

Dessiner et raconter le hasard et l'évolution du vivant dans le jeu Darwinium, en collège

Eric Tortochot, Magali Coupaud, Hélène Cheneval-Armand, Pascale Brandt-Pomares, Jérémy Castéra, Claire Coiffard Marre, Corinne Jégou, Sabrina Marchi, Miguel Rotenberg, Alice Delserieys

▶ **To cite this version:**

Eric Tortochot, Magali Coupaud, Hélène Cheneval-Armand, Pascale Brandt-Pomares, Jérémy Castéra, et al.. Dessiner et raconter le hasard et l'évolution du vivant dans le jeu Darwinium, en collège. Telling Science, Drawing Science / Sciences en récit, Science en image, STIMULI, Jun 2022, Angoulême, France. hal-03755153

HAL Id: hal-03755153
https://amu.hal.science/hal-03755153

Submitted on 22 Aug 2022

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.

Dessiner et raconter le hasard et l'évolution du vivant dans le jeu Darwinium, en collège

Résumé

Cette communication propose une étude sur un jeu sérieux à visée scientifique, en cours de conception, sur le hasard et l'évolution du vivant, « Darwinium ». Ce jeu place des élèves de collège en situation de chercheurs observant l'évolution de populations animales chimériques placées dans un dôme expérimental et devant rendre compte de cette évolution sous forme narrative verbale (explicitation écrite de l'évolution) et graphique (représentation de la population). Cette narration est un élément de jeu et un moyen d'observer les apprentissages engendrés par l'activité ludique. L'approche de la démarche de conception du jeu permet de comprendre les interactions instrumentées entre les différentes parties prenantes et le choix d'une activité narrative et graphique intégrée au jeu. Une analyse sémio-cognitive des productions écrites et graphiques des joueurs permet ensuite de discuter de l'usage du dessin et de la narration dans une activité ludique.

Mots-clés : jeux sérieux ; dessin et narration ; hasard ; évolution du vivant ; outils cognitifs opératifs.

Abstract

This paper proposes a study of a serious game with a scientific aim, currently being designed, about chance and biological evolution, "Darwinium". This game places secondary school pupils in the situation of researchers observing the evolution of chimeric animal populations placed in an experimental dome and having to report on this evolution in verbal narrative form (written explanation of evolution) and graphically (representation of the population). This narrative is an element of play and a means of observing the learning generated by the play activity. The approach to the game design process allows us to understand the instrumented interactions between the different stakeholders and the choice of a narrative and graphic activity integrated into the game. A semio-cognitive analysis of the written and graphic productions of the players allows us to discuss the use of drawing and narration in a ludic activity.

Key-words: educational game; drawing and stories telling; randomness; biological evolution; cognitive operational tools.

Introduction

Cette communication propose une étude sur un jeu sérieux à visée scientifique, en cours de conception, sur le hasard et l'évolution du vivant, "Darwinium". Ce jeu place des élèves de collège en situation de chercheurs observant l'évolution de populations animales chimériques placées dans un dôme expérimental et devant rendre compte de cette évolution sous forme narrative verbale (explicitation écrite de l'évolution) et graphique (représentation de la population). Cette narration est tout autant un élément de jeu qu'un moyen de vérifier les apprentissages engendrés par l'activité ludique. En ce sens, les contours théoriques qui circonscrivent cette approche font appel à plusieurs dimensions didactiques : didactique des sciences autour du concept de hasard en lien avec l'évolution du vivant, didactique et jeu, et didactique et narrations écrite et graphique. L'approche de la démarche de conception du jeu permet de comprendre les interactions instrumentées entre les différentes parties prenantes et le choix d'une activité narrative et graphique intégrée au jeu.

