

Conceptions de la respiration chez des élèves tunisiens du cycle préparatoire et du cycle secondaire de l'enseignement

RIDHA BOUZAZI

*École Doctorale DISEMEF
Institut Supérieur de l'Éducation et
de la Formation Continue de Tunis
Université Virtuelle Tunis
Tunisia
ridhabouzazi@gmail.com*

ABSTRACT

In the discipline of life and earth sciences, so many concepts are characterized by their multidisciplinary and complexity, which makes them difficult to learn. This is the case, for example, with photosynthesis, the immune system, biological evolution, respiration, heredity, etc. This problem worsens when the initial conceptions of learners are neglected by teachers in their courses as various research has shown. In this work, we have noted the conceptions of breathing among students of the preparatory cycle and the secondary cycle of education in Tunisia. It appears then that these conceptions are varied, that they evolve with the age, recalling the historical evolution of this concept and especially that some of them strongly resist to the change and constitute obstacles to the learning.

KEYWORDS

Conceptions, socio-constructivism, learning, breathing

RÉSUMÉ

Dans la discipline des sciences de la vie et de la terre, tant de concepts se caractérisent par leur multidisciplinarité et leur complexité, ce qui rend difficile leur apprentissage par les élèves. C'est le cas, par exemples, de la photosynthèse, du système immunitaire, de l'évolution biologique, de la respiration, de l'hérédité, etc. Ce problème s'aggrave lorsque les conceptions initiales des apprenants sont négligées par les enseignants dans leurs cours comme l'ont montré diverses recherches. Dans ce travail, nous avons relevé les conceptions de la respiration chez des élèves du cycle préparatoire et du cycle secondaire de l'enseignement en Tunisie. Il apparaît alors que ces conceptions sont variées, qu'elles évoluent avec l'âge, rappelant l'évolution historique de ce concept et surtout que certaines d'elles résistent fortement au changement et constituent des obstacles à l'apprentissage.

MOTS-CLÉS

Conceptions, socio-constructivisme, apprentissage, respiration

INTRODUCTION ET QUESTION DE LA RECHERCHE

La problématique de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences a plusieurs facettes qui sont d'ordre épistémologique (rapport au savoir des enseignants et des élèves), didactique et pédagogique (transposition des savoirs en milieu scolaire, passage des savoirs en milieu

extrascolaire, difficultés d'apprentissage, motivation...) et socioculturel (Boilevin, 2013; Legendre, 1994; Ravanis, 2010). Ces problèmes soulevés se manifestent plus particulièrement dans le domaine de la biologie avec toutes les sous-disciplines qu'elle englobe, du fait des particularités de cette science, de la spécificité de ses objets d'étude et de la complexité de ses concepts.

Dans ce travail, nous nous intéressons au sujet apprenant comme un pôle principal du processus d'enseignement-apprentissage dans la mesure où son expérience individuelle, son histoire personnelle et sa vision du monde, expliquent son comportement (Simonneaux & Simonneaux, 2014). Nous nous proposons alors de faire émerger et d'étudier les conceptions de jeunes tunisiens relatives à la respiration. Le choix de ce concept est motivé par sa complexité et sa multidisciplinarité ainsi que par les difficultés que rencontrent les enseignants et les élèves dans son enseignement et son apprentissage.

Nous tenterons alors par ce travail de répondre aux questions suivantes : Quelles représentations ou conceptions ont les élèves tunisiens à propos du concept de la respiration ? Comment évoluent ces conceptions avec l'âge de l'apprenant ? Dans quelle mesure ces conceptions peuvent-elles influencer l'apprentissage de ce concept ?

Un questionnaire est alors adressé à des collégiens et un autre à des lycéens avant que le thème scientifique de la respiration ne soit abordé en classe. L'étude des réponses des élèves nous permet de recueillir leurs conceptions de la respiration et de rechercher d'éventuels obstacles à l'apprentissage de ce concept scientifique, afin d'en tenir compte dans les stratégies d'enseignement-apprentissage.

CADRE THÉORIQUE

Cette recherche s'inscrit dans les champs de l'épistémologie de la science et de la pédagogie active soutenue par la théorie socio-constructiviste, qui sous-tend la prise en compte des conceptions initiales des apprenants dont l'analyse amène à mieux penser et préparer les activités d'apprentissage visant à dépasser les obstacles soulevés.

L'épistémologie et l'histoire de la science

Il a été montré que certaines formes récurrentes de raisonnements chez des élèves et des étudiants face à une question scientifique donnée, rappellent certaines idées historiques (Giordan & De Vecchi, 1987; Ménard & Pineau, 2006) ce qui plaide pour l'intégration de l'histoire des sciences dans l'enseignement. En effet, cette approche permet aux élèves de modifier leurs représentations sur la science en général et sur des savoirs particuliers qu'ils vont acquérir (Fillon, 1991; Mazouze, 2016). Ainsi, l'étude des productions historiques ou épistémologiques permettent l'identification d'obstacles épistémologiques qui peuvent servir de grilles d'analyses pour les obstacles à l'apprentissage (Dedes & Ravanis, 2009).

