

Idées des élèves sur le hasard lors de discussions à visée philosophique

**MAGALI COUPAUD, ALICE DELSERIEYS, CORINNE JÉGOU, MARIE AGOSTINI,
PASCALE BRANDT-POMARES**

Aix-Marseille Université
ENS Lyon, ADEF EA 4671
13248 Marseille
France
magalicoupaud@icloud.com
alice.delsérieys@univ-amu.fr
corinne.jegou@univ-amu.fr
marie.agostini@univ-amu.fr
pascale.brandt-pomares@univ-amu.fr

RÉSUMÉ

La théorie de l'évolution du vivant est un concept majeur pour les sciences biologiques contemporaines. C'est aussi un objet d'enseignement complexe de par la nature même des savoirs en jeu et les conceptions que peuvent avoir les élèves. Certains collégiens excluent même l'idée de hasard ce qui pourrait constituer un obstacle à une pensée évolutionniste. Dans cet article, nous étudions la capacité d'élèves de 10 à 12 ans à parler d'un sujet complexe, le hasard. Nous introduisons un recueil de données qualitatif visant à identifier les idées de 2 groupes d'élèves sur le hasard (CM₂ et 5^{ème}), et leur évolution au cours d'une discussion collective à visée philosophique (DVP). L'étude montre que la DVP permet de recueillir un grand nombre d'idées des élèves. Les élèves proposent des sens au mot hasard. Cependant, la majorité ne semble pas envisager l'idée de contingence, indispensable à la compréhension des mécanismes évolutionnistes. Cette recherche appelle à explorer la corrélation entre les conceptions des élèves sur l'évolution et leur appréhension du hasard.

MOTS-CLÉS

Évolution du vivant, hasard, conceptions, discussion à visée philosophique

ABSTRACT

The biological theory of evolution is fundamental knowledge for understanding modern biology. It is also a complex object of teaching regarding the nature of the knowledge at stake and pupils' conceptions. Some pupils exclude the idea of randomness. This could constitute an obstacle toward an evolutionary thought. In this paper, we studied 10 to 12 years old pupils' capacity to speak about a complex subject, randomness. We introduced a qualitative data collection to identify the ideas of 2 groups of pupil on the randomness (K5 and K7), and their evolution during a collective discussion with philosophic aim. The study shows that the DVP allows to collect a large number of ideas of the pupils. The pupils propose different meanings of the randomness. However, the majority doesn't seem to take into account the idea of contingency, and yet an

essential idea to understand the mechanisms of evolution. This research wants to explore the correlation between pupils' conceptions of biological evolution and their ideas of randomness.

KEYWORDS

Biological evolution, randomness, pupils' conceptions, discussion with philosophic aim

INTRODUCTION

L'enseignement de l'évolution des espèces de l'école primaire à l'université est au cœur de nombreuses études à travers le monde (Coquidé, 2009; Varela, Dos Santos, Ferreira & Bussab, 2013). Cet intérêt s'explique par son importance fondamentale dans la biologie moderne. C'est également un sujet qui fait l'objet de controverses lorsque les croyances interviennent. Dans certains cas, les élèves influencés par des facteurs culturels, socioculturels ou religieux peuvent faire obstacle à l'apprentissage de l'évolution du vivant (Hanley, Bennet & Ratcliffe, 2014; Yasri & Mancy, 2014). La difficulté pour les élèves à accepter les idées évolutionnistes a été montrée. Elle est soit directement liée à la difficulté conceptuelle intrinsèque à la théorie de l'évolution, soit liée à des idées non scientifiques en lien avec les croyances évoquées précédemment (Arouam, Coquidé & Abbes, 2013). Dans cet article, nous nous intéressons au premier type de difficultés relatif, en particulier, à la dynamique du modèle évolutif et aux mécanismes liés, comme les concepts de hasard, de contingence et de sélection naturelle (Smith, 2010; Van Dijk & Reydon, 2010). De nos jours, la sélection naturelle énoncée dans les travaux de Darwin fait consensus au sein de la communauté scientifique et la théorie synthétique de l'évolution s'appuie essentiellement sur le fait que les mutations génétiques sont aléatoires. D'un point de vue philosophique, Merlin (2013) situe la controverse scientifique actuelle au niveau du hasard. Le hasard est une notion complexe. Il prend différents sens selon le mécanisme biologique auquel il est associé. Les mutations génétiques sont le fruit du hasard « évolutionnaire » si l'on considère qu'elles se produisent de manière aléatoire sans être dirigées (Ibid., 2013). Les variations génétiques arrivent par hasard et non pour permettre l'adaptation de l'individu. La sélection naturelle des espèces renvoie à la contingence, c'est à dire à la rencontre de deux séries causales indépendantes : une série liée aux variations génétiques et une autre aux changements possibles d'environnement. Dans le cadre de ce travail, nous nous intéresserons, en particulier, à la capacité d'élèves de 10 à 12 ans à parler du hasard et à le lier à l'évolution du vivant. En effet, une des conceptions identifiées chez une majorité d'élèves de 3^{ème} (Coupaud, Delserieys, Jégou & Brandt-Pomares, 2015) exclut totalement l'idée même de hasard et pourrait constituer ainsi un obstacle à l'acquisition d'une pensée évolutionniste. Dans le but de faire parler les élèves sur un sujet complexe et polysémique, nous avons choisi de mener une discussion à visée philosophique (DVP).

