



HAL
open science

L'expérimentation pour lever des obstacles dans les apprentissages : l'exemple des microorganismes dans les aliments au cycle 3

Justine Bodin

► **To cite this version:**

Justine Bodin. L'expérimentation pour lever des obstacles dans les apprentissages : l'exemple des microorganismes dans les aliments au cycle 3. Education. 2022. dumas-03706006

HAL Id: dumas-03706006

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03706006>

Submitted on 27 Jun 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Master MEEF

« Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation »

Mention premier degré

Mémoire

**L'expérimentation pour lever des obstacles dans les
apprentissages. L'exemple des microorganismes
dans les aliments au cycle 3.**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master 2

**Écrit par
Justine Bodin
Années 2021-2022**

Directeur de mémoire : Francis Rouquet
Membre de la commission : Solène Humblot

Table des matières

Tableau des figures.....	5
Tableau des tableaux.....	6
Introduction.....	7
1. Cadre théorique.....	10
1.1. Apprendre et faire apprendre	10
1.1.1. Définitions du mot apprendre	10
1.1.2. Le triangle pédagogique	11
1.1.3. Les différentes situations d'apprentissage.....	12
1.1.3.1. Apprendre à travers une situation	12
1.1.3.2. Apprendre par le savoir.....	13
1.1.3.3. Apprendre par la méthode.....	13
1.1.3.4. L'apprentissage par la production.....	14
1.1.4. Les obstacles à l'apprentissage	14
1.1.4.1. Des représentations aux obstacles à l'apprentissage	14
1.1.5. Les postures enseignantes favorisant l'émergence des représentations des élèves	15
1.1.5.1. Une écoute attentive.....	15
1.1.5.2. Chercher le sens que donnent les élèves aux représentations.....	16
1.1.5.3. Développer un regard nouveau sur la pensée des élèves.....	17
1.2. Problématiser en sciences de la vie	17
1.2.1. Les composantes des problèmes scientifiques	17
1.2.2. Les spécificités du problème scientifique.....	18
1.2.2.1. La critique permanente des solutions	19
1.2.2.2. Relations circulaires entre savoirs et problème	19
1.2.2.3. Importance de la construction du problème	19
1.2.3. Le rôle de l'enseignant	20
1.2.3.1. La réflexion d'une question de départ pour chercher	21
1.2.4. Le rôle du langage dans la problématisation	22
1.3. Expérimentation en classe	22
1.3.1. Les attentes institutionnelles	23
1.3.2. Précautions.....	24
1.3.2.1. L'activité scientifique est organisée avant tout par le travail de problèmes explicatifs	24
1.3.2.2. Le travail scientifique ne peut pas se limiter à un travail expérimental	24
1.3.3. Les intérêts pédagogiques et didactiques de l'expérimentation	25

1.3.3.1.	Une motivation intrinsèque pour l'élève	25
1.3.3.2.	Déconstruire les représentations initiales des élèves.....	25
1.3.4.	L'incontournable rapport à l'écrit	26
1.3.5.	Les obstacles à l'apprentissage des élèves.....	27
1.3.5.1.	La perspective expérimentale du vivant	27
1.3.5.2.	La multiplicité des savoirs en jeu.....	28
1.3.6.	Les difficultés de la mise en place des expérimentations par les enseignants	28
1.3.6.1.	Le manque de formation.....	28
1.4.	Le monde des microorganismes.....	29
1.4.1.	L'étude des microorganismes au cycle 3.....	29
1.4.2.	Les différents microorganismes	30
1.4.2.1.	Définition.....	30
1.4.2.2.	Les microorganismes néfastes et utiles au fonctionnement de l'organisme.....	30
1.4.3.	L'exemple du pain	31
1.4.3.1.	Le rôle des ingrédients	31
1.4.3.2.	Amélioration de la production	31
1.4.4.	Etude d'un manuel	32
1.4.4.1.	Etude de la trace écrite sur les aliments produits par transformation	32
1.4.4.2.	La notion de transformation en lien avec la santé.....	32
1.4.4.3.	Définition d'un aliment transformé	33
1.4.4.4.	Les degrés de transformation des aliments	33
1.4.5.	Les levures intervenant dans la fabrication du pain.....	34
1.4.5.1.	Définition.....	34
1.4.5.2.	Le rôle des levures dans la fabrication du pain	35
1.4.5.3.	La transformation des levures dans les étapes de fabrication du pain.....	36
2.	Le cadre méthodologique.....	38
2.1.	Le contexte de l'étude.....	38
2.1.1.	L'école et la classe	38
2.2.	Le thème et la séquence d'apprentissage.....	39
2.2.1.	La première séance : récolte des représentations initiales des élèves.....	39
2.2.2.	La deuxième séance : l'expérimentation.....	40
2.2.3.	La troisième séance : le retour en collectif	40
2.3.	Le recueil de données.....	41
2.3.1.	L'hypothèse de recherche	41
2.3.2.	L'analyse des productions des élèves.....	41
3.	L'analyse de nos données.....	43

3.1.	Les modes de représentations du problème.....	43
3.2.	Une situation de recherche ouverte : la nécessité de focaliser notre analyse	45
3.3.	L'évolution des représentations des élèves	47
3.4.	Des représentations initiales persistantes	48
3.4.1.	Le verbe lever : un biais cognitif.....	49
3.4.2.	L'obstacle de l'expérience première	49
3.4.3.	L'obstacle de l'infiniment petit.....	51
3.4.4.	L'obstacle de la connaissance	51
4.	La discussion.....	53
4.1.	Les principaux résultats obtenus.....	53
4.2.	Validation de l'hypothèse.....	54
4.3.	Les concordances et discordances avec la recherche	54
4.4.	L'inattendu de la recherche.....	55
4.5.	La validité des résultats	56
5.	Conclusion	58
	Bibliographie.....	60
	Sitographie	61
	Annexes	63
	4 ^{ième} de couverture	80

Tableau des figures

<i>Figure 1 : Le triangle pédagogique de Jean Houssaye.....</i>	<i>p.11</i>
<i>Figure 2 : Trace écrite sur les aliments produits par une transformation.....</i>	<i>p.32</i>
<i>Figure 3 : Image colorée d'une levure Saccharomyces cerevisiae au microscope.....</i>	<i>p.35</i>
<i>Figure 4 : processus de fermentation en anaérobiose.....</i>	<i>p.35</i>
<i>Figure 5 : processus de fermentation en aérobiose.....</i>	<i>p.35</i>
<i>Figure 6 : La répartition des élèves de la classe par groupe.....</i>	<i>p.39</i>
<i>Figure 7 : consigne donnée aux élèves.....</i>	<i>p.40</i>
<i>Figure 8 : Les outils de communication des élèves.....</i>	<i>p.44</i>
<i>Figure 9 : les paramètres expliquant le pain plat pour les élèves (sauf levure)</i>	<i>p.46</i>
<i>Figure 10 : légende d'analyse des transcriptions.....</i>	<i>p.47</i>
<i>Figure 11 : Les différents types de levure que les élèves utilisent dans la recherche.....</i>	<i>p.50</i>

Tableau des tableaux

Tableau 1 : Les attentes du socle commun autour des expérimentations.....p.23

Tableau 2 : La température et la fermentation, données issues de Springer (1999, p.36)...p.36

Tableau 2 : Légendes et de leurs correspondances concernant les transcriptions.....p.42

Introduction

L'éducation à l'alimentation intervient dans les écoles dès le plus jeune âge. L'école s'empare de cette thématique notamment via le volet éducation à la santé. Selon Stengel¹ (2017, p.9), « *l'éducation alimentaire, jusqu'à présent assujettie au goût, va dorénavant participer à la découverte du savoir manger tout au long de la vie.* ». En effet, selon lui, l'éducation à l'alimentation est la priorité tant elle conditionne durablement les pratiques alimentaires tout au long de la vie des élèves. Ainsi, nous avons toujours voulu choisir un sujet de mémoire sur l'éducation à l'alimentation.

De plus, au cours de ces dernières années, nos habitudes alimentaires ont beaucoup changé. En effet, un rapport de l'INSEE publié en 2015² nous apprend qu'en 2014, « *les trois quarts du budget alimentaire concernent l'alimentation à domicile, le quart restant étant dépensé dans les restaurants, cantines, débits de boissons, etc. Cette structure a nettement évolué : en 1960, 86 % de la consommation alimentaire se faisait au domicile* ». La fermeture des restaurants lors de la crise sanitaire Covid-19 a poussé temporairement les Français à manger chez eux. Pour ce qui est de la préparation des repas avant la crise sanitaire, le rapport nous dit que « *Depuis 1960, la consommation de plats préparés s'accroît de 4,4 % par an en volume par habitant (contre + 1,2 % pour l'ensemble de la consommation alimentaire à domicile). Les changements de modes de vie s'accompagnent d'une réduction du temps de préparation des repas à domicile (- 25 % entre 1986 et 2010) et profitent à des produits faciles d'emploi, tels que les pizzas ou les desserts lactés frais.* ». Face à ces changements, il semble aujourd'hui important de redonner du sens autour du sujet de l'alimentation. Aujourd'hui, les besoins alimentaires sont grandissants avec l'accroissement de la population mondiale et l'un des défis du monde moderne est de nourrir l'intégralité des habitants de la planète. Il est corrélé à l'accroissement de consommation d'aliments transformés voire ultra-transformés. Grand nombre des aliments que nous mangeons sont transportés à travers le monde, à l'aide de

¹ Enseignant chercheur en sciences de la communication et ayant comme objet d'étude l'alimentation

² Brigitte Laroche et Joan Sanchez-Gonzalez (2015, 9 octobre). *Cinquante ans de consommation alimentaire : une croissance modérée, mais de profonds changements* - Insee Première - 1568. Consulté le 26 avril 2022 sur <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1379769#:text=Depuis%201960%2C%20les%20m%C3%A9nages%20consacrent,l'ensemble%20de%20la%20consommation>.

plusieurs intermédiaires. Ces habitudes alimentaires font face à des problématiques environnementales et de santé. Nous pouvons penser aux énergies nécessaires pour transporter nos aliments, le nombre colossal d'intermédiaires nécessaires à la production, la présence de nombreuses transformations jusqu'à l'assiette, les importants besoins en eau des cultures et élevages... Par ailleurs, selon le ministère de la santé, en 2022³, 8 millions de français souffrent d'obésité et 17% des enfants et des adolescents sont en surpoids dont 4% en situation d'obésité.

Ce constat interroge les pratiques agricoles, les techniques de production et de fabrication des aliments et donc les questions socialement vives. Les questions socialement vives sont des questions à propos desquelles les opinions divergent et qui ont des implications dans un ou plus des domaines suivants : biologique, social, éthique, politique, économique, environnemental... Ce sont des sujets d'actualité intrinsèquement controversés et soulevant des débats en société (Simonneaux, 2006). Pache (2014) propose une autre définition des questions socialement vives qui nous paraît pertinente pour notre analyse. Les QSV correspondent à des questions qui sont construites dans des savoirs scolaires mais aussi hors de ce système. Ainsi, « *les questions socialement vives sont en outre complexes et porteuses d'incertitudes. En effet, leur résolution nécessite de prendre en compte non seulement les progrès des disciplines scientifiques mais également leurs « implications sociales » ainsi que les idéologies et les valeurs qui accompagnent les décisions.* » (Pache, 2014, p.29). Nous comprenons qu'elles sont complexes car leurs implications sociales sont variées. Autrement dit, nos façons de manger sont déterminées par de nombreux facteurs : culture familiale, habitudes alimentaires, capacités financières qui sont tous imbriqués. Il est donc difficile de faire bouger les représentations et important de multiplier les propositions pédagogiques à ce sujet.

L'école primaire se doit d'œuvrer en tant qu'école de la république formant les citoyens de demain capables de faire des choix éclairés en matière d'alimentation. Par conséquent, le programme en sciences et technologies traite de ces questions. Nous allons nous intéresser ici plus particulièrement à la rubrique « *Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent* » et plus précisément sur l'explication des « *besoins variables en aliments de l'être humain ; l'origine et les techniques mises en œuvre pour transformer et conserver les aliments* » (B.O

³ Ministère des Solidarités et de la Santé. Soins et santé maladie. (Mars 2022) Consulté le 18 mars 2022, à l'adresse <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialisees/obesite/>

n°31 du 30 juillet 2020, p.83). Il est attendu des élèves de construire des connaissances et des compétences autour des fonctions de nutrition de l'être humain notamment sur la mise en évidence de la place des microorganismes dans la production et conservation des aliments. Avec le développement de la production alimentaire de masse, les aliments proposés aux élèves sont parfois très transformés et n'ont plus grand-chose à voir avec la matière première. Aborder la place des microorganismes en classe permet de reposer les questionnements suivants : que contiennent réellement nos aliments, comment se transforment et se conservent-ils ?

Toutes ces interrogations nous ont permis de définir notre question de recherche, à laquelle nous tenterons de répondre tout au long de ce mémoire : **En quoi l'expérimentation permet de lever certains obstacles à l'apprentissage sur le sujet des levures dans la fabrication du pain ?**

Dans un premier temps, nous développerons dans notre cadre théorique plusieurs concepts. Tout d'abord, celui d'apprentissage. Nous tenterons de le définir, d'en comprendre les enjeux. Ensuite, nous nous intéresserons à la problématisation. La problématisation est un concept clé des recherches en didactique des sciences et nous comprendrons pourquoi. Nous nous attarderons ensuite sur la démarche de recherche que nous allons utiliser : l'expérimentation. Enfin, nous nous focaliserons sur le contenu d'apprentissage, ici les microorganismes servant à la fabrication et à la conservation des aliments. Dans un second temps, nous exposerons notre cadre méthodologique : celui-ci permet de mettre en contexte ainsi que d'expliquer la manière dont nous avons recueilli nos données. Nous les analyserons par la suite puis nous en proposerons une discussion, afin de prendre du recul sur notre analyse.