Le socio-constructivisme

Le cognitivisme est un courant de pensée de la psychologie contemporaine qui s'interroge sur la genèse de la connaissance. Les cognitivistes, contrairement aux behavioristes, considèrent que dans tout apprentissage, une certaine activité interne est mise en jeu et donc elle doit susciter l'intérêt si on veut comprendre les mécanismes de l'apprentissage. Dans ce cadre, le constructivisme s'élabore essentiellement au XX^e siècle suite surtout aux travaux de Piaget (Perraudau, 1996; Resta-Schweizer & Weil-Barais, 2007) pour qui les concepts ne s'enseignent pas, mais se construisent progressivement au cours du développement grâce à l'interaction de l'enfant avec son environnement. C'est donc par l'interaction entre les informations et les stimuli que reçoit le sujet apprenant actif de son environnement avec les

images mentales qu'il s'en crée, qu'un processus d'apprentissage s'installe et que du savoir se construit. Ce dernier se constitue sur la base des connaissances précédentes (Brunet, 1998) par un processus d'équilibration des structures cognitives en réponses aux contraintes et aux sollicitations de l'environnement. Piaget insiste donc sur l'action de l'apprenant sur son milieu pour acquérir de nouvelles connaissances.

Parallèlement, Vygotsky a introduit une dimension sociale dans le processus d'apprentissage. Selon lui, la culture et l'environnement social ont un rôle dans le développement de l'enfant, un développement qui doit passer par la médiation de l'adulte ; d'où le concept de « zone proximale de développement » (Bodrova & Leong, 2011). Ce concept implique qu'à chaque stade psychogénétique, l'enfant est capable d'atteindre un certain niveau cognitif s'il est aidé par un adulte. Ainsi, l'enseignant assume dès lors le rôle de « facilitateur d'apprentissage », de « médiateur ».

Nous retenons, sur le plan pédagogique, trois implications majeures du socio-constructivisme (Arca & Caravita, 1993):

- L'enfant est l'artisan de ses propres connaissances.
- Toute connaissance se construit sur la base de connaissances précédentes, il est donc très important de prendre en considération les conceptions des apprenants avant toute nouvelle séquence d'enseignement-apprentissage.
- La connaissance se construit grâce aux conflits. Ces conflits sont le moteur de l'apprentissage dans la mesure où ils décentrent et déséquilibrent l'apprenant, et de ce fait il devient prêt à un nouvel apprentissage.

Pour conclure, nous disons que cette double-approche (Piaget-Vygotsky) favorise l'autonomie de l'apprenant et sa motivation, donne du sens aux apprentissages et enclenche sa métacognition. Plus généralement, le socio-constructivisme est un choix paradigmatique qui oriente nos représentations, nos intentions, nos projets et nos actions. Ainsi, dans l'éducation, le rapport au savoir devient actif aux dimensions transformatrices, émancipatrices, outillantes, critiquasses et contextualisantes (Legendre, 2008).

Représentations sociales / Conceptions et obstacles d'apprentissage

Le concept de représentations est issu de la psychologie génétique et sociale. La représentation d'un concept implique que « *tout apprentissage vient interférer avec un "déjà-là" conceptuel qui, même s'il est faux sur le plan scientifique, sert de système d'explication efficace et fonctionnel pour l'apprenant* » (Astolfi & Develay, 2002, p. 31). Actuellement, le mot « représentation » est substitué par celui de « conception » chez les didacticiens qui considèrent que ce dernier traduit mieux les images et les modèles mentaux qu'ont les élèves à propos d'un sujet scientifique avant toute activité d'apprentissage (Boilevin, 2013).

Il est très important, dans les approches socio-constructivistes, de tenir compte des conceptions des apprenants afin de garantir un apprentissage efficace des concepts scientifiques. En effet, l'émergence des conceptions peut mettre en relief des idées fausses à propos de ce qu'ils vont apprendre, c'est ce qu'on appelle « conceptions alternatives » ou « misconceptions » chez les anglosaxons (Griffiths, Thomey, Cooke & Normore, 1988; Ravanis, 2005). Ainsi, on admet qu'en biologie, même le savoir construit reste mêlé de conceptions alternatives et qu'un domaine entièrement neuf ne pourrait apparaître sans combat pour déplacer au moins une représentation antérieure toujours déjà présente (Rumelhard, 1990). Souvent, des connaissances contradictoires restent opératoires chez le sujet, parce qu'elles apparaissent à des moments distincts de son histoire et peuvent s'ignorer mutuellement, une conception n'a pas donc en soi un caractère local, c'est avant tout une connaissance au sens d'un état d'équilibre du sujet en interaction avec son milieu (Balacheff, 1995).

