



HAL
open science

Problématisation dans une séquence forcée sur la respiration au cycle 3 : quels savoirs appris par les élèves ?

Hanaà Chalak, Philippe Briaud

► To cite this version:

Hanaà Chalak, Philippe Briaud. Problématisation dans une séquence forcée sur la respiration au cycle 3 : quels savoirs appris par les élèves ?. *Éducation & Didactique*, 2023, 1 (17), pp.87-97. 10.4000/educationdidactique.11241 . hal-04088935

HAL Id: hal-04088935

<https://hal.science/hal-04088935v1>

Submitted on 5 Jul 2023

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Problématisation dans une séquence forcée sur la respiration au cycle 3 : quels savoirs appris par les élèves ?

Problematization in a forced sequence on breathing in grade 5: what knowledge is learned by the students?

Hanaà Chalak

CREN INSPE Université de Nantes ; hanaa.chalak@univ-nantes.fr ; Identifiant ORCID : [0000-0002-7614-2887](https://orcid.org/0000-0002-7614-2887)

Philippe Briaud

CREN INSPE Université de Nantes ; philippe.briaud@univ-nantes.fr ; Identifiant ORCID : [0000-0002-2551-7220](https://orcid.org/0000-0002-2551-7220)

Article soumis le 14/04/2021 et accepté le 16/11/2021

Introduction

Pour étudier les conditions favorisant la construction de savoirs problématisés en sciences par les élèves, la mise en place de séquences « forcées » (Orange, 2010) s'avère intéressante. Ces séquences collaboratives sont construites par une équipe d'enseignants et de chercheurs qui se fixent des objectifs d'apprentissage et de recherche. Les séances sont élaborées au fur et à mesure de la séquence, lors des discussions qui suivent le déroulement de chacune de celles-ci. Les résultats des travaux basés sur ce type de séquence (Orange et Orange Ravachol, 2007 ; Chalak, 2012, 2016 ; Bizon-Pastezeur, 2018) montrent bien que la construction de savoirs problématisés nécessite un travail sur les productions individuelles et collectives des élèves avec des interventions importantes de l'enseignant et des cadrages spécifiques (travail sur un problème explicatif, débat scientifique, etc.) et différents de ceux mobilisés dans les séquences ordinaires. Cependant, plusieurs travaux de recherche en sociologie de l'éducation (Bonnéry, 2009 ; Bautier et Rayou, 2013 ; etc.) montrent qu'un cadrage fort ou faible des activités pourrait générer, chez certains élèves, des malentendus scolaires et des inégalités d'apprentissage. En effet, le sens donné par certains élèves à ces activités est différent de celui visé par l'enseignant. Ainsi, les malentendus scolaires émergent lorsque les élèves n'accèdent pas à la logique de l'enseignant et appréhendent un même objet d'une autre façon (Bautier et Rayou, 2013). Les difficultés d'apprentissage pointées par ces chercheurs nous interrogent sur les effets des cadrages des activités des élèves effectués dans les séquences forcées pour l'apprentissage par problématisation. Dans quelles mesures ces cadrages permettent-ils aux élèves d'apprendre des savoirs problématisés ? Pour tenter de répondre à cette question, nous étudions des entretiens effectués avec des élèves après une séquence forcée sur la respiration et l'approvisionnement du sang en oxygène en classe de CM2 (Buverte, 2014) ainsi que leurs productions orales et écrites lors de la séquence. Avant de présenter notre dispositif de recherche et nos résultats, nous développons dans la partie suivante le cadre théorique dans lequel s'inscrit cette recherche.

Logique de Problématisation et Apprentissages des élèves

Les savoirs scientifiques ne peuvent pas uniquement se limiter aux solutions selon le cadre théorique de la problématisation (Fabre, 2016 ; Orange, 2012) dans lequel s'inscrivent nos travaux. Ces savoirs sont apodictiques c'est-à-dire qu'ils présentent un certain caractère de nécessité. D'après ce positionnement, l'enseignement des savoirs scientifiques doit aider les élèves à poser et construire les problèmes, explorer les possibles, les délimiter et identifier les nécessités sous-jacentes aux solutions. C'est ainsi qu'ils pourront accéder à des façons de penser qui vont au-delà du sens commun et de leurs opinions pour construire de véritables savoirs problématisés. Les enseignements, pensés dans ce cadre, ont pour objectif d'entraîner les élèves plus loin que ce qu'ils font habituellement dans les séances ordinaires. Ainsi, les séquences « forcées » construites jusque-là (Bizon-Pastezeur, 2018 ; Chalak, 2012, 2013, 2016 ; Orange et Orange Ravachol, 2007) poussent les élèves à problématiser et visent le maintien de la focalisation sur les raisons¹, jusqu'au texte de savoir final, en faisant appel à des cadrages didactiques particuliers. Par exemple,

¹ Ce sont des argumentations scientifiques qui permettent de délimiter le champ des possibles. Ces raisons peuvent, notamment, être exprimées et thématiques sous forme de nécessités qui sont des conditions de possibilité des modèles explicatifs scientifiques (Orange, 2012, p. 131).

le recours à des « caricatures² » (Orange, 2012), construites à partir des productions de groupe des élèves suite au débat scientifique, constitue un dispositif d'aide à la problématisation (Chalak, 2016). Un travail avec les élèves sur ces caricatures les conduit à explorer les possibles pour les délimiter et garder une trace des argumentations avancées lors de la critique des modèles explicatifs présentés (Chalak, 2016 ; Orange, 2012). Ces séquences sont également caractérisées par d'autres cadrages comme ceux pour conduire le travail sur un problème explicatif afin de recueillir les conceptions des élèves qu'ils confrontent ensuite en groupe pour élaborer une explication commune ; le débat collectif pour critiquer les différentes solutions, explorer les possibles et finalement construire une trace écrite problématisée en passant par le classement des raisons, l'identification des nécessités et la recherche de la solution (*ibid.*). Ainsi, nous pouvons remarquer que le processus engagé pour faire problématiser les élèves est plutôt complexe et nécessite un travail sur les productions des élèves avec des interventions importantes de la part de l'enseignant.