Dans cet article, notre objectif est double. Il s'agit d'une part de montrer ce que la DVP peut être un moyen de recueil méthodologique efficace. D'autre part, l'étude doit permettre d'identifier les différents sens que des élèves donnent au hasard dans un contexte et s'inscrire dans un cadre plus large visant à mesurer, par le biais d'un questionnaire, la corrélation pouvant exister entre les conceptions de collégiens sur l'évolution du vivant et leurs idées sur le hasard.

LE HASARD

Dans la théorie de l'évolution, le hasard est un concept pluriel qui renvoie, à trois sous-concepts distincts mais complémentaires (Margolis & Laurence, 2011) et toutes indispensables pour expliquer les mécanismes de l'évolution du vivant (Gayon, 2005) :

- la chance, événement se produisant de manière inattendue par rapport à l'élément déclencheur. Cette idée se retrouve dans les mécanismes de mutation et d'adaptation ;
- l'événement aléatoire qui renvoie aux lois de probabilité avec les notions de dérive génétique et de reproduction ;
- la contingence en contexte explicatif qui donne une dimension historique à l'évolution et impose de tenir compte des hasards passés et présents afin de comprendre la biodiversité actuelle.

Au-delà de la biologie, le hasard est utilisé dans le but d'expliquer ou de prévoir des phénomènes. Il associe à la fois des modèles mathématique, physique et philosophique (Jedrzejewski, 2009). Même si le hasard est né avec Aristote, son usage ne fait encore pas consensus dans la communauté scientifique aujourd'hui. Merlin (2013) reprend les différentes utilisations de ce mot au cours de l'histoire de la construction de cette notion. Communément, le hasard n'existe pas. Depuis Laplace, il est subjectif et rend compte d'une ignorance humaine. Des scientifiques, comme de Broglie et Spinoza se sont ralliés à cette vision déterministe. Aristote insiste sur le fait que les événements hasardeux se produisent sans finalité. D'autres associent le hasard au destin, à l'œuvre d'un Dieu. Merlin (2013) rappelle que depuis Cournot, le hasard peut aussi être associé à la contingence, c'est à dire au point de rencontre entre deux séries d'événements indépendants. Rien ne se produit alors sans une cause qui peut être inconnue. Le hasard est alors vu de manière objective. Le hasard renvoie également à l'idée de risque, modélisé par les lois de probabilité depuis Bernoulli (Jedrzejewski, 2009). Enfin, les récentes découvertes de la physique quantique proposent un hasard « pur » avec une absence de cause et une non-prédictibilité des mouvements chaotiques. Dans ce contexte, Merlin (2013) définit le hasard « évolutionnaire » en tant qu'absence d'un dessein au sens d'Aristote et existence de contingence au sens de Cournot. Il permet d'expliquer l'équiprobabilité d'apparition de mutations favorables, défavorables ou neutres indépendamment de l'environnement dans lequel elles surviennent. La production des mutations ne dépend pas d'une causalité finale en vue d'une meilleure adaptabilité d'une espèce. Le hasard « évolutionnaire » est ainsi éloigné du vif débat en philosophie des sciences : hasard déterminisme ou non. La prise de position sur le déterminisme n'apporte pas un grand intérêt pour ce sujet biologique.