Lorsqu'une conception erronée résiste, elle constitue une difficulté dans l'acquisition des connaissances, elle freine l'apprentissage : il y a là un obstacle à l'apprentissage. À ce titre de nombreuses conceptions alternatives peuvent gêner l'enseignement des concepts biologiques et peuvent nuire à leur apprentissage (Queloz, Hafen, & Köhler, 2018). L'obstacle n'est pas la conception en elle-même, c'est plutôt la structure sous-jacente de pensée plus transversale et plus générale qui en profondeur l'explique et la stabilise (Astolfi & Peterfalvi, 1993). On peut donc définir les obstacles comme des structures et des modes de pensée qui font résistance dans l'enseignement et l'apprentissage. Selon Astolfi (1993), le nœud d'obstacles explique plusieurs conceptions différentes. On évoque pour exemple, l'absence de raisonnement en termes de processus chimique énergétique au niveau de certaines conceptions des apprenants à propos de la digestion et de la respiration ; la difficulté de concevoir qu'une paroi peut être simultanément limitante et perméable (Clément, 1998).

Jean-Louis Martinand (1986) associe les concepts d'objectif (courant behavioriste) et d'obstacle pour exprimer les objectifs d'enseignement en termes d'obstacles franchissables dans la perspective de transformation des structures de pensée (Reuter, Cohen-Azria, Daunay, Delcambre, & Lahanier-Reuter, 2013) selon la conception constructiviste de l'apprentissage. L'idée d'objectif-obstacle doit s'appuyer sur deux références essentielles étroitement liées l'une à l'autre (Astolfi, 1987):

- La structure du savoir dans ses dimensions historique et épistémologique.
- La structure cognitive des élèves avec les données de la psychologie génétique et cognitive.

Grâce à ces deux références complémentaires, il est possible de bien caractériser l'objectif-obstacle, ce qui apporte une aide précieuse à la planification du travail de l'enseignant et à la conception de séquences d'enseignement-apprentissage bien pensées, où les activités d'apprentissage sont centrées sur le dépassement des obstacles.

MÉTHODOLOGIE

Dans cette recherche, nous nous sommes basés sur le principe de recueil et d'analyse qualitative de données qui traduisent les conceptions d'élèves relatives à la respiration.

Procédure de la recherche

Les données empiriques ont été recueillies au cours de l'année scolaire 2013/2014, à l'anonymat absolu, c'est à dire que leur analyse devait se faire en « vrac » car notre objectif n'était pas de faire une étude approfondie des conceptions. C'est pour cela que nous n'avons testé aucune variable (telle que le genre, le mode vie, etc.) susceptible d'influencer les conceptions des élèves à propos de la respiration. Il ne s'agissait pas de suivre individuellement les apprenants, mais de contribuer à l'étude didactique d'un contenu à enseigner.

Les échantillons

Les élèves enquêtés appartiennent à deux tranches d'âge différentes :

- 94 élèves de 9^e année de l'enseignement de base, donc âgés de 14 à 16 ans (cycle préparatoire). Ils sont répartis en quatre classes (désignées C1, C2, C3 et C4).
- Deux classes de 3^e sciences expérimentales du cycle secondaire, donc âgés de 17 à 20 ans. Comme l'effectif de chaque classe est assez faible, nous les avons regroupés en un seul ensemble de 33 élèves dans l'analyse des résultats.

L'outil de recueil des données

À partir de questionnaires, nous avons inféré les conceptions de la respiration et les obstacles à son apprentissage.

Le questionnaire destiné aux élèves de la 9^e année de l'enseignement de base se compose de cinq questions aux choix multiples rédigées en arabe, langue d'enseignement de la discipline, dont une seule proposition est exacte (afin de faciliter l'analyse des conceptions). Dans l'analyse des résultats qui suit, nous avons traduit les items du questionnaire en langue française.

Le questionnaire proposé aux élèves de la 3^e Sciences Expérimentales comporte sept questions variées (questions courtes à réponses ouvertes ou à réponse fermée, questions aux choix multiples) rédigées dans la même langue d'enseignement de la discipline, le français.

L'outil d'analyse des données

Après leur recueil, les écrits des élèves ont fait l'objet d'une analyse qualitative afin d'en faire émerger leurs conceptions sur la respiration. Il s'agit d'une analyse de contenu s'appuyant sur des termes et expressions clés (Bardin, 1977). Les réponses des élèves aux questionnaires sont alors classées en différentes catégories, puis chaque type de réponse est dénombré puis expliqué. Les fréquences relatives des classes de réponses peuvent être utiles dans la recherche d'obstacles à l'apprentissage de la respiration.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Conceptions d'élèves de la 9^e année de l'enseignement de base

Un questionnaire aux choix multiples (QCM) a été adressé aux élèves.