Comme mentionné précédemment, des études en sociologie de l'éducation (Bautier et Rayou, 2013 ; Bonnéry, 2009) soulignent l'effet du cadrage des tâches réalisées par l'enseignant sur l'apprentissage des élèves. Il semblerait que les « cadrages assez distendus » ou faibles sont imprécis. Ils « laissent souvent leurs attendus dans l'implicite » (Bonnéry, 2015, p. 182) et ne cadrent pas « l'activité de l'élève avec le cheminement intellectuel attendu pour s'approprier le savoir » (Bonnéry, 2009, p. 15). Dans ce cas, le dispositif requiert des prédispositions, il favorise donc « les élèves qui ont acquis, hors de l'école, les dispositions requises » (Bonnéry, 2015, p. 182) et peut conduire à la fabrication passive d'inégalités d'apprentissage (*ibid.*). Tandis que les « cadrages étroits » ou forts enrôlent les élèves, souvent en difficultés, « dans des tâches déconnectées des enjeux de savoirs notionnels, relevant plutôt de l'exécution [...] » (Bonnéry, 2009, p. 15). Ici, les élèves ne vont pas très loin dans la construction des savoirs et leur activité intellectuelle n'est pas suffisamment sollicitée. Par conséquent, des situations avec des cadrages flous pourraient freiner les apprentissages d'une partie des élèves, surtout ceux qui sont issus des milieux populaires. De plus, elles pourraient être source de malentendus entre enseignants et élèves (Bautier et Rayou, 2013) car « tous les élèves n'attribuent pas à la tâche proposée la même visée que l'enseignant, sans que cette différence entre les élèves soit toujours visible dans la production réalisée » (*ibid.*, p. 112). La notion de malentendu met au premier plan, « la situation que l'enseignant met en place ou plutôt croit mettre en place, [...] et ce que l'élève en interprète. Cette interprétation le conduit, volontairement ou non, à mobiliser ou non, des expériences, des connaissances ou des savoirs, à penser l'activité proposée comme relevant d'un apprentissage nouveau, d'une évaluation, d'un rituel scolaire... » (*ibid.*, p. 102). Pour pallier ces difficultés d'apprentissage, des chercheurs proposent une pédagogie explicite « pour permettre aux élèves d'explicitier à eux-mêmes et à leurs enseignants les raisons de leurs erreurs et de leurs succès » (Rayou, 2018). Par conséquent, dans nos travaux de recherche, la logique qui sous-tend la construction des séquences forcées favorise-t-elle la problématisation des élèves sans être source de malentendus ? Nous avons donc cherché à vérifier quels savoirs problématisés ont appris les élèves dans un dispositif d'apprentissage par problématisation.

Présentation du dispositif de recherche

Pour apporter des éléments de réponse à notre question de recherche, nous analysons des entretiens individuels semi-directifs de quatre élèves (Dorian, Justine, Enzo, Jeanne) réalisés après une séquence forcée ainsi que leurs productions individuelles écrites et orales au fil des séances. La séquence³, mise en place par une équipe de recherche⁴, a porté sur la respiration et l'approvisionnement du sang en oxygène en classe de CM2 d'une école située dans un quartier plutôt favorisé d'une ville française (Buverte, 2014) avec une hétérogénéité habituelle des résultats scolaires. Elle a été menée par l'enseignante titulaire dans une classe de 28 élèves qui ont travaillé sur le problème suivant : « Comment le sang s'approvisionne-t-il

² Les caricatures sont obtenues par simplification de toutes les explications produites par les groupes d'élèves. Elles sont dépersonnalisées, car elles ne sont plus attribuées et sont accompagnées d'un tableau qui demande aux élèves de préciser si les explications proposées peuvent ou non fonctionner et pourquoi. Des exemples de caricatures sont présentés en annexe 2 et dans Chalak (2012, 2016).

³ La séquence a été construite dans le cadre d'un mémoire de recherche (Buverte, 2014).

⁴ L'équipe est constituée d'une enseignante expérimentée, d'une didacticienne des SVT et d'une étudiante en master recherche avec une expérience d'enseignement.

en continu en oxygène ? » (Tableau 1). Elle comporte cinq séances (tableau 1) qui avaient pour objectif principal d'aider les élèves à construire des savoirs problématisés et un texte de savoir final (annexe 1) qui inclut non seulement les solutions comme c'est le cas dans les bilans ordinaires, mais aussi les nécessités du modèle construit. L'enseignante a insisté, lors de la séquence, sur l'importance de l'identification de ces nécessités (entrée de l'air, tri et passage de l'O₂ dans le sang, transport et distribution aux organes, retour du CO₂ produit et son rejet). Une bonne partie des cadrages que nous avons précédemment mentionnés (travail écrit individuel, travail écrit et oral de groupe puis collectif sur un problème explicatif, débat scientifique, travail écrit sur des caricatures, classement des arguments, identification des raisons et des solutions) ont été mobilisés. Ces cadrages peuvent être globalement qualifiés de plutôt « faibles », car une grande partie des activités réalisées sont peu guidées, la situation de débat est ouverte et le passage des idées aux raisons induit par le travail sur les caricatures puis sur les arguments implique des sauts abstraits importants de la part des élèves. Par ailleurs, nous notons que la séquence mise en place est inhabituelle pour eux par son organisation et son déroulement, mais aussi par son objectif puisque les élèves doivent construire, à travers des activités langagières variées, un texte de savoir problématisé. Il s'agit principalement d'identifier les nécessités sur lesquelles ils sont fondés et de les formaliser dans une trace écrite finale (annexe 1).

