour le cycle 3 ; hors ici on a des élèves de première, ce qui nous amène à apporter des modifications et à opérationnaliser ce qui était proposé dans un contexte réaliste, en utilisant l'ingénierie didactique vue précédemment. Les diverses possibilités entre lesquelles il est fait un choix sont les variables didactiques énumérées dans l'article, plus quelques-unes, expliquées ci-dessous.

L'intervalle sur lequel l'élève doit trouver le nombre est compris entre 1 et 63, une valeur de la forme (2^p)-1 pour simplifier le calcul de tout les propositions possibles pour le devinant et le calcul du nombre médian parmi les candidats restants pour le répondant. Il n'est pas choisi de nombre à partir duquel l'un des deux perdra, pour ne pas trop mettre les élèves en compétition. Les élèves connaissent le jeu, donc peuvent le jouer en compétition ou essayer en collaborant de trouver les différentes stratégies. Le rôle de l'arbitre est supprimé pour que les élèves soit toujours en activité, puisque l'arbitre ne cherche pas de stratégie, même s'il pourrait comprendre les stratégies en observant les autres.

Il a été choisi de faire l'activité aussi en deux parties : la première sert à faire ressortir la stratégie gagnante du devinant (l'algorithme de dichotomie) et la deuxième partie fait ressortir la stratégie d'adversaire pour évaluer la complexité. Chaque partie correspond à une feuille pour l'élève. Ce qui donne le résultat ci-dessous :

JEU du PLUS / MOINS (se joue à 2 joueurs)

Plier la feuille pour cacher les nombres

Nombres à deviner : ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

- Le répondant choisit un nombre entre **1** et **63** et l'inscrit ci-dessus puis répond uniquement **+**, **-** ou **=**
- Le devinant propose des nombres en suivant les indications du répondant, jusqu'à trouver le nombre choisi.

Chaque joueur joue 5 parties en tant que devinant et les note dans les colonnes de gauche et 5 parties en tant que répondant et les note à droite.

Devinant : ☐ Répondant : ☐ | Devinant : ☐ Répondant : ☐

Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-

1 - Jouer les 10 parties avec le programme ci-dessous pour le répondant :

```
from random import *
adeviner = randint (1, 63)
propose = int(input("Devine ?"))
while propose != adeviner :
    if propose < adeviner :
        print("+")
    else :
        print("-")
    propose = int(input("Devine ?"))
print ("Gagné")
```

Nom : ☐ Prénom : ☐

2 - Expliquer en quelques phrases la stratégie du devinant. En **combien d'essais** au plus, est-il sûr de trouver, s'il adopte la meilleure stratégie ?

3 - Compléter le programme du devinant :

```
debut = 1
fin = 63
propose = ☐
print ('Essaie : ', propose)
reponse = input('+/-/= ?')
while reponse != '=' :
    if reponse == '+':
        ☐
    elif reponse == '-':
        ☐
    propose = ☐
    print ('Essaie : ', propose)
    reponse = input('+/-/= ?')
print('Bravo !')
```

Figure 2: Première feuille de l'activité non corrigé

JEU du PLUS / MOINS - version "tricheur"

Nom : ☐ Prénom : ☐

- Le répondant ne choisit plus le nombre au départ mais répond uniquement **+**, **-** ou **=** **en essayant de faire durer le jeu le plus longtemps possible.** Le répondant doit cependant être cohérent dans ses réponses successives.
- Le devinant propose des nombres en adoptant la meilleure stratégie possible.

Chaque joueur joue 5 parties en tant que devinant et les note dans les colonnes de gauche et 5 parties en tant que répondant et les note à droite.

Devinant : ☐ Répondant : ☐ | Devinant : ☐ Répondant : ☐

Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-	Essai	+/-

4 - Jouer les 10 parties avec le répondant tricheur.

De **combien d'essais au moins**, a besoin le devinant, si le répondant fait durer le jeu le plus longtemps possible sans donner de réponses contradictoires ? Justifier la réponse.

5 - Evaluer le nombre d'essais nécessaires en fonction de l'intervalle des nombres à deviner.

On modifie le jeu pour deviner les nombres dans des intervalles plus grands.

Rejouer quelques parties avec les intervalles proposés, puis noter le nombre d'essais nécessaires, pour un devinant jouant le mieux possible, face à un répondant tricheur mais cohérent.

Intervalle	1 à 127	1 à 255	1 à 511	1 à 1023
Nombre d'essais				

6 - Ecrire le programme du répondant tricheur :

Figure 3: Deuxième feuille de l'activité non corrigé, version tricheur

A. Analyse a priori

Tous les chiffres écrient entre parenthèse correspondent à l'exercice du même nombre indiqué sur les deux feuilles d'activité.

Description de l'activité :

L'activité présentée a pour but d'introduire par le jeu l'algorithme de dichotomie, c'est-à-dire l'algorithme de recherche d'un élément dans un tableau trié. Ici l'élève ne cherche pas à trouver un élément dans un tableau mais dans un intervalle fixe donné. Il a pour but de trouver une position d'un élément dans un tableau trié ; ce qui est proche du jeu du plus ou moins, où l'on pourrait considérer que dans le jeu, on passe par l'indice pour rechercher un nombre. Le jeu de plus ou moins ou « jeu du nombre mystère » se joue en binôme. Le premier joueur, le répondant, doit répondre plus ou moins aux essais du deuxième joueur, le devinant, en fonction du nombre qu'il a choisi et qui est compris entre deux nombres (ou bornes), jusqu'à ce que le devinant trouve le nombre.

L'activité se compose de deux parties :

La première partie (Figure 2) permet à l'élève de construire une stratégie sur plusieurs parties et de prendre du recul envers cette stratégie afin de la transposer en algorithme. Dans un premier temps l'élève joue et teste plusieurs stratégies de devinant afin d'utiliser le moins de coup possible pour deviner – *même s'il n'est pas clairement écrit qu'il doit le faire en utilisant un minimum de coups possibles, l'élève le fait puisqu'il connaît le jeu-,* en faisant tourner le programme du répondant (1). Ensuite l'élève doit expliquer sa stratégie sans encore la formaliser, pour mettre ses idées à plat. Il doit aussi induire de ses tests et de sa méthode un nombre de coup maximal. L'élève en lisant la consigne peut à nouveau se questionner sur sa stratégie : est-elle ou non la meilleure stratégie ? Dans le cas où il n'avait pas essayé en un minimum de coups possibles, il peut se questionner sur le nombre maximal de coups(2). Et pour finir la première partie (ici la première feuille), l'élève doit reformuler sa stratégie en un programme python à trous. Compléter un algorithme permet de ne pas bloquer les élèves et de les induire à aller vers un programme défini, et non pas un autre programme qui résout aussi le problème (Figure 4, Figure 5) mais qui n'est pas relié à l'algorithme de dichotomie (3). Le fait que les élèves aient une trace de leurs stratégies peut l'aider à trouver la bonne et/ou à trouver celle qu'il avait en tête lors des différents essais.

La partie « Nombres à deviner » sert à vérifier que l'élève ne triche pas, et ainsi pouvoir supprimer le rôle de l'arbitre. La trace écrite permet à l'élève de revenir dans l'activité s'il y a eu un décrochage ou si l'activité a été faite en plusieurs séances, pour cette partie ou pour la suivante.

La deuxième partie (Figure 3) permet à l'élève, avec la première partie, de comprendre le coût (la complexité) qu'aura l'algorithme en leur faisant réfléchir au cas a maxima (première feuille) et a minima dans le pire cas possible. Ce dernier étant le cas où le répondant peut tricher pour faire durer le jeu le plus longtemps possible. Il ne choisit dès lors pas un nombre dans l'intervalle à l'avance. En faisant le jeu de test sur la stratégie du répondant tricheur, l'élève visualise le nombre d'essais minimum que doit faire le devinant dans ce cas, qui est le pire cas (puisque le répondant fait durer la partie) et donc trouver la complexité de l'algorithme de dichotomie (4). Ensuite, en agrandissant l'écart, l'élève voit évoluer le coût selon l'intervalle dans lequel le nombre à trouver est, ce qui lui permet de comprendre réellement la complexité, puisqu'il s'agit du coût de l'algorithme en fonction de la taille de l'entrée. L'algorithme de dichotomie a une complexité de $\log_2$(taille de l'entrée), mais la fonction logarithme n'est pas encore vue en mathématique, même si elle est définie dans le programme de première comme étant le nombre de bit pour représenter un nombre en binaire. La notion n'est pas vu ici, pour que les élèves puissent se concentrer sur l'apprentissage de l'algorithme de dichotomie, mais elle aurait pu être étudiée (cf. C. Aller plus loin). L'élève doit comprendre que le coût évolue de 1 à chaque fois que l'on multiplie la taille de l'entrée par deux (5).