Première question

La fonction de la respiration a lieu dans :

- A. l'appareil respiratoire*
- B. les muscles*
- C. le cœur, les vaisseaux sanguins et le système nerveux.*
- D. toutes les cellules du corps.*

Les résultats sont indiqués dans le tableau 1. Pour cette première question qui concerne la localisation de la respiration, seulement environ un quart des élèves sur l'ensemble des quatre groupes enquêtés ont sélectionné la réponse exacte (D) alors que la plupart d'entre eux (51%) ont choisi la réponse A. Il s'agit là d'une pensée simpliste qui limite chaque fonction du corps à des organes spécifiques. Ceci pose la problématique de l'utilité de la respiration chez ces élèves. Cette constatation est valable si on considère séparément chaque classe.

TABLEAU 1

Fréquences des réponses à la question 1 (ND : pas de réponse ou réponse annulée)

Classes	Réponses à la question				ND	Total
	A	B	C	D		
C1	11	0	0	9	4	24
C2	9	0	0	4	11	24
C3	10	0	0	7	5	22
C4	18	0	1	3	2	24
Total	48	0	1	23	22	94
Pourcentage	51.0	0	1.0	24.4	23.4	100

Deuxième question

L'appareil respiratoire comporte :

A. les poches nasales, la trachée artère, les deux bronches et les deux poumons.

B. les poches nasales, la trachée artère, les deux bronches, les deux poumons et le cœur.

C. les poches nasales, la trachée artère, les deux bronches, les deux poumons et le système nerveux.

D. tous ces organes.

Le tableau 2 récapitule les réponses des élèves.

TABLEAU 2

Fréquences des réponses à la question 2 (ND : pas de réponse ou réponse annulée)

Classes	Réponses à la question				ND	Total
	A	B	C	D		
C1	18	6	0	0	0	24
C2	12	9	0	3	0	24
C3	9	11	2	0	0	22
C4	10	10	0	3	1	24
Total	49	36	2	6	1	94
Pourcentage	52.1	38.3	2.1	6.4	1.1	100

Cette fois, sur l'ensemble des élèves questionnés (tableau 2), un peu plus de la moitié ont choisi la réponse A qui est correcte. En fait, dans leur scolarité au primaire, ils ont eu l'occasion de décrire l'appareil respiratoire. Ceci est vrai pour chaque classe à part.

Les réponses C et D ont été rarement retenues, alors que la réponse B a été préférée par une bonne partie de la population enquêtée (38.3%). Ainsi ces élèves accordent beaucoup d'importance au cœur et le considèrent comme un organe vital impliqué directement dans la fonction de la respiration.

Troisième question

L'air qu'on inspire a pour destination :

A. les deux poumons.

B. les deux poumons et le cœur.

C. toutes les cellules de l'appareil respiratoire.

D. toutes les cellules du corps.

Nous avons rassemblé les résultats récoltés dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Fréquences des réponses à la question 3 (ND : pas de réponse ou réponse annulée)

Classes	Réponses à la question				ND	Total
	A	B	C	D		
C1	7	4	7	5	1	24
C2	7	5	7	4	1	24
C3	10	1	5	2	4	22
C4	4	5	6	7	2	24
Total	28	15	25	18	8	94
Pourcentage	29.8	16.0	26.6	19.1	8.5	100

Les réponses des élèves à cette question sont très hétérogènes. Toutes les propositions (de A à D) ont été choisies par une partie de l'ensemble des enquêtés.

- La vraie réponse (A) a été sélectionnée seulement par environ 30% des élèves, les autres ont des réponses variées.
- Ceux qui ont retenu la réponse B, conçoivent la respiration comme apport d'air à cet organe vital, donc l'air sert à faire battre le cœur.
- Pour ceux qui ont répondu par C, on retrouve la même explication que celle donnée à la proposition de réponse A du premier item.
- Enfin pour les élèves ayant répondu par D, il semble qu'ils ont une idée sur la respiration cellulaire mais, bien entendu, ils ignorent ses mécanismes.

En conclusion, il semble que les élèves qui ont choisi les réponses C et D, ne distinguent pas entre l'air et le dioxygène. Ces élèves éprouvent donc une difficulté de passer à l'analyse, ils ont une pensée holiste.

Quatrième question

Le processus de la respiration se résume en une :

- A. entrée et sortie d'air dans l'organisme de façon cyclique sans aucune modification.*
- B. entrée d'air dans l'organisme et sortie avec perte de volume, de façon cyclique.*
- C. libération totale de l'énergie stockée dans les aliments consommés par l'individu sous l'effet de l'air qu'il inspire.*
- D. purification du milieu intérieur par élimination des gaz toxiques.*

Les résultats sont consignés dans le tableau 4.