Tableau 1. Description synthétique de la séquence et des productions réalisées par les élèves

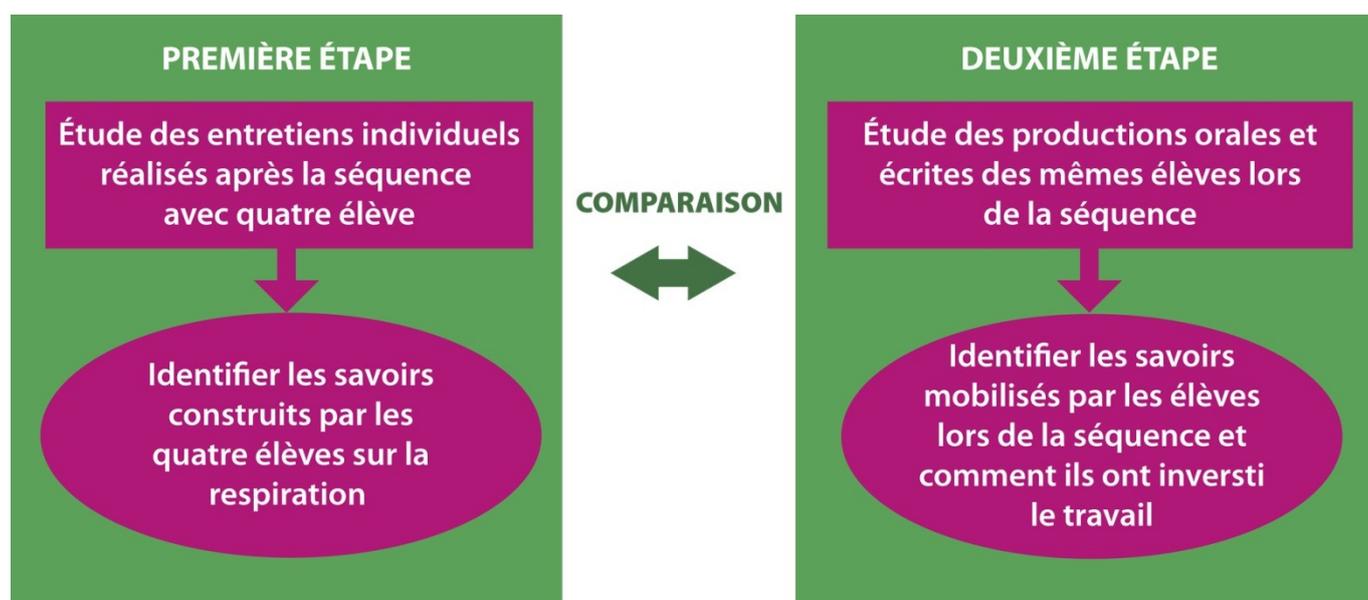
Déroulement	Productions réalisées	Objectifs des séances fixés par l'équipe
Séance 1		
<ul style="list-style-type: none"> – Présentation de la problématique – Recueil des conceptions individuelles et de groupe des élèves 	<ul style="list-style-type: none"> – 27 schémas individuels – 6 affiches de groupe 	<ul style="list-style-type: none"> – Réaliser un diagnostic des explications spontanées des élèves en rapport avec la respiration et l'approvisionnement du sang en oxygène
Séance 2 et 3		
<ul style="list-style-type: none"> – Présentation puis débat sur les affiches groupe (débat n° 1) – Débat sur les 4 caricatures (annexe 2) proposées (débat n° 2) – Critique individuelle écrite de ces caricatures 	<ul style="list-style-type: none"> – Discussion et débat sur les affiches – Débat oral sur les caricatures – 27 productions individuelles argumentatives 	<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en jeu les conceptions des élèves et les engager dans un travail de problématisation pour qu'ils produisent des argumentations orales sur les affiches de groupe – Mettre en jeu les conceptions des élèves et les engager dans un travail de problématisation pour qu'ils produisent des argumentations orales sur les caricatures – Faire le point sur les apprentissages et garder une trace écrite des argumentations des élèves après le débat sur les caricatures
Séance 4 et 5		
<ul style="list-style-type: none"> – Discussion du classement de 10 arguments « pour » et « contre » sélectionnés à partir des critiques de la caricature D – Identification des nécessités puis des solutions à partir d'apports documentaires – Construction de la trace écrite finale sous forme de tableau 	<ul style="list-style-type: none"> – Discussion collective pour critiquer des arguments et les classer au tableau – Trace écrite finale avec les nécessités et les solutions (annexe 1) 	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier les nécessités de fonctionnement à partir du classement des 10 arguments - Mettre en relation les nécessités repérées et les solutions proposées et identifiées à partir des documents

Les entretiens semi-directifs auprès des quatre élèves ont été conduits par un membre de l'équipe de recherche⁵ quelques jours après la fin de la séquence pour identifier les degrés de compréhension par les

⁵ Il s'agit de l'étudiante en master recherche.

élèves du dispositif didactique mis en place et d'atteinte des objectifs d'apprentissage fixés par l'équipe de recherche. Les élèves, dont nous ne connaissons pas les catégories socioprofessionnelles des parents, ont été sélectionnés pour leur niveau de participation différent lors des séances. Nous avons, lors d'un précédent travail (Chalak et Briaud, 2020), analysé leurs réponses à l'ensemble des questions posées lors de ces entretiens⁶ sans étudier ce qui s'est passé lors de la séquence. Ces analyses ont permis de constater que ces élèves n'ont saisi que partiellement la logique du dispositif didactique et que les objectifs d'apprentissages de construction de savoirs problématisés ne sont pas entièrement atteints. Dans cet article, nous poursuivons ces analyses en nous focalisant sur les savoirs scientifiques construits repérés à partir de l'entretien et dans les activités lors de la séance. Nous nous intéressons d'abord aux réponses orales des élèves à la question « Qu'est-ce que tu as retenu sur la respiration ? »⁷ et donc sur les savoirs qu'ils disent avoir construits sur la respiration et son fonctionnement au terme de la séquence. Puis, nous analysons les productions individuelles (écrites et orales) des mêmes élèves au fil des séances afin d'étudier la façon avec laquelle ils ont effectivement investi le travail. Ainsi, nous pourrions mettre en relation les savoirs qu'ils mobilisent lors des moments de travail et ce qu'ils en disent après la séquence. Cette analyse nous permettra de repérer les éventuels correspondances ou décalages entre ce qui a été fait pendant la séquence et ce qui a été dit par les élèves par la suite. La figure 1 ci-dessous résume notre méthodologie d'analyse des données.