1. Cadre théorique

Pour ancrer notre analyse dans une recherche en sciences de l'éducation, nous allons d'abord étudier la façon d'apprendre des élèves (1.1). Pour dépasser les connaissances communes et inscrire notre travail comme recherche scientifique, nous essayerons que ce questionnement soit problématisé par l'enseignant et par les élèves (1.2). Le B.O propose que cette problématisation puisse prendre la forme « *d'expériences pasteuriennes* »⁴ pour montrer la place des microorganismes ou encore la réalisation de « *transformations alimentaires (yaourts, pâte levée)* ». C'est pourquoi, l'analyse de l'expérimentation semble un axe de recherche pertinent pour notre recherche (1.3). Enfin, nous nous intéresserons à la composition des aliments et plus particulièrement aux micro-organismes (1.4).

1.1. Apprendre et faire apprendre

L'apprentissage est un concept vaste et complexe. Les recherches sur l'apprentissage des élèves à l'école et plus particulièrement dans les enseignements scientifiques permettent de mieux comprendre le fonctionnement des élèves. Harlen⁵ (2012, p.2) développe bien cette idée : « *depuis le début des années 80, l'essor des recherches sur la manière dont les enfants apprennent la science a conduit à une meilleure compréhension des processus d'apprentissage, de la façon dont se forment les idées des enfants, des types d'expériences qui facilitent le développement des concepts scientifiques et de la capacité qu'ont les enfants à utiliser le matériel* ». Ainsi, dans cette partie de notre cadre théorique, nous chercherons à définir l'apprentissage. Puis, nous creuserons la vision de l'apprentissage du pédagogue Houssaye. Nous chercherons aussi à comprendre les différentes façons d'apprendre. Enfin, nous ferons une focale sur les obstacles à l'apprentissage.

1.1.1. Définitions du mot apprendre

Dans le sens commun, apprendre signifie chercher à acquérir un ensemble de connaissances ou de compétences par un travail intellectuel ou par l'expérience (dictionnaire Le Robert). La psychologie scientifique précise cette définition en d'autres termes.

⁴ Une expérience pasteurienne est appelée ainsi en référence à Pasteur. Une expérience pasteurienne est une expérience qui consiste à se prémunir des germes par des techniques comme la stérilisation par exemple.

⁵ Wynne Harlen est une universitaire et spécialiste mondialement reconnue d'éducation à la science, elle a dirigé le Scottish Council for Research in Education, et obtenu le Prix Purkwa en 2009.

L'apprentissage est alors défini comme toute modification stable des comportements ou des activités psychologiques attribuables à l'expérience du sujet. (Encyclopédie Universalis France). En effet, apprendre est entendu ici comme durable et est donc rarement le produit d'une simple transmission enseignant-élève. Ces définitions peuvent être approfondies par les apports de chercheurs en sciences de l'éducation. Nous faisons le choix de mobiliser le triangle pédagogique d'Houssaye.

1.1.2. Le triangle pédagogique

Houssaye (1988) définit tout acte pédagogique comme l'espace entre 3 pôles : l'enseignant (celui qui fait apprendre le savoir), l'élève (celui qui acquiert des savoirs grâce à la situation pédagogique) et le savoir (la matière à enseigner). Les côtés du triangle sont les relations nécessaires à cet acte pédagogique. Rézeau (2002) développe en apport au triangle pédagogique le modèle SOMA de la situation pédagogique théorisé par Lengendre (1988). L'auteur ajoute un quatrième élément aux trois pôles : le milieu. Il est défini comme un environnement favorisant l'apprentissage, dans le cadre de l'école, un environnement éducatif. C'est par exemple la salle, de classe, un atelier. Le milieu est intégré et est en relation avec les trois pôles.

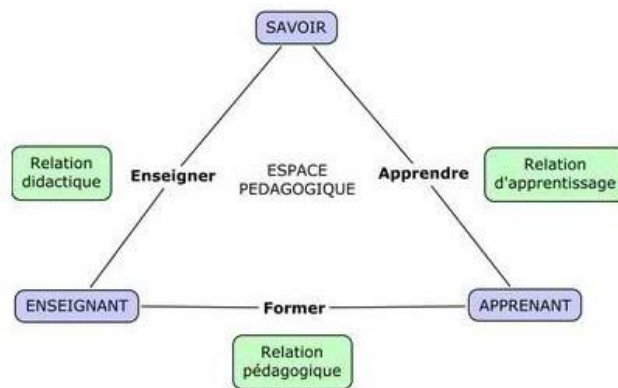


Figure 1 : Le triangle pédagogique d'Houssaye

L'étude des relations entre les différents pôles est pertinente pour notre analyse. Le chercheur définit trois relations :

- La relation didactique est le rapport qu'entretient l'enseignant avec le savoir et qui lui permet d'ENSEIGNER.

- La relation pédagogique est le rapport qu'entretient l'enseignant avec l'étudiant et qui permet le processus FORMER.
- La relation d'apprentissage est le rapport que l'élève va construire avec le savoir dans sa démarche pour APPRENDRE.

Cette polarité a toujours un pôle en difficulté. Selon l'axe sur lequel on focalise, on a un type de relation particulière. Il analyse que toute situation pédagogique privilégie la relation de deux éléments sur trois du triangle pédagogique. Le troisième élément « faisant le fou ». En effet, selon le modèle d'enseignement qui est choisi par l'enseignant, la place de l'élève est plus ou moins importante. Ces relations sont mises à l'œuvre dans différentes situations d'apprentissage.

1.1.3. Les différentes situations d'apprentissage

Astolfi (1998) développe différents pilotages possibles de l'enseignant pour mener des séquences d'apprentissage en Sciences. Ainsi, nous analyserons l'apprentissage par situation, par le savoir, par la méthode, par l'obstacle, par la production et par le savoir. Ces différents pilotages montrent bien la tension qu'il existe entre les différentes relations d'Houssaye.

1.1.3.1. Apprendre à travers une situation

On peut apprendre par l'occasion de situations pédagogiques comme la visite d'un musée, une classe découverte à la mer. Ces sorties mettent en lien de nombreuses notions avec des situations concrètes vécues par les élèves. Autrement dit, Astolfi, Vérin et Peterfalvi explique (1998, p.36) « *en d'autres termes, une séquence de ce type n'est pas un prétexte à l'introduction générale des différents aspects d'une notion, mais elle conduit à utiliser des savoirs comme outils intellectuels au service de la question étudiée* ». En effet, la sortie en elle-même ne permet pas une maîtrise des savoirs en jeu mais sert de situation de référence pour apprendre. La sortie peut aussi être l'occasion d'une logique de réinvestissement si elle a lieu à la fin de la séquence d'apprentissage.

La force de cette modalité d'apprentissage réside dans la motivation des élèves. Ces derniers apprennent dans un cadre un peu moins scolaire et sont motivés. Toutefois, les modalités d'apprentissage sont complexes à organiser et les élèves s'écartent du savoir scientifique, du pôle des savoirs de Houssaye. Les élèves ne retiennent pas forcément de connaissances : « *si en classe, ils admettent que les exemples ne soient que des outils et que le savoir soit le véritable*

objet du travail, ils sont sensibles sur le terrain à ce que ce soit le réel qui reste l'objet et que les notions soient cantonnées au statut d'outils. ». (ibid, p.37).

1.1.3.2. Apprendre par le savoir

Cette modalité d'apprentissage est la plus répandue dans l'enseignement scientifique selon Astolfi (1998). Il s'agit de la présentation d'une notion. Les élèves sont sollicités pour intervenir dans la notion mais l'enseignant garde en tête la visée qu'est le savoir. L'enseignant part d'un point d'accroche initial, comme dans l'apprentissage par situation mais celui-ci sert à la maîtrise de la notion. Il n'est plus motivationnel mais référentiel, c'est-à-dire que l'exemple sert de support pour ancrer une expérience initiale déjà connue dans la tête des élèves.

Le moteur de ce type d'apprentissage est le questionnement intellectuel pour chercher « associé à un besoin gratuit d'apprendre auquel on aspire à faire accéder aux élèves » (ibid, p.38). Cependant, ce mode d'apprentissage ne doit pas être le seul et uniquement transmissif en oubliant le pôle de l'apprenant d'Houssaye. Le plus gros risque est que l'apprentissage consiste à un jeu de questions réponses qui n'a pas de sens pour l'élève. En effet, l'enseignant dans un mode transmissif domine les échanges et les interventions des élèves sont succinctes et doivent « faire avancer la notion ».

1.1.3.3. Apprendre par la méthode

Nous observons souvent des séquences où l'apprentissage en sciences est proposé avec une méthode scientifique particulière. Celle-ci ne fait pas partie de l'objectif premier d'apprentissage mais en est un dérivé. Lorsque la méthode commande le savoir, l'enseignant s'attarde sur les positionnements des élèves (position de recherche, validation, infirmation des différentes hypothèses, argumentation), le choix de la méthode (observation, expérimentation, mesure). Dans l'apprentissage par le savoir, les élèves interviennent dans l'apprentissage en montrant qu'ils comprennent la notion alors qu'ici nous nous attardons sur le fait que les propositions des élèves sont des marqueurs de la bonne compréhension du concept en jeu. Le rôle de l'enseignant est donc de guider l'élève dans sa progression.

Le moteur de cet apprentissage est alors le besoin d'agir des élèves, de faire des essais expérimentaux en sciences et de débattre avec autrui. De ce fait, les séances suivent un rythme plus lent que l'enseignant doit accepter puisqu'il faut prendre le temps d'accepter les détours nécessaires et prendre le temps d'analyser individuellement les productions des élèves. Si l'enseignant ne prend pas ce temps, l'apprentissage de la méthodologie est mis de côté.

Autrement dit, « *les échanges relèvent de la recherche d'un débat scientifique au sein de la classe, dans lequel toutes les propositions sont écoutées, discutées et testées de manière équivalente, donc avec un rythme nécessairement plus lent* » (Astolfi, Vérin, Peterfalvi, 1998, p.40).

1.1.3.4. L'apprentissage par la production

Astolfi, Vérin et Peterfalvi (1998) expliquent que l'objectif de ce type d'apprentissage est de mettre l'apprenant dans une dynamique de projet, intéressante et signifiante. Par exemple, les élèves peuvent être motivés par la réalisation finale matérielle. De plus, les élèves sont amenés à coopérer en groupe dans la direction d'un but commun. Ce mode d'apprentissage, bien qu'il donne du sens à l'apprentissage, demande un pilotage important de la part de l'enseignant. Il a une fonction de régulation de l'action en passant dans les différents groupes pour constater leur avancement.

1.1.4. Les obstacles à l'apprentissage

Nous avons vu qu'il existe des modalités variées pour permettre l'apprentissage des sciences. Cependant, la modalité choisie ne suffit pas pour garantir que l'apprenant apprend quelque chose de nouveau. En effet, il existe des obstacles à l'apprentissage. L'élève dispose déjà de représentations étant le produit des apprentissages spontanés qu'il vit depuis l'enfance. En effet, l'enfant a déjà des expériences en interagissant avec son environnement naturel et technologique, en découvrant le fonctionnement de son corps. Apprendre signifie alors transformer des représentations erronées d'un point de vue scientifique. La tâche de l'enseignant est compliquée car il est en tension avec ce que les élèves savent ou croient savoir. Astolfi (1998) explique qu'on parle de conceptions alternatives. La représentation est vue comme une alternative conceptuelle chez les élèves par rapport aux objectifs d'enseignement. Ce ne sont pas des représentations préalables car elles resurgissent malgré les efforts didactiques. L'apprentissage par obstacle consiste alors à approfondir un obstacle issu de séquences antérieures, que l'enseignant a repéré, un nœud résistant à travailler, qui passe souvent entre les mailles du filet lorsque nous sommes sur un apprentissage du savoir ou de la méthode. Lors de l'apprentissage par obstacle, l'enseignant va remettre en tension le nœud perçu par les élèves afin de chercher à le défaire.

1.1.4.1. Des représentations aux obstacles à l'apprentissage

Les obstacles représentent le noyau dur des représentations. Il y a des constantes dans les productions des élèves. Il est possible qu'un élève ait une conception originale d'un sujet mais on observe une régularité dans « *la connaissance des résultats des études fournit aux enseignants qui s'en imprègnent des précieuses grilles de lecture pour comprendre et interpréter les choses* » (Astolfi, Vérin et Peterfalvi p.51). En effet, les élèves sont confrontés en sciences à des difficultés qui se retrouvent dans beaucoup de thèmes. Par exemple, l'apprenant est dans l'impossibilité de tout dire à la fois pour exprimer une pensée, d'expliquer le déroulement d'un phénomène pour le rendre communicable. Une des difficultés est donc « *la structuration de la langue en mots et en phrase.* » (ibid, p.52).

Dans une démarche d'investigation, l'objectif obstacle⁶ permet à l'enseignant d'observer les élèves, de les guider vers des interventions individualisées, d'évaluer les acquis. Les obstacles présentent une forte cohérence interne c'est pour ça qu'ils sont d'ailleurs persistants. Par conséquent, « *leur fonctionnement déborde souvent l'explication rationnelle, pour inclure des dimensions symboliques, imaginaires ou fantasmatiques. Ils ne concernent donc pas seulement la sphère cognitive, mais bien l'univers mental dans son ensemble.* » (ibid, p.84).