- Seulement quelques élèves (3.2%) ont choisi la réponse correcte C. Pour les autres, il semble qu'ils ignorent totalement le rôle énergétique de la respiration.
- Pour ceux qui ont choisi la réponse A, la respiration se résume en une simple ventilation du corps.
- Ceux qui ont retenu la réponse B sont conscients de l'utilisation de l'air par l'organisme mais tel qu'il est, ils ne perçoivent pas les échanges gazeux respiratoires.
- La réponse D a été sélectionnée par une bonne partie de l'ensemble des élèves questionnés. Pour eux, l'air est un agent détoxifiant de l'organisme.

TABLEAU 4

Fréquences des réponses à la question 4 (ND : pas de réponse ou réponse annulée)

	Réponses à la question				ND	Total
	A	B	C	D		
C2	8	5	0	7	4	24
C3	4	4	1	8	5	22
C4	10	6	2	4	2	24
Total	26	21	3	30	14	94
Pourcentage	27.7	22.3	3.2	31.9	14.9	100

Cinquième question

Cet item se rapporte à la respiration cellulaire et sa signification. La question est la suivante : *Dans des conditions expérimentales convenables, on a réalisé une expérience rapide et on a enregistré les résultats suivants :*

- A. Il n'est pas possible qu'un tissu vivant puisse vivre indépendamment de l'appareil respiratoire.*

B. Le tissu vivant isolé de l'organisme influe directement sur l'air ambiant.

C. La quantité de la matière organique de ce tissu vivant reste inchangée.

D. On n'enregistre aucune augmentation de la température dans les cellules de ce tissu vivant.

Les réponses des élèves sont reportées dans le tableau 5.

- La réponse correcte B a été retenue par une faible proportion de l'ensemble des élèves des quatre classes. Dans la première classe, aucun élève n'a choisi cette réponse.
- Une majorité écrasante des élèves répondent par A. Cette pensée vitaliste conditionne la survie de chaque tissu ou partie du corps par sa liaison aux organes respiratoires. Ils ignorent donc que les cellules respirent et qu'elles peuvent le faire dans des conditions contrôlées hors de l'organisme.
- Les réponses C et D n'ont intéressé qu'un faible pourcentage d'élèves testés. On peut expliquer ce choix de deux manières possibles :
 - Selon ces élèves, toute activité tissulaire est suspendue hors de l'organisme, d'où le maintien de sa masse et de sa température qui restent constantes.
 - Ces élèves ignorent que l'énergie nécessaire à la survie et au fonctionnement de l'organisme est issue de la dégradation de la matière organique qui est un ensemble de réactions chimiques exothermiques enchaînées.

TABLEAU 5

Fréquences des réponses à la question 5 (ND : pas de réponse ou réponse annulée)

Classes	Réponses à la question				ND	Total
	A	B	C	D		
C1	18	0	0	0	6	24
C2	19	1	0	1	3	24
C3	12	4	0	1	5	22
C4	9	2	2	4	7	24
Total	58	7	2	6	21	94
Pourcentage	61.7	7.4	2.1	6.4	22.3	100

Conceptions d'élèves de la 3^e année de l'enseignement de base :

Sur la signification et les fonctions de la respiration

On demande aux élèves :

“*Que signifie respirer pour vous ?*”

Leurs réponses sont classées comme suit :

- 72.7% de l'ensemble des élèves évoquent l'absorption du dioxygène (O_2) et le rejet du dioxyde de carbone (CO_2). Ils pensent donc la respiration en termes d'échanges gazeux.
- 12.1% conçoivent la respiration comme entrée d' O_2 ou d'air dans les poumons. Pour eux, la respiration est donc une ventilation pulmonaire.
- 9.1% précisent que la respiration sert à vivre. Pour ces élèves la respiration est donc synonyme de « vie ».

Aucun de ces élèves ne définit la respiration en termes de libération d'énergie par dégradation des nutriments en présence de dioxygène.

Ensuite, on leur a posé dans le même cadre une deuxième question :

“*La respiration est vitale pour l'organisme. Pouvez-vous expliquer pourquoi ?*”

On a noté les réponses suivantes :

- Plus que la moitié des élèves (57.6%) évoquent la respiration comme une condition urgente pour la survie de l'individu, autrement dit, ils considèrent la respiration comme le principe essentiel, si ce n'est pas l'unique, de la vie.
- Environ un quart des élèves testés (24,2%) relie le fonctionnement de l'organisme à la respiration, mais n'en donnent pas d'explication claire.
- 6% des élèves attribuent à la respiration un rôle d'élimination de CO₂ pour assurer la survie de l'individu. Ce gaz est donc toxique pour eux. La respiration sert ainsi à épurer l'organisme des toxiques.
- 3% des élèves voient que la respiration est nécessaire pour le fonctionnement cardiaque.
- 3% enfin considèrent que la respiration permet l'apport d'O₂ aux cellules sans donner de détails précis.