Figure 1. Récapitulatif des données étudiées et des objectifs de recherche



Notre corpus est constitué des enregistrements vidéo des entretiens semi-directifs réalisés avec les élèves et de leurs transcriptions. Nous disposons également des écrits individuels argumentatifs sur les caricatures (Annexe 2) et de la transcription des échanges et des débats (présentation orale des affiches, débat sur les caricatures, discussion collective pour classer les caricatures) où sont impliqués ces élèves. Pour chaque élève, nous souhaitons comparer les propos avancés pendant l'entretien avec leurs interventions orales pendant la séquence et ceux qu'ils ont produits sur les caricatures. De manière globale, il s'agit de partir de ce qu'ils disent dans les entretiens et de remonter à leurs activités langagières orales puis écrites (Figure 1). La méthodologie adoptée ici est différente de celles que nous avons l'habitude d'utili-

⁶ Les questions posées lors des entretiens (7 questions) poussent les élèves d'abord à exposer ce qui s'est passé pendant la séquence et à expliciter ce dont ils ont compris de la démarche effectuée en prenant appui sur leurs écrits. Ensuite, elles sollicitent leur avis par rapport à d'autres démarches d'enseignements et cherchent à identifier ce qu'ils ont retenu de la respiration et son fonctionnement au terme de la séquence. Enfin, les élèves sont amenés à désigner le moment le plus riche qui leur a permis de mieux comprendre et pointer les éléments qui auraient pu améliorer leur apprentissage.

⁷ Il s'agit de la 4^e question du guide d'entretien. Comme c'est un entretien semi-directif, l'étudiante en master s'est adaptée aux propos avancés par les élèves lors des discussions. Elle n'a donc pas posé cette question de cette manière à tous les élèves.

ser et qui étaient centrées sur des analyses globales des interventions orales de l'ensemble des élèves de la classe. Elle se démarque par le suivi individuel des quatre élèves que nous avons choisi de questionner. Cette méthodologie nous semble effectivement mieux adaptée pour répondre à notre problématique de recherche, car elle permet de rendre compte de l'évolution de chacun de ces élèves.

Résultats et discussion

Étude des entretiens individuels pour identifier les savoirs construits par les élèves sur le fonctionnement de la respiration

Les quatre élèves mobilisent des savoirs descriptifs qui s'inscrivent dans une « mise en histoire » (Orange Ravachol, 2012) lorsqu'ils sont invités à évoquer ce qu'ils ont appris sur la respiration pendant la séquence. En effet, ils racontent le trajet de l'air dans les poumons et ne reviennent pas sur les argumentations et les nécessités construites et retenues dans la trace écrite finale (tri, transport, distribution, etc.). Il s'agit d'une « histoire randonnée » qui « raconte les localisations successives d'un personnage dans un parcours » (Orange Ravachol et Guerlais, 2005, p 8) et qui constitue un obstacle à la construction des savoirs scientifiques tels qu'ils sont définis dans le cadre théorique de la problématisation (*ibid.*). Voici par exemple, pour illustrer ces propos, comment Justine explique le fonctionnement de la respiration :

48 Justine. Ben l'air elle rentre par le nez et par la bouche, ensuite elle passe par la trachée-artère, hum, ça va dans les bronches, et dans les poumons et puis ça passe dans les alvéoles pulmonaires, et ensuite il y a une artère qui passe, donc le sang il passe par l'artère et puis il va dans le cœur, le cœur il rejette le sang dans le muscle et puis après ça revient, le gaz carbonique revient et il est expiré, il repasse par le poumon, et par la trachée-artère et puis après il est expiré par la bouche ou par le nez.

Cependant, un seul élève, Enzo, parle du tri de l'air effectué par les poumons au niveau des alvéoles pulmonaires, de l'utilisation de l'oxygène par les muscles et du rejet du dioxyde de carbone. Il raconte une histoire sur le fonctionnement de la respiration moins linéaire que la précédente.

*102 Enzo. Ça passe par le nez ou la bouche, ensuite ça va vers les poumons. Il y a les **alvéoles pulmonaires qui trient l'air** mais que l'oxygène qui va vers le cœur. Ensuite, c'est les globules rouges qui récupèrent l'oxygène. Ça va dans le muscle qui a besoin d'oxygène. Le muscle il l'utilise et rejette du dioxyde de carbone. Ça retourne dans le cœur et le cœur envoie et ça repasse par les alvéoles pulmonaires et le dioxyde de carbone ressort.*

Les élèves ont par ailleurs signalé des apports de nouvelles connaissances lors de la séquence (description des alvéoles pulmonaires et de leur fonctionnement, rôle des muscles intercostaux et du diaphragme). Précisément, Dorian (32 et 40) évoque ce qu'il a appris à partir du travail documentaire concernant la forme des alvéoles pulmonaires et le rôle des muscles intercostaux : « 32. Dorian : J'ai appris, j'ai vu à quoi ça ressemblait une alvéole pulmonaire, je ne m'attendais pas du tout à ça. C'était plus une forme de bulle, de boule, [...] » ; « 40 Dorian : Ah oui, par contre pour la cage thoracique, je ne savais pas qu'il y avait des muscles intercostaux, ça, je l'ai appris. Je croyais que c'était les poumons en grossissant qui faisaient s'écarter la cage thoracique ». De plus, Jeanne et Dorian reviennent sur la surface que peuvent occuper les alvéoles pulmonaires dépliées et Jeanne évoque sans plus de précision qu'elle a appris ce qui se passait dans les alvéoles pulmonaires, le rôle du cœur et des globules rouges.