Nous comprenons que nous ne pouvons pas enseigner une notion sans avoir fait un état des lieux de ce que pensent les élèves. En effet, nous ne nous débarrassons pas des représentations en donnant de nouvelles explications scientifiques à la classe. Cette prise en compte des représentations initiales peut prendre plusieurs formes : dessin, schéma, texte, oral. Le moteur de l'apprentissage par l'obstacle est l'étonnement d'une classe qui déconstruit son savoir initial. Les échanges ont pour but de mettre en avant les conflits cognitifs et mettent en tension les points de vue divergents des élèves. La déstabilisation de ces connaissances ne fonctionne que si le climat de classe est bienveillant afin que les élèves se sentent suffisamment en sécurité pour prendre des risques.

1.1.5. Les postures enseignantes favorisant l'émergence des représentations des élèves

1.1.5.1. Une écoute attentive

⁶ Un objectif obstacle est défini par Astolfi comme un des objectifs pédagogiquement envisageables en classe. L'objectif de la séquence est de franchir l'obstacle rencontrés par les élèves.

L'enseignant doit être capable d'entendre les représentations des élèves. Nous espérons parfois en tant qu'enseignant un type prédéterminé de réponses à nos questions pour faire avancer la leçon. En effet, Astolfi, Vérin et Peterfalvi (1998, p.75) rappellent qu'« *entendre les représentations suppose qu'on réfrène ce prélèvement électif spontanément effectué sur ce que disent et produisent les élèves, en réorientant l'attention magistrale vers l'ensemble des discours et des pratiques.* ». Il est pertinent pour l'enseignant de s'entraîner à repérer les représentations des élèves et de les noter. Elles passent souvent dans les « *replis cachés du cours officiel* » (ibid, p.75) et ainsi demandent une écoute vigilante.

1.1.5.2. Chercher le sens que donnent les élèves aux représentations

Les expressions des élèves sont riches d'indications sur leurs processus intellectuels. Reconnaître les représentations en situations n'est pas aisé. Le rôle de l'enseignant consiste à agir en direct, ce qui n'est pas forcément propice au détour de l'analyse et du décodage. Astolfi (ibid, p. 76) nous explique que le rythme de la classe effréné rend difficile les arrêts : « *s'arrêter un instant de trop pour s'interroger sur ce que cache un mot ou un schéma, c'est prendre le risque que le reste de la classe chahute ou bricole, c'est perdre le fil de son projet.* ». Le rôle des chercheurs est de maîtriser la littérature de la didactique des sciences alors que celui de l'enseignant est plus du côté de la posture. L'enseignant est à l'écoute, conserve une ouverture d'esprit, une empathie et un questionnement face aux stratégies mises en place par les élèves.

Pour chercher le sens des représentations des élèves, nous en prenons conscience et cherchons à les comprendre. Les représentations ne sont pas toujours quelque chose de déjà là, « *prêt à penser avec* » (ibid, p.77) mais se construisent en situation. Favoriser leurs expressions par des formes variées permet de les transformer. En effet, dans ce cas, l'élève est obligé de s'appuyer sur les traces du professeur, aidant à la verbalisation. Pour Astolfi (ibid) « *le langage est en effet un transformateur cognitif [...] car il oblige à lier fortement par des mots ou des relations graphiques ce qui n'était qu'évoqué mentalement d'une façon approximative.* ». Pour comprendre les représentations, nous admettons que les élèves sont souvent face à un manque de décentration. En outre, il est difficile de se rendre compte lors des échanges sur les représentations que tout le monde ne pense pas comme soi. La tendance naturelle est de penser que tout le monde a le même point de vue que le nôtre mais aussi que c'est le seul valable. Les élèves doivent fournir un effort de décentration pour accepter les systèmes d'explications différents du leur lors des échanges dans la classe.

1.1.5.3. Développer un regard nouveau sur la pensée des élèves

Les connaissances ne doivent pas être considérées comme des nouvelles choses à acquérir et à mémoriser dans une logique transmissive. Astolfi, Vérin et Peterfalvi (ibid, p.80) nous renseignent qu' « *apprendre ce n'est pas seulement augmenter son stock de savoirs, c'est aussi transformer ses façons de penser le monde* ». Lorsque nous apprenons, l'apprentissage est toujours situé entre ce que nous savons déjà et ce que nous pensons connaître. Nous ne sommes jamais des apprenants vides de toute connaissance. L'apprentissage se fonde sur nos représentations⁷. Astolfi (1998) définit les représentations des élèves comme des structures cognitives stables difficile à faire évoluer⁸. Ainsi, il est nécessaire de ne pas éviter les obstacles. Nous devons les travailler, les éprouver en situation pour être en mesure de les franchir. Nous comprenons que les apprentissages scientifiques ne sont pas des connaissances à emmagasiner mais qu'ils résultent d'une véritable transformation intellectuelle. Par conséquent, l'apprentissage par problématisation est très important en Sciences. C'est pourquoi, nous allons nous y attarder à présent.

1.2. Problématiser en sciences de la vie

Dans la vie de tous les jours, au quotidien lorsque l'on a un problème, nous cherchons à trouver la solution rapidement pour débloquer la situation. Le problème est en ce sens ce qui nous empêche d'avancer. Si nous dépassons la conception courante, en sciences le problème est tout autre. En effet, le problème est stimulant et permet de chercher. Il est alors positif car il permet de questionner les savoirs existants et de bousculer nos représentations. Il est alors pertinent de réfléchir sur les différences entre un problème quotidien et un problème scientifique.

1.2.1. Les composantes des problèmes scientifiques

Dans une conférence en 2013 intitulée éduquer pour un monde problématique⁹, Fabre établit les critères d'une véritable problématisation. Ces critères sont incontournables pour comprendre les enjeux de la problématisation scientifique. Tout d'abord, un problème débute

⁷ Les représentations sont entendues ici comme nos connaissances antérieures du sujet

⁸ Le dictionnaire le Robert nous propose une définition du mot représentation. Une représentation désigne un processus par lequel une image est présentée aux sens, une représentation du monde.

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=MwjyBYzBys0>

par une question posée qui n'est pas évidente. Cette question va remettre en cause les savoirs de l'apprenant et donc créer du doute autour de ses connaissances. Puis, l'apprenant va produire des données pour reconstruire le problème. Il va remettre en cause ses résultats et fait preuve d'une certaine réflexivité si la pédagogie de l'enseignant le permet¹⁰. Ainsi, l'enseignant joue un rôle primordial dans la construction du problème car il doit construire une pédagogie qui permet d'accompagner les élèves dans le dépassement de leur représentations erronées. Si nous faisons une focale à l'échelle des chercheurs, nous constatons qu'ils se confrontent à la perspective heuristique¹¹. En faisant l'état des lieux des critères qui fondent la problématisation, nous comprenons que les problèmes scientifiques ne sont pas simples à résoudre n'ont pas de solutions immédiates car ils ont plusieurs composantes.

Selon les apports de Orange (2017), nous distinguons le registre empirique et le registre des modèles. Le registre empirique correspond aux solutions du problème travaillé c'est-à-dire à comment sont organisées les explications aux problèmes. Autrement dit, c'est le monde des faits observés et des expériences. Le registre des modèles correspond aux grandes nécessités du problème, à la critique des solutions du problème. C'est le monde des idées explicatives imaginées. Il s'agit de se demander : est-ce que la solution trouvée est pertinente ? Pourrait-elle en être autrement ? Afin de construire les différentes solutions scientifiques proposées, le registre empirique et le registre des modèles se construisent ensemble dans l'apprentissage. Ces deux registres nous poussent à considérer le problème scientifique comme spécifique.

1.2.2. Les spécificités du problème scientifique

Pour mieux comprendre les différentes composantes des problèmes scientifiques, nous cherchons à expliciter les spécificités des problèmes scientifiques : la critique permanente des solutions, les relations circulaires entre savoir et problème et l'importance de la construction du problème.

¹⁰ En effet, si la pédagogie de l'enseignant est transmissive, les élèves n'auront que peu de places pour faire preuve de réflexivité car ils sont impliqués que lointainement dans le dispositif d'apprentissage. A l'inverse, si les pédagogies sont dites actives alors l'élève sera au cœur des apprentissages et pourra participer à la problématisation.

¹¹ La perspective heuristique peut être définie comme la confrontation aux exigences de la recherche pour reconnaître les travaux des chercheurs comme valables auprès de la communauté scientifique

1.2.2.1. La critique permanente des solutions

La tradition scientifique est de critiquer les solutions proposées. Cette critique permet de remettre en question celles-ci qui parfois ne sont pas viables dans le temps et sont donc remises en question.

Pour Orange, (2017) un problème scientifique se définit par la critique de ses solutions (registre des modèles). Lorsque l'on établit des solutions, nous explorons le champ des possibles en nous demandant ce qui est possible et ce qui ne l'est pas. Comment c'est possible ? Pourrait-il en être autrement ? Orange (2005) prend l'exemple de la digestion avec des élèves de cycle 3. Lors d'un débat scientifique, les élèves sont amenés à mettre en évidence les nécessités autour de la digestion comme la nécessité d'une transformation chimique des aliments dans le tube digestif pour permettre le passage dans le sang ou la nécessité d'un tri des aliments entre ce qui passe dans le sang et ce qui est rejeté par les excréments. Cette étude des nécessités est incontournable : « *leurs savoirs ne seront scientifiques qu'à condition qu'ils construisent certaines nécessités essentielles par mise en tension du registre empirique et du registre des modèles...* » (Orange, 2005, p.79). Cette mise en tension montre que les deux registres sont toujours en communication et qu'il existe une relation circulaire entre les savoirs et le problème scientifique.

1.2.2.2. Relations circulaires entre savoirs et problème

Orange (2017) nous explique qu'il existe une relation dynamique entre savoirs et problèmes. Les problèmes scientifiques sont des défis à relever. La science est alors une activité de production de problèmes. Elle revient à en former de nouveaux à mesure que la connaissance se construit. La résolution des problèmes permet donc à nouveau de problématiser ce qui crée une relation circulaire problème-solutions. Nous commençons ici à comprendre que la problématisation ne peut pas se limiter à la solution du problème puisque les solutions sont toujours renouvelées ou remises en question.

1.2.2.3. Importance de la construction du problème

Le questionnement habituel des problèmes communs centré sur la résolution du problème est déplacé en sciences à la construction du problème. Autrement dit, problématiser ce n'est pas regarder que les résultats. Orange (2005, p.72) explique que « *limiter ce qui se construit dans cette activité aux solutions proposées, c'est passer à côté d'une activité très*

importante des élèves au regard des savoirs à construire. ». En effet, même lorsque les solutions proposées par les élèves sont fausses, les élèves pour les trouver ont dû passer par une phase de problématisation. Orange (2017) prend l'exemple de l'explication de la nutrition des végétaux verts chlorophylliens. Ils se nourrissent d'eau, de minéraux, grâce à l'exposition c'est-à-dire la lumière mais aussi à l'aide de dioxyde de carbone ce qui est souvent oublié par les élèves. Il est expliqué par le didacticien des sciences comme résultant du substantialisme¹². Le CO₂ est un gaz invisible et donc difficilement identifiable pour les élèves. Les représentations sur notre mode alimentaire est envisagé comme une explication de la nutrition des plantes : « *notre expérience de mangeur nous fait penser qu'on peut se nourrir à partir de substances plus ou moins consistantes, solides ou liquides, mais non à partir de gaz qui seraient bien peu roboratifs.* » (Orange, 2017, p. 29). Cet exemple nous montre que les connaissances se construisent à partir de notre vécu quotidien et de nos représentations sociales.

C'est en travaillant sur les problèmes que l'on accède aux savoirs scientifiques. Cette construction du problème est selon les chercheurs Fabre et Orange incontournable car elle engage les élèves vers les savoirs scientifiques qu'ils ont à construire. Ainsi, il semble plus important d'explicitier sa problématisation que de se focaliser uniquement sur la production d'une réponse infondée. La problématisation est toujours à l'œuvre même quand la solution est trouvée car comme dit précédemment, ce n'est pas un processus linéaire.

Cette construction du problème ne sera jamais identique d'un groupe d'élève à un autre car chacun va construire son problème avec les connaissances et les savoirs pratiques qu'il a en main. Ainsi, il faut souligner que les croyances conduisent à des problématisations différentes.

Ainsi, nous comprenons que les représentations sont persistantes et durables dans le temps. Nous allons dorénavant nous intéresser au rôle de l'enseignant pour accompagner les élèves dans le dépassement de leur représentations erronées.

1.2.3. Le rôle de l'enseignant

Les connaissances scientifiques à l'école sont construites dans un cadre donné par l'enseignant, d'un côté, l'enseignant exerce dans le cadre du B.O. et il applique les programmes. D'un autre côté, l'enseignant transpose ses connaissances pour les élèves et fait ainsi des choix didactiques et pédagogiques. L'enseignant a pour objectif selon Christian Orange de «

¹² Le substantialisme est une théorie philosophique qui fait référence à Descartes. La théorie développe l'idée que les faits sont présents par essence dans la nature.

construire la carte de la problématisation, celle du champ des possibles et des nécessités qui l'organisent » (Orange, 2005, p.87) en accompagnant les élèves dans les différents trajets problème-solution. Ainsi, Charpak dans l'ouvrage *La main à la pâte les sciences à l'école primaire* nous explique que « *la situation d'expérience est soigneusement sélectionnée et préparée puis à l'intérieur du cadre, avec tel matériel et tel problème à résoudre, les enfants prennent toutes sorte d'initiatives et cheminent par eux-mêmes.* » (Charpak, 2011, p.73). L'enseignant étaye les différentes propositions des élèves et les aiguillent vers les « bonnes » questions à se poser, les questions scientifiques. Nous pouvons nous interroger sur ce que peut être une bonne question. Nous admettons ici qu'une bonne question est une question qui remet en cause les idées préconçues des élèves. Ainsi, l'enseignant pose beaucoup de fois la question « pourquoi fais-tu cela ? », « fais-moi comprendre ton raisonnement avec un dessin, un schéma, un texte, une présentation d'une affiche... ». Cet accompagnement tout au long des séances se prépare aussi en amont avec le choix d'une bonne question de départ et une situation déclenchante pertinente.