Contexte et cadre théorique

Apprendre et comprendre le concept de hasard et la théorie de l'évolution du vivant

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux liens entre théorie de l'évolution et concept de hasard (Gayon, 2005 ; Merlin, 2013). Gayon (2005) identifie « trois significations possibles du mot « hasard » : « la chance, l'aléatoire, et la contingence par rapport à un système théorique donné » (p. 528). Dans un processus évolutif, le hasard au sens de « chance » est associé à des mutations conduisant à des innovations génétiques. L'aléatoire, le deuxième sous-concept de hasard, renvoie à une approche statistique de probabilités d'événements associées au mécanisme de dérive génétique à l'échelle de la population. Le troisième sous-concept de hasard, la contingence, représente un mécanisme combinant des événements fortuits, contingents dans une perspective historique. Ce type de hasard joue un rôle majeur dans les processus d'évolution en supprimant toute idée d'intentionnalité et en permettant de surmonter l'obstacle épistémologique du finalisme.
Les connaissances de collégiens de l'évolution du vivant semblent liées à leur appréhension du hasard (Auteur, Année). Ils associent le hasard au destin, chance ou malchance, induisant une idée finaliste forte de l'évolution. La pensée probabiliste des élèves semble liée avec leur pensée évolutionniste.

Dessiner et raconter en science : entre contraintes, écarts, et « détournements »

L'activité de dessin dans les enseignements scientifiques peut être considérée comme un moyen de communiquer, de donner du sens et de résoudre un problème. Une telle activité suppose de la part de l'apprenant un effort d'abstraction qui le pousse à préciser davantage ses idées (Brooks, 2009). Ainsi, Ainsworth, Prain et Tytler (2011) considèrent les dessins en sciences selon leur fonction pour 1) améliorer l'engagement en classe, 2) apprendre à représenter la science, 3) raisonner, 4) comme stratégie d'apprentissage, 5) communiquer. Par ailleurs, il a été montré que les enfants peuvent se référer à leur dessin pour partager avec d'autres des informations qu'il serait difficile d'expliquer autrement. Le recours au dessin permet donc de rendre leurs idées visibles et accessibles (Auteur, Année).
Plus spécifiquement, des travaux montrent la singularité des illustrations scientifiques, en tant que narration écrite et graphique, dans les apprentissages pour identifier et mémoriser des savoirs spécifiques (Bordenave, 2016 ; de Hosson et al., 2019). Ce qui est en jeu, c'est la pertinence de ce qu'exprime la narration en regard de ce qu'elle doit énoncer aux destinataires. Quand le dessin scientifique est confiée à des élèves pour raconter la science, l'élève-auteur est amené à procéder à des arbitrages pouvant exclure toute formalisation scientifique qui pourrait conduire à une information scientifique incorrecte (Ibid.) Les auteurs s'appuient sur l'approche instrumentale de Rabardel (1995), pour qualifier ces écarts avec la norme scientifique de « détournements », c'est-à-

dire « des moyens d'accès à l'activité du sujet et non plus (seulement) des instances de validation des connaissances scientifiques des élèves-auteurs » (Ibid., p. 21).

La conception collaborative d'un jeu sérieux : vers la narration d'événements et les représentations dessinées comme « outils cognitifs opératifs »

Dans le jeu de plateau Darwinium, les joueurs incarnent des équipes de chercheurs qui expérimentent l'évolution du vivant en observant et en agissant sur une population d'animaux chimériques soumise à des aléas environnementaux dans un dôme expérimental. Trois caractères (forme du bec, couleur de peau, élément en bout de pattes) sont observés, avec cinq variants possibles (traits de caractère), représentés sur des cartes par un schéma et un texte descriptif. Le jeu prévoit un système de tirage qui permet un brassage aléatoire des traits de caractère pondéré par des conditions environnementales qui changent au cours du jeu. Les joueurs ont pour but d'amener leur population à être la plus diversifiée et la plus éloignée de la population de départ. Les populations sont localisées sur un plateau central représentant un dôme expérimental composé d'environnements divers. Les tours de jeu sont divisés en six étapes :

Étape 1 : le déplacement de la population d'un territoire à un autre.
Étape 2 : le déclenchement d'actions qui modifient les conditions de vie au sein du dôme.
Étape 3 : la pondération des traits de caractère de la population (représenté par des jetons) en fonction de l'environnement dans lequel elle se trouve.
Étape 4 : le brassage et tirage aléatoire de traits de caractères modifiant la population.
Étape 5 : le tirage aléatoire de cartes « événement » modifiant les conditions environnementales.
Étape 6 : conférence de presse : les joueurs ont complété un carnet d'observation (dessin + prise de note) durant les étapes suivantes et racontent oralement ce qui est arrivé à leur population dans le tour de jeu (dimension narrative)