Pour la dernière partie (6), l'élève doit écrire le programme correspondant au répondant tricheur, pour cela il peut s'appuyer sur le programme du répondant(1). Cette dernière question permet à l'élève de coder presque à partir de rien un programme. La fonction est d'abord à évaluer(1) puis à compléter(3) et pour finir à écrire complètement(6) en s'aidant d'un autre programme, la difficulté évolue tout au long de l'activité.

Objectif de l'activité :

L'activité a pour intérêt de faire découvrir l'algorithme de dichotomie et de mobiliser des compétences en cours d'acquisition : les structures élémentaires, le jeu de test et dans une moindre mesure l'utilisation de bibliothèque (la bibliothèque random(1)), des parties qui sont dans le programme de première.

Plus précisément les compétences liées à la pensée informatique sont les suivantes

-Évaluer un programme dans ce cas par un jeu de test (1).

-Évaluer la complexité d'un algorithme (2-5)

-Transposer une stratégie en un programme python et la généraliser : capacité à inférer un problème général à partir d'une instance de ce problème, et à repérer dans un problème particulier la répétitivité de traitement ou de données suivant un même schéma (2-3 et 4-6)

-Anticiper : capacité à se mettre dans la posture de programmeur qui doit décrire dans un algorithme l'enchaînement séquentiel/ répétitif/conditionnel des instructions, avant le début de l'exécution (6). Réaliser l'écriture d'un programme python.

-Abstraire : capacité à faire abstraction des informations non pertinentes, en transformant un programme précédemment donné (1-6)

-Coopérer : la réflexion en groupe peut permettre d'aborder le problème de différentes manières, de proposer différentes stratégies.[39]

D'autres compétences sont quand même présentes :

-Réinvestir les compétences acquises

-Être autonome, l'activité se fait en binôme sans dépendre de l'enseignant.

Les compétences derrière chaque consigne sont expliquées dans la description de l'activité.

Seul l'algorithme de dichotomie du programme de Première est une compétence nouvelle, les autres sont en cours d'acquisition et mobilisables sauf le jeu de test qui est en cours d'acquisition mais disponible(elle n'est pas indiquée).

Déroulement de l'activité : (~2h)

Présentation de l'activité/ de la séance : Jeu du *Plus ou Moins* (5')

-Présentation du jeu, la première page est distribuée

-Présentation brève du premier document en utilisant le vidéo-projecteur et leur faire prendre connaissance d'une deuxième feuille à faire dans la même séance sans leur dire de quoi il s'agit, pour qu'ils n'utilisent pas la triche pour la première feuille. Expliquer que l'activité peut se faire en groupe, et pas que les parties jeux.

-Explication des attendus pour la page 1 : faire tourner l'algorithme en faisant les parties.

39 Compétence de la pensée informatique

Réalisation de la première page (45’)

-L’enseignant passe dans les rangs pour voir les différentes stratégies et si besoin induis (si les différentes parties n’ont pas suivi) la stratégie correspondant à l’algorithme de dichotomie. Il aide individuellement les élèves ou s’ils avancent au même rythme institutionnalise à la fin.

Il peut aussi rappeler quelques notions comme l’utilisation de la bibliothèque random.

-L’élève teste plusieurs stratégies jusqu’à en trouver une (ou la) bonne, l’explique et la formalise en programme python.

Réalisation de la deuxième page (1h10’)

-L’enseignant explique la deuxième page, et en quoi le jeu se différencie de la première page, c’est-à-dire que le répondant peut maintenant tricher, en ne se tenant pas a un nombre préalablement choisit.

-L’élève joue plusieurs parties, réfléchit sur une stratégie de réponse, sur la complexité de l’algorithme de dichotomie et finit par écrire un programme avec peu d’aide.

-L’enseignant passe dans les rangs et aide les élèves en difficulté, en leur donnant des pistes de réflexion (cf p 22).

-Institutionnalisation de toute l’activité avec l’aide d’une copie d’élève en insistant sur les objectifs de l’activité c’est-à-dire l’algorithme de dichotomie et sa complexité.

Organisation matérielle : Cette activité est une activité dite débranchée, il n’y a pas besoin d’ordinateur. Un vidéo-projecteur peut être utile pour présenter l’activité aux élèves, mais ce n’est pas obligatoire l’explication peut se faire sans. Il est préférable pour cette séance que les élèves jouent face à face, il faut donc avoir un aménagement de la classe le permettant et sans ordinateur fixe sur les tables pour ne pas gêner l’élève (les séparer).

Anticipation de l’activité des élèves :

L’activité est organisée en deux étapes en fonction de leur avancée. L’activité attendue a minima de l’élève correspond à ce qui est présent dans la première feuille. A minima. Il complète le programme avec l’aide de l’enseignant, puisque l’activité dure deux heures. L’étape suivante est de comprendre la stratégie d’un répondant tricheur et ensuite d’évaluer la complexité. Pour finir, donc a maxima, l’élève écrit le programme correspondant au répondant tricheur.

Dans cette activité, Les élèves doivent reconnaître (A1) la répétition (présence d'une boucle) pour le programme du répondant tricheur (6) et donc avoir compris les différentes étapes (A4) par lesquelles passe le programme (3-6). L'activité introduit des dynamiques expérimentales (A2), c'est-à-dire qu'il trouve une stratégie par plusieurs parties et les changements de points de vue (A3) par l'alternance des deux rôles. L'élève s'adapte différemment selon l'écriture des programmes. Pour le premier (3), l'élève doit choisir comment écrire la fonction en modifiant ou non les variables de début et de fin ; s'il ne les modifie pas la ligne 11 est inutile. Le choix est ici forcé (A6) tout comme la « meilleure » stratégie du devinant. L'élève écrit la dernière fonction à l'aide de l'algorithme donné dans la première consigne (A5).

Anticipation des difficultés de l'élève :

(1) Figure 4L'élève peut ne pas trouver la « meilleure » stratégie du devinant, mais une stratégie où il donne des valeurs au hasard en essayant d'anticiper ce qu'a choisi le répondant, où il essaie de 10 en 10 ou de 20 en 20 jusqu'à réduire l'écart quand la réponse est passée de plus à moins ou inversement. Pour résoudre ce problème l'enseignant peut lui proposer de jouer une partie avec un intervalle beaucoup plus grand, l'obligeant ainsi à diviser.

(2) La difficulté est la même que celle de la consigne précédente. De plus si l'élève n'a pas utilisé la bonne stratégie dans ses parties, il ne peut visualiser le nombre au plus d'essais qu'il doit faire, mais doit le poser. L'enseignant peut par exemple l'inciter à faire d'autre partie en utilisant la bonne stratégie ou à décomposer la stratégie plusieurs fois, à l'évaluer. Une autre difficulté pourrait être une éventuelle incompréhension entre devinant et répondant, ou un répondant qui commencera déjà à tricher ou n'aurait pas choisi un entier ou un nombre de l'intervalle. Si cette difficulté survenait l'enseignant doit réexpliquer les consignes et éventuellement changer les binômes. Les élèves ne jouent pas vraiment en compétition puisqu'il ne fait référence dans aucune partie, qu'à partir d'un certain nombre d'essais la partie est gagnée ou perdue pour l'un des joueurs, ce problème ne devrait donc arriver que rarement.