Sur les mécanismes de la respiration

Pour savoir comment des élèves de 3^e Sciences Expérimentales appréhendent le processus de la respiration, on leur a posé quelques questions se rapportant à la physiologie de la respiration et à ses aspects énergétiques. La première était :

Marquez par une croix, la proposition qui correspond au trajet exact du dioxygène dans l'organisme :

A. *poumons* → sang → autres organes du corps → sang → cœur.

B. *poumons* → sang → cœur → sang → autres organes du corps.

C. *poumons* → cœur → sang → autres organes du corps.

D. *poumons* → sang → cœur → sang → cellules.

- 27.3% des élèves ont choisi la réponse correcte B.
- 30.3% ont répondu par C.
- 33.3% ont choisi la dernière proposition.
- 6% uniquement des élèves ont sélectionnée la réponse A.

Ceux qui ont choisi la réponse D n'ont pas tort, mais en fait le sang ne pénètre pas dans les cellules, c'est pour cette raison que nous considérons la réponse B plus précise.

Les élèves qui choisissent la réponse A ou la réponse C montrent une méconnaissance de la circulation sanguine, donc ils ne peuvent pas comprendre correctement le mécanisme de la respiration. Concernant la réponse C plus particulièrement, les élèves qui la choisissent accordent aux poumons le rôle de soufflet qui entretient le mouvement du sang propulsé par les battements cardiaques.

Une deuxième question vient compléter la première dans la précision du trajet des gaz respiratoires dans l'organisme :

En partant de votre réponse à la question précédente, précisez le trajet du dioxyde de carbone.

- Moins que le un tiers des élèves (30.3%) ont écrit le trajet exact du CO₂.
- Ceux qui restent (69.7%) ont donné des réponses fausses ou, pour certains, il n'y a pas de réponse.
- Parmi ces derniers, 21.2% ont présenté le trajet du CO₂ comme suit : « *Cellules (ou autres organes du corps) → sang → cœur → poumons* ». Encore une fois, on retrouve ici la relation directe poumons-cœur.
- Deux élèves sur un ensemble de trente-trois (6%) ont écrit : « *Poumons → cœur → sang → autres organes du corps* ». Ce type de réponse montre une incompréhension totale

de la respiration par ces élèves. En plus de la liaison directe qu'ils établissent entre cœur et poumons, ils indiquent que l'origine du CO₂ est externe et que ce gaz empreinte le même sens que l'O₂. Il est donc probable que ces élèves conçoivent la respiration uniquement comme étant une simple aération du corps par l'air reçu par les poumons ; ce dernier étant un mélange de gaz dont le dioxygène et le dioxyde de carbone.

- L'un des élèves a répondu que le trajet du CO₂ dans l'organisme est « *autres organes du corps → poumons → bouche* ». En plus que le rôle du sang est omis, il précise que l'issue de l'air expiré est limitée à la bouche. Il semble que pour cet élève, l'air inspiré et l'air expiré passent par des voies aériennes distinctes.

D'un autre côté, pour situer la respiration dans la grande fonction de nutrition, on leur a proposé la question suivante :

Existe-t-il un lien entre respiration et digestion (Mettez une croix devant la réponse choisie).
Non Pourquoi ?

.....
.....

Oui Précisez ce lien.

.....
.....

La lecture des réponses des élèves nous a permis de relever les remarques suivantes :

- 21.2% des élèves ne voient pas de relation entre les deux fonctions. Quelques-uns donnent des explications telles que « *la digestion est une simplification moléculaire alors que la respiration est une absorption d'O₂ et rejet de CO₂* » ou « *la digestion est catalysée par des enzymes alors que la respiration est une affaire des poumons* ». Ces explications d'élèves révèlent leurs conceptions de la respiration comme processus mécanique d'échanges gazeux et de la digestion comme processus chimique.
- pour le reste (78.8% des élèves), il y a effectivement une relation entre la digestion et la respiration mais, la plupart d'entre eux n'en donnent pas d'explication. Les élèves donnent parfois des justifications surprenantes comme : « *L'absorption d'O₂ se fait dans la bouche, la digestion commence dans la bouche* » ou « *Les organes de la digestion fonctionnent au cours de la respiration* » ou « *Sans O₂, l'organisme meurt* », etc.

D'autres élèves donnent des explications plus admissibles telles que : « *Les cellules des organes digestifs ne peuvent pas fonctionner sans O₂* » montrant ainsi une certaine conscience de l'existence d'une respiration cellulaire, ou « *La respiration améliore le fonctionnement des autres organes* », etc. Aucune de ces idées ne fait le lien métabolique entre digestion et respiration.