Tout au long des tours de jeu, une consigne a été donnée aux élèves, pour scénariser le jeu : rendre compte des observations de changements de la population d'animaux, par le dessin et la prise de note, pour présenter les résultats lors d'une conférence de presse. Ainsi, les élèves rendent compte de leur activité de joueurs sous une forme écrite et dessinée tant pour énoncer leur compréhension des phénomènes scientifiques que pour soutenir la conception du jeu, et donc orienter les choix de modification. Durant l'activité ludique propre au test du jeu Darwinium, les types d'énonciation jouent un rôle de régulation pour les joueurs eux-mêmes et à destination de leurs binômes, pour dialoguer avec les autres équipes mais aussi avec les enseignants et les concepteurs du jeu.

Les images opératives (Lebahar, 2007) et les textes opératifs en lien avec les représentations (Auteur, Année) jouent alors un rôle central. Les images opératives ont pour finalité de s'adresser à des interlocuteurs qui ne retiendront qu'un type d'informations et qui n'ont donc pas besoin de tout savoir de la complexité de ce qui est représenté. C'est la raison pour laquelle les dessins des chimères des populations ne représentent pas des animaux dans leur totalité biologique, mais seulement la forme des becs, des pattes et la couleur des types de peaux. Parce que les dessins représentent des animaux incomplets, ils permettent de développer des concepts pragmatiques qui complètent, s'opposent à, ou dialoguent avec, les concepts scientifiques (Vergnaud, 2008).

Les textes opératifs ont une forte valeur incitative et pointent un destinataire identifié, ici les autres joueurs. Ces textes cherchent à rendre compte de l'évolution des espèces impliquées dans le jeu.

Les outils cognitifs opératifs « prennent en charge une partie de l'activité cognitive des utilisateurs et contribuent ainsi à la réalisation de la tâche » (Rabardel, 1995, p. 70). Ces outils, parce qu'ils sont orientés vers une connaissance des objets de la réalité, externes au sujet, facilitent son activité diagnostique, décisionnelle, ou transformatrice. Il s'agit de « représentations pour l'action », qui visent à rendre plus rapides et plus économiques les traitements opératifs, par une adaptation des moyens.

En d'autres mots, les dessins accompagnés de textes produits par les joueurs du jeu Darwinium, en tant qu'outils cognitifs opératifs, pourraient en dire autant sur la compréhension des règles du jeu par les joueurs que sur leur compréhension des concepts de hasard et d'évolution du vivant.
La question est la suivante : en quoi les outils cognitifs opératifs de l'évolution du vivant favorisent-ils la prise en compte de la diversité des individus en lien avec la pensée évolutionniste par des élèves (12-13 ans) ?
L'hypothèse est que, en dessinant et en racontant des chimères, au cours d'une activité de jeu conçue à cet effet, les élèves développent des concepts pragmatiques qui dialoguent avec des concepts scientifiques.

Méthodologie

Afin d'identifier les différences entre les concepts pragmatiques et les concepts scientifiques, la méthodologie proposée est fondée sur une analyse sémio-cognitive de données collectées lors d'une phase de test avec les élèves, au cœur du processus de co-conception du jeu. Ces données sont constituées des textes rédigés et des dessins réalisés, analysés séparément et conjointement. Séparément, les textes énoncent les concepts pragmatiques qui informent sur les distances avec les concepts scientifiques. Les images informent sur le degré de complexité et de précision des caractères des populations. Conjointement, les textes et les images informent sur l'articulation entre les concepts pragmatiques développés et les modalités d'expression de ces concepts.
Alors que le jeu de plateau est quasiment stabilisé dans son contenu, dans sa forme (image 1 (a) cf. annexe), dans ses objectifs, plusieurs phases de test du jeu en classes de 5^{e} et 4^{e} sont réalisées. Un test est particulièrement observé ici avec quatre tables où jouent quatre équipes à chaque fois constituées de binômes (soit 32 élèves pour 16 binômes). Pendant le jeu, chaque équipe documente un « carnet d'observation » pour illustrer (par écrit et en dessin) la variation intraspécifique et ses changements imposés au fil du temps par le hasard du jeu (image 1 (b) cf. annexe). Dès lors, les élèves disposent d'une série d'images, comme des vignettes racontant une histoire, celle de l'évolution de leur population (image 2 cf. annexe). Après la phase de jeu, les élèves sont invités à écrire l'histoire de leur population (image 1 (c) cf. annexe). Une session de débriefing est organisée deux semaines après le jeu. Les élèves ont été encouragés à exprimer leur compréhension de ce qui s'est passé pendant le jeu et de son lien avec l'évolution. Tous les textes et dessins sont collectés et analysés afin de repérer :