Du côté des élèves, peu d'études en didactique s'intéressent aux conceptions des élèves sur le hasard, pris dans sa globalité. Des études existent en didactique des mathématiques (Lahanier-Reuter, 1999; Coutanson, 2010). Elles sont focalisées sur le hasard du point de vue de l'aléatoire. Ces recherches, de l'école primaire à l'université, ont pour objectif d'appréhender l'enseignement des statistiques, et en sont ainsi restreintes (Séré, 1993; Briand, 2005; Coutanson, 2010; Baraké, 2011). Pourtant, Batanero, Arteaga, Serrano & Ruiz (2014) précisent que le hasard est une notion à prendre en compte au-delà de l'enseignement des statistiques. Elle serait importante également pour développer la pensée critique des élèves. Piaget & Inhelder (1951) avaient saisi cet intérêt en réalisant des expérimentations chez de jeunes enfants. Ils précisaient que l'appropriation de cette notion chez les enfants se déroule en 3 stades et que ce n'est que vers l'âge de 11/12 ans qu'ils sont capables de réellement synthétiser le hasard et de prendre en

compte toutes ses dimensions. Notre intérêt pour les conceptions des élèves à propos du hasard s'inscrit dans une référence épistémologique dans laquelle le hasard pourrait constituer un obstacle à l'appréhension de l'évolution du vivant (Santini, 2009).

RECUEIL DE DONNÉES

La discussion à visée philosophique (DVP)

La complexité, la nature abstraite du hasard et le manque d'études en didactique à ce sujet chez de jeunes élèves nous ont poussés à recueillir les idées des élèves sur le hasard. Le recueil est réalisé de manière qualitative pour permettre d'une part d'identifier la capacité d'élèves d'âges différents à parler de hasard, et de repérer les exemples utilisés par les élèves pour construire plus tard un outil de recueil de données à plus grande échelle. La DVP est structurée par des règles permettant à l'élève de coopérer avec l'adulte afin de réaliser ensemble une tâche. L'objectif de ces ateliers, comme le rappelle l'adulte à chaque début de séance, est que les élèves s'expriment librement, sans crainte, autour d'un sujet. L'enseignant, lui aussi, est amené à parler de ses doutes, déplaçant ainsi son rôle. Nous avons choisi ce recueil de données, pour plusieurs raisons. En premier lieu, le hasard est un terme complexe, polysémique, renvoyant aux croyances de chacun. La DVP permet la libre expression des élèves décrochée des disciplines explicitement enseignées à l'école primaire et au collège. Elle laisse une place importante à l'élève pouvant provoquer un désir de participer à l'échange (Barth, 2008). L'adulte permet à l'élève de focaliser l'attention conjointe afin d'élaborer le sens des mots et ainsi de commencer une conceptualisation du mot. L'autre raison à ce choix méthodologique vient de la volonté de repérer la présence, ou non, des différents sous-concepts de hasard et leur évolution au cours d'une discussion collective et pas seulement d'un point de vue individuel. D'après Agostini (2010), une DVP permet de révéler un éventail des représentations de chaque élève inscrit dans le groupe classe et de construire le noyau du sens commun à la classe. Ce dernier point situe le recueil de données de notre étude dans un contexte réel d'expression collective de savoir en classe. Néanmoins, il ne s'agit pas d'une situation de classe ordinaire dans la mesure où il y a intervention du chercheur. Ce mode de recueil de données nous place dans une perspective située, déterminée par les contingences de la DVP (Santini, 2009).

Mise en œuvre du recueil des données

Les DVP ont été menées par une didacticienne de la philosophie, experte dans ces pratiques. Deux ateliers ont été entièrement vidéoscopés : dans une classe de CM₂ (fin d'école primaire) habituée à des ateliers philosophiques hebdomadaires, et dans une classe de 5^{ème} (milieu de collège), hors temps disciplinaire. Les élèves de 5^{ème} ont été initiés à cette pratique au cours des semaines précédant le recueil de données sur le hasard. Les deux classes se trouvent dans des établissements situés en centre-ville d'une grande agglomération en France. L'école primaire et le collège accueillent une population mixte, les collégiens ayant des résultats aux évaluations nationales qui se situent dans la moyenne nationale. L'intérêt de réaliser ce travail est de percevoir comment le mot hasard fait sens pour ces élèves d'âge différent, et quels sens pourraient faire obstacle à l'enseignement-apprentissage de l'évolution du vivant. Les deux ateliers philosophiques à propos du hasard ont duré environ une heure avec l'ensemble des élèves de la classe (25 en CM₂ et 30 en 5^{ème}). Les élèves étaient disposés en cercle dans la classe. Dans la classe de CM₂, plus initiées à la pratique, un élève a été désigné par l'adulte pour distribuer les tours de parole en veillant à une participation de tous. Dans la classe de 5^{ème}, moins habituée à la

pratique, les élèves ont pris la parole successivement dans l'ordre du cercle. Dans les deux cas, l'adulte a commencé l'atelier avec la question « Pour toi, ça t'évoque quelque chose le hasard ? », puis est intervenu de temps en temps pour demander des précisions ou introduire ponctuellement de nouvelles idées.