1.2.3.1. La réflexion d'une question de départ pour chercher

Les questions de départ permettent d'engager de manière efficace les élèves dans un véritable questionnement scientifique. La question, choisie par l'enseignant doit faire réfléchir les élèves. Elle doit leur faire poser des questions sur les démarches à utiliser mais aussi sur les enjeux du problème. Pour l'enseignant, « *les recherches autour de la problématisation permettent de servir de cartes de la problématisation possible prenant la forme d'espaces de contraintes* » (Orange, 2005, p.87). La question doit être ouverte pour permettre aux élèves de problématiser, mais elle doit être définie. Fabre et Orange (1997) rappellent que la question initiale vient de l'enseignant mais que la problématique doit être cherchée par les élèves pour donner du sens aux solutions possibles. Si la problématique est donnée en amont : quelle place donne-t-on à l'élève pour s'approprier le problème ? Il ne faut pas perdre de vue que la construction du problème est plus importante que la solution en elle-même.

Jelly (2011),¹³ explique que l'enseignant doit faire attention à ne pas poser une question stérile aux élèves mais bien une question féconde. Les questions stériles encouragent à penser la science comme une information et considèrent que ce qui est important à retenir est la réponse juste. A l'inverse, les questions fécondes s'intéressent à la méthode de travail. Ainsi, l'objectif

¹³ Jelly a participé à l'écriture de l'ouvrage de Harlen *Enseigner les sciences : comment faire ?* c'est cet ouvrage que nous mobilisons.

final est le processus qui a conduit à la réponse. Charpak (2011)¹⁴ nous rappelle que la démarche scientifique ne peut pas être amorcée que par des occasions. Or, l'élève a besoin d'être guidé et accompagné par les questions de l'enseignant qui lui permettent d'œuvrer dans le cadre d'un sujet construit, non pas choisi uniquement en fonction des occasions¹⁵.

Par conséquent, « *il est essentiel de choisir la question pertinente qui poussera les élèves à construire des connaissances par rapport aux savoirs qu'on veut leur faire construire* ». (Orange, 2017, p.31). Cette question de départ poussera les élèves à produire du langage pour construire le problème.

1.2.4. Le rôle du langage dans la problématisation

Quelle que soit la démarche scientifique choisie par l'enseignant, les élèves sont amenés à produire du langage pour construire le problème qu'il soit à l'oral ou à l'écrit. Cette production de langage permet d'explicitier la problématisation de l'élève. En effet, il y a un lien entre les relations langagières, la problématisation et la conceptualisation scientifique. La production de langage est un travail d'abstraction. Par exemple, le débat scientifique de classe a « *comme fonction didactique de faire passer les élèves des idées aux nécessités, ou encore des solutions qu'ils ont construites à la problématisation explicite* » (Orange, 2005, p.83). Il est important de s'intéresser à ce que les élèves disent mais aussi au langage non-verbal. Le langage est important en sciences car il est l'outil de communication de son raisonnement. L'enseignant doit inciter au le travail critique autour des solutions proposées, ce qui est possible que par l'argumentation et la mise en texte des différentes hypothèses.

Après avoir étudié la problématisation, incontournable dans tout sujet de recherche en mémoire en didactique des sciences, nous pouvons nous intéresser à l'expérimentation en classe, une des démarches possibles en sciences.

1.3. Expérimentation en classe

L'expérimentation est une démarche possible en sciences pour laisser une place à l'élève pour problématiser. Nous envisagerons d'abord de la définir en explorant les attentes institutionnelles de celle-ci. Puis, nous prendrons le temps de développer quelques précautions.

¹⁴ Dans l'ouvrage Charpak, G. est un physicien ayant obtenu le prix nobel de physique en 1992. Il s'est engagé dans la fondation la main à la pate que nous définirons ultérieurement

¹⁵ Nous entendons ici par « occasion » une sortie au zoo, une conférence à laquelle les enseignants assistent dans l'école, un enfant qui ramène un objet.

En effet, les expérimentations doivent se réaliser en suivant une certaine rigueur. Nous chercherons ensuite à montrer que l'expérimentation en classe comporte des intérêts pédagogiques et didactiques. Nous finirons par nous focaliser par le rapport incontournable avec l'écrit avant de finir par évoquer les réticences qu'ont les enseignants à mettre en place des temps d'expérimentations dans leur classe.

1.3.1. Les attentes institutionnelles

Le Bulletin Officiel du cycle 3 du 30 juillet 2020 place l'importance de la diversité des démarches et des approches (observation, manipulation, expérimentation, simulation, documentation...) qui développent simultanément la curiosité, la créativité, la rigueur, l'esprit critique, l'habileté manuelle et expérimentale, la mémorisation, la collaboration pour mieux vivre ensemble et le goût d'apprendre. (BO n°31 du 30 juillet 2020, p. 77). Il est demandé aux élèves accompagnés par leurs professeurs, d'émettre des hypothèses et de comprendre qu'ils peuvent les mettre à l'épreuve, qualitativement ou quantitativement.

Tableau 1 : les attentes du socle commun autour des expérimentations

Domaine 4 du socle commun de connaissances de compétences et de culture	Le domaine 2 du socle commun de connaissances de compétences et de culture
Proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique	Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production.
Formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple	Organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale.
Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème	Utiliser un langage scientifique précis.
Proposer des expériences simples pour tester une hypothèse	→ Insiste sur l'appui en sciences des outils et des méthodes notamment pour réaliser une expérience.
Interpréter un résultat, en tirer une conclusion	
Formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale.	
→ Met en lumière la pratique des démarches scientifiques et	

technologiques à l'école avec des compétences d'investigation.	
--	--

Nous comprenons que la formulation d'hypothèses et leur mise en œuvre par des expériences est une des demandes institutionnelles au cycle 3 en sciences. Il convient d'analyser les pistes pédagogiques et didactiques de cette démarche d'investigation.

1.3.2. Précautions

Avant de commencer notre analyse, il est pertinent de prendre certaines précautions autour de l'expérimentation pour comprendre son inscription dans la démarche d'investigation.

1.3.2.1. L'activité scientifique est organisée avant tout par le travail de problèmes explicatifs

Nous entendons souvent parler en sciences de l'acronyme OHERIC qui signifie Observation, Hypothèse, Expérience, Résultat, Interprétation, Conclusion. Ce modèle propose une vision empiriste de la science c'est-à-dire que les élèves vont observer et ainsi accéder à la connaissance. Or, une expérience ne pourra jamais prouver une théorie ou un modèle. Par exemple, on a découvert que la terre est ronde avant d'avoir cru longtemps qu'elle était plate. L'expérience n'est donc pas le point de départ ni le fondement de la recherche. Selon Orange, « *cette impossibilité de prouver pourrait être considérée comme une faiblesse de la science. Mais, si une observation ou une expérience ne peut pas prouver un modèle, elle peut le remettre en cause* » (Orange, 2017, p.16). Le caractère scientifique de ces expériences vient justement du fait qu'elles puissent être remises en cause (confer la partie la critique permanente des solutions p.16).

1.3.2.2. Le travail scientifique ne peut pas se limiter à un travail expérimental

Pour réaliser une expérience, il faut avoir une idée de ce que l'on cherche à savoir, de ce que l'on veut observer. En effet le travail scientifique ne peut pas partir de l'expérimentation sans questionnement initial : Orange cite Bachelard sur cette question : « *s'il n'y a pas eu de question, il ne peut pas y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit* » (Orange, 2017, p.17). Comme nous l'avons démontré en première partie, le problème est au cœur des sciences car la science ne commence que s'il y a problème, d'où l'intérêt de s'attarder à la problématisation. A présent, nous prenons en compte les précautions

qu'il convient avant de mettre en place une expérimentation en classe, nous pouvons nous attarder pleinement au développement des intérêts pédagogiques et didactiques de l'expérimentation.

1.3.3. Les intérêts pédagogiques et didactiques de l'expérimentation

L'expérimentation en classe est guidée par des programmes notamment celui de la main à la pâte. Les apports pédagogiques du programme la main à la pâte ¹⁶ semblent incontournables sur la thématique. Nous allons développer les intérêts d'une telle démarche : une motivation intrinsèque pour l'élève, un outil pour déconstruire les représentations initiales des élèves.

1.3.3.1. Une motivation intrinsèque pour l'élève

Il nous rappelle que les élèves sont curieux et ont un besoin d'expérimenter pour comprendre, « *tous ceux qui ont l'occasion d'observer la façon dont les enfants, même très jeunes, appréhendent la réalité savent qu'ils sont curieux de tout, avides d'expérimenter, même au prix de tâtonnements, et heureux jusqu'à la jubilation lorsqu'ils découvrent une nouvelle version du réel.* » (Charpak, 2011, p.6). Il semble important que l'enfant manipule, dans l'action pour obtenir des réponses aux questions qu'il se pose. La posture de l'élève est active. Les expériences à l'école ne doivent pas être des illustrations de fait scientifique énoncé par le professeur des écoles dans un mode transmissif ou la vérité est donnée par le maître mais bien se centrer sur l'élève, qui est au cœur de la problématisation en construisant ses apprentissages dans un contexte social, en interaction avec les autres. En effet, « *l'enfant devient acteur de son apprentissage pour mettre en forme le monde réel qui l'entoure* » (Charpak, 2011, p. 25). De plus, l'expérimentation « *oblige les élèves à être imaginatifs et ingénieux pour concevoir et réaliser les dispositifs, elle développe la patience car les résultats sont rarement immédiats* » (Coquidé-Cantor, 2000, p.2). A travers la mise en place d'expériences en classe, l'élève manipule et est motivé. Sa place est au centre de l'apprentissage. La motivation des élèves est un atout pour apprendre mais ne suffit pas pour être un outil pertinent en classe.

1.3.3.2. Déconstruire les représentations initiales des élèves

Nous avons montré que l'expérimentation a une place dans l'étude du vivant à l'école primaire. Elle permet aussi de confronter les représentations initiales des élèves avec une autre

¹⁶ Le programme la main à la pâte a été lancé par l'éducation nationale. C'est un plan d'expérimentation portant sur l'enseignement scientifique et mené dans de nombreuses classes de l'école primaire.

conception, la conception scientifique. En effet, il est possible que les élèves émettent des hypothèses, fidèles à leurs représentations qui vont s'avérer ne pas être confirmées lors de l'expérience. Ainsi, « *les élèves peuvent à la fois découvrir et se familiariser à des phénomènes scientifiques, mais aussi se rendre étranger des objets qu'ils croyaient familiers, et développer ainsi un réel questionnement scientifique.* » (Coquidé-Cantor, 2000, p.12). L'expérimentation pourrait permettre alors de déconstruire les représentations initiales « *l'enfant invente une cohérence à sa manière. Seule la confrontation au réel modifie en profondeur sa perception des choses et lui permet de faire évoluer ses concepts.* » (Charpak, 2011, p. 32).

Dans une approche par investigation, l'élève construit des connaissances et compétences par le biais de ses manipulations ce qui rend plus explicite l'étude de phénomènes à l'échelle microscopique. L'expérimentation est aussi l'occasion de déconstruire les représentations des élèves ou de permettre la conceptualisation de connaissances nouvelles. Il est donc nécessaire de sélectionner les sujets se prêtant à une approche expérimentale et conduisant à une découverte pour les élèves qui devront être explicités à l'oral et à l'écrit.

1.3.4. L'incontournable rapport à l'écrit

Une enquête de Flageul et Coquidé-Cantor en (1999), montre que les professeurs des écoles, lorsqu'on leur demande de définir les expériences en classe, les définissent comme des activités concrètes ou de manipulations, des activités explorations et d'observation, des « réelles » expérimentations. En effet, nous comprenons ici que les enseignants opposent les expérimentations vues comme concrètes à d'autres savoirs dits abstraits. L'expérimental est vu sous l'angle de la pratique. Il ne faut pas oublier que dans l'expérimental, le rapport à l'écrit est aussi important pour faire conceptualiser les élèves.

Faire écrire les élèves sur les expériences permet le développement d'une raison expérimento-graphique c'est-à-dire rendre compte, représenter et schématiser. La fondation la main à la pâte conseille d'utiliser un cahier d'expériences pour tout d'abord, rendre compte de l'évolution de la pensée de l'élève (ses capacités d'abstractions), l'écriture, « *la communication comme dans la connaissance du monde et l'acquisition des concepts de base permettant de comprendre la nature et son environnement.* » (Charpak, 2011, p.26). En outre, le cahier d'expérience permet une compréhension du langage pour accéder à la connaissance. Le deuxième atout du cahier d'expériences est la permanence de l'écrit : la possibilité de revenir sur ses écrits, d'observer une progression, de pouvoir se critiquer à l'aide d'un accompagnement

de l'enseignant. Enfin, il permet de découvrir la nécessité de la rigueur scientifique. Dans une logique de différenciation, il faut préciser que l'écriture ne doit pas être un frein à l'action.