Ces interventions montrent que ces élèves ont retenu, pour la plupart, des savoirs descriptifs et ont une certaine conception de l'apprentissage scientifique centrée sur les faits et sur les solutions. Les quatre nécessités identifiées dans la trace écrite finale (Annexe 1) concernant le fonctionnement de la respiration n'ont pas été clairement mobilisées par les élèves. Comme vu précédemment, seul un élève revient spontanément sur le tri de l'air au niveau des alvéoles pulmonaires, mais son explication ne rend pas explicitement ce tri nécessaire pour la respiration, car il n'explicite pas assez la raison de ce tri à partir de la composition de l'air bien qu'il précise que les muscles ont besoin d'oxygène. Nous pensons ainsi que les élèves n'ont pas construit un savoir problématisé suite à la mise en place de la séquence forcée sur la respiration. En tout cas, ils n'ont pas mobilisé ce savoir lors de l'entretien et ont restitué ce qui concerne le « comment » (Annexe 1) sans les nécessités du problème de la respiration. L'enseignante avait pourtant insisté sur l'importance de ces nécessités dans l'explication du fonctionnement de la respiration. Les réponses des élèves montrent qu'ils savent dire comment un être humain respire, mais ne savent pas expliquer le phénomène biologique de la respiration. De plus, l'institutionnalisation réalisée sous forme de tableau n'est sûrement pas habituelle pour les élèves. Nous nous demandons aussi si la formulation de la

question posée lors de l'entretien n'a pas contribué au non-rappel des nécessités du savoir problématisé. Cet effet peut aussi être renforcé par le fait que cette thématique a déjà été étudiée par les élèves dans les classes précédentes.

Nous pouvons dire, à partir de ces éléments, que la logique de l'équipe de recherche ne semble pas avoir été complètement efficiente pour l'apprentissage d'un savoir problématisé. Mais nous nous demandons si les productions des élèves pendant la séquence sont du même ordre. Peut-on identifier, pour chacun de ces élèves, des traces de problématisation dans les échanges oraux et les écrits de la séquence ? Qu'ont-ils problématisé ?

Étude des interventions orales des élèves pour identifier les savoirs mobilisés lors de la séquence

Nous repérons, dans un premier temps, les éventuelles interventions orales des quatre élèves lors des différentes phases de discussions de la séquence (présentation et débat sur les affiches de groupe, débat sur les caricatures et classement collectif des raisons). Le Tableau 2 ci-dessous donne à voir leur participation lors de ces moments. Nous pouvons constater que Dorian et Enzo interviennent au cours de trois moments d'échanges. Justine intervient uniquement lors de la présentation de l'affiche de son groupe alors que Jeanne ne s'est pas du tout exprimée pendant les séances.

Tableau 2. Participation des 4 élèves lors des discussions en classe au cours de la séquence

	Présentation et débat sur les affiches de groupe	Débat sur les caricatures	Classement collectif des raisons
Dorian	×	×	×
Justine	×	-	-
Enzo	×	×	×
Jeanne	-	-	-

Lorsque nous nous intéressons précisément au contenu des interventions orales des élèves, nous remarquons que Dorian questionne les modèles explicatifs présentés ou en discussion pendant les différentes phases de travail alors qu'Enzo le fait lors du débat sur les caricatures et le classement des raisons. Il est évident que l'ensemble de leurs interventions ne sont pas de cet ordre, car lors des échanges oraux ou des débats, des questions d'explicitations sont aussi posées. Nous présentons ci-dessous quelques interventions de Dorian et d'Enzo que nous avons sélectionnées parmi d'autres et qui témoignent de ces questionnements. Lors de la présentation et du débat sur les affiches de groupe, Dorian (94) remet en cause le modèle du groupe dans lequel les veines ramènent le dioxyde de carbone du bras vers le cœur sans que le bras reçoive de l'oxygène : « 94 Dorian : [...] Parce-que là, vous avez montré que, les veines, elles ramènent le CO₂ qui est dans le bras vers le cœur, mais le bras, il n'en reçoit pas de l'oxygène... ». Plus loin, il met en avant la nécessité de retour par « le » poumon car sinon le dioxyde de carbone ne pourra jamais ressortir : « 283 Dorian : Bah oui mais ça remonte aussi par le poumon parce que sinon le dioxyde de carbone, il ne pourra jamais ressortir. »

Lors du débat sur les caricatures, Enzo (192) précise que le sang ne traverse pas les poumons et justifie ainsi le rôle des alvéoles pulmonaires : « 192 Enzo : Parce que sinon quand on expirerait de l'air, quand on rejetterait de l'air et bien il y aurait eu du sang, il ne faut pas qu'il y ait du sang dans les poumons parce que sinon ça bloquerait notre respiration ». Pendant ce même débat, Dorian (94) évoque la nécessité d'une entrée de l'air grâce au diaphragme : « 94 Dorian : Eh bien, s'il n'y a pas du diaphragme, donc le poumon, il ne peut pas vraiment inspirer de l'air ! ». L'enseignante lui demande si la caricature D pourrait fonctionner si le diaphragme est rajouté. Cela reste impossible pour lui, car le cerveau n'est pas approvisionné en dioxygène : « 98 Dorian : Pour un muscle, mais pas pour le cerveau et puis le cerveau, il est aussi approvisionné, l'air à ces muscles, si le cerveau n'a pas de veine et bien il y a un problème... ».

Lors du classement des raisons, la nécessité du retour du sang vers le cœur est discutée. Enzo (43 et 51) justifie ce retour, car sinon le sang resterait au même endroit :

43 Enzo : oui parce que sinon le sang, il stagne, il reste toujours dans sa position et par exemple, s'il doit monter le sang, s'il n'y a pas de propulsion et bien ça va rester à ce niveau-là euh, ça va boucher, quoi.