RÉSULTATS

La grille d'analyse des résultats

Le travail de retranscription des deux séances d'ateliers philosophiques a deux objectifs :

- recueillir les idées d'élèves d'âges différents sur le hasard ;
- relever, pour chacun des sens possibles du hasard, des exemples proposés par les élèves.

Une grille d'analyse a été construite a priori à partir des définitions proposées par Gayon (2005). Cette grille identifie quatre sens pour le mot hasard :

- le hasard n'existe pas, il est le résultat de l'ignorance de l'Homme face aux objets trop complexes (codé absence),
- le hasard est la mesure des possibles, des événements aléatoires (codé aléatoire),
- le hasard est la cause d'une rencontre de deux séries d'événements aléatoires indépendantes (codé contingence),
- le hasard est notre destin, provoqué par une intervention divine. Il est source de chance et/ou malchance (codé destin).

Le temps semble également être un indicateur intéressant à relever. La DVP, comme le souligne Agostini (2010), permet de construire un sens commun à un groupe classe. La retranscription partielle doit permettre de mesurer la progression des idées de hasard dans le discours des élèves du groupe classe formé. Ainsi pour chaque prise de parole des élèves, nous choisissons une des quatre possibilités, prévues dans la grille d'analyse, énoncée dans le discours des élèves.

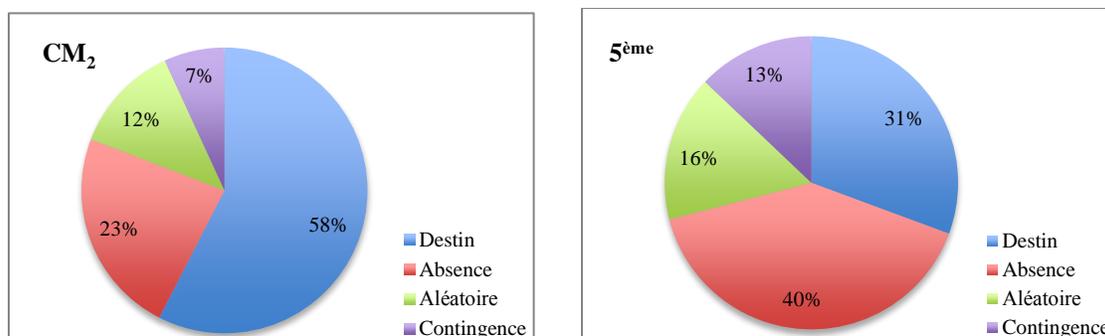
Résultats globaux

L'analyse des premiers résultats montre que le mot hasard n'est pas dépourvu de sens pour les élèves participants et que l'ensemble des sens de ce mot sont repris dans les échanges (figure 1). La figure 1 présente, pour chacune des classes, le pourcentage de chaque prise de parole d'élèves pour chacun des sens attribués au mot hasard, seulement si l'élève est en accord avec un de ces sens. Par exemple, lorsque en CM₂, un élève dit : « le hasard, c'est comme quand tu gagnes au jeu de dé. C'est de la chance. », nous comptons, pour cette prise de parole, 1 pour le sens « destin » (tableau 1). Le codage a été réalisé par un seul analyste.

En CM₂, de manière globale, plus de la moitié des prises de paroles au cours de la DVP concerne l'idée de destinée pouvant être due à de la chance et/ou de la malchance. Un quart des prises de paroles porte sur le hasard en tant qu'invention de l'Homme pour palier son ignorance face à la complexité du monde qui l'entoure, et de la non-existence du hasard. Le hasard est également perçu comme calculable par des lois de probabilité. Rares sont les élèves qui semblent percevoir l'idée de contingence. Dans la classe de 5^{ème}, près de la moitié des prises de paroles concerne le hasard comme une invention de l'Homme pour palier son ignorance face à la complexité du monde qui l'entoure. Un tiers de l'échange est associé au hasard causé par une

intervention divine et associé à l'idée de chance et/ou malchance. Une faible proportion de la discussion s'intéresse au hasard comme phénomène aléatoire ou de contingence.

