

**Rapport au vivant et à l'expérimental, dans une  
situation de conception expérimentale sur la  
fermentation alcoolique Symposium : Construction du  
rapport au vivant en milieu scolaire**

Catherine Bonnat, Patricia Marzin, Isabelle Girault

► **To cite this version:**

Catherine Bonnat, Patricia Marzin, Isabelle Girault. Rapport au vivant et à l'expérimental, dans une situation de conception expérimentale sur la fermentation alcoolique Symposium : Construction du rapport au vivant en milieu scolaire. 10e rencontres de l'ARDIST, Mar 2018, Saint Malo, France. <hal-01754056>

**HAL Id: hal-01754056**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01754056>**

Submitted on 30 Mar 2018

**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.

# Rapport au vivant et à l'expérimental, dans une situation de conception expérimentale sur la fermentation alcoolique

Catherine Bonnat  
Patricia Marzin  
Isabelle Girault  
Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP\*, LIG, F-38000  
Grenoble France

\* Institute of Engineering Univ. Grenoble Alpes

## Construction du rapport au vivant en milieu scolaire

Organisé par : Céline Grancher & Catherine Simard

Avec les contributions de : Bonnat Catherine, Marzin Patricia &  
Girault Isabelle / Grancher Céline / Simard Catherine

Discutant.e : Eliane Pautal

### Résumé

Nous présentons les résultats d'une analyse des conceptions d'élèves de terminale scientifique sur le concept du vivant, au cours d'une activité de conception expérimentale avec l'environnement numérique LabBook. Nous avons étudié l'influence de l'activité de rédaction du protocole expérimental, sur l'évolution des conceptions des élèves. Pour cela, nous avons proposé aux élèves des questionnaires pré et post test, afin d'étudier leurs conceptions initiales ainsi que leurs évolutions sur ce concept du vivant, à partir de l'étude d'une de ses manifestations, le métabolisme de la fermentation alcoolique. Nous avons également effectué une analyse des protocoles produits dans LabBook, qui nous informe des connaissances sur le vivant mobilisées par les élèves. La finalité de ce travail consiste à fournir des préconisations, pour la mise en place de rétroactions automatiques personnalisées dans LabBook.

### Mots-clés

Vivant, fermentation alcoolique, conception expérimentale, difficultés, logiciel

## ***Relation to the living and the experiment, in an experimental design situation about the alcoholic fermentation***

### **Abstract**

*We present the results of an analysis of 12<sup>th</sup> grade students' misconceptions on the living concept, during an experimental design activity with the LabBook software. We studied the influence of the writing of the experimental protocol during the experimental design activity, on the students' misconceptions. For this purpose, students answered a questionnaire (pre and post test). This enabled us to study their initial conceptions, as well as their evolution on this living concept, contextualized in the alcoholic fermentation situation. We also analysed the knowledge mobilized by the students in their protocols written in LabBook. The final goal of this work is to provide recommendations to set up automatic personalized feedback in LabBook.*

### **Key-words**

*living, alcoholic fermentation, experimental design, difficulty, software*

## CONTEXTE

Ce travail se place dans le contexte général de la démarche d'investigation et plus précisément celui du rôle des activités pratiques dans l'apprentissage des sciences (Millar, 2004). De très nombreux travaux en didactique des sciences ont mis en lumière les enjeux et l'intérêt de la démarche d'investigation (Calmette & Boilevin, 2014) mais également les difficultés méthodologiques et conceptuelles rencontrées par les élèves (Marzin-Janvier, 2013). Plusieurs auteurs ont ainsi montré que l'activité de conception expérimentale implique davantage les élèves dans la démarche en mobilisant leurs connaissances ce qui les aide à faire des liens entre les activités pratiques et les concepts en jeu (Etkina *et al.*, 2010).

Du côté institutionnel, cela s'est traduit notamment par la mise en place de l'évaluation des compétences expérimentales (ECE) en classe de terminale scientifique qui donne une place plus importante à la démarche d'investigation et à la conception expérimentale dans les apprentissages.

Plusieurs travaux en didactique des sciences proposent également un état des lieux des conceptions des élèves sur la plupart des concepts enseignés de la maternelle à l'université sur lequel nous nous appuyons.

L'originalité du travail présenté réside dans le suivi individuel de l'évolution des conceptions des élèves lors d'une activité de conception expérimentale sur le thème de la fermentation alcoolique. Le vivant est un thème pivot dans les programmes de sciences du cycle 1 à la classe de terminale S, et le métabolisme cellulaire met en jeu des notions clés des programmes de sciences en France. Il peut donner lieu à une approche interdisciplinaire et il a la particularité de pouvoir être abordé par le biais d'expérimentations.