51 Enzo : Parce que si le sang doit remonter vers le haut, ben si le cœur ne propulse pas le sang, le sang va rester au même endroit.

Pour lui, le retour du sang vers le cœur puis vers les poumons permet au dioxyde de carbone d'être évacué.

79 Enzo : Moi, je pense que c'est nécessaire parce que le sang descend, va dans le muscle et il est utilisé, remonte va dans le cœur et le cœur le donne aux poumons et je reprends la même idée que la dernière fois, c'est les alvéoles pulmonaires qui stockent le sang et qui aspirent euh, [...] qui récupèrent le dioxyde de carbone et après les poumons seraient prêts et ça fait sortir le dioxyde de carbone.

Dorian s'exprime aussi pendant cette phase pour appuyer la nécessité de la contraction du diaphragme pour que l'air puisse rentrer. Pour lui, quand il n'y a pas de diaphragme l'air ne peut être ni inspiré, ni expiré « 107 Dorian : Non, mais c'est le [...] de l'air qui rentre, parce que l'air ne rentre pas, si le diaphragme il n'est pas décontracté. »

Ainsi, nous avons repéré lors de l'étude des interventions orales de Dorian et d'Enzo des traces qui témoignent d'un travail de problématisation et de construction de nécessités. La nécessité d'une entrée de l'air et celle d'un retour du sang qui transporte le CO₂ vers le cœur puis vers les poumons sont discutées. Par contre, nous ne retrouvons pas des traces de problématisation dans les interventions de Justine qui a seulement répondu aux questions d'explicitations sur l'affiche de son groupe. Jeanne, quant à elle, n'a pas du tout parlé lors des moments d'échanges et de débat (Tableau 2). Ces moments semblent donc permettre à quelques-uns (Dorian et Enzo) de discuter et de justifier le fonctionnement de la respiration d'une manière problématisée. Toutefois, nous n'avons pas retrouvé dans les entretiens post-séances des traces de ces problématisations. Par ailleurs, nous nous demandons si les productions écrites individuelles des quatre élèves sur les caricatures sont du même ordre.

Étude des productions écrites individuelles sur les caricatures pour identifier les savoirs mobilisés lors de la séquence

Nous analysons les productions écrites des élèves concernant les 4 caricatures construites (A, B, C et D) par l'équipe de recherche et distribuées après le débat (Annexe 2). Ces productions permettent de voir ce que les élèves ont retenu de ce qui s'est passé pendant le débat sur les caricatures (débat n° 2) en lien avec le fonctionnement des différents modèles. Le Tableau 3 ci-dessous récapitule les réponses écrites des quatre élèves concernant les caricatures. Nous étudions le contenu de ces écrits afin de voir si nous retrouvons ou non des traces de problématisation.

Nous remarquons que les trois caricatures A, B et C ne sont pas acceptées par les élèves. Ils sont unanimes concernant la caricature A qui ne peut pas fonctionner, car le sang ne retourne pas vers le cœur par les artères. Il n'y a donc pas de circulation du sang. Nous pouvons repérer ici, du point de vue de la problématisation, la nécessité du retour du sang vers le cœur. De plus, Justine et Dorian signalent l'absence du diaphragme et Enzo précise que le cœur est relié à un seul poumon ce qui n'est pas possible. La caricature B ne peut pas fonctionner pour Enzo et Jeanne, car les veines et les artères sont reliées à un seul poumon ce qui bloquerait notre respiration selon Enzo. Dorian signale le manque du diaphragme et des veines qui ramènent le sang du cerveau vers le cœur alors que Justine précise que l'air n'est pas rejeté et que les veines ne sont pas reliées au cœur. Concernant la caricature C, Dorian reprend les mêmes arguments précédents alors que Justine, Jeanne et Enzo précisent l'absence de liens entre le cœur, les poumons et le cerveau. Ces liens sont probablement nécessaires pour le fonctionnement des organes en question, le transport et la distribution du dioxygène et le retour du CO₂.

Ces élèves ne sont pas d'accord quant au fonctionnement de la caricature D. En effet, elle ne peut pas fonctionner pour Dorian car le diaphragme n'est pas présent ni les veines qui ramènent le sang du cerveau vers le cœur. Justine, Enzo et Jeanne considèrent qu'elle peut plutôt fonctionner comme le cœur est relié aux deux poumons, qu'il y a un aller et un retour du sang vers et à partir des organes. De plus, l'air et précisément le gaz carbonique sont expirés.

Tableau 3. Récapitulatif des écrits des quatre élèves quant au fonctionnement des caricatures⁸

	Caricature A	Caricature B	Caricature C	Caricature D
Dorian	<i>Non, parce que le sang doit aller dans les deux sens ; il doit y avoir le diaphragme et les artères ne sont pas là</i>	<i>Non, il manque le diaphragme et les veines qui ramènent le sang du cerveau dans le cœur</i>	<i>Non, il manque le diaphragme ; le cerveau et le cœur ne sont pas reliés par des veines et des artères ; les globules rouges ne peuvent pas aller dans les poumons</i>	<i>Non, il manque le diaphragme et les veines qui ramène le sang du cerveau dans le cœur</i>
Justine	<i>Non, car il n'y a qu'une veine qui est reliée au muscle ; il n'y a pas des alvéoles pulmonaires</i>	<i>Non, car l'air n'est pas rejeté ; les veines ne sont pas reliées au cœur</i>	<i>Non, car le cœur n'est pas relié aux poumons ; rien est relié au cerveau</i>	<i>Oui, car l'air est rejeté ; il y a bien 2 veines qui sont reliées au muscle et il y a 2 entrées reliées aux muscle : Il y a bien des alvéoles pulmonaires</i>
Enzo	<i>Non, car le cœur n'est relié qu'un poumon ; la veine fait l'allée mais pas le retour</i>	<i>Non, car les veines et les artères vont dans le poumon ; ce qui bloquerait notre respiration</i>	<i>Non, car le cœur n'est pas relié au poumon et le cerveau n'est pas irrigué</i>	<i>Oui, car le cœur est relié au poumon et le sang monte et revient pour être expiré</i>
Jeanne	<i>Non, il n'y a pas d'artère pour rejeter le sang</i>	<i>Non, les veines et les artères sont reliés à un poumon</i>	<i>Non, le cœur n'est pas rattaché aux poumons</i>	<i>Oui, le cœur est rattaché des 2 cotés ; il y a des alvéoles pulmonaires ; les artères sont reliés aux muscles pour amener l'oxygène et les veines pour faire repartir le gaz carbonique</i>