FIGURE 1



Pourcentage des sens énoncés par les élèves pendant la DVP.

Le tableau 1 totalise le nombre maximal de fois où une idée a été reprise par d'autres élèves que le protagoniste, ainsi que le nombre d'exemples différents sur lesquels se sont appuyés les élèves. Cette analyse plus approfondie montre qu'en classe de CM₂, l'idée d'aléatoire qui représente 12% des prises de paroles arrive à chaque fois au cours de la discussion de manière isolée. Elle ne fait pas sens pour de nombreux élèves puisqu'ils ne s'en emparent pas. L'idée de contingence, avec un pourcentage plus faible, apparaît quant à elle à 3 reprises d'affilée. Elle se construit de manière plus collective, autour d'un exemple, celui de trouver par hasard un billet de 10 euros dans la rue. On observe le même phénomène en classe de 5^{ème}, avec 4 reprises d'affilées mais avec 2 exemples différents (tableau 1).

TABLEAU 1

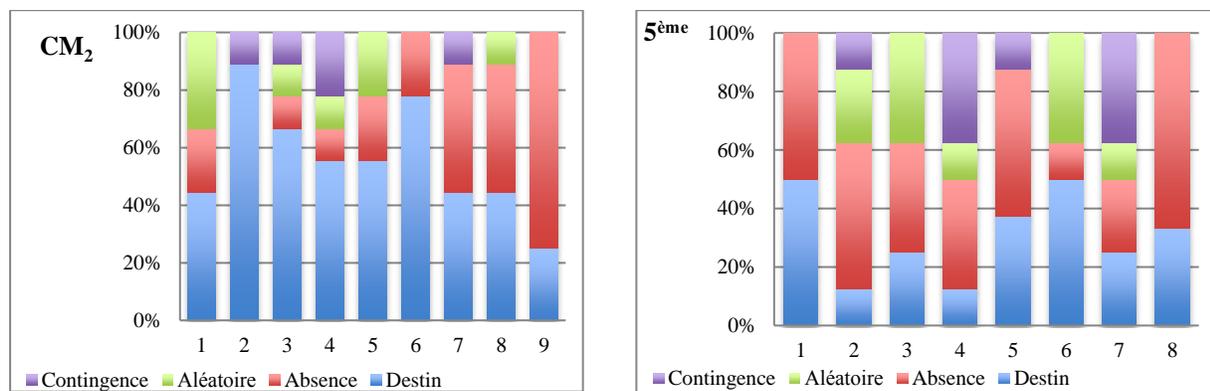
Nombre de prises de parole successives sur le même sens évoqué

	Exemples de formulations d'élèves	CM ₂		5 ^{ème}	
		Nombre de prises de parole pour le tour le plus long	Nombre de tour > 1	Nombre de prises de parole pour le tour le plus long	Nombre de tour > 1
Destin	« le hasard, c'est comme quand tu gagnes au jeu de dé. C'est de la chance. »	10	7	4	4
Absence	« pour moi le hasard, ça n'existe pas. »	8	2	9	3
Aléatoire	« gagner au loto par hasard, c'est une question de probabilité. »	0	0	2	5
Contingence	« on rencontre une personne dans la rue par hasard parce qu'on a décidé de prendre le même chemin en même temps. »	3	1	4	2

Résultats au cours du temps de la DVP

Afin de mesurer l'évolution dans le temps des différents sens du mot hasard évoqués au cours de la DVP par le groupe classe, nous avons choisi de créer des unités d'analyse équivalentes qui correspondent à la racine carré du nombre total de prise de parole dans une DVP (soit 9 unités d'analyses de 9 tours de parole chacune en CM₂ et 8 unités d'analyses de 8 tours de parole chacune en 5^{ème}). La figure 2 représente les fréquences relatives des différentes idées données par le groupe classe durant le déroulement de la DVP. Elle montre qu'au cours de l'échange, les 2 groupes classes modifient, affinent, enrichissent leur discours. On constate une hétérogénéité du discours. En effet, au début de l'échange, la majorité des prises de parole des élèves porte sur le sens de destin, quel que soit le niveau de classe et d'absence dans la discussion en 5^{ème}. Dans un second temps, alors que dans la classe de CM₂, l'idée de destin devient majoritaire pour définir le hasard, en classe de 5^{ème}, les idées de contingence et d'aléatoire apparaissent. En fin de discussion, l'idée que le hasard n'existe peut-être pas semble être une idée forte pour les élèves. Une différence existe : en CM₂, cette idée a été introduite par la philosophe qui menait la DVP alors que pour la classe de 5^{ème} cela n'a pas été le cas.