## CADRE THEORIQUE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

La conception de protocoles expérimentaux sur le vivant doit prendre en compte la variabilité, la spécificité, la diversité et la complexité propre au vivant, ce qui est une source de difficultés chez les élèves selon Coquidé, Bourgeois-Victor & Desbeaux-Salviat (1999). Afin d'identifier ces difficultés au regard des éléments de la littérature, nous proposons dans le tableau 1 une synthèse des travaux didactiques à travers une formulation de conceptions d'élèves centrées sur le vivant et contextualisées à l'étude de la fermentation alcoolique. Nous les regroupons selon les concepts enjeux d'apprentissage.

Tableau 1 : synthèse des conceptions des élèves concernant l'étude de la fermentation alcoolique

<b>Concepts à l'origine de difficultés</b>	<b>Conceptions</b>
Conditions du milieu : - Température - Anaérobie	- la réaction optimale de fermentation est indépendante de la température du milieu ( <i>Schneeberger &amp; Rodriguez, 1999</i> ) - la respiration est un phénomène naturel, indispensable à la vie ( <i>Guyon, 1987</i> )
Microorganismes : - Vivant - Type de microorganisme (levure)	- la réaction de fermentation alcoolique se déroule indépendamment d'un organisme vivant ( <i>Schneeberger &amp; Rodriguez, 1999</i> ) - les levures sont des bactéries ( <i>Songer &amp; Mintzes, 1994</i> )
Caractérisation de la réaction : échanges gazeux avec le milieu	- l'air est « vide » ( <i>Astolfi &amp; Peterfalvi, 1997</i> ) - les gaz ne se dissolvent pas dans le milieu ( <i>Stavy, 1990</i> )

Les conceptions des apprenants sont mobilisées dans une situation et un contexte donné et peuvent évoluer. Notre étude s'inscrit dans ce cadre et vise à répondre aux questions de recherche suivantes : comment les élèves mobilisent-ils leurs connaissances lors de l'activité de conception expérimentale ? Comment évoluent les conceptions des élèves, pendant et après l'activité de conception expérimentale proposée sur le métabolisme de la fermentation alcoolique ? Nous faisons l'hypothèse que nous allons identifier dans les protocoles des élèves des erreurs qui pourraient être associées à certaines difficultés identifiées *a priori*. Nous faisons aussi l'hypothèse que l'activité de conception expérimentale contextualisée à l'étude de la fermentation alcoolique, fait évoluer les conceptions des élèves vers les concepts attendus par l'institution. Néanmoins certaines conceptions pourraient être tenaces et la conséquence d'un obstacle.

## METHODOLOGIE

Nous présentons dans un premier temps, la situation proposée aux élèves, puis le plan expérimental utilisé, ainsi que la méthodologie d'analyse des questionnaires et des productions d'élèves qui ont permis d'identifier leurs conceptions en lien avec celles identifiées dans la littérature.

## **Situation de conception expérimentale proposée aux élèves**

Il s'agit d'une situation d'apprentissage étudiée en terminale scientifique de spécialité SVT, proposée dans le cadre des ECE. La tâche proposée aux élèves consiste à utiliser la démarche d'investigation afin de mettre en évidence le métabolisme de la fermentation alcoolique chez les levures.

Afin de répondre au problème posé, les élèves doivent réaliser l'ensemble des étapes d'une démarche d'investigation et écrire un protocole expérimental qu'ils exécuteront par la suite. Pour aider les élèves dans cette tâche d'écriture du protocole, nous proposons une pré structuration du protocole, avec la plateforme informatique LabBook. L'étude des productions d'élèves dans ce contexte va nous aider à identifier les difficultés rencontrées par les élèves lors de la conception expérimentale. En effet, cette pré structuration a été proposée à partir d'une modélisation didactique des connaissances en jeu, croisée avec une analyse des difficultés obtenue après analyse de la bibliographie.

### **Plan expérimental et analyse des données**

L'expérimentation a été menée dans cinq classes de terminale scientifique dans deux lycées en mai 2016. En amont de la séance incluant la situation de conception expérimentale dans LabBook, les élèves répondent à un questionnaire (pré-test) individuel, composé de douze questions élaborées en lien avec les difficultés identifiées *a priori* sur le métabolisme de la fermentation alcoolique.