1.3.5. Les obstacles à l'apprentissage des élèves

L'expérimentation a de nombreux atouts mais comme toute méthode d'investigation elle comporte des obstacles pour les élèves. Le concept d'obstacle épistémologique a été inventé par le Bachelard dans *La Formation de l'esprit scientifique* en 1934. Dans son livre, ce dernier exprime que les problèmes scientifiques doivent être analysés en termes d'obstacles. En effet, « *face au réel, ce qu'on croit savoir clairement offusque ce qu'on devrait savoir* » (Bachelard, 1938, p.17). Bachelard (1938) cite l'obstacle de l'expérience première. En effet, nous avons des intuitions, des tendances spontanées de l'esprit qui nous poussent à nous attacher aux aspects impressionnant d'un phénomène. La science ne peut pas se construire comme une science objective car elle est porteuse d'erreurs et d'illusion. Nos sens, nos représentations, notre perception sont à contribution lorsque nous étudions un phénomène. Ainsi, Bachelard (1938, p.45) dit qu'« *une science qui accepte les images est, plus que toute autre, victime des métaphores. Aussi l'esprit scientifique doit-il sans cesse lutter contre les images, contre les analogies, contre les métaphores* ». Nous ne devons donc pas nous étonner des croyances erronées qui peuvent s'accumuler lorsque les premières descriptions d'un monde inconnu sont faites, comme celui des microorganismes. Ainsi, nous allons nous intéresser aux savoirs en jeu puis nous comprendrons pourquoi les enseignants sont parfois en difficulté face à l'enseignement de ces notions.

1.3.5.1. La perspective expérimentale du vivant

En Sciences Physiques, lors d'une expérience, nous pouvons fixer les paramètres à l'avance pour étudier les phénomènes selon ces paramètres. Effectivement, « *les lois de la nature sont postulées invariables dans un large domaine d'espace et de temps, et parce que les lois cherchées sont généralement indépendantes de l'histoire du système* » (Coquidé-Cantor, 2000, p2). Or, la spécificité des sciences de la vie est la complexité du système et il est difficile de réaliser un échantillon de laboratoire. Ainsi l'élève est confronté à plusieurs défis « *se libérer de la subjectivité, considérer le vivant comme un « objet », tout en prenant en compte des considérations éthiques et les différences avec un objet technique, a nécessité de relever de multiples défis, théoriques, pratiques et éthiques* » (Coquidé-Candor, 2000, p.2) ce qui multiplie les compétences en jeu.

1.3.5.2. La multiplicité des savoirs en jeu

Pour pouvoir comprendre tous les enjeux d'une expérimentation et expliciter son processus, il faut avoir des connaissances hors du champ disciplinaire : les mathématiques, la chimie, des compétences en techniques de laboratoire, des compétences méthodologiques. La multiplication de ces savoirs rend leur articulation difficile pour l'élève. L'enseignant est aussi confronté à des obstacles lors de la préparation de ses séances.

1.3.6. Les difficultés de la mise en place des expérimentations par les enseignants

1.3.6.1. Le manque de formation

Pour faire problématiser les élèves, les enseignants doivent construire un système explicatif d'une notion par accumulation d'expériences successives. En effet, l'enseignant prépare des séquences où les élèves expérimentent mais aussi imaginent une problématisation à la portée de l'élève : *« s'il apparaît indispensable que l'enseignant puisse préparer, mettre en œuvre et animer des activités expérimentales avec les élèves, il est important aussi qu'il puisse penser la construction d'un rapport expérimental au vivant tout au long d'une scolarité primaire »*. (Coquidé-Cantor, 2000, p. 14). La formation des enseignants semble être une des clés pour la réflexion autour des pratiques en sciences. Ils sont confrontés à la conception répandue que l'expérimentation est uniquement égale à la manipulation. L'enquête de Flageul et Coquidé-Candor (1999) montre que les enseignants stagiaires sont réticents à la pratique des sciences. Celle-ci serait due à la crainte des difficultés matérielles de sa mise en œuvre, du comportement des élèves dans l'appréhension du monde vivant, de ne pas savoir gérer les résultats inattendus. Nous voyons ici se dessiner des difficultés des enseignants autour des sciences.

Les représentations des enseignants sont aussi ancrées que celles des élèves. Les enseignants issus de formations plutôt littéraires ne sont pas toujours à l'aise face à l'enseignement des sciences. De plus, la complexité du vocabulaire peut être une difficulté supplémentaire qui donne l'impression que la science est réservée aux experts. Pouvons-nous changer de posture à l'école primaire ? L'enseignant peut être dans une posture de recherche avec les élèves en proposant une forme de guidage pédagogique : *« il est possible d'accompagner l'enfant dans son questionnement du monde sans être soi-même un spécialiste d'une discipline scientifique. Cet accompagnement requiert néanmoins une formation et des*

outils appropriés. » (Charpak, 2011, p.63). Un des enjeux des didacticiens et des pédagogues est de redonner confiance aux enseignants en les outillant intellectuellement pour leur permettre de proposer aux élèves de façon autonome un enseignement des sciences pertinent en classe.

1.4. Le monde des microorganismes

En ayant en tête tout ce que nous avons montré jusqu'ici, nous allons à présent nous intéresser à l'étude des microorganismes au cycle 3 et nous allons développer plus particulièrement l'exemple de la fabrication du pain.

1.4.1. L'étude des microorganismes au cycle 3

Dans le B.O, en Sciences et Technologies au cycle 3, dans l'étude des fonctions de nutrition, il est demandé aux enseignants en classe de « *mettre en évidence la place des microorganismes dans la production et la conservation des aliments.* » (B.O, 2020, p.83). Toutes les fonctions de nutrition ont vocation à être étudiées dès l'école élémentaire. Mais à ce niveau, nous nous contenterons de les caractériser et de montrer qu'elles s'intègrent et répondent aux besoins de l'organisme. L'étude au microscope des microorganismes relève de la classe de sixième. Le B.O préconise de « *réaliser des visites dans des lieux d'élevage ou de culture mais aussi dans des entreprises qui fabriquent des aliments à destination de l'être humain (boulangerie, pâtisserie, poissonnerie, laiterie, etc.)* », des « *transformations alimentaires au laboratoire (yaourts, pâte levée).* ». (B.O n°31 du 30 juillet 2020, p.83).

Ce thème participe à la découverte de l'étude du vivant, et à l'éducation à la santé. Celle-ci apparaît dans les programmes. Cardon et De Iuido¹⁷ (2021, p.174) expliquent que « *dans ce nouveau contexte, il importe que les élèves travaillent les problèmes et l'état de ces problèmes [...] afin d'acquérir une certaine autonomie critique de la pensée, tout en s'inscrivant dans une culture prédéfinie par la communauté scientifique et plus largement par la société.* ». En effet, les éducations à l'alimentation ont pour vocation de faire des élèves des citoyens libres et éclairés à l'école et en dehors de ces murs. Ceux-ci avec les outils et connaissances donnés par leurs enseignants seraient capables d'être maître de leurs pratiques alimentaires. Nous pouvons nous questionner sur la part de choix individuel d'un écolier sur son alimentation. Les auteurs posent la question de sa mise en œuvre, « *comment les acteurs de l'école tentent-ils de favoriser*

¹⁷ dans l'ouvrage *Cantines et friandises l'école et l'alimentation des enfants* développent le rôle de l'école dans les éducations à l'alimentation

le développement de cette conscience critique et de cette autonomie chez l'élève ? » (ibid, p.178). Nous allons nous questionner sur la mise en œuvre possible de l'étude des microorganismes à l'école en mettant en avant les connaissances essentielles à maîtriser sur le sujet.

1.4.2. Les différents microorganismes

1.4.2.1. Définition

Le portail sciences Futura¹⁸, définit les microorganismes comme étymologiquement des "petits organismes", donc des êtres vivants si petits qu'ils ne sont observables qu'au microscope. Ce terme englobe une variété d'espèces très différentes, qu'elles soient procaryotes (bactéries) ou eucaryotes (levures, algues). Certains incluent aussi les virus, bien qu'ils soient à la limite du vivant. Les microorganismes sont des êtres vivants microscopiques. Ils ne sont pas visibles à l'œil nu ce qui rend difficile leur étude en classe car non visible par les élèves. C'est pourquoi, la mise en place d'expériences peut dépasser cet obstacle (confer partie outil pour déconstruire les représentations initiales des élèves p.13). Nous comprenons qu'il existe des microorganismes néfastes et d'autres nécessaires au bon fonctionnement de notre organisme ou neutre.

1.4.2.2. Les microorganismes néfastes et utiles au fonctionnement de l'organisme

Il est possible que les élèves associent les microorganismes aux microbes avec la pandémie actuelle mondiale du coronavirus et la quantité d'informations reçues à ce sujet par le biais des médias. Il existe bien des microorganismes néfastes comme certaines moisissures, formant de la matière organique dégradée. Pour éviter les risques, il est nécessaire de mobiliser un certain nombre de règles d'hygiène.

Etudier les microorganismes en classe est l'occasion d'évoquer qu'il en existe aussi des bons pour l'organisme. En effet, les microorganismes utiles regroupent les ferments lactiques (yaourt, fromages) et les levures (pain, bière, vin). Avec l'exemple de la transformation du pain avec le développement des levures, nous allons analyser le processus de développement des microorganismes pour qu'ils deviennent une matière organique transformée consommable.

¹⁸ Futura est un site de vulgarisation scientifique.

1.4.3. L'exemple du pain

Le pain est un des emblèmes culturels français et est un aliment grandement consommé. A l'école, il est possible de l'étudier sous différents angles. L'analyse des microorganismes est intéressante car permet aux élèves l'accès à l'étude du vivant infiniment petit. Pour contextualiser l'étude, nous rappelons que les ingrédients du pain ordinaires sont l'eau, la farine, le sel et de la levure biologique. Springer (1988) développe l'idée que les levures de boulangerie sont présentes sous deux formes : une forme fraîche, que nous utiliserons pour nos expérimentations et une forme sèche active, utilisée notamment pour des livraisons à l'internationale car se conservant plus longtemps, au-delà d'un an.

1.4.3.1. Le rôle des ingrédients

Le pain est produit à partir de la transformation du blé qui donnera la farine. La farine est la base nutritive du pain car elle lui donne de la consistance et contient les sucres. Le pain répond donc en partie aux besoins alimentaires de l'homme, en particulier en indice glycémique faible. L'eau permet de coller les grains de farine ensemble pour obtenir une pâte. Le sel donne du goût à la pâte et permettra au pain d'avoir une croûte dorée. Nous allons définir le rôle de la levure dans la fabrication du pain au cours de notre analyse mais nous pouvons d'ores et déjà dire qu'elle permet de faire lever la pâte.

1.4.3.2. Amélioration de la production

Le goût du pain peut varier en fonction des ingrédients utilisés et de sa méthode de fabrication. Comme l'explique Springer (1988), en agissant sur les conditions de la fermentation, les variétés de blés, en ajoutant d'autres céréales, il est possible d'obtenir des pains aux goûts différents pour satisfaire tous les consommateurs. En améliorant la qualité des blés et le choix des levures, et en respectant les règles d'hygiène, il est possible d'obtenir des pains de meilleure qualité gustativement et qualitativement.

L'exemple du pain est étudié dans les manuels pour étudier les microorganismes en classe. Nous allons l'analyser avec l'exemple du guide pédagogique Sciences et Technologies Nathan (2018).

1.4.4. Etude d'un manuel

Avant de débiter notre analyse, il est important de préciser que chaque enseignant lorsqu'il mobilise un manuel en classe se l'approprié dans son usage pédagogique. En effet, l'enseignant « *fait un travail de transposition didactique, c'est-à-dire de décontextualisation et de recontextualisation qui en oriente l'interprétation* ». (Cardon et De Iuido, 2021, p.183).

1.4.4.1. Etude de la trace écrite sur les aliments produits par transformation

Nous allons étudier la trace écrite données aux élèves à la fin de réalisation de plusieurs expérimentations sur le pain et analyser le vocabulaire clé de celle-ci (figure 2).

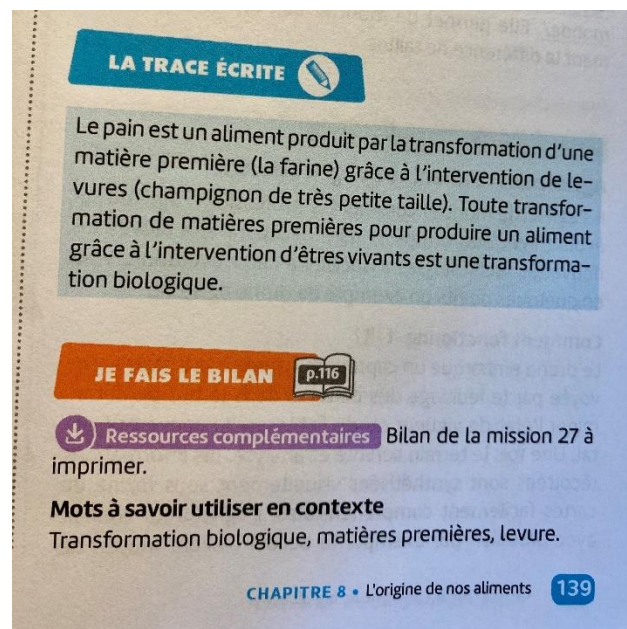


Figure 2 : Trace écrite dans un manuel scolaire sur les aliments produits par une transformation

Les élèves doivent pouvoir maîtriser plusieurs notions à la fin de ce chapitre : l'intervention des levures dans la fabrication du pain, la notion de transformation des aliments et plus particulièrement de transformations biologiques, par conséquent, nous allons nous attarder à développer chacun de ces termes.

1.4.4.2. La notion de transformation en lien avec la santé

Le manuel offre des éléments théoriques sur le degré de transformation des aliments (p. 130 et 131) que nous allons mobiliser ici.

1.4.4.3. Définition d'un aliment transformé

Le manuel définit un aliment transformé comme un aliment qui a subi une transformation (physique, chimique, biologique ou par ajouts divers), de sorte qu'il n'est plus à sa forme brute ou à l'état frais. Dans notre cas nous allons nous attarder sur le fait que le pain est issu de la transformation de la matière première qu'est le blé.