(3) L'élève peut avoir une difficulté à compléter les cases qui suivent les conditionnelles, en essayant de mettre directement ce qu'il propose et non de décomposer leur stratégie pour prendre en compte ce qui se répète toujours (calcul de moyenne et changement de début ou de fin).

Pour résoudre ce problème, l'enseignant peut soit lui demander de dessiner une frise et d'expliquer sa méthode, soit d'utiliser des stylos par exemples qui représentent chacun une variable et leur demander de les bouger pour résoudre le problème, l'élève va ainsi voir que soit le début, soit la fin va prendre la valeur de la moyenne.

(4) Figure 5Le seul problème ici serait un problème de calcul, que l'on pourra corriger en demandant à l'élève d'écrire les différents calculs qui lui ont permis de trouver le résultat et ainsi de comprendre son erreur, fréquemment une erreur d'inattention, et de lui indiquer.

(5) L'élève peut ne pas trouver le nombre de coûts pour des intervalles différents. L'enseignant peut alors, soit lui demander de jouer, soit lui demander le premier essai qu'il ferait s'il devait trouver dans un écart plus grand.

(6) Les difficultés ici sont de constater que l'on peut se servir d'un précédent programme. Dans ce cas l'enseignant l'indique à l'élève sans lui donner plus d'indication. Une autre difficulté est d'abstraire des lignes que l'on utilise et ajouter des éléments présents dans la deuxième fonction. L'enseignant doit alors le questionner sur les différences entre les méthodes de réponse. Mais encore de trouver la condition d'arrêt, la difficulté est de penser à enregistrer les propositions dans différentes variables. L'enseignant doit lui faire prendre conscience que en ayant seulement la variable proposée on ne peut arrêter l'algorithme en lui demandant de lui expliquer pourquoi l'élève s'est arrêté dans ses essais et a validé la proposition du répondant.

JEU du PLUS / MOINS (se joue à 2 joueurs)

Plier la feuille pour cacher les nombres

Nombres à deviner : 42 | 12 | 23 | 63 | 57

- Le répondant choisit un nombre entre **1** et **63** et l'inscrit ci-dessus puis répond uniquement **+**, **-** ou **=**
- Le devinant propose des nombres en suivant les indications du répondant, jusqu'à trouver le nombre choisi.

Chaque joueur joue 5 parties en tant que devinant et les note dans les colonnes de gauche et 5 parties en tant que répondant et les note à droite.

Devinant : Mélodie — Répondant : Christophe | Devinant : Christophe — Répondant : Mélodie

Essai	+/-
50	-
25	+
28	+
40	-
32	-
37	=

Essai	+/-
50	+
55	+
60	+
63	-
62	-
61	=

Essai	+/-
32	-
16	+
27	-
20	+
24	-
22	-
21	=

Essai	+/-
32	-
16	-
8	-
4	-
2	-
1	=

Essai	+/-
32	-
16	+
24	+
28	+
29	+
30	+
31	=

Essai	+/-
42	=

Essai	+/-
53	-
28	-
14	-
7	+
11	+
13	-
12	=

Essai	+/-
32	-
16	+
24	-
20	+
22	+
23	=

Essai	+/-
32	+
48	+
56	+
60	+
62	+
63	=

Essai	+/-
32	+
48	+
56	+
60	-
62	-
63	=

1 - Jouer les 10 parties avec le programme ci-dessous pour le répondant :

```
from random import *
adeviner = randint (1, 63)
propose = int(input("Devine ?"))
while propose != adeviner :
    if propose < adeviner :
        print("+")
    else :
        print("-")
    propose = int(input("Devine ?"))
print ("Gagné")
```

Nom : Mélodie Prénom : Castanier

2 - Expliquer en quelques phrases la stratégie du devinant. En **combien d'essais** au plus, est-il sûr de trouver, s'il adopte la meilleure stratégie ?

On propose toujours la moitié de l'intervalle qu'il nous reste.
On peut diviser jusqu'à 6 fois l'intervalle.

3 - Compléter le programme du devinant :

```
debut = 1
fin = 63
propose = 32
print ('Essaie : ', propose)
reponse = input('+/-/= ?')
while reponse != '=' :
    if reponse == '+':
        debut= propose +1
    elif reponse == '-':
        fin = propose -1
    propose = (debut +fin) //2
    print ('Essaie : ', propose)
    reponse = input('+/-/= ?')
print('Bravo !')
```

Figure 4: Première feuille de l'activité corrigé

JEU du PLUS / MOINS - version "tricheur"

Nom : Castanier Prénom : Mélodie

- Le répondant ne choisit plus le nombre au départ mais répond uniquement **+**, **-** ou **=** **en essayant de faire durer le jeu le plus longtemps possible.** Le répondant doit cependant être cohérent dans ses réponses successives.
- Le devinant propose des nombres en adoptant la meilleure stratégie possible.

Chaque joueur joue 5 parties en tant que devinant et les note dans les colonnes de gauche et 5 parties en tant que répondant et les note à droite.

Devinant : Mélodie — Répondant : Christophe | Devinant : Christophe — Répondant : Mélodie

Essai	+/-
32	+
48	+
54	+
58	+
60	+
62	-
61	=

Essai	+/-
32	-
16	+
2	-
20	+
22	-
21	=

Essai	+/-
32	+
48	-
40	+
44	-
42	+
43	=

Essai	+/-
32	-
16	-
8	+
12	-
10	-
9	=

Essai	+/-
32	-
16	-
8	+
12	+
14	+
15	=

Essai	+/-
32	+
55	-
42	+
48	+
52	-
50	-
49	=

4 - Jouer les 10 parties avec le répondant tricheur.

De **combien d'essais au moins**, a besoin le devinant, si le répondant fait durer le jeu le plus longtemps possible sans donner de réponses contradictoires ? Justifier la réponse.

6 coups

5 - Evaluer le nombre d'essais nécessaires en fonction de l'intervalle des nombres à deviner.

On modifie le jeu pour deviner les nombres dans des intervalles plus grands.

Rejouer quelques parties avec les intervalles proposés, puis noter le nombre d'essais nécessaires, pour un devinant jouant le mieux possible, face à un répondant tricheur mais cohérent.

Intervalle	1 à 127	1 à 255	1 à 511	1 à 1023
Nombre d'essais	7	8	9	10

6 - Ecrire le programme du répondant tricheur :

```
debut = 1
fin =63
propose= int(input("devine ?")
while debut < fin:
    if propose - debut < fin - propose
        print('+')
        debut = propose + 1
    else:
        print('-')
        fin = propose - 1
    propose = int(input(" devine ?"))
print("gagné")
```

Figure 5: Deuxième feuille de l'activité corrigé, version tricheur

B. Analyse a posteriori

Toutes les analyses sont amenées à partir de ce qui a été vu en classe lors de l'expérimentation et les rendues des deux feuilles d'activités donner en fin de cours (Figure 8).

La première feuille (Figure 2) d'activité a été donnée au début de la séance, en expliquant sans vidéo-projecteur pour le premier groupe les consignes et qu'il s'agit de jouer. Il est aussi indiqué qu'il y aura une deuxième feuille (Figure 3) distribuée après que la première soit terminée.

La grande majorité des élèves se mettent en activité et s'encouragent entre eux à travailler en montrant leur enthousiasme à faire ce genre d'activité. Les quelques seuls élèves qui ne rentrent pas en activité directement sont accompagnés dans le début de l'activité par l'enseignante ou l'un des deux intervenants par une aide procédurale, ce qui réduit le tâche de l'élève mais l'aide à se remettre en activité ou en lui expliquant l'intérêt de jouer.