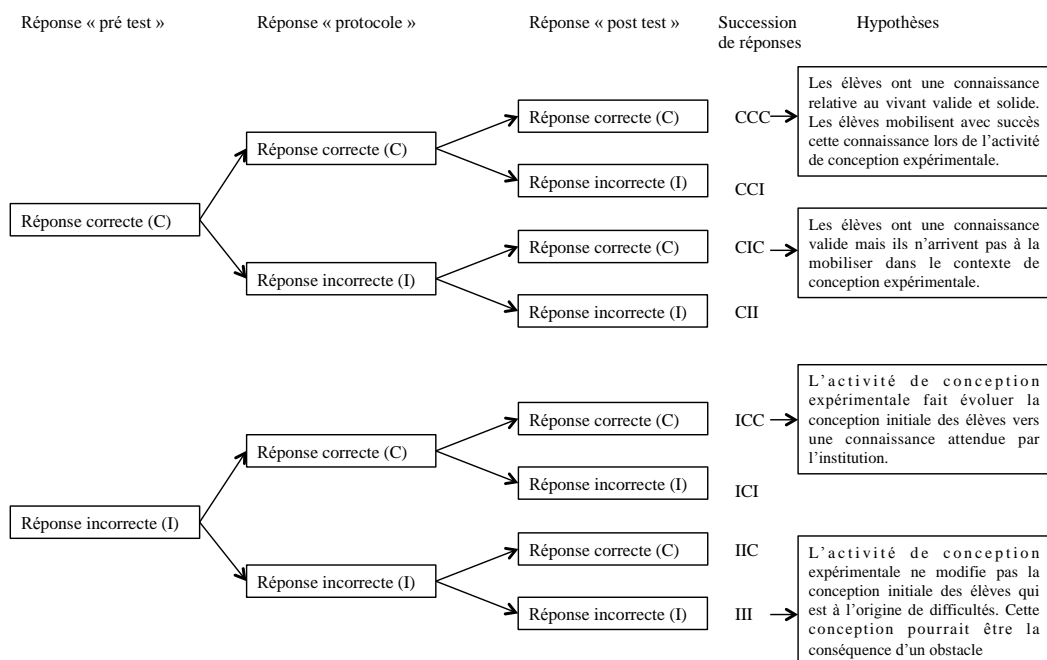
Puis, la séance s'est déroulée en deux temps : un temps individuel de conception expérimentale d'une durée de quarante minutes, avec la plateforme LabBook, puis un temps d'exécution du protocole. Immédiatement à la suite de l'activité de conception expérimentale, les élèves répondent à un questionnaire (post-test) dont la formulation des questions est la même que celle proposée au pré-test.

Afin de suivre l'évolution des conceptions des élèves sur l'ensemble des phases de l'expérimentation, nous utilisons les questionnaires et les protocoles produits par les élèves présents à l'ensemble des phases de l'expérimentation (pré-test – protocole – post-test), soit 54 élèves au total.

L'analyse comparative des questionnaires et des protocoles a été réalisée à partir d'une grille commune qui met en relation les concepts et conceptions qui s'y rapportent (Tableau I) avec les réponses du questionnaire ou les actions paramétrées des protocoles des élèves. Les réponses incorrectes sont les indicateurs d'une conception d'élève identifiée. Les réponses correctes sont les indicateurs d'une connaissance scientifique mobilisée par les élèves et conforme aux attentes institutionnelles. Nous

suivons l'évolution des connaissances scientifiques et des conceptions tout au long des activités proposées, à partir de l'ensemble des productions d'élèves (pré-test - protocole - post-test). Nous obtenons huit successions de réponses (Figure 1). À travers l'analyse de la répartition des élèves selon ces successions de réponses, nous cherchons à identifier des profils de réponses pertinents pour notre étude et pour lesquels nous émettons des hypothèses.

Figure 1 : successions de réponses possibles des élèves entre les questionnaires et le protocole .



## RESULTATS ET DISCUSSION

Nous avons répertorié les profils de réponse pour chaque concept présenté dans le tableau 1. Nous présentons ici seulement les profils les plus représentés.