En 3^e Sciences Expérimentales, la respiration est traitée dans le cadre de la dégradation des nutriments et production d'énergie. On a donc proposé deux autres questions aux élèves. La première question était :

Pour capter l'énergie contenue dans les nutriments, l'organisme réalise :

- des réactions de synthèse des réactions de dégradation

Le résultat obtenu est inattendu : 20 élèves sur un total de 33 (soit 60.6%) ont coché le choix des réactions de synthèse, 12 ont donné la réponse vraie (36.4%) et un élève n'a pas répondu. Comment peut-on expliquer la haute fréquence du premier choix, sachant que ces élèves ont eu déjà l'occasion en 9^e année de l'enseignement de base d'étudier la respiration cellulaire du point

de vue bilan énergétique ? Ces mêmes élèves savent dès le premier chapitre étudié en 3^e Sciences Expérimentales (besoins nutritionnels de l'Homme) que l'hydrolyse des substances organiques libère de l'énergie alors que leur synthèse en consomme), pourquoi ont-ils sélectionné alors la première réponse ? Il se pourrait que ces élèves conçoivent l'énergie comme de la matière et donc l'organisme doit la synthétiser pour en couvrir ses besoins.

Une dernière question complète la série :

Le glucose est le carburant unique (source d'énergie) de la cellule.

- Vrai Faux

18 élèves (54.5%) ont choisi la réponse fautive. Le reste des élèves ont coché la vraie proposition (2^e choix). Le choix de la proposition fautive, le glucose est le carburant unique de la cellule, pourrait s'expliquer par le fait que les élèves sont habitués en classe (depuis la 9^e année de base) à ne considérer que le glucose comme source d'énergie pour l'organisme.

DISCUSSION

Bien que ces questionnaires n'aient pas porté sur les différents aspects de la fonction de respiration, ils nous ont permis toutefois de faire émerger dans les deux groupes testés des conceptions fausses et récurrentes donc qui résistent au changement, puisqu'on les retrouve dans les deux niveaux enseignés chez beaucoup d'élèves, telles que :

- La respiration est synonyme de ventilation, la respiration est limitée exclusivement à l'appareil respiratoire. Ces mêmes conceptions ont été relevées aussi par divers auteurs dont Seymour et Longden (Seymour & Longden, 1991).
- La respiration a une fonction de détoxification.
- L'air sert à faire battre le cœur.

D'autre part, on constate que les conceptions des apprenants évoluent en fonction de l'âge. Ainsi, on passe de la respiration comme simple ventilation chez les élèves de la 9^e année de l'enseignement de base à celle des échanges gazeux respiratoires qu'on n'a remarqué que chez les élèves de 3^e Sciences expérimentales.

Certaines conceptions des élèves à propos de la respiration nous rappellent certaines significations historiques de la respiration. Ces significations trouvent leur sens dans des cadres explicatifs plus généraux appelés registres explicatifs d'après Orange (Ménard & Pineau, 2006). Dans notre cas, les registres explicatifs les plus mobilisés par les élèves des deux niveaux sont le vitalisme (on respire pour vivre, l'organisme s'arrête de fonctionner sans respiration...) et la pensée mécaniste (On respire pour assurer les battements cardiaques qui propulsent le sang dans les vaisseaux...). Le registre physicochimique n'est pratiquement pas sollicité. Pour ce dernier aspect, les concepts physicochimiques peuvent constituer des obstacles qui sont susceptibles d'entraver à la fois l'enseignement et l'apprentissage de la respiration (Zghida, Lamrani, Madrane, & Janati-Idrissi, 2016).

Ce parallélisme (imparfait) entre les conceptions des élèves et l'évolution historique du concept de la respiration, nous pousse à l'interrogation sur la place de cette dimension historique dans l'enseignement des SVT dans les programmes officiels.

Cette analyse des conceptions des élèves nous a montré une grande importance accordée par les apprenants des deux groupes au cœur (On respire pour faire battre le cœur, le cœur est relié directement aux poumons) pourrait constituer un obstacle épistémologique à la construction du concept de la respiration chez les élèves. La même constatation a été faite par

Ménard et Pineau (2006). Selon ces auteurs, le débat en classe est une piste qui semble se dégager dans le travail de cet obstacle dans les situations didactiques.

Un autre obstacle, de nature didactique cette fois, semble exister chez une bonne partie des élèves de 3^e Sciences expérimentales qui considèrent le glucose comme la seule source d'énergie cellulaire ; se pose alors le problème des choix et des contenus curriculaires ainsi que celui de la formation initiale des enseignants.