Les élèves jouent le jeu, sans utiliser l'algorithme (1) mis à disposition puisqu'ils connaissaient tous les règles du jeu avant cette séance. Ils se sont mis en groupe de deux après que l'enseignante leur a demandé, puisqu'ils connaissent aussi les règles de classe et savent les liées. La dévolution, sans trop d'effort, de mise en activité par l'enseignante s'opère. Il y a eu un groupe de trois le nombre d'élève étant impair, les élèves de ce groupe ont alterné de rôle après chaque partie comme le groupe de deux, même si le temps de jeu était plus long, les réponses aux exercices se faisant plus rapidement, les élèves ont fini à peu près en même temps que les autres groupes. Ils ont tous joué les 10 parties de la première feuille et ont ensuite répondu à l'exercice 2. Ils ont tous compris la stratégie gagnante mais ne l'appliquent pas forcément dans les parties, car le fait de faire les différents calculs ne les amusent pas, la plupart font des approximations à la dizaine ou à un multiple de 5. Une autre stratégie souvent observée est d'abord de demander des nombres vers les limites de l'intervalle (Figure 9) . Cette stratégie est utilisée en réponse à une stratégie du répondant qui consiste à anticiper la stratégie gagnant du devinant, en choisissant un nombre engendrant le plus d'essai, qui sont, par exemple, les limites (Figure 10). Grâce au jeu, nous avons ainsi l'émergence de nouvelles stratégies, témoins de l'implication des élèves dans l'exercice et de leur appropriation de l'exercice.

On peut, en prenant compte de ce qui a été dit précédemment, quand même voir à partir de quand les élèves ont compris la stratégie et ainsi observé l'émergence de la stratégie de dichotomie en fonction du nombre d'essai.

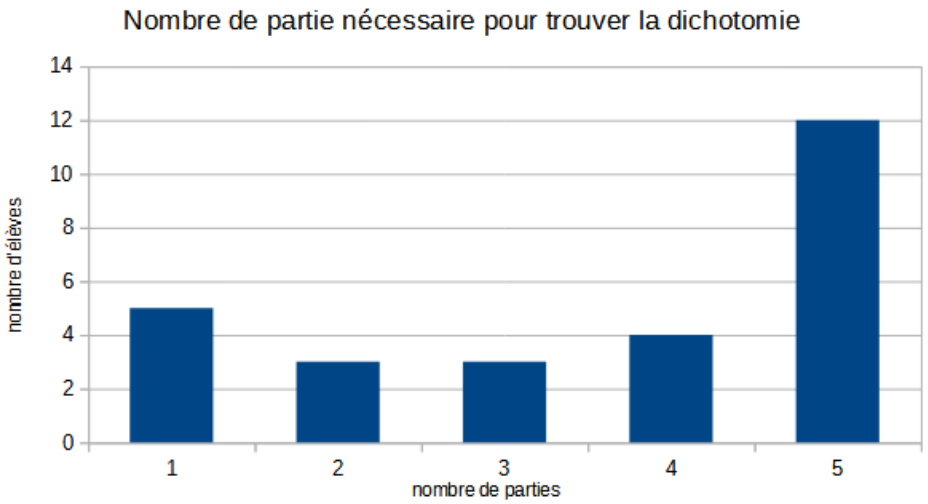


Figure 6: graphique du nombre d'essai nécessaire aux élèves pour trouver la dichotomie

On voit avec ce diagramme que la stratégie émerge après plus ou moins de parties, mais qu'il faut pour une grande majorité des élèves 5 parties pour voir émerger la stratégie. C'est en jouant que la stratégie apparaît. On peut voir avec les rendues d'élève que certains trouvent la solution en faisant du mimétisme.

L'enseignante et ses deux acolytes ont tourné entre les groupes afin de répondre aux différents exercices et les aider en cas de blocage. Les aides sont pour la plupart constructives, elles sont faites à partir de leur travail afin d'amener de nouvelles connaissances, en leur donnant d'autres intervalles sur lesquels travailler et plus particulièrement ceux ne commençant pas a 1, puisque les élèves ont eu comme difficulté la prise en compte des deux bornes de l'intervalle ou ne la modifie pas. La majorité des élèves n'ont pas non plus remarqué que la valeur proposée ne doit pas être prise dans l'intervalle (Figure 11). Sans que l'enseignante ne l'indique plusieurs élèves ont dessiné une frise pour pouvoir répondre à l'exercice 3 (Figure 12), mais aussi pour pouvoir utiliser la stratégie gagnante sans avoir de calcul à faire. Le fait de remplir un algorithme a aussi perturbé certains élèves, car ils voulaient mettre la variable propose dans la conditionnelle et pas après comme proposé. Les élèves voulant continuer à jouer ont très peu fait tourner leur programme pour le vérifier. On voit après récupération des copies qu'il n'y a, comme prévu, pas de différence entre les résultats dans un même groupe et donc aucune triche n'a été faite. La première feuille a été terminée par les élèves en environ 1 h, plus de temps que prévu.

La lecture de la deuxième feuille (Figure 3) amène les élèves à poser des questions, avec ou sans lectures des consignes (les première lignes de la deuxième feuille), comme « l'écart entre les deux nombre a-t-il changé ? » ou « où le répondant doit écrire le numéro à faire deviner ? ». Les élèves prennent rapidement la stratégie de la dichotomie sans faire d'arrondie cette fois-ci la connaissant déjà, dès qu'ils ont compris qu'ils n'ont pas à choisir de nombre.

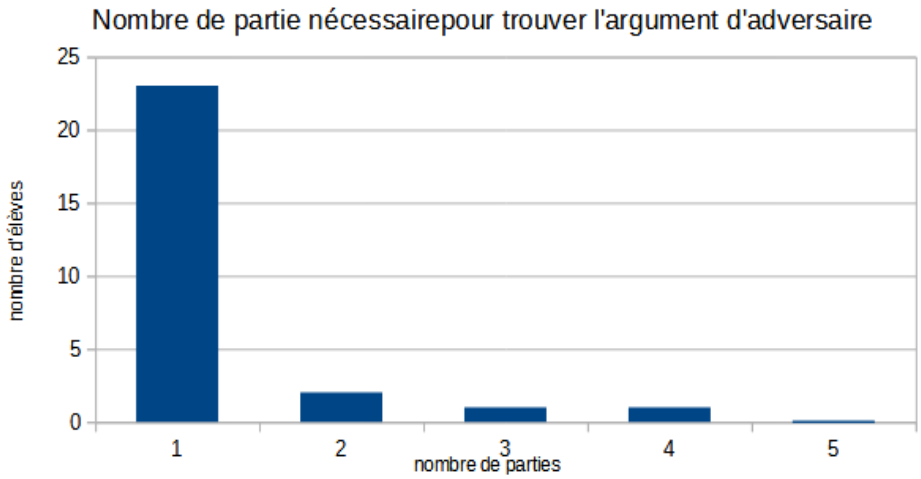


Figure 7: Graphique montrant le nombre nécessaire de partie pour trouver la stratégie d'adversaire

On voit avec ce diagramme que la dichotomie a bien été comprise, car elle est très majoritairement utilisée dans les essais. Les élèves ont d'ailleurs compris que c'était cette technique qu'il fallait utiliser et ont compris l'argument d'adversaire. Ils ont donc fait 2 ou 3 parties (Figure 13).

Après ça, les élèves ont rapidement répondu à l'exercice 4. Pour la 5, il y a eu d'avantage de difficulté (Erreur : source de la référence non trouvée). L'enseignante a demandé aux élèves n'ayant pas trouvé la bonne réponse de jouer dans un des intervalles données (Figure 14). Il a été aussi vu un commencement d'arbre dans un des rendus pour compter le nombre d'essai pour chaque chemin.

La plupart des élèves ont commencé l'exercice 6 mais n'ont pas pu la finir durant la séance. Cet exercice étant un bonus, il n'est pas grave dans notre étude de ne pas avoir toutes les réponses. Différents types d'erreurs sont vu à cet exercice, comme l'oubli de l'initialisation des variables, l'oubli de modifier les variables après chaque itération, ce qui a aussi été fait à l'exercice 3, ou une erreur dans la condition d'arrêt. L'enseignante afin de les aider leur a demandé de prendre pour exemple l'algorithme 1, ce qui s'est avéré infructueux.

Deux stratégies ont été trouvés, la première consiste à comparer la valeur que la devinant propose à la moyenne et la deuxième à comparer les écarts entre la moyenne et les limites de l'intervalle (Figure 15).

Lors de la séance suivante un questionnaire a été donné aux élèves afin d'appréhender si les élèves ont compris ou non les éléments de l'activité en quiz avant de continuer l'activité.