Bien que leurs participations en classe soient très différentes, ces quatre élèves ont partiellement problématisé la respiration. Nous avons repéré, à travers l'étude de leurs productions individuelles écrites sur les caricatures, la nécessité du retour du sang vers le cœur et du rejet du CO₂ ainsi que celle du transport et de la distribution de l'O₂. Ces nécessités faisaient partie des objectifs de la séquence (voir la trace écrite finale en Annexe 1). Elles ne sont pas explicitées en tant que telles par ces élèves et nous les avons identifiées à partir du contenu de leurs écrits. Toutefois, la nécessité de l'entrée de l'air et celle du tri ne sont pas mentionnées, mais cela est peut-être lié au contenu des énoncés des caricatures (l'air rentre par la bouche comme le montre la flèche) ou alors il s'agit d'une évidence pour les élèves. Nous pensons également que certaines notions étaient déjà acquises et c'est sans doute pour cela qu'ils n'en donnent pas les raisons. Pour eux, le transport de l'O₂ et du CO₂ semble être acquis pour expliquer la respiration avec « une mise en histoire » : c'est donc l'air qui rentre naturellement, le sang prend le dioxygène dans les poumons et le distribue aux muscles et ramène le CO₂. Ils ne semblent pas avoir perçu les sous-problèmes suivants : l'air ne circulerait pas sans le diaphragme ; l'O₂ est séparé de l'air pour être transporté par le sang ; pourquoi n'est-ce pas l'air qui est transporté ?

Conclusion

L'objectif de notre recherche était de savoir dans quelle mesure les cadrages didactiques, que nous pouvons qualifier de « faibles », réalisés dans les séquences forcées construites dans le but de faire problématiser les élèves atteignent leurs objectifs sans être source de malentendus. Pour cela, nous avons analysé des entretiens réalisés avec quelques élèves après une séquence forcée sur la respiration en classe de CM2 pour identifier les savoirs qu'ils disent avoir construits au terme de la séquence. Puis, nous avons étudié leurs productions individuelles orales et écrites dans l'objectif d'identifier les savoirs qu'ils ont mobilisés lors des moments de travail. Les réponses des élèves lors de l'entretien après enseignement montrent qu'ils sont majoritairement focalisés sur la solution puisque c'est le seul savoir qu'ils restituent. Or, la séquence avait pour but de dépasser cette focalisation pour les amener à construire le problème explicatif de

⁸ Nous avons reproduit les réponses telles qu'elles ont été écrites par les élèves sans correction orthographique.

la respiration. L'analyse de leurs participations orales et de leurs productions écrites montre qu'avec une participation très différente tous ces élèves ont su construire plusieurs nécessités du problème posé. Ils n'ont donc pas, pour la plupart, remobilisé les arguments vus en classe et les nécessités construites puis reportées dans la trace écrite finale pour répondre lors de l'entretien. Cette focalisation sur les solutions semble être un obstacle à l'apprentissage visé ou tout au moins ne pas leur apparaître comme faisant partie des savoirs à restituer. La séquence forcée mise en place n'a pas totalement réussi à emmener les élèves vers les nécessités et à les éloigner des savoirs axés sur les solutions malgré la logique de problématisation qui sous-tend sa mise en œuvre.

Nous avons également pointé que les élèves questionnés n'ont pas perçu les sous-problèmes constitutifs du problème explicatif de la respiration. Nous identifions ainsi des décalages entre la logique de l'enseignante et celle des élèves pouvant être dus, selon nous, à un malentendu lié au contrat didactique et il est nécessaire d'en tenir compte dans les apprentissages par problématisation. Une étude où l'on s'intéresse aussi au niveau social des élèves devrait apporter des éléments pour faciliter cette prise en compte. Toutefois, nous signalons que le questionnement des élèves sur le dispositif et leur ressenti est inhabituel pour eux et la séquence étudiée a été mise en place de façon ponctuelle pendant l'année scolaire. De plus, le contexte du débat dans lequel nous avons relevé les nécessités construites par les élèves n'est pas le même que celui de l'entretien individuel post-séquence ce qui constitue une limite de cette recherche. Cependant, cette étude a le mérite de pointer des éléments et des perspectives qui ouvrent la voie vers le développement des recherches menées sur les apprentissages par problématisation.

Annexes

Annexe 1

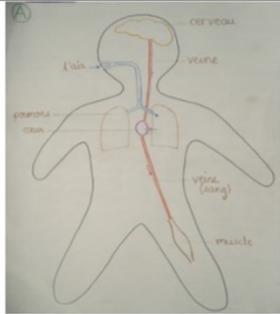
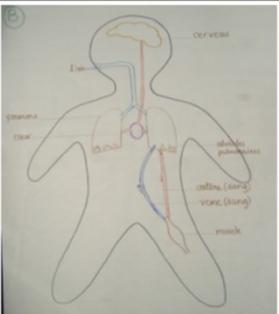
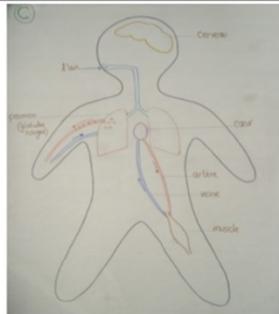
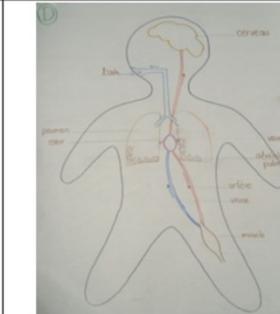
Texte de savoir final construit par la classe