1.4.4.4. Les degrés de transformation des aliments

Il est important de caractériser le degré de transformation pour comprendre dans laquelle se situe le pain : (*Sciences et Technologie cycle 3 CM1-CM2 Guide pédagogique 2018 Nathan*).

- *Les aliments peu ou non transformés* : ils sont obtenus directement à partir d'animaux ou de plantes comme les légumes, les fruits, les œufs, le lait. Ces aliments subissent des changements (lavés, congelés, pasteurisés, séchés...) qui n'affectent pas leur nature dans le but de mieux les conserver.
- *Les aliments moyennement transformés* : il s'agit de produits simples essentiellement fabriqués avec des ingrédients naturels ou peu transformés auxquels nous avons ajouté des ingrédients culinaires comme des épices, des matières grasses (huile, beurre), sucre. Ce sont par exemple des conserves de légumes, thon, fromages, pain, vin... Le pain est donc un aliment moyennement transformé.
- *Les aliments très transformés voir ultra-transformés* : ce sont des produits alimentaires et boissons dont la fabrication a comporté plusieurs étapes et techniques de transformations. Ils font appel à une grande variété d'ingrédients notamment des additifs, édulcorants, de nombreux sucres, des émulsifiants. Ce sont par exemple les céréales de petit déjeuner industrielles, les pizzas, les burgers, les boissons énergisantes. Cette transformation fait l'objet d'une éducation à la prévention car ils jouent un rôle dans l'apparition de maladie chronique, représentant un réel danger pour la santé.

Pour le pain, nous parlons aussi de transformation biologique. La matière première, le blé est transformé en farine qui au contact des levures et à une certaine température fermente ce qui permet la fabrication du pain. Par conséquent, cette transformation ne peut se faire qu'en présence de levures. Il faut à présent les définir et comprendre leur fonctionnement.

1.4.5. Les levures intervenant dans la fabrication du pain

Dans cette partie, nous avons utilisé les connaissances d'un rapport intitulé « les fermentations alimentaires »¹⁹ et un ouvrage de Springer intitulé *Levure et fermentation* datant de 1988.²⁰

1.4.5.1. Définition

Etymologiquement le mot levure vient du latin *levare* qui signifie libérer et gonfler. Une levure est un champignon unicellulaire microscopique utilisé dans la vinification, la panification, la fabrication de bière et dans la levure de boulanger. La levure de boulanger est l'appellation commune du champignon *Saccharomyces cerevisiae*. Ce sont les levures qui sont responsables de la transformation à l'origine du pain. Springer (1988) nous explique (p. 10) que la levure, champignon microscopique, de « 8 millièmes de millièmes de millimètres seulement, que les scientifiques appellent *Saccharomyces cerevisiae* » plus connu sous le nom de levure de boulanger « possède la propriété de transformer les sucres naturellement présents dans la farine en alcool et en gaz carbonique. » Il existe d'autres noms comme « *Saccharomyces*, mais ce deuxième nom change avec l'espèce. » (Springer, 1988, p.30). L'auteur poursuit en nous expliquant ce nom latin : « Le nom de *cerevisiae* évoque celui de la cervoise, appellation donnée autrefois à la bière. L'espèce *cerevisiae* comprend elle-même de nombreuses souches et c'est en croisant entre elles ces différentes souches que les levuriers obtiennent des variétés adaptées à chaque usage. » Les levures *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces carlsbergensis* et *Saccharomyces bayanus* sont aussi utilisées dans les industries alimentaires pour le lait ou la production vinicole. Toutefois, nous ne nous attarderons pas dessus car nous centrons notre analyse sur le pain.

En France, la levure la plus utilisée se présente sous forme pressée, il s'agit de blocs compacts contenant un très grand nombre de cellules. Springer (1988) nous explique que « si on déployait toutes les parois des 10 milliards de levure serrées dans notre cube de 1 cm de côté, on parviendrait à couvrir une surface de 1m². »

¹⁹ Ce rapport a été écrit par 8 étudiants de l'école nationale supérieure en agronomie et industrie alimentaire à l'université de Lorraine en 2016 sous la direction de Borges, maître de conférences à l'université de Lorraine en microbiologie.¹⁹

²⁰ Malgré sa date plutôt ancienne de publication, cet ouvrage nous semble intéressant car il est écrit autour du sujet de la panification ce qui est plutôt rare dans les écrits scientifiques.

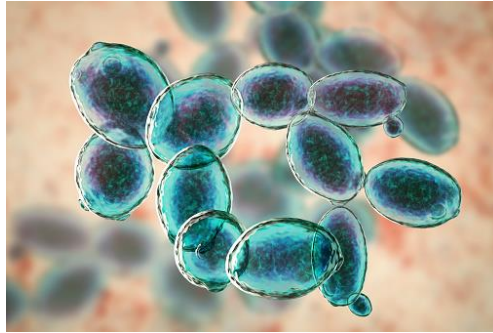


Figure 3 : Image colorée d'une levure *Saccharomyces cerevisiae* au microscope

1.4.5.2. Le rôle des levures dans la fabrication du pain

La fermentation correspond à la transformation d'un aliment par un microorganisme en absence de dioxygène. L'homme s'en sert pour rendre plus digeste, conserver les aliments plus longtemps. Nous parlons de fermentation alcoolique lorsque le sucre est transformé en alcool sous l'action des levures.

Il existe deux modes de vie de la levure : en anaérobiose ou en aérobiose. En anaérobiose (en l'absence d'air), « lorsque la levure dispose de peu ou pas d'oxygène, comme c'est le cas dans la pâte, elle utilise des sucres pour produire de l'énergie nécessaire au maintien de sa vie selon le processus de fermentation, au cours duquel les sucres sont transformés en gaz carbonique en alcool » (Springer, 1988, p.33). Ce processus est appelé fermentation panaière.

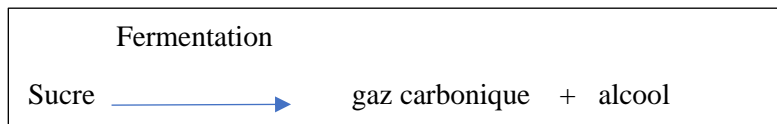


Figure 4 : processus de fermentation en anaérobiose

En aérobiose (en présence d'air), les levures tirent leur énergie nécessaire à leurs vies, à partir du sucre et de l'oxygène, « du gaz carbonique de l'eau et de l'énergie. C'est le processus de respiration. [...] la production industrielle de levure est réalisée suivant ce schéma » (Springer, 1988, p. 33). Autrement dit, les levures utilisent « les sucres et les substances azotées qui lui sont apportés par un milieu de culture pour se multiplier abondamment. » (ibid, p.10)

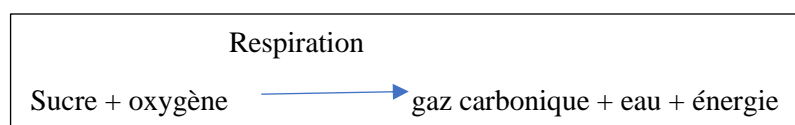


Figure 5 : processus de fermentation en aérobiose

Les levures se nourrissent de sucres de la pâte à pain et rejettent du gaz (le dioxyde de carbone) et de l'alcool. Cette transformation fait lever la pâte et produit des trous dans la mie. En effet, la pâte est très élastique, le gaz reste piégé à l'intérieur ce qui crée des bulles. Les levures vont produire de l'énergie pour croître.

Il faut respecter une température adaptée au métabolisme des levures pour qu'elles puissent se développer. Elles ne se développent pas en dessous de quatre degrés et au-dessus d'une cinquantaine de degrés. La température a un rôle important dans le développement des levures. La vitesse de fermentation s'accroît avec la température.

Tableau 2 : La température et la fermentation, données issues de Springer (1999,p.36)

4 °C	Fermentation est bloquée. La levure est donc stockée à cette température pour éviter de dégrader son activité.
10 à 15 °C	Fermentation ralentie
20 à 40 °C	La fermentation progresse d'environ 8% par degré supplémentaire. « <i>En boulangerie artisanale, des températures de pâte de l'ordre de 22 à 25 °C peuvent être considérées comme les plus aptes à produire un pain de qualité</i> ». (p.36)
45 à 55 °C	A partir de 45 °C la fermentation est freinée, la levure est tuée à 55 °C.

Par conséquent, lors de la cuisson, l'alcool va disparaître. Lors de la fermentation, nous observons une diminution de la densité due à une transformation du sucre en alcool un dégagement de gaz carbonique une augmentation de la température et un changement de saveur et de couleur. A la cuisson, avec la chaleur, l'alcool se volatilise et s'échappe du pain tout comme le dioxyde de carbone.

1.4.5.3. La transformation des levures dans les étapes de fabrication du pain

La fabrication du pain en boulangerie est conçue pour permettre aux levures de se développer et de fermenter. Ainsi, nous allons détailler l'action des levures durant les différentes étapes de fabrication du pain.

L'activité des levures débute lorsque celles-ci sont incorporées dans la pâte et s'arrête cinq minutes après le début de la cuisson. Au cours du pétrissage, en aérobiose c'est-à-dire en présence d'air, les levures se multiplient abondamment mais sans formation d'alcool. La

fermentation commence dès que la levure entre en contact avec l'eau et la farine. *« A la fin du pétrissage, les protéines de la pâte forment un réseau continu, capable de se distendre tout en retenant le gaz carbonique produit par la levure au cours de la fermentation. Le blé se caractérise par la capacité de ses protéines à former un réseau extensible et résistant. »* (Springer, 1988, p.42). Le sucre dont elles se nourrissent est transformé en gaz carbonique et en eau. Ce phénomène s'accompagne d'une libération importante d'énergie qui leur permet de croître et de se multiplier par bourgeonnement. Puis, durant le pointage c'est-à-dire lors de la première fermentation, la levure fermente et produit du CO₂ mais également beaucoup d'alcool, ce qui se traduit par un développement des arômes et parallèlement une diminution du PH. Après une heure d'activité, les sucres simples préexistants dans la farine sont consommés. Elle poursuit alors son action grâce au maltose provenant de l'hydrolyse de l'amidon.

Durant l'apprêt c'est-à-dire à la deuxième fermentation, la production de CO₂ est plus importante, elle s'accroît encore au cours des premières minutes de cuisson jusqu'à 50 degrés, température à laquelle la levure est inactivée.

Il existe des ressources publiées par la fondation la main à la pâte autour d'activités sur le pain à mener en cycle 3 qui mettent en jeu les apprentissages que nous venons d'étudier. Ces ressources proposent une diversité de protocoles plus ou moins guidés pour mettre en évidence que la levure fait gonfler le pain. Certaines expériences testent l'effet d'un ingrédient sur le pain : effet de la levure, effet du sel, effet de la farine selon sa nature. D'autres testent l'effet des étapes de la fabrication du pain : l'effet du pétrissage, l'influence de la phase de repos ou encore l'effet de la fermentation c'est-à-dire s'intéresser à l'effet du gaz qui produit de l'éthanol. Cet exemple montre qu'il existe une richesse d'expérimentations possibles, qu'elles sont graduées entre des expériences proposées au niveau élémentaire et d'autres plutôt au collège selon les connaissances et compétences des élèves et les ressources matérielles de l'école.

Toutes ces ressources ainsi que les grands concepts que nous avons parcourus dans ce cadre théorique : l'apprentissage, la problématisation, l'expérimentation et l'étude des microorganismes ont nourri notre réflexion pour pouvoir proposer aux élèves une séquence permettant de répondre à notre question de recherche. Nous avons choisi de traiter avec les élèves la question « qu'est ce qui fait lever le pain ? » par groupe d'élèves en réalisant une expérimentation. C'est ce que nous allons maintenant développer dans le cadre méthodologique.

2. Le cadre méthodologique

Nous venons de balayer les concepts clés qui nous permettent de comprendre le fondement de notre analyse. Il s'agira dans cette partie de comprendre comment nous avons récolté les données que nous analyserons dans ce mémoire.

2.1. Le contexte de l'étude

L'étude se déroule dans le contexte d'un stage de première année de master de 3 semaines de pratiques accompagnées avec un M.A.T²¹. Elle s'est déroulée au second semestre de l'année pendant trois semaines dans un stage au cycle 3. Par ailleurs, en première année, les stages s'effectuent par binôme de deux étudiants. Nous avons réalisé notre étude avec une autre étudiante réalisant également son mémoire en Sciences de la vie.

Notre M.A.T nous a laissé réaliser notre recueil de données pendant une semaine de stage du 21 au 25 février 2022. Nous avons décidé avec mon binôme de stage de réaliser une séquence d'apprentissage commune que nous avons intitulée semaine de la science. Elle porte sur la thématique de l'alimentation. D'un côté, mon binôme de stage a travaillé avec les élèves sur l'éducation au bien manger avec l'apprentissage de la classification des aliments. D'un autre côté, nous nous sommes focalisés sur l'exemple du pain et sa panification.

Nous comprenons globalement le contexte dans lequel notre mémoire a vu le jour mais il nous semble nécessaire de faire une focale sur l'école, la classe et les élèves participant au recueil de données.

2.1.1. L'école et la classe

L'école est située dans un contexte péri-urbain. Il y a 110 élèves au sein de cette école. Il n'y a pas d'équipements numériques ni d'espace pour faire des expérimentations. Ainsi, nous avons apporté tout le matériel afin de rendre notre recueil de données possible.