Combien de fois la boucle va-t-elle se faire dans l'algorithme suivant ? Cet algorithme est l'algorithme que vous avez complété sur la première feuille du TD précédent.

```
def dichotomie(tableau, trouve):
    i,j=0,len(tableau)-i
    while tableau[(i+j)//2]!=trouve and i <=j :
        if  tableau[(i+j)//2] < trouve:
        i=(i+j)//2
    else:
        j=(i+j)//2
    return(i+j)//2
print(dichotomie(range(0,101),4))
```

- 4
- 5
- 6
- 7

Le but de la question été de voir si les élèves avaient compris le coût de l'algorithme, donc le nombre de fois où l'algorithme tourne. La question n'a pas été très bien réussie (15%), les élèves ayant mal lu la question ont répondu à ce qu'afficherait le print().

Pour savoir si les élèves avaient bien compris les apprentissages vus à travers le jeu, il aurait fallu donner dans l'évaluation une implémentation plus proche que celle qui a été vue pendant l'expérimentation (à l'exercice 3). C'est-à-dire ne pas mettre des variables *i* et *j* mais des variables *début* et *fin*. La place de l'élément qu'on veut trouver est un autre problème de l'évaluation. Elle vaut l'élément qu'il faut trouver, même si ici ça peut ne pas être un problème puisque l'on demande en quelque sorte le coût de l'algorithme. Pour voir s'ils ont réellement compris la dichotomie, il faudrait leur donner une liste triée dont le décalage entre les éléments n'est pas régulier et ainsi leur faire comprendre la post-compréhension de l'algorithme de dichotomie, c'est-à-dire que la liste passée en paramètre doit être triée.

Les élèves, après explication, semblaient avoir compris la dichotomie et son coût, même si la partie algorithmique comportait quelques erreurs, dues à la difficulté de retranscrire leur pensée en code.

C. Aller plus loin

Puisqu'on a vu que des élèves essayaient d'utiliser une frise pour pouvoir rayer la partie dont le chiffre ne fait pas partie (Figure 12), il serait intéressant de leur proposer cet outil dès le début (Figure 17).

Pour simplifier l'institutionnalisation, on pourrait utiliser l'arbre binaire (Figure 17), puisque des élèves ont essayé d'en faire sans savoir que la structure existait (Figure 18). L'arbre nous permet de montrer le nombre d'essai nécessaire avec la stratégie de dichotomie pour tous les nombres de l'intervalle donné, le nombre d'essais maximal étant la hauteur de l'arbre. Il est aussi possible de continuer l'arbre avec les élèves pour leur montrer comment il évolue en ajoutant en changeant l'intervalle. Ainsi leur montrer que la hauteur de l'arbre est équivalente au nombre de bit nécessaire pour écrire l'indice de fin du dernier élément, c'est-à-dire la valeur correspondant à la soustraction de la limite supérieure à la limite inférieure de l'intervalle où l'élève doit trouver le nombre, puisque ces valeurs sont indiquées sur l'arbre (Figure 17). Et on peut ainsi, en revenir ainsi à la définition du log du programme de terminale « Le logarithme en base 2 est ici manipulé comme simple outil de comptage (taille en bits d'un nombre entier) »[40]. Afin de leur montrer le but de la dichotomie, c'est-à-dire la recherche de l'indice d'un élément dans un tableau, l'arbre est aussi intéressant via une variation du début puisqu'il y aura un décalage dans l'arbre mais la structure serra la même. L'arbre binaire pourra également être utilisé, comme la frise, en support de raisonnement pour le jeu, mais de mon point de vue, le fait de donner l'arbre serait équivalent à leur donner la solution où à donner un autre but à l'activité, c'est-à-dire de comprendre comment utiliser l'arbre.

L'institutionnalisation n'a pas pu se faire dans la même séance par manque de temps. Plusieurs possibilités sont possibles pour faire face à ce problème, comme arrêter les élèves à partir d'un certain temps ou leur donner un temps prédéterminé pour faire la partie jeu, ce qui peut dans les deux cas restreindre les élèves dans leur apprentissage, en créant une certaine frustration. Une dernière solution serait de limiter le nombre de parties mais c'est à partir de 5 parties que les élèves ont compris la stratégie, cette solution ne paraît donc pas judicieuse. L'institutionnalisation peut quand même être faite durant la séance suivante, puisque les élèves ont laissé suffisamment de trace pour revenir facilement dessus. Il faudrait, par continuité, repenser à l'évaluation par la suite.

40 Progamme de terminale https://cache.media.eduscol.education.fr/file/SPE8_MENJ_25_7_2019/93/3/spe247_annexe_1158933.pdf

Il a aussi été remarqué en discutant avec les élèves que, selon leurs habitudes de jeu, leur motivation variait. On pourrait s'intéresser par la suite aux différentes raisons qui changent leur degré de motivation, comme leurs zones proximales de développement qui est fonction de leur habitude de jeu, mais aussi selon la classe à laquelle l'élève appartient.

IV. Discussion

Revenons d'abord aux hypothèses de l'article : -

-L'étude de la complexité est signifiante pour la compréhension des enjeux de la pensée algorithmique. Cette hypothèse étant de nature épistémologique (réflexion sur les connaissances scientifiques), notre recherche n'englobant pas ce point-ci, on ne peut donc infirmer ou confirmer cette hypothèse.

-Les notions de bornes supérieures et inférieures de complexité d'un problème dans le cadre scolaire peuvent être abordés par l'intermédiaire du jeu à deux joueurs. On a vu dans l'analyse a posteriori que les élèves, en cherchant à minimiser leur nombre d'essai, trouvent la stratégie gagnante pour le devinant, c'est-à-dire la stratégie de dichotomie, et ainsi le nombre d'essai maximum pour terminer une partie. Les réponses à l'exercice étant à 85 % juste, les élèves ont majoritairement bien compris la borne inférieure de la complexité. Dans la suite, lorsque les élèves peuvent tricher, le répondeur a pour but de maximiser le nombre d'essai du devinant. Ils trouvent ainsi la stratégie d'adversaire et le nombre minimum d'essai possible avec les deux stratégies, qui correspond à la borne inférieure de la complexité. Avec ou sans aide, les élèves (89%) ont réussi à répondre à l'exercice 4, la majorité des élèves l'ayant bien compris. L'exercice 5 le montre aussi avec 93 % de bonne réponse, puisque cette question demande la borne inférieure de la complexité du problème pour d'autre intervalle. Cette hypothèse est donc confirmée.

-Le problème de la recherche d'élément dans une suite triée est un objet d'étude propice à l'émergence des notions de complexité d'algorithme. La notion de complexité a été vu avec le problème de recherche en utilisant le jeu de recherche, on peut donc confirmer l'hypothèse ; mais n'importe quel problème ayant au moins deux algorithmes avec des complexités différentes est propice à l'émergence des notions de complexité d'algorithme.

Examinons maintenant nos hypothèses propres :

Hypothèse 1 : Le jeu motive les élèves, ce qui les rend tous actifs

Il a été vu que la plupart des élèves étaient, dès le début, motivés à rentrer dans l'activité. Pour reprendre les recherches sur la motivation, et plus particulièrement la théorie de l'autodétermination, la motivation des individus est conditionnée par la satisfaction de trois types de besoins psychologiques fondamentaux qui sont : le besoin de compétence, le besoin d'autonomie et le besoin d'affiliation (d'appartenance sociale). Or les élèves ont, dans l'activité, ces trois besoins, en commençant par celui d'affiliation, puisque les élèves montrent leur intérêt à vouloir jouer avant de jouer. Pour ceux qui ne rentrent pas dans l'activité directement, le besoin est plutôt de compétence puisque l'enseignante aide l'élève et lui explique l'intérêt de jouer. Pour les autres élèves, le besoin de compétence se fait par un feedback rapide, c'est-à-dire que, dès qu'ils ont fini une partie, ils ont le résultat de la stratégie qu'ils ont utilisée. De plus « *L'élève sait bien que le problème a été choisi pour lui faire acquérir une connaissance nouvelle, mais il doit savoir aussi que cette connaissance est entièrement justifiée par la logique interne de la situation* »[41]. Le besoin d'autonomie se retrouve chez tous les élèves, puisqu'ils sont dans une situation adidactique. L'enseignante les laisse faire l'activité et n'intervient que lorsque c'est nécessaire, pour corriger ou pour guider l'élève lorsque cela semble nécessaire. L'enjeu didactique, qui est de gagner, motive naturellement l'élève.