FIGURE 2

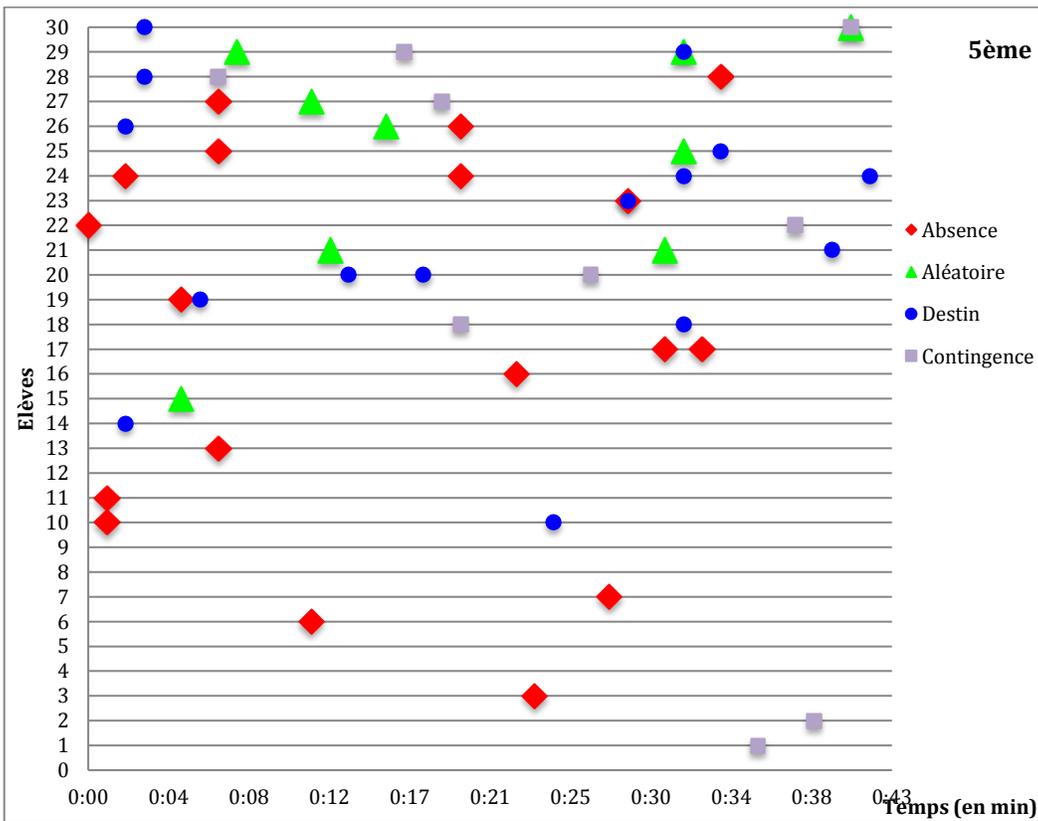
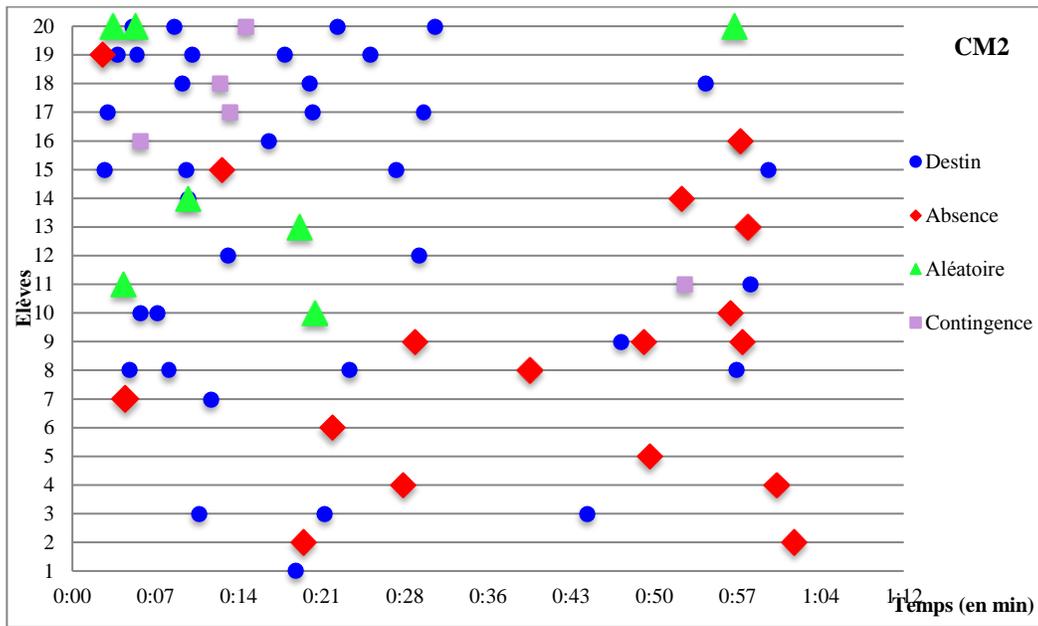