L'analyse des réponses des élèves à propos de la condition de **température du milieu** révèle un profil majoritaire du type ICI (33 élèves sur 54). Il s'agit d'un type de profil que nous n'avions pas anticipé. La situation semble aider les élèves à mobiliser leurs connaissances, cependant, décontextualisée de l'activité, les élèves ne font pas pour autant le lien avec la connaissance visée, ce qui se traduit par des réponses incorrectes dans le post-test. Le deuxième profil identifié est III (16 élèves), qui correspond

à des réponses incorrectes aux questionnaires et dans le protocole produit. Ces résultats montrent que le concept de température du milieu reste à l'origine de difficultés chez les élèves et que l'activité proposée de conception expérimentale ne permet pas de faire évoluer la conception initiale des élèves, que l'on peut qualifier de tenace. Les élèves n'identifient pas la levure comme un organisme vivant et ne prennent donc pas en compte les contraintes biologiques spécifiques (Schneeberger & Rodriguez, 1999).

Les résultats sont plus dispersés concernant **la condition d'anaérobie**. Cependant, deux successions de réponses sont majoritairement représentées, CCC (12 élèves) et ICC (15 élèves). Selon nos hypothèses, cela traduit respectivement des connaissances solides dans le premier cas, et un changement de conception suite à l'activité dans le deuxième cas. La confusion entre les métabolismes de respiration et de fermentation liée à la surreprésentation du dioxygène (Guyon, 1987) a été dépassée chez ces 15 élèves.

Les concepts relatifs à **l'implication d'un microorganisme vivant et au type de microorganisme** à l'origine de la réaction de fermentation alcoolique se distinguent par un profil majoritaire d'élèves du type CCC, représenté respectivement par 31 et 43 élèves sur 54. Ces réponses traduisent une connaissance mobilisée solide car la connaissance est stable dans les trois productions. La succession de réponse du type ICC est mise en évidence chez 8 élèves concernant la nécessité d'impliquer un microorganisme et 6 élèves concernant le type de microorganisme. Ceci traduit un changement de conception pendant l'activité qui semble favoriser l'évolution des conceptions initiales des élèves identifiées dans les travaux de Songer & Mintzes (1994) et Schneeberger & Rodriguez (1999) vers des connaissances attendues par l'institution.

À l'inverse, la maîtrise du **concept d'échanges gazeux entre les milieux**, est difficile (Stavy, 1990). En effet, 38 élèves proposent les mêmes réponses incorrectes de façon récurrente ce qui se traduit par un profil majoritaire du type III. Nous retrouvons aussi le profil du type IIC (12 élèves), non anticipé, pour lequel nous n'avons pas émis d'hypothèse. L'activité proposée semble ne pas faire évoluer ces conceptions qui semblent tenaces. L'obstacle lié à l'invisibilité du gaz identifié dans les travaux d'Astolfi & Peterfalvi (1997) pourrait être à l'origine de ces erreurs.

La mise en évidence de la présence de conceptions tenaces nécessite des aides adaptées sur la plateforme LabBook, qui prendraient par exemple la forme de rétroactions par l'EIAH (éventuellement accompagnées par l'enseignant), ce qui ouvre de nouvelles perspectives de recherche.



## BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI J.-P., & PETERFALVI B. (1997). Stratégies de travail des obstacles : dispositifs et ressorts. *Aster*, n° 25, p. 194-216.
- CALMETTE, B. & BOILEVIN, J.-M., (2014). Le modèle investigation-structuration et l'actualité des tensions autour des constructivismes. *RDST*, n° 9, p. 103-128. ENS Lyon.
- COQUIDE M., BOURGEOIS-VICTOR P. & DESBEAUX-SALVIAT B. (1999). « Résistance du réel » dans les pratiques expérimentales. *Aster*, n° 28, p. 57-77.
- ETKINA E., KARELINA A., & RUIBAL-VILLASENOR M. (2010). Design and reflection help students develop scientific abilities: Learning in introductory physics laboratories. *Journal of the Learning Sciences*, n° 19, p. 54-98.
- GUYON J. (1987). Travail autonome au lycée et élaboration du concept de respiration. *Aster*, n° 4, p. 155-177.
- MARZIN-JANVIER P. (2013). Comment donner du sens aux activités expérimentales ? Note de synthèse pour l'HDR. Université Joseph Fourier-Grenoble 1. Soutenue le 7 juin 2013. 196 p.
- MILLAR R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science. High school science laboratories: Role and vision*. National academy of sciences, Washington, DC.
- SCHNEEBERGER P. & RODRIGUEZ R. (1999). Des lycéens face à une investigation à caractère expérimental : un exemple de première S. *Aster*, n° 28, p. 79-105.
- SONGER C. & MINTZES J. (1994). Understanding cellular respiration: an analysis of conceptual change in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, n° 31, p. 621-637.
- STAVY R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 3, n° 27, p. 247-266.