- les utilisations ou mobilisations des idées de hasard dans l'évolution sont faites par les joueurs dans leurs scénarios évolutifs ;
- les obstacles apparaissent dans les idées, récits et représentations graphiques ;
- les types de références culturelles utilisés par les joueurs pour élaborer leurs scénarios, si elles sont puisées dans le monde quotidien, la pensée commune, ou si elles mobilisent des objets de savoirs scientifiques.

L'analyse sémio-cognitive (Lebahar, 2007) suppose une confrontation du dessin et du texte par des outils de la sémiotique linguistique et graphique (i.e. l'origine des signes écrits et dessinés), afin de tirer parti de la prise de distance induite par l'écrit et le dessin sur le jeu lui-même et sur la manière dont les joueurs racontent les événements, comment ils les expliquent, les notions qu'ils manipulent, etc., en somme la dimension cognitive qui apparaît. L'analyse des écrits s'appuie sur une grille d'analyse construite à priori sur la base de travaux antérieurs (Auteur, Année). Ces analyses permettent d'identifier des idées d'élèves en accord avec la pensée scientifique comme par exemple l'idée d'une origine commune pour les espèces, ou au contraire, des idées proches de la pensée commune et obstacles comme par exemple, l'idée d'une origine divine pour les espèces. Elles apportent des éléments sur les degrés d'acceptation et de compréhension de l'évolution du vivant des élèves de cette étude et permettent une lecture épistémique des savoirs conceptuels ou idées de la pensée commune et obstacles mobilisés dans l'activité créative.

Résultats

Les analyses didactiques des écrits des élèves mettent en évidence des éléments qui montrent l'engagement de tous les joueurs dans l'activité créative. Une mobilisation d'idées du sens commun issues du monde quotidien des joueurs permettent à chacun de tisser des histoires, d'inventer des nouveaux possibles, d'expliquer parfois des liens de causalité. Les textes produits par les élèves sont ici des textes narratifs essentiellement descriptifs.

Les images produites sont opératives parce qu'elles cherchent à montrer au plus près, en utilisant des codes « simples », réitérés, partagés, qui passent par des techniques de représentation presque normées (hachures, légendes, ligne claire, mélange de surfaces de couleurs). Le dessin ne se veut pas réaliste ou véridique mais signifiant par la réduction des traits de la réalité à une dimension iconique presque pictographique des éléments naturels et par la cohérence entre les étapes, les changements, pour rendre compte, par des traits minimaux, de ce qui varie et de ce que ne varie pas. Il y a une forme de construction d'un langage ad hoc.

Par exemple, dans l'image 2 (cf. annexe), on identifie un travail de la masse colorée et du trait de contour façon ligne claire qui se précise, voire se complexifie avec les générations. Le dessin des caractéristiques au trait bleu est assez précis, suivant les contours du pattern, indiquant des formes identifiables, reconnaissables (formes des becs, détail des pattes avec ou sans griffes). Les pattes avec ventouses sont répétées à l'envie sur les 4 générations et avec une réelle maîtrise du dessin).

En revanche, ces séries de vignettes ne racontent que parce qu'il y a juxtaposition des générations produisant un effet de changement. L'instrumentation des signes graphiques est patente : elle conduit à un "détournement" des concepts scientifiques.

De ces analyses, il apparaît une acceptation de l'évolution du vivant. Pour certains élèves, on relève une compréhension de certaines idées importantes liées à l'évolution du vivant en accord avec les connaissances scientifiques (l'orthographe n'est pas corrigée) :

- L'idée d'une origine commune : « *tous les trois sont des évolutions l'une de l'autre (…) ils sont pour la plupart vert, au bec courbé ou fin et avec les mêmes pattes que leurs encetres* ».
- L'apparition spontanée de nouveaux traits se référent implicitement à l'idée de « chance » au sens de mutations aléatoires : « *Dans la deuxième génération, un nouveau truc est apparu la peau verte* ».
- L'idée de variabilité intraspécifique : « *La population est composée d'une majorité de pellage bleu, de palme et de bec épuisette. La minorité est composée d'un pellage vert, de griffe et d'un bec courbé* ».