La classe de notre étude est une classe de CM1-CM2 de 23 élèves. Il y a davantage de CM1 (15 élèves), que de CM2 (8 élèves). Notre analyse n'est pas une analyse individuelle des élèves mais la modalité d'apprentissage est par groupe. L'enseignant a fait le choix de faire des

²¹ Un M.A.T est un maître d'accueil temporaire. Il s'agit d'un enseignant qui accepte de recevoir un stagiaire étudiant de master dans sa classe et qui l'accompagne dans la mise en place de séquences d'apprentissage.

groupes de couleurs. Les élèves, lorsqu'ils réalisent une tâche à plusieurs, respectent toujours cette répartition. Les groupes ne mélangent pas les deux cours moyens. Pour des soucis de simplicité, nous avons décidé de réutiliser ces groupes pour réaliser nos expérimentations.



Figure 6 : La répartition des élèves de la classe par groupe

Au sein des différents groupes, les élèves n'ont pas pris la même place. Pour comprendre l'analyse de nos données, il faut comprendre la constitution des groupes de travail.

2.2. Le thème et la séquence d'apprentissage

Notre séquence d'apprentissage sur le thème des microorganismes plus particulièrement des levures s'est déroulée en trois séances avec les élèves que nous allons développer ici. Nous expliquerons la démarche que nous avons adoptée avec les élèves pour comprendre la composition de notre recueil de données pour ce mémoire. Nous pouvons d'ores et déjà dire que la séquence initialement prévue séquence de la science ne s'est pas déroulée comme prévu. Nous allons dans un premier temps expliquer les ajustements en développant les trois séances.

2.2.1. La première séance : récolte des représentations initiales des élèves.

La première séance s'est déroulée comme prévu pendant la semaine de la science en demi-groupe classe avec l'autre moitié avec mon binôme de stage. Lors de cette séance, les élèves

avaient devant eux deux images de pain : un pain plat, intitulé le pain d'Hassan et un pain avec la mie bien développée, appelé le pain de Claire. Ils étaient confrontés à un problème.

Hassan a voulu réaliser le même pain que Claire, pourquoi n'a-t-il pas réussi ? Selon vous, qu'est ce qui fait lever le pain ?

Figure 7 : consigne donnée aux élèves

Les élèves ont réfléchi par groupe de couleur à cette question et ont dû réaliser une affiche collective (voir Annexe 1). L'objectif était de les laisser dans une phase de recherche sans les aider ici. A la fin de la séance, nous avons parcouru avec les élèves le livret d'enquête. Nous avons lu avec eux le déroulement d'une démarche d'expérimentation.

2.2.2. La deuxième séance : l'expérimentation

La deuxième séance a repris une semaine après, plus ici dans le cadre de la semaine de la science. Pour préparer l'expérimentation des élèves, nous avons mobilisé les hypothèses qu'ils nous ont proposées dans leurs affiches. Nous les avons réinvesties dans des protocoles. Prenons un exemple pour illustrer la démarche. Voici l'introduction du protocole du groupe rouge : « *Votre hypothèse est qu'Hassan a oublié de mettre le pain au frais. Voici le protocole d'expérimentation. Vous allez voir si le pain va lever avec un passage au frigo* ». L'objectif était de comparer le pain réalisé par les élèves avec le pain d'Hassan et le pain de Claire.

Les élèves ont commencé par lire leur protocole puis nous ont demandé le matériel dont ils avaient besoin. Nous avons fourni tout le matériel et tous les ingrédients. Chaque groupe a réalisé un pain. L'expérimentation en elle-même a duré environ une demi-heure. Les groupes plus en avance ont noté leurs observations sur le livret d'enquête. Nous avons ramené des fours que nous avons disposé dans la classe. Durant les autres apprentissages de la journée, les élèves étaient autorisés à aller observer la cuisson des pains.

2.2.3. La troisième séance : le retour en collectif

A la suite de la deuxième séance, dans la même journée, nous avons proposé une phase d'institutionnalisation et de bilan de la séquence. Nous avons proposé un tableau pour pouvoir comparer les pains entre eux que nous avons complété en classe (voir annexe 2) Les élèves ont goûté chaque pain puis nous avons effectué un travail de description des pains : sont-ils levés ?

Quel goût ont-ils ? Nous avons conclu en expliquant le rôle des levures dans la fabrication du pain et nous avons proposé une trace écrite sous forme de dictée à l'adulte.

2.3. Le recueil de données

Maintenant que nous avons un aperçu de la séquence qui a été proposée pour les élèves, nous allons nous focaliser sur les données que nous décidons d'analyser ensuite dans ce mémoire.

2.3.1. L'hypothèse de recherche

A travers notre séquence sur les microorganismes présents dans le pain, nous pouvons faire l'hypothèse que réaliser une expérience sur la fabrication du pain permet de mieux saisir la place des levures. En effet, lorsque les élèves manipulent ils comprennent les conséquences d'une levure, ils voient les levures sous sa forme brute jusqu'à l'arrêt de leur fermentation à la cuisson. Voir les différentes étapes permet aux élèves de comprendre le processus d'un microorganisme dans la fabrication des aliments.

2.3.2. L'analyse des productions des élèves

Pour répondre à notre hypothèse, nous allons mobiliser différentes productions des élèves. Nous allons utiliser les affiches réalisées par groupe lors de la première séance. Il s'agira de faire une analyse des dessins des élèves. Nous n'analyserons pas les expérimentations des différents groupes car les enregistrements ne sont pas pertinents. En effet, les élèves sont bruyants et s'écartent de notre questionnement initial. Cependant, nous utiliserons les notes d'observations des expériences des élèves produites juste après celles-ci (annexe 3). Par ailleurs, nous utiliserons l'enregistrement du bilan collectif des élèves (annexe 4). Nous en proposerons une retranscription que nous analyserons.

Tableau 3 : Légendes et de leurs correspondances concernant les transcriptions

Légendes	Correspondances
Numéros (ex : 1)	Repères des successions des tours de parole. (ex : premier tour de parole).
Prénom	Prénom de l'élève identifié
PE	Enseignant
EE	Plusieurs élèves parlent en même temps
S	Stagiaires
XX	Elève mais non identifié
DEGUSTATION	Les élèves mangent le pain

3. L'analyse de nos données

Avant de commencer notre analyse, nous aimerions rappeler que celle-ci ne peut pas être étendue à l'ensemble des classes existantes dans le système éducatif français. Elle reste une tentative d'analyse à situer dans un contexte précis, dans l'école de notre stage. Dans cette partie, nous présentons les résultats récoltés lors des séances d'apprentissages proposées aux élèves et nous les analysons. Nous commencerons par analyser les modes de représentations du problème. Puis, nous chercherons à montrer que les représentations initiales des élèves ont évolué. Enfin, nous comprendrons que pour certains élèves, il y a une persistance des représentations. Nous les étudierons à travers des obstacles qui expliquent cette durabilité des croyances des élèves.

3.1. Les modes de représentations du problème

Nous souhaitons commencer notre analyse par les représentations initiales des élèves. Lorsque nous avons demandé aux élèves de produire une affiche pour répondre à la question « qu'est ce qui fait lever le pain ? » nous avons voulu laisser la forme de représentation complètement libre. Nous pouvons constater que les élèves n'ont pas tous utilisé les mêmes outils de communication de leurs pensées. Nous remarquons l'utilisation du texte, du schéma, du dessin et de listes. Nous proposons l'analyse à l'aide du graphique suivant.

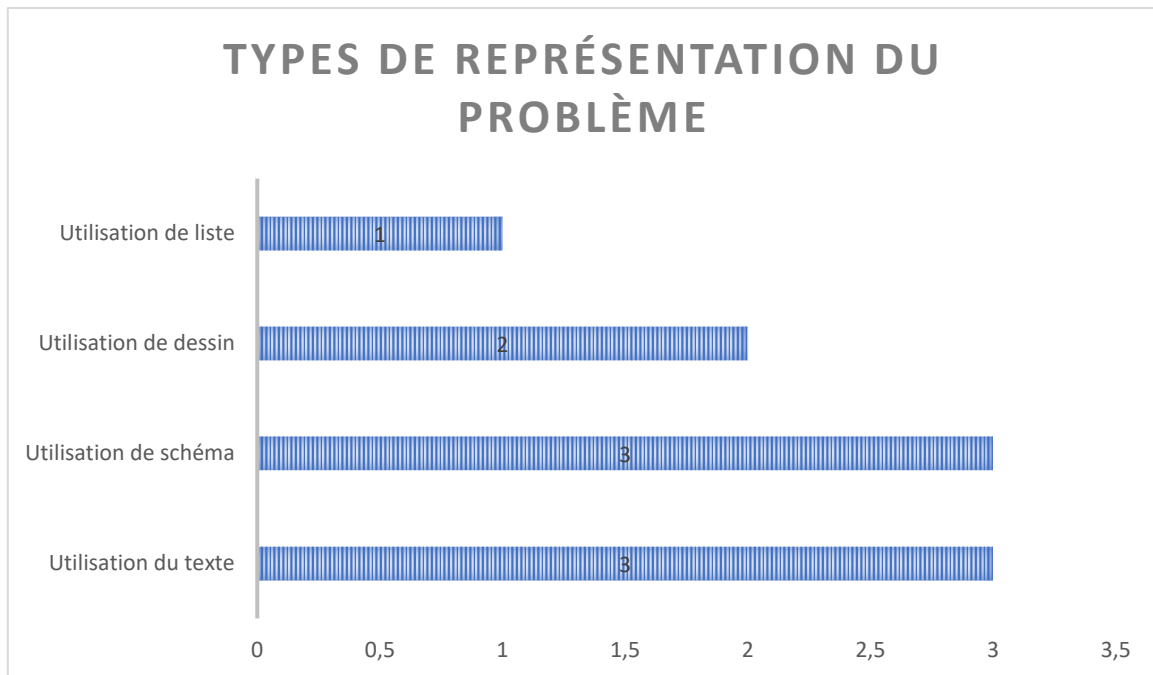


Figure 8 : Les outils de communication des élèves

Globalement, nous pouvons dire que le texte (utilisé dans 3 affiches sur 6), le dessin (utilisé dans 2 affiches sur 6) et le schéma (utilisé dans 3 affiches sur 6) sont des modes de représentations privilégiés par les élèves dans ce contexte. Nous demandons ici de dessiner quelque chose qui est de l'ordre de l'abstrait et de l'infiniment petit. De plus, nous demandons de représenter un processus, une action ce qui est d'autant plus difficile puisque le dessin est figé dans le temps. La main à la pâte nous explique la différence entre schéma et dessin que nous suivrons ici : « *Le dessin est neutre et objectif (ou essaie de l'être). Il n'y a aucune intention dans un dessin, si ce n'est d'être le plus fidèle possible. Le schéma, au contraire, a une volonté de démonstration, il y a une intention. Souvent le schéma montre un principe - un concept - qui n'apparaît pas d'emblée dans le dessin.* » (Langellier, 2004). Le groupe rouge a mobilisé le texte et le dessin en dessinant un frigidaire et un sachet de levure. Un groupe a utilisé le dessin uniquement (groupe marron). Ils ont dessiné et colorié un pain rond, un thermomètre, un sachet de levure, une salière. Le groupe vert a aussi colorié un sachet de levure et a dessiné un œuf. Ils ont ajouté une liste d'ingrédients considérés comme étant indispensables de la recette pour obtenir un pain rond. Enfin, les groupes bleu, rose et violet ont mobilisé le texte et le schéma. Le groupe bleu a formulé plusieurs hypothèses expliquant le pain plat. Il a ensuite voulu schématiser la différence entre la levure chimique et la levure de boulanger. Cela reste une tentative du groupe difficilement compréhensible. De plus les élèves avaient réalisé d'autres tracés qu'ils ont gommés. Le groupe rose a voulu schématiser les ingrédients nécessaires en proposant une addition qui serait égale à un pain plat et une deuxième

qui serait égale à un pain rond. Ils ont ajouté un petit texte pour expliquer leur hypothèse. Le dernier groupe, les violets ont utilisé un schéma pour représenter un saladier avec les ingrédients à ajouter pour obtenir le pain levé dans la même idée que le groupe précédent. Ils ont ajouté un texte bref pour expliquer leur hypothèse. Nous comprenons avec ces explications que les modes de représentation du problème sont variés. Nous pouvons faire l'hypothèse que ces représentations sont variées car le problème est difficile à rendre à l'écrit et est inconnu pour les élèves. Maintenant que nous avons analysé la forme nous allons nous intéresser aux contenus de ces affiches : quelles hypothèses ont-ils proposées ? Que pouvons-nous en dire ?

3.2. Une situation de recherche ouverte : la nécessité de focaliser notre analyse

La question de départ posée aux élèves est ouverte. Elle ne donne pas d'indice et confronte les élèves face à leurs connaissances antérieures du sujet. Selon Fabre (2018), comme nous l'avons vu dans le cadre théorique, cet exercice va remettre en cause les savoirs des apprenants et donc créer du doute autour des connaissances. De plus, le fait que les élèves soient ensemble permet la confrontation des points de vue.

En effet, le monde des microorganismes est une notion floue pour eux, et comme le dit Bachelard (1938), l'absence de connaissance sur un sujet invite les élèves à être très imaginatifs. Nous proposons d'analyser un graphique expliquant les différents facteurs qui ont été mis en avant dans la production des élèves en dehors des levures.