Fréquences relatives des différents sens évoqués par le groupe classe au cours de la DVP.

Résultats selon les élèves

La figure 3 représente les assertions pour chaque élève au cours du temps. Dans les deux groupes classes étudiés, la discussion est fluide, il n'y a pas de temps mort. Il émerge en moyenne une idée par minute au cours de ces échanges. Presque tous les élèves prennent la parole, et plus de la moitié prennent la parole au moins deux fois. Certains élèves prennent la parole plus de fois que d'autres (8 fois pour les élèves n° 19 et 20 mais une seule fois pour les élèves n° 1, 5 et 6 en CM₂). Le nombre de prises de parole ne diminue en rien la qualité de l'échange. Le temps d'échange assez long permet également de révéler que plusieurs élèves ne possèdent pas une idée du mot hasard mais 2 voire 3 idées différentes. Certains élèves, comme les élèves n° 23 et 30 en 5^{ème} (figure 3), expriment dès leur première intervention deux idées du mot hasard (l'élève n° 23 à la 32^{ème} minute, absence et destin ; l'élève n° 30 à la 42^{ème} minute, aléatoire et contingence). D'autres élèves complètent leur discours au fil des différents exemples évoqués au cours de la discussion. Par exemple, l'élève n° 29, à la 8^{ème} minute, exprime une vision aléatoire du mot hasard qu'il complète, à la 32^{ème} minute, avec l'idée de destin.

FIGURE 3



Sens attribué pour chaque prise de parole des élèves au cours des DVP.

CONCLUSION

Cette analyse montre que la DVP semble être un outil intéressant pour faire émerger les idées des élèves sur un sujet complexe. Elle permet de dépasser les premières idées énoncées par les élèves et pousse plus loin la réflexion de l'élève dans un collectif d'un groupe-classe.

Cette étude confirme également que le mot hasard n'est pas dépourvu de sens pour des élèves des deux niveaux de classe. Ils sont capables d'accepter plusieurs sens au mot hasard. Il semble cependant que la signification contingence du mot hasard ne fasse pas sens pour l'ensemble des élèves de CM₂. En classe de 5^{ème}, quelques élèves s'en approchent.

Ce dernier résultat suscite notre intérêt en le rapprochant de notre première réflexion sur le hasard et l'évolution du vivant. Merlin (2013) insiste sur le fait que les lois qui fondent l'évolution du vivant s'appuient sur un « hasard évolutionnaire ». La contingence occupe une place fondamentale dans le mécanisme explicatif de la sélection naturelle. Elle permet également d'appréhender l'évolution du vivant en tant que science historique (Orange-Ravachol, 2012). Or, la majorité des élèves interrogés ne semblent pas envisager cette idée. Cette non-appréhension de la contingence pourrait constituer pour ces élèves un obstacle épistémologique à l'acquisition d'une pensée évolutionniste. La passation d'un questionnaire à grande échelle doit permettre de montrer significativement les corrélations pouvant exister entre les idées des élèves sur le hasard et sur l'évolution des espèces.