Pour d'autres, les narrations expriment une compréhension de l'évolution du vivant qui n'est pas conforme à la pensée scientifique actuelle mais qui reste liée à l'idée d'évolution. Des obstacles spécifiques à la pensée évolutionniste sont également identifiés :

- Des explications non scientifiques de l'évolution liée à une intention de transformation « *les chimerus ont décidé d'avoir de nouvelles couleurs* » ou une intention de diversification « *notre population a recruté de nouvelles espèces, avec des particularité différentes* ».
- Des idées transformistes qui associent l'apparition de nouvelles espèces comme une conséquence directe d'une modification de l'environnement : « *Ils ont évolué grâce aux éléments naturels que nous avons pu trouver en forêt, dans le désert, en mer…* »

Discussion / Conclusion

Le jeu de plateau qui sert de support à cette recherche se situe dans une catégorie de jeu sérieux parce qu'il est conçu dans l'objectif d'outiller des situations d'enseignement-apprentissage. En l'occurrence, il s'agit d'aborder le concept de hasard et d'évolution du vivant. Il n'y a pas aujourd'hui de consensus strict sur ce qui définit un jeu (Schmoll, 2011) mais certaines caractéristiques utiles peuvent être notées dans le contexte de l'enseignement scientifique :

- un espace de transition entre virtuel et réalité qui renvoie à une modélisation dans un contexte scientifique ;
- un espace où il est possible d'expérimenter parce que les échecs n'ont pas de conséquences irrémédiables ;
- un contexte qui incite les participants à participer pleinement à l'activité proposée.

Les résultats de cette recherche montrent que les élèves qui ont participé au test de ce prototype de jeu, ont tendance à s'emparer du jeu assez facilement en faisant appel à leurs connaissances et à

leurs croyances, même sur les concepts complexes et contre-intuitifs de hasard et d'évolution du vivant. Par exemple, ils ont été capables d'utiliser des idées proches de la pensée évolutionniste, même si l'utilisation des idées de « contingence » est encore absente.
Dans leurs discours écrits, les élèves racontent les transformations qui ont lieu dans leur population, les nouveaux traits de caractère qui apparaissent, les événements qui se produisent, en ne proposant que rarement des liens de causalité ou d'autres types d'explications déterministes qui apporteraient une cohérence externe ou une cause à tous ces éléments et événements. Même si l'idée de hasard n'est pas thématisée en tant que telle dans le discours des élèves, on y voit l'expression d'une certaine acceptation du hasard et en particulier l'expression d'une certaine acceptation du caractère aléatoire du devenir de leur population au cours du jeu. Des obstacles à la pensée évolutionniste sont néanmoins identifiés dans une minorité des productions des élèves.
Le contexte de production des dessins permet aux élèves de trouver des solutions pour produire des représentations efficaces dans lesquels certains éléments graphiques simples permettent de conférer un sens en lien avec le jeu. Dans la narration graphique, les élèves produisent des images opératives parfois accompagnés de textes qui sont adressés au lecteur en vue de rendre l'évolution des populations de chimères compréhensibles. Il s'agit d'images parfois très détaillées qui racontent, par la succession des temps de jeux, de « génération » en « génération », l'évolution de ces populations.
À défaut d'être toujours au point, précis, exacts sur les concepts scientifiques, les élèves déploient des trésors d'énergie et de créativité pour s'assurer d'être compris soit par le dessin, soit par le texte et, souvent, dans une complémentarité entre les deux. Ils instrumentent leur activité pour rendre compte au mieux de leur compréhension de la demande, des règles du jeu, des concepts complexes de hasard et d'évolution du vivant. Les outils cognitifs opératifs sont utilisés à bon escient dans la plupart des cas, parfois au détriment de l'exactitude des savoirs qu'ils essaient de véhiculer.

Ce projet est financé par l'agence nationale de la recherche et soutenu par le pôle AMPIRIC (Aix-Marseille Université).