Les élèves semblent rester dans l'activité puisque, durant la séance, l'enseignante ne les y a pas remis et que la partie sans différentiation est terminé pour la majorité des élèves. On peut donc confirmer cette hypothèse.

Hypothèse 2a : L'enseignant joue toujours un rôle dans l'apprentissage.
Hypothèse 2b : le jeu remplace le rôle de l'enseignant

Comme il a été dit plus haut, l'enseignant doit quand même aider les élèves, par exemple avec l'exercice 5 ou 3, qui peut amener des difficultés. Il est aussi amené à confirmer les différents choix de l'élève et le remotiver quand nécessaire, dans notre cas la motivation n'est pas réactivée. Il semble, au vu de l'évaluation, qu'un debriefing est obligatoire, pour que l'élève apprenne réellement du jeu et puisse la transmettre à d'autre cas utilisant cet algorithme. Sans cette partie et la dévolution, qui se fait essentiellement par le jeu, l'apprentissage ne peut se concrétiser.

41 G. Brousseau, théorie des situations didactiques, 1998, p 59

Hypothèse 3 : les élèves en jouant apprennent quelque chose

Il est visible avec l'analyse a posteriori que les élèves apprennent en jouant, puisque c'est à partir d'un certain nombre de partie que lui vient la stratégie gagnante du devinant, et c'est aussi avec un nombre de partie moindre que l'élève comprend la stratégie d'adversaire du répondant, et ainsi trouve les bornes inférieures et supérieurs de la complexité. L'élève apprend en jouant, mais aussi en réfléchissant sur son expérience de jeu. Même si l'élève apprend en jouant, il a quand même besoin de l'enseignant pour recontextualiser le savoir acquis. L'élève apprend en jouant, mais il lui faut une institutionnalisation pour que ce qu'il a appris ressorte du jeu. L'enthousiasme du jeu peut cependant prendre le pas sur le processus d'apprentissage, comme vu à travers l'exercice 3, où les élèves n'ont pas pris le temps de vérifier leur code, voulant la deuxième feuille pour continuer à jouer. On peut malgré tout confirmer cette hypothèse.

En confirmant et infirmant les différentes hypothèses, on peut répondre à la problématique. Le jeu du *Plus ou moins* est un contexte d'apprentissage puisque les élèves sont plus motivés (hypothèse 1) à jouer mais aussi vecteur d'apprentissage puisqu'ils apprennent du jeu (hypothèse 2).

V. Conclusion

Le programme de NSI comporte des références aux activités débranchées afin de simplifier l'accès à certaines notions pour les élèves. Le jeu permet lui aussi de simplifier cet accès puisque l'on vise la zone proximale de développement de l'élève avec, en bonus, un mode débranché. Le jeu dans l'apprentissage est encore peu étudié, puisque la discipline est récente au lycée.

D'après la situation didactique et ludique, le jeu « *doit être tel que la connaissance apparaisse sous la forme choisie, comme la solution ou comme le moyen d'établir la relation optimale.* ». L'algorithme est, dans le jeu, le moyen d'obtenir la relation optimale comme l'indique l'article de Modeste et Meyer, dont on poursuit l'analyse. Par rapport à l'article, notre étude est en continuité puisque l'on a finalisé l'analyse a priori de la situation pour une classe de première, en prenant en compte le programme et en mettant en œuvre une activité permettant d'évaluer les effets du jeu sur l'apprentissage de la dichotomie et de la notion de complexité.

Cette étude semble confirmée ce que supposaient Modeste et Meyer, sur le fait qu'il est possible que la notion de borne supérieur et inférieur de complexité d'un problème soit abordée par un jeu a deux joueurs, en prenant en compte l'argument d'adversaire et que le problème de recherche est propice à l'émergence de la notion de complexité. Cependant dans l'article, le jeu du *Plus ou moins* est surtout utilisé pour appréhender la notion de complexité, ce qui n'est pas seulement la notion que nous visons, puisque le programme de première contient l'algorithme de dichotomie.

Notre étude a donc confirmé que l'objet d'étude permettait à l'élève de s'approprier l'algorithme de dichotomie, mais aussi que l'ajout de partie ludique, et plus particulièrement de jeu en soi, permet une dévolution avec moins d'effort, l'élève étant motivé par l'activité, et apprend du jeu avec le support de l'enseignante. Par le jeu, l'élève acquiert de nouvelles connaissances qu'ils découvrent plus ou moins par lui-même et dans un esprit d'équipe ; L'utilisation du jeu permet de retrouver et/ou de développer les compétences liées à la pensée informatique comme l'évaluation d'un programme, le développement et la généralisation d'une stratégie, la coopération et le développement de l'autonomie. Ainsi l'évaluation des apprentissages pourrait être approfondie, en essayant d'y apporter des éléments ludiques via l'ingénierie didactique, la diffusion des savoirs et peut-être la méthode G.A.M.E[42]. Toutefois, l'utilisation du jeu doit rester sous l'autorité de l'enseignant qui veille au respect des règles et à la compréhension de chacun.

A noter que le jeu dans l'apprentissage de l'informatique est encore peu étudié, puisque la discipline est récente au lycée. On peut ainsi penser qu'il y a moyen de développer d'autres jeux pour lesquels il faudra bien étudier les apports et les limites de leur utilisation dans l'acquisition et le développement des compétences liées à la pensée informatique.

42 https://svt.ac-creteil.fr/?La-ludification-Jouer-est-une-recompense-en-soi

Bibliographie

1: Alayrangues S, Peltier S et Signac L. (2017) Informatique débranchée: construire sa pensée informatique sans ordinateur.
2: Arnaud M et Serdidi M. (2001) Un rôle pédagogique pour les jeux de rôles ?.Odyssée des réseaux n° 396
3: Boissière A, pelay N et Rougetet L. (2017) De la théorie des jeux à l'élaboration d'actions d'enseignement et de vulgarisation: Le cas de jeux de type Nim.petit x n°104,
4: Brougère G. (2012) Le jeu peut-il être sérieux? Revisiter Jouer/Apprendre en temps de serious game.
5: Brougère G. (2005) Jouer/Apprendre.Economica
6: Chi Thanh N et Bessot A. (2012) Introduire des éléments d'algorithmique et de programmation dans l'enseignement secondaire ? Une ingénierie didactique..Petit x n°83
7: Lavigne M. (2016) Les faiblesses ludiques et pédagogiques des serious game.Numérique & éducation
8: Meyer A et Modeste S. (2020) Analyse didactique d’un jeu de recherche : vers une situation fondamentale pour la complexité d’algorithmes et de problèmes.
9: Pelay N. (2012) Jeu et apprentissages mathématiques : élaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d’animation scientifique.thèse
10: Sanchez A, Young S, Jouneau-Sion C. (2016) Classcraft: de la gamification à la ludicisation.
11: Sanchez E et Romero M. (2020) Apprendre en jouant.Retz
12: Viau R. (1998) Les perceptions de l'élève.pédagogie

Annexe :