CONCLUSION

Ce travail nous a mis en exergue certains obstacles à l'apprentissage d'un concept aussi complexe que la respiration. Il est donc très important de tenir compte des conceptions des élèves dans les pratiques de classe et de penser des situations didactiques permettant le dépassement des obstacles sous-jacents, pour une meilleure construction des concepts scientifiques. Nous proposons le socio-constructivisme comme approche pédagogique à adopter dans le processus d'enseignement-apprentissage de tels concepts biologiques. Ce choix nous semble pertinent pour la prise en considération et l'exploitation didactique des conceptions préalables des apprenants.

Par ailleurs, une formation des enseignants en histoire des sciences et l'intégration de celle-ci dans les cours, leur permet de mieux comprendre et travailler les obstacles épistémologiques chez les élèves.

Pour finir, nous soulignons la nécessité d'évaluer la ténacité des conceptions erronées les plus fréquentes chez les apprenants. L'utilisation des inventaires de conceptions semble efficace pour cette évaluation afin de dresser un bilan du besoin de formation.

RÉFÉRENCES

- Arca, M., & Caravita, S. (1993). Le constructivisme ne résout pas tous les problèmes. *Aster*, 16, 77-101.
- Astolfi, J. P. (1987). Approche didactique de quelques aspects du concept d'écosystème. Introduction. *Aster*, 3, 11-18.
- Astolfi, J.-P. (1993). Grosbois (Michèle), Ricco (Graciela) et Sirota (Régine). - Du laboratoire à la classe, le parcours du savoir. Étude de la transposition didactique du concept de respiration. *Revue Française de Pédagogie*, 105(1), 130-132.
- Astolfi, J.-P., & Develay, M. (2002). *La didactique des sciences*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Astolfi, J.-P., & Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, 103-141.
- Balacheff, N. (1995). Conception, connaissance et concept. In *Séminaire de l'équipe DidaTech, IMAG* (pp. 219-244). Grenoble, France: IMAG.
- Bardin, L. (1977). *L'analyse de contenu*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2011). *Les outils de la pensée: L'approche vygotskienne dans l'éducation à la petite enfance*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Boilevin, J.-M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants. Regards didactiques*. Bruxelles: De Boeck.
- Brunet, P. (1998). Enseigner et apprendre par problèmes scientifiques dans les sciences de la vie état de la question. *Aster*, 27, 145-181.

- Clément, P. (1998). La biologie et sa didactique, dix ans de recherche. *Aster*, 27, 57-93.
- Dedes, C., & Ravanis, K. (2009). Teaching image formation by extended light sources: The use of a model derived from the history of science. *Research in Science Education*, 39(1), 57-73.
- Fillon, P. (1991). Histoire des sciences et réflexion épistémologique des élèves. *Aster*, 12, 91-120.
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Griffiths, A. K., Thomey, K., Cooke, B., & Normore, G. (1988). Remediation of student-specific misconceptions relating to three science concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 709-719.
- Legendre, M.-F. (1994). Problématique de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences au secondaire: Un état de la question. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 20(4), 657-677.
- Legendre, M.-F. (2008). Un regard socioconstructiviste sur la participation des savoirs à la construction du lien social. *Éducation et Francophonie*, 36(2), 63-79.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
- Mazouze, B. (2016). Des difficultés en résolution de problèmes de physique : quelles aides pour les élèves ? *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(2), 258-268.
- Ménard, I., & Pineau, V. (2006). La respiration humaine au cycle 3. *Aster*, 42, 109-134.
- Perraud, M. (1996). *Piaget aujourd'hui: Réponses à une controverse*. Paris: A. Colin.
- Queloz, A. C., Hafen, E., & Köhler, K. (2018). Évaluation des conceptions alternatives en biologie par l'utilisation d'inventaires de concepts. *e-JIREF*, 4(1), 3-19.
- Ravanis, K. (2005). Les Sciences Physiques à l'école maternelle: éléments théoriques d'un cadre sociocognitif pour la construction des connaissances et/ou le développement des activités didactiques. *International Review of Education*, 51(2/3), 201-218.
- Ravanis, K. (2010). Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 1-11.
- Resta-Schweizer, M., & Weil-Barais, A. (2007). Éducation scientifique et développement intellectuel du jeune enfant, *Review of Science Mathematics and ICT Education*, 1(1), 63-82.
- Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., & Lahanier-Reuter, D. (2013). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles: De Boeck.
- Rumelhard, G. (1990). *Le concept de système immunitaire*. *Aster*, 10, 9-26.
- Seymour, J., & Longden, B. (1991). Respiration - that's breathing isn't it? *Journal of Biological Education*, 25(3), 177-183.
- Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2014). The emergence of recent science education research and its affiliations in France. *Perspectives in Science*, 2(1), 55-64.
- Zghida, N. E., Lamrani, Z., Madrane, M., & Janati-Idrissi, R. (2016). Study of the impact of the teaching of cellular respiration on the evolution of conceptions of high school students relatively to the respiration concept. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 15(4), 822.