Pour que le sang s'approvisionne en oxygène en continu, il faut				
	1. Une entrée de l'air	2. Un tri et un passage de l'O ₂ dans le sang	3. Un transport et une distribution aux organes	4. Un retour du CO ₂ produit et un rejet
Où ?	– Bouche, nez, trachée-artère – Bronches – Poumons	– Alvéoles pulmonaires – Vaisseaux sanguins (artères)	– Globules rouges – Artères – Muscles, organes – Cœur – Veines	– Veines – Poumons – Alvéoles pulmonaires – Trachée-artère – Bouche, nez
Comment ?	On inspire de l'air (bouche/nez) qui passe par la trachée-artère, les bronches et les poumons grâce à la contraction du diaphragme	L'air est trié par les alvéoles pulmonaires pour ne laisser passer que l'oxygène vers les vaisseaux sanguins	Le sang oxygéné (globules rouges conduit l'O ₂) va dans le cœur pour être propulsé et pompé via les artères vers les organes et les muscles	L'oxygène est utilisé et remplacé par le CO ₂ , il remonte par les veines jusqu'au cœur qui l'envoie vers les poumons. Le diaphragme se contracte pour faire le chemin inverse

Annexe 2

Document distribué aux élèves suite au débat scientifique (Buverte, 2014)

Problème : Comment le sang s'approvisionne-t-il en oxygène ?

Préciser pour chacun des schémas si cela peut ou non fonctionner et pourquoi ?				
Schémas et texte explicatif				
	L'air passe dans les poumons, puis dans le cœur qui le distribue aux muscles et aux organes par les veines.	L'air passe dans les poumons, puis dans les alvéoles pulmonaires. Après les artères distribuent l'oxygène qui est utilisé par les muscles. Les veines ramènent le gaz carbonique, produit par les muscles, jusqu'aux poumons qui le rejettent.	L'air rentre aux poumons, où les globules rouges transportent l'oxygène aux organes. Le cœur propulse le sang par les artères vers les muscles et les veines le ramènent au cœur.	L'air va dans les poumons, puis dans les alvéoles pulmonaires. L'oxygène passe dans le cœur par les veines, puis il est distribué par les artères vers les muscles. Ceux-ci utilisent l'oxygène et produisent le gaz carbonique, qui est transporté par les veines au cœur puis envoyé aux poumons pour être rejeté.
	Peut-il fonctionner ? (oui /non)			
	Pourquoi ?			

BIBLIOGRAPHIE

- Bautier E. et Rayou P. (2013). *Les inégalités d'apprentissage. Programmes, pratiques et malentendus scolaires*. Presses universitaires France.
- Bizon-Pastezeur, C. (2018). *Rapports à la problématisation des élèves de l'école primaire en sciences : étude des décalages entre les points de vue des élèves, de l'enseignante et de la chercheuse* [Thèse de doctorat en Sciences de l'éducation, Université de Nantes]. <https://www.theses.fr/2018NANT2030>
- Bonnéry, S. (2009). Scénarisation des dispositifs pédagogiques et inégalités d'apprentissage. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, 167, 13-23. <https://journals.openedition.org/rfp/1246>
- Bonnéry, S. (2015). Supports pédagogiques et inégalités scolaires. *Recherches en Didactiques*, 2(20), 75-82. <https://www.cairn.info/revue-recherches-en-didactiques-2015-2-page-75.htm>
- Buverte, M. (2014). *La construction problématisée des savoirs scientifiques dans une séquence d'enseignement-apprentissage au cycle 3* [Mémoire de Master de recherche, Université de Nantes], non publié.
- Chalak, H. (2012). Problématisation et construction de textes de savoirs dans le domaine du magmatisme au collège. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 6, 119-160. <https://doi.org/10.4000/rdst.120>
- Chalak, H. (2013). Magmatisme et conditions de construction de textes de savoirs problématisés au collège. *Recherches en Éducation*, 5, 110-112. <https://journals.openedition.org/ree/9163>
- Chalak, H. (2016). Outils d'aide à la problématisation : l'utilisation des caricatures autour du magmatisme des zones de subduction en terminale S. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 14, 63-94. <https://doi.org/10.4000/rdst.1423>
- Chalak, H. et Briaud, P. (2020). Problématisation et malentendus scolaires : étude d'une séquence forcée sur la respiration au cycle 3. Dans : *10èmes rencontres scientifiques de l'ARDiST*. https://ardist.org/wp-content/uploads/2021/04/ARDIST_2018.pdf
- Fabre, M. (2016). *Le sens du problème problématiser à l'école ?* De Boeck. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01527114>
- Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences : problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. De Boeck. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01190778>

Orange, C. et Orange Ravachol, D. (2007). Problématisation et mise en texte des savoirs scolaires : le cas d'une séquence sur les mouvements corporels au cycle 3 de l'école élémentaire. Dans *Actes des cinquièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST* (305-312).

Orange, D. et Guerlais, M. (2005). Construction de savoirs et rôle des enseignants dans une situation de débat scientifique à l'école élémentaire : comparaison de deux cas. *Actes du 5^e Colloque International Recherche(s) et Formation*, Nantes, 14-16 février 2005. Cédérom, 10 pages.

Orange Ravachol, D. (2012). *Didactique des sciences de la vie et de la Terre entre phénomènes et événements*. Presses universitaires de Rennes.

Rayou, P. (2018). Pédagogie explicite. *Recherche et formation*, 87, 97-107.

Van Brederode, M. (2019). Les textes de savoirs dans les cahiers de SVT des élèves de 6^e. Problématisation et inégalités. *Recherches en didactiques*, 28, 89-100. <https://www.cairn.info/revue-recherches-en-didactiques-2019-2-page-89.html>