RÉFÉRENCES

- Agostini, M. (2010). *L'apprentissage du philosophe à l'école primaire. Analyse d'une expérience d'un atelier de CM2 sous l'éclairage de la pensée de Montaigne*. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Education, Université d'Aix-Marseille I, France.
- Aroua, S., Coquidé, M., & Abbes, S. (2013). Enseigner l'évolution du vivant dans un contexte concordiste. *Review of Science, Mathematics & ICT Education*, 7(1), 5-26.
- Baraké, F. (2011). *Autour des conceptions du hasard et des probabilités élémentaires chez les jeunes déficients intellectuels légers*. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Education, Université Paris 5, France.
- Barth, B. (2008). Au-delà de l'apprentissage, construire sa personne : approche sociocognitive de la médiation des apprentissages. *Diotime - Revue Internationale de Didactique de la Philosophie*, 37. Consulté à l'adresse : <http://www.educrevues.fr/DIOTIME/AffichageDocument.aspx?iddoc=38938>.
- Batanero, C., Arteaga, P., Serrano, L., & Ruiz, B. (2014). Prospective primary school teachers' perception of randomness. In E. J. Chernoff & B. Sriraman (Eds), *Probabilistic Thinking* (pp. 345- 366). Netherlands: Springer.
- Briand, J. (2005). Une expérience statistique et une première approche des lois du hasard au lycée par une confrontation avec une machine simple. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 25(2), 247-282.
- Coquidé, M. (2009). Compréhension et repérage des conceptions des élèves de primaire, de collège et de lycée concernant l'évolution des vivants. In M. Coquidé, & S. Tirard (Éds), *L'évolution du vivant, un enseignement à risque ?* (pp. 122-124). Paris: Vuibert.

- Coupaud, M., Delserieys, A., Jégou, C., & Brandt-Pomares, P. (2015). *Pupil's conceptions of biological evolution throughout secondary school in France*. Paper presented at the ESERA 2015 Conference: "Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future", Helsinki.
- Coutanson, B. (2010). *La question de l'éducation statistique et de la formation de l'esprit statistique à l'école primaire en France. Étude exploratoire de quelques caractéristiques de situations inductrices d'un enseignement de la statistique au cycle III*. Thèse de doctorat, Université Lumière-Lyon II, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00494338/>.
- Gayon, J. (2005). Évolution et hasard. *Laval théologique et philosophique*, 61(3), 527-537.
- Hanley, P., Bennet, J., & Ratcliffe, M. (2014). The inter-relationship of science and religion: a typology of engagement. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1210-1229.
- Jedrzejewski, F. (2009). *Modèles aléatoires et physique probabiliste*. Paris: Springer Science.
- Lahanier-Reuter, D. (1999). *Conceptions du hasard et enseignement des probabilités et statistiques*. Paris: PUF.
- Margolis, E., & Laurence, S. (2014). Concepts. In E. N. Zalta (Éd.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Retrieved from <http://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/concepts/>.
- Merlin, F. (2013). *Mutations et aléas: le hasard dans la théorie de l'évolution*. Paris: Hermann.
- Orange-Ravachol, D. (2012). *Didactique des SVT, Entre phénomènes et événements*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1951). *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France - PUF.
- Santini, J. (2009). Les conceptions des élèves ? : des données empiriques aux résultats inférés. Questionner l'implicite d'un objet des didactiques à partir des conceptions du mécanisme sismique. In C. Cohen-Azria & N. Sayac (Éds), *Questionner l'implicite. Les méthodes de recherche en didactiques* (pp. 227-242). Villeneuve d'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion.
- Séré, M. (1993). Le déterminisme et le hasard dans la tête des élèves. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 740, 87-96.
- Smith, M. U. (2010). Current status of research in teaching and learning evolution: II. Pedagogical Issues. *Science & Education*, 19(6/8), 523-538.
- Van Dijk, E. M., & Reydon, T. A. C. (2010). A conceptual analysis of evolutionary theory for teacher education. *Science & Education*, 19, 6-7.
- Varela, M. A. C., Dos Santos, I. B. C., Ferreira J. H. B. P., & Bussab, V. S. R. (2013). Misunderstandings in applying evolution to human mind and behavior and its causes: a systematic review. *EvoS Journal: The Journal of the Evolutionary Studies Consortium*, 5(1), 81-107.
- Yasri, P., & Mancy, R. (2014). Understanding student approaches to learning evolution in the context of their perceptions of the relationship between science and religion. *International Journal of Science Education*, 36(1), 24-45.