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Nombre de partie pour la stratégie de dichotomie	Nombre de partie pour la stratégie d'adversaire	Question 1 : Utilisation de la question 1	Question 2. La stratégie à été formulé (1) ou non (0)	Question 2. La borne inférieur de l'algorithme	Question 3 : transcrire la stratégie en algorithme	Question 4 : La borne supérieur de l'algorithme	Question 5 : bornes supérieurs sur d'autre intervalle	Question 6 : bonus
2	1	1	0	1	1	2	0	1	
3	5	3	0	1	1	2	1	1	
4	5	1	0	1	1	2	1	0	ne modifie pas les variable
								1	début et fin
5	1	1	0	1	1	1	1	1	N'utilise pas la moyenne mais l'écart entre les limites et ce qui est proposé
6	2	1	0	1	1	2	1	1	
7	4	1	0	1	1	2	0	1	l'écart n'est pas modifier
8	3	1	0	1	1	2	1	1	
9	4	1	0	1	0	2	1	1	
10	5	4	0	1	1	2	1	1	0
11	5	1	0	1	1	3	1	1	0
12	2	1	0	1	1	2	1	1	
13	1	1	0	1	1	1	1	1	
14	3	1	0	1	1	3	1	1	0 utilise une autre variable
15	2	1	0	0		2	1	1	
16	4	1	0	1	1	2	1	1	compare avec la moyenne pour répondre
17	5	1	0	1		2	1	1	utilise les écarts
18	1	1	0	1	1	2	1	1	utilise la moyenne
19	5	1	0	1	1	2	0	1	
20	3	1	0	1	1	1	1	1	utilise la moyenne
21	5	1	0	1	1	2	0	0	
22	5	1	0	1	1	2	1	1	
23	5	1	0	1	1	3	1	1	utilise al moyenne
24	1	1	0	1	1	2	1	1	ne modifie pas les variable
								1	début et fin
25	5	1	0	1	1	1	1	1	
26	1	1	0	1	1	2	1	1	
27	5	1	0	1	1	2	1	1	n'initialise pas les variable
28	5	1	0	1	1	2	1	1	n'initialise pas les variable

Figure 8: Données recueillis

Annexe :

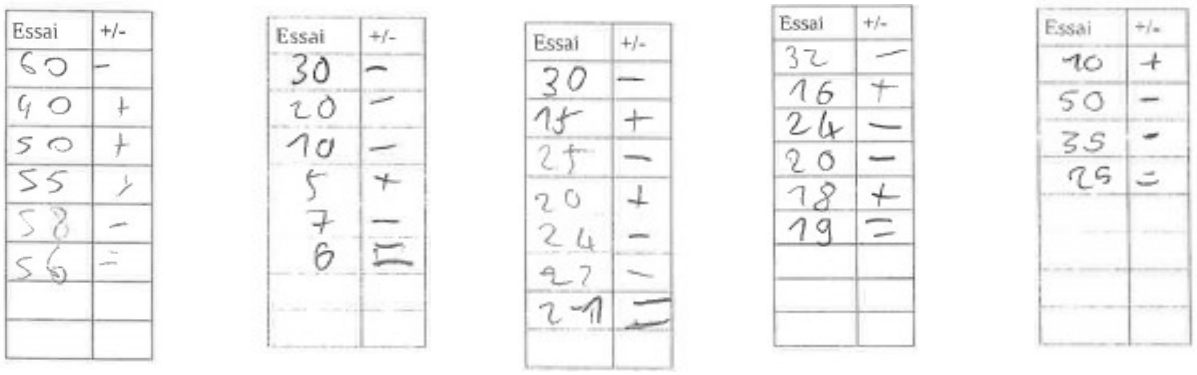


Figure 9: Différentes stratégies du devinant pour la première partie.(1) raffinage de dix en dix, puis de 2 en 2 en commençant par le milieu, (2) raffinage de dix en dix, puis de 5 en 5 en commençant par le milieu, (3) la dichotomie en approximant à la dizaine (4) la dichotomie et (5) contre stratégie du devinant pour faire face à la nouvelle stratégie du répondant (choisir un nombre engendrant le plus d'essai, le plus rapide est proche des limites de l'intervalle)



Figure 10: contre stratégie du répondeur après que le devinant est trouvé la dichotomie

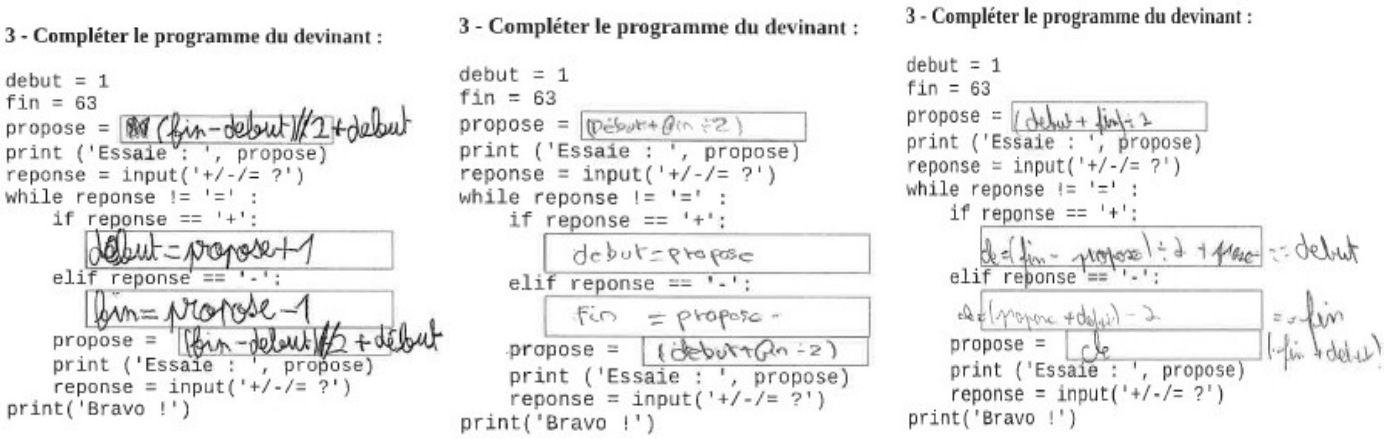
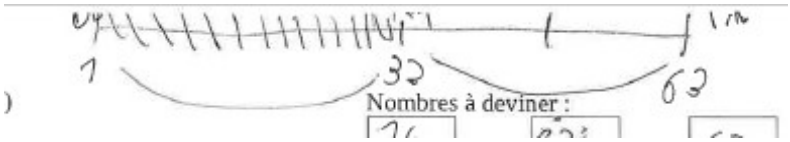


Figure 11: Complétion de l'algorithme de dichotomie (1) algorithme de dichotomie prenant en compte le retrait du nombre proposé (2) algorithme de dichotomie sans retrait du nombre proposé et (3) non compréhension

Annexe :



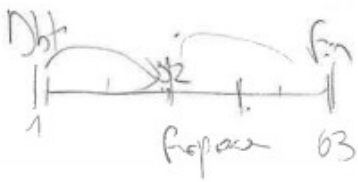


Figure 12: schéma par les élève d'une frise

Essai	+/-
32	+
48	+
56	=
60	-
58	+
59	=

Essai	+/-
32	-
16	-
8	-
4	-
2	-
1	=

Essai	+/-

Figure 13: Parties pour la version tricheur

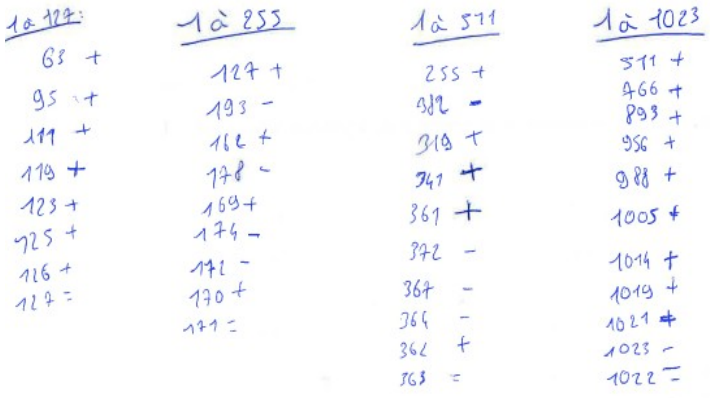


Figure 14: parties avec d'autre intervalle (après aide) pour l'exercice 5

Intervalle	1 à 127	1 à 255	1 à 511	1 à 1023
Nombre d'essais	7	8	9	10

Figure 15: Réponse à l'exercice 4

6 - Ecrire le programme du répondant tricheur :

```
continuer = True
propose = int(input("Devine ?"))
debut = 1
fin = 63
while continuer = True:
    plus = fin - propose) - 1
    moins = (propose - debut) - 1
    if plus > moins :
        debut = propose + 1
        print("+")
    elif moins > plus :
        fin = propose - 1
        print("-")
    elif plus = 1 and moins = 1 :
        continuer = False
    else :
        debut = propose + 1
        print("+")
print("Gagné")
```

(1)

6 - Ecrire le programme du répondant tricheur :

```
from random import *
debut = 1
fin = 63
propose = int(input("Devine ?"))
while debut ≠ fin
    if propose ≥ (debut + fin)/2
        print("-")
        fin = propose
    elif propose < (debut + fin)/2
        print("+")
        debut = propose
    propose = int(input("Devine ?"))
print("gagné")
```

(2)

Figure 16: algorithme de la stratégie d'adversaire écrite par les élèves en comparant soit (1) l'écart entre la proposition et les 2 limites de l'intervalle et en prenant le plus grand, soit (2) en comparant la moyenne à la valeur proposer ce qui induit aussi de prendre l'écart le plus grand.