Bibliographie

Ainsworth, S., Prain, V. & Tytler R. (2011). Drawing to learn in science. *Science, 333*, p. 1096-1097. https://doi.org/10.1126/science.1204153

Bordenave, L. (2016, 23-24 nov.). Les arcanes du récit de science en bande dessinée. *Telling Science, Drawing Science*, Angoulême.

Brooks, M. (2009). Drawing, Visualisation and Young Children's Exploration of "Big Ideas". *International Journal of Science Education*, *31*(3), 319-341. https://doi.org/10.1080/09500690802595771

Auteur (Année). *Évolution du vivant et hasard : étude quantitative des conceptions d'élèves de collège dans le contexte français* (Doctoral dissertation, University Aix-Marseille, France). Récupéré de http://www.theses.fr/2018AIXM0205

de Hosson, C., Bordenave, L., Daures, P.-L., Décamp, N., Hache, C., Horoks, J., & Kermen, I. (2019). Quand l'élève devient auteur.e : analyse didactique d'ateliers BD-sciences. *Tréma*(51). https://doi.org/10.4000/trema.4895

Gayon, J. (2005). Chance, Explanation, and Causation in Evolutionary Theory. *History and Philosophy of the Life Sciences, 27*(3/4), 395-405. https://www.jstor.org/stable/23333900

Auteur (Année). Acknowledging drawing as a mediating system for young children's ideas concerning change of state of matter. *Review of Sciences, mathematics & ICT Education, 14*(2), 105-124. https://doi.org/10.26220/rev.3512

Lebahar, J.-C. (2007). *La conception en design industriel et en architecture. Désir, pertinence, coopération et cognition*. Lavoisier.

Merlin, F. (2013). *Mutations et aléas : le hasard dans la théorie de l'évolution* [Mutations and Chance: Randomness in the Theory of Evolution]. Hermann.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Schmoll, P. (2011). Sciences du jeu : état des lieux et perspectives. *Revue des Sciences sociales*, 45, 11-19.

Auteur (Année). Les mémoires professionnels d'étudiants en design : « discordance créatrice » et renouvellement des pratiques. *Phronesis*, *8*(3-4), 112-127. https://doi.org/10.7202/1067220ar

Vergnaud, G. (2008). De la didactique des disciplines à la didactique professionnelle, il n'y a qu'un pas. *Travail et Apprentissages* (1), 51-57. https://doi.org/10.3917/ta.001.0051

Annexe

(a)  (b)  (c) 

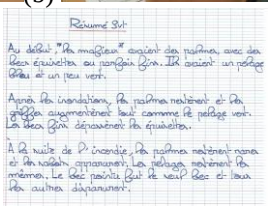


Image 1 : (a) Aperçu d'ensemble du jeu de plateau darwinium, (b) Carnet d'observation pour chaque équipe, et (c) exemples de narration produite par chaque équipe après la phase de jeu.

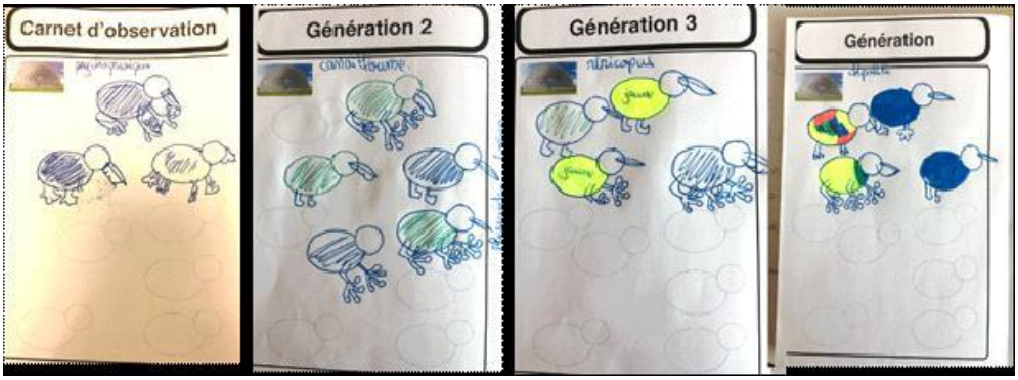


Image 2 : Exemple de série de vignettes issues d'un carnet d'observation d'une équipe durant le jeu.