Annexe :

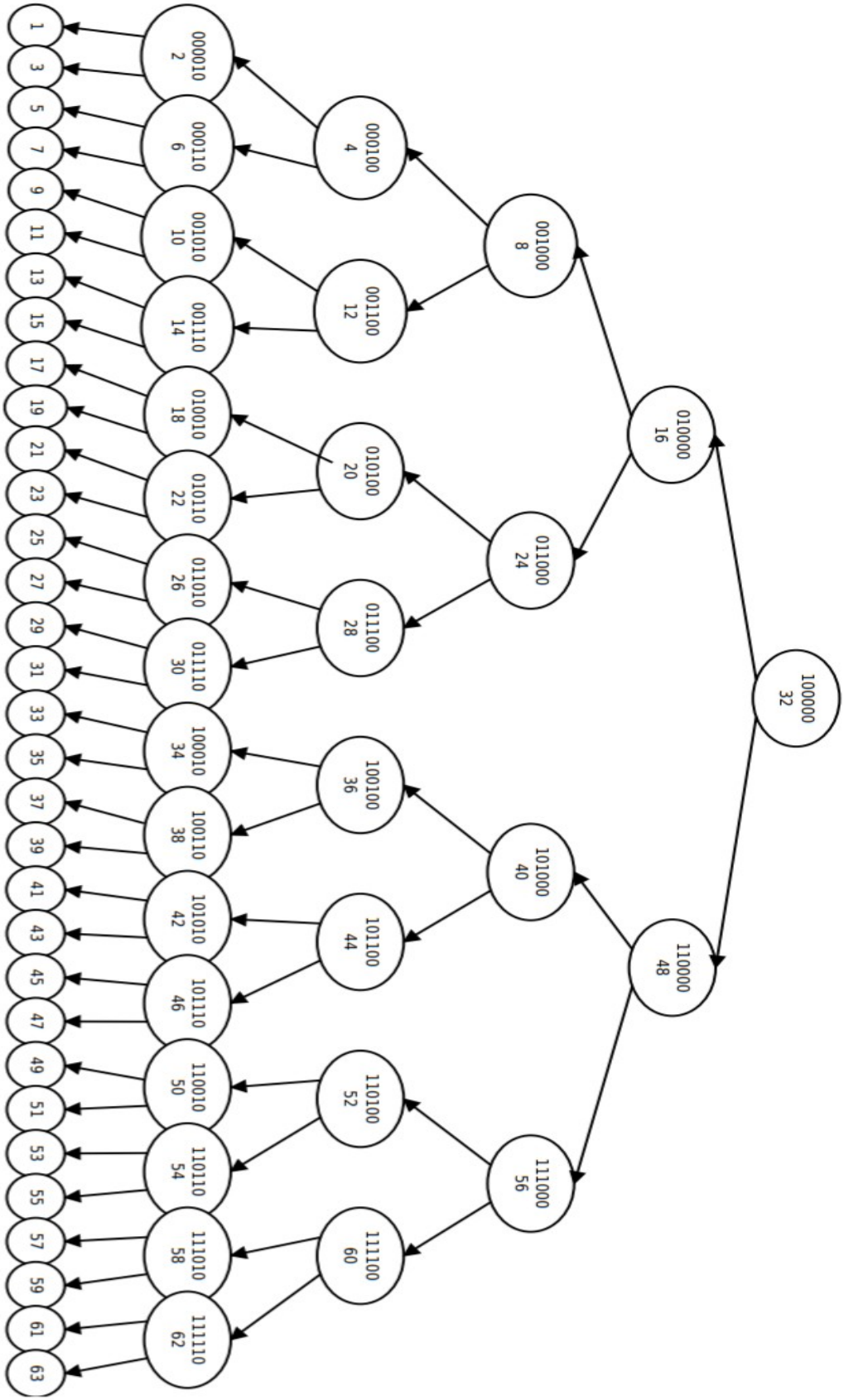


Figure 17: Arbre de recherche dichotomique

Annexe :

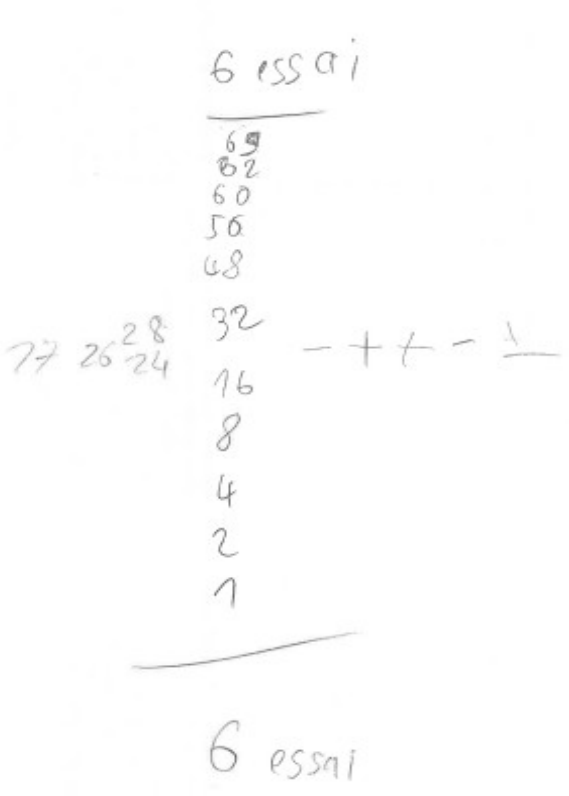


Figure 18:Essaie de dessin de l'arbre de recherche dichotomique

Remerciement

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur Declercq, qui fût une aide précieuse pour la mise en place du TD d'étude ainsi que pour son suivi sans faille.

Je remercie, également, mes professeurs et mes camarades de classe pour leurs conseils et leurs soutiens.

4e de couverture

Mots clés : jeu, enseignement, dichotomie, coût, informatique débranché.

Résumé :

En école maternelle, la plupart des enseignements se font sous forme de jeux afin d’assurer le développement sensoriel et moteur, celui de la personnalité, la confiance en soi, la sociabilisation, la communication et dans une moindre mesure le développement de compétences disciplinaires.

Une expérimentation par une adaptation du jeu du Plus ou moins va nous permettre d’étudier l'utilisation du jeu en informatique dans le cycle secondaire et plus précisément voir s’il peut être un moyen efficace pour développer les compétences requises dans cette matière. A savoir évaluer un programme, développer et généraliser une stratégie, abstraire des informations, coopérer et développer son autonomie.

Summary :

In nursery school, most of the teaching takes the form of games in order to ensure sensory and motor development : personality, self-confidence, socialization, communication and to a lesser extent the development of disciplinary skills.

An experiment by adapting the game of the Plus or minus will allow us to study the use of computer games in the secondary degree and more precisely to see if it can be an effective way to develop the skills required in this subject. That is to say, to evaluate a program, to develop and generalize a strategy, to abstract information, to cooperate and to develop their autonomy.