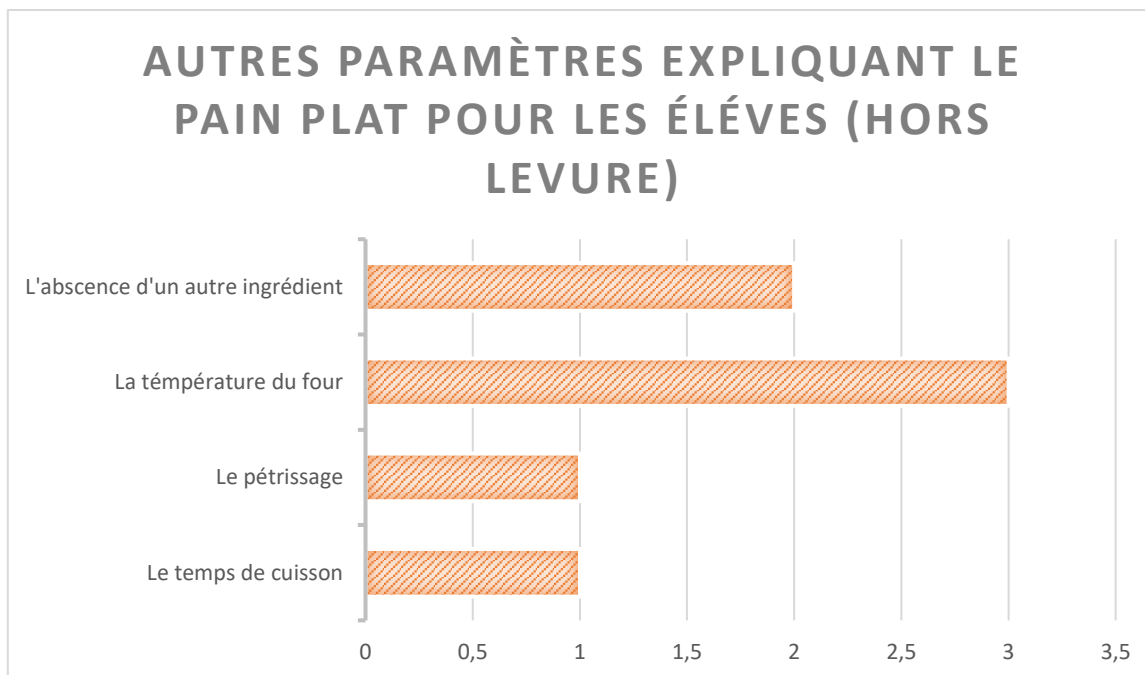


Figure 9 : les paramètres expliquant le pain plat pour les élèves (sauf levure)

Nous pouvons voir ici que les élèves ont eu différentes idées sur l'explication du pain plat. Ils ont majoritairement pensé, (dans 3 affiches sur 6) à la température du four. Ensuite, (dans 2 affiches sur 6) ils ont pensé à l'absence d'un ingrédient : pour un groupe le sel pour l'autre les œufs. Enfin, (dans 1 affiche sur 6) ils ont pensé au temps de cuisson ou au pétrissage. Pour que les hypothèses restent réalisables et dans notre questionnement autour des levures, nous avons orienté les élèves vers celle incluant les ingrédients intervenants dans la fabrication du pain sauf pour un groupe dont la représentation initiale était vraiment sur le pétrissage et le temps de repos. Maintenant que nous avons contextualisé nos données et que nous avons montré que notre recherche a produit des inattendus et s'est parfois écartée des microorganismes, nous allons entrer dans le cœur de l'apprentissage pour les élèves en analysant l'étude des levures par les élèves.

L'objectif de l'expérience était de montrer que les élèves questionnaient le rôle des levures dans la fabrication du pain. Pour analyser leur questionnement, nous allons mobiliser des extraits d'enregistrement réalisés à la suite des expérimentations, lors du bilan et de la dégustation des pains. Nous utiliserons une légende pour analyser ceux-ci. Nous pouvons trouver le tableau d'analyse de l'évolution des représentations en annexe (Annexe 5).





Légende :	
	Description des phénomènes physiques de la fabrication du pain
	Verbes utilisés pour qualifier l'action des levures
	Hypothèses scientifiques des élèves a posteriori des expérimentations
	Questionnement scientifique d'un élève

Figure 10 : légende d'analyse des transcriptions

3.3. L'évolution des représentations des élèves

Avec la réalisation de l'expérience, la manipulation, les représentations des élèves ont évolué. A la fin de notre bilan, nous avons demandé aux élèves de nous dire à quoi servait une levure en s'appuyant sur l'observation des pains des différents groupes. Globalement, les élèves ont bien compris qu'un pain sans levure serait plat et qu'un pain avec la levure serait plus haut. Maxence, qui appartient au groupe vert (ayant fait l'hypothèse que le pain manquait d'œufs) nous dit : « *le pain a plus levé car il s'est aéré longtemps avec la levure.* » (Maxence, tour de parole 99). Il a donc pris en compte la présence des levures et qu'elles étaient déterminantes à la pousse du pain. Gabin appartenant au groupe rose, dont l'hypothèse de départ était le manque de levure, sans préciser laquelle, affirme : « *la levure chimique ça ne fait pas trop gonfler* » (Gabin, tour de parole 95). Il comprend par l'observation que la levure chimique n'a pas la même action que la levure de boulanger. Un des apprentissages importants de notre analyse est que les élèves constatent la différence entre la levure de boulanger et la levure chimique. Isaac observe que le pain fabriqué avec de la levure chimique est moins élevé que celui avec de la levure de boulanger : « *déjà sans levure ça fait gonflé. Ça fait gonfler le pain mais pas toujours* » (Isaac, tour de parole 93). A travers l'observation et l'expérimentation, les élèves ont compris que la levure fraîche était plus appropriée pour la fabrication de pain que la levure chimique car les pains étaient mieux réussis avec de la levure de boulanger.

Dans son compte rendu d'observation, Gabin écrit : « *c'est marron la levure de boulanger* ». Pendant l'expérimentation, l'apprentissage était davantage sensoriel. Astolfi (1984), nous dit que l'apprentissage par situation, celui qui s'éloigne du cadre scolaire, habituellement une sortie mais une expérience de ce type en est une, met au second plan les notions scientifiques qui sont « *cantonnées au statut d'outils* » (Astolfi, 1984, p. 37) pour « *que ce soit le réel qui reste l'objet.* ». (ibid). Le moteur de l'apprentissage est le besoin d'agir, de

toucher, de sentir, de voir, de manipuler. En effet, le toucher et l'odorat ont été massivement évoqué dans les comptes rendus des élèves. L'odeur de la levure de boulanger a marqué les élèves. Le toucher était également sollicité lors du pétrissage de la pâte.

L'expérimentation leur a aussi permis de comprendre que la réussite de la fabrication relevait d'un processus complexe. Au-delà de la levure, il y a d'autres paramètres à prendre en compte. Paul nous explique pourquoi le pain témoin, qu'il a confectionné, a levé : « *Parce qu'on a mis de la levure de boulanger, on a bien malaxé. On a aussi rajouté de la farine* » (Paul, tour de parole 41).

Nous ne pouvons pas conclure à travers une seule séquence d'apprentissage que les représentations des élèves ont évolué car nous savons qu'elles sont difficiles à faire bouger. Les représentations ne sont pas toujours quelque chose de déjà là, « *prêt à penser avec* » (ibid, p.77) mais se construisent en situation. Favoriser leurs expressions par des formes variées permet de les transformer. La réalisation de l'expérience a permis à des élèves de modifier leurs croyances. Toutefois, chez certains élèves, nous constatons des représentations initiales persistantes. Cela nous semble important de les analyser.

3.4. Des représentations initiales persistantes

Un élève dans la classe, n'a pas modifié ses représentations initiales car elles étaient scientifiquement correctes. Sa croyance est en accord avec les connaissances scientifiques. Andoni dit que la levure « *fait des trous dans la mie* » (Andoni, tour de parole 75). Il est le seul élève de la classe ayant mobilisé le rôle scientifique de la levure dans la fabrication du pain. Ce n'était pas un attendu de la séquence car ce n'est pas au programme mais nous remarquons que cela est acquis pour lui. Il a effectué des recherches en dehors du temps de classe. Il affirme : « *c'est un champignon. Ça dégage du CO₂ pour que ça fasse gonfler le pain* » (Andoni, tour de parole 102). Il reste une exception. La plupart des élèves qui n'ont pas modifié leurs représentations initiales gardent leurs croyances, qui ne concordent pas totalement avec la réalité scientifique. Nous cherchons à comprendre pourquoi les élèves gardent leurs croyances *a posteriori* de l'expérimentation. Pour cela, nous allons nous appuyer des obstacles développés par Bachelard (1938).

3.4.1. Le verbe lever : un biais cognitif

Les microorganismes appartiennent au monde de l'infiniment petit. Ainsi, ils sont difficilement observables et ils sont complexes à définir pour des élèves de cycle 3. Nous avons remarqué que les élèves mobilisent de nombreux verbes pour parler du rôle des levures.

Lorsque nous avons présenté aux élèves les différents pains, avec ou sans levure, nous avons cherché à questionner la fermentation des pains auprès des élèves. Ils ont majoritairement utilisé le verbe gonfler (8 fois dans la transcription), comme Oscar « *il a gonflé* » en parlant du pain. (Oscar, tour de parole 11) dans l'idée d'augmentation du volume du pain. Le verbe gonfler nous pousse à faire l'hypothèse que les élèves l'ont associé à l'augmentation du volume en se remplissant d'air ou de gaz comme les ballons ou les pneus. Nous analyserons en ce sens l'hypothèse de Tom « *la levure c'est de l'air* » (Tom, tour de parole 94). Dans l'idée de pousse, les élèves mobilisent également le verbe monter (1 fois dans la transcription) en pensant à un déplacement, s'élevant vers le haut. Isaac dit que le pain témoin « *a monté* » (Isaac, tour de parole 43). De plus, les élèves ont parlé d'aération (2 fois dans la transcription). Nous pouvons faire l'hypothèse d'aération car les élèves ont observé des trous dans la mie des pains contenant de la levure. Pour parler du pain sans levure, Gaëtane nous dit « *le pain a dégonflé de l'intérieur il n'y a pas de bulle il est tout plat.* » (Gaëtane, tour de parole 24). Enfin, le terme lever, que nous avons privilégié lors de nos interventions a été utilisé 4 fois dans la transcription et est difficile à cerner pour les élèves. Ainsi, nous repérons que notre consigne n'est pas adaptée et que le terme lever peut constituer un biais cognitif pour les élèves. Pour les élèves, lorsqu'on leur pose la question de ce que signifie lever, ils répondent « *il est gros et il est épais* » (Inès, tour de parole 10) ou « *il a gonflé* » (tour de parole 11). Ainsi, le terme gonfler, qui a été le plus utilisé par les élèves aurait été peut-être plus pertinent pour lever l'obstacle de la compréhension de la consigne. Les élèves ont été confrontés à d'autres obstacles en dehors de la consigne du problème.

3.4.2. L'obstacle de l'expérience première

Dans les productions initiales des élèves, nous avons pu constater que les élèves étaient dans une confusion entre les différents types de levures. Selon leur quotidien, les élèves ont parlé plus ou moins de ce qu'ils connaissaient, ce qu'ils avaient pu voir à la maison. Nous allons mobiliser un graphique pour analyser les différents types de levures mentionnées par les élèves.

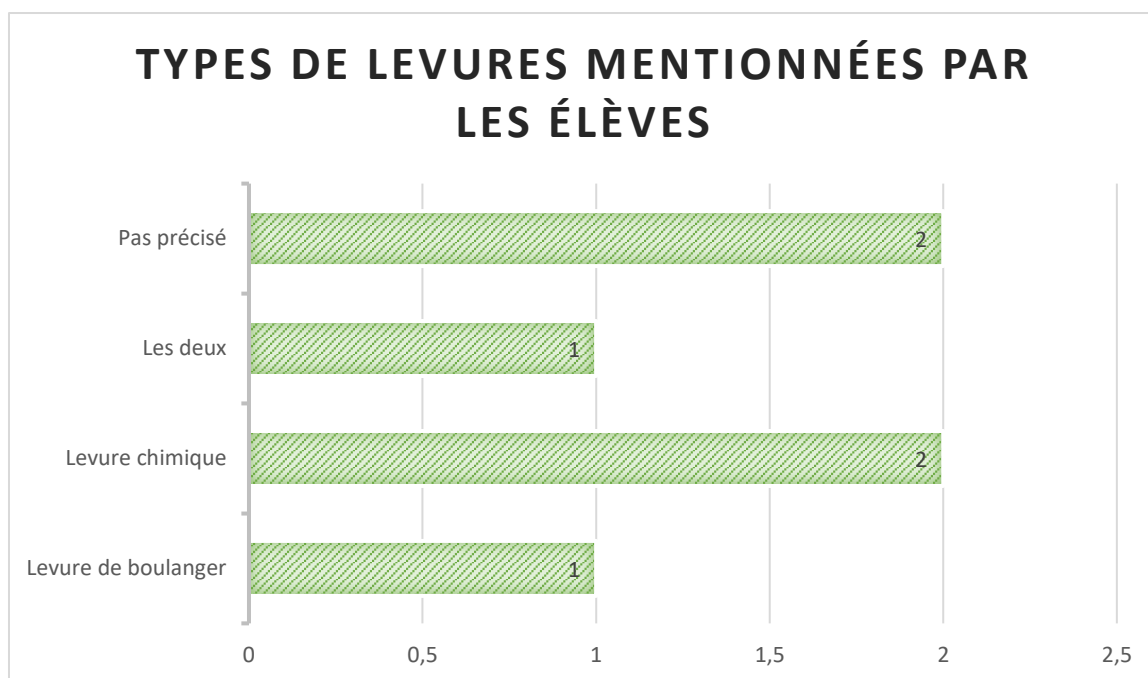


Figure 11 : Les différents types de levure que les élèves utilisent dans la recherche

Ce graphique nous permet de comprendre que les élèves ont mentionné dans leurs productions initiales, dans 1 affiche sur les 6 uniquement la levure de boulanger. Ils ont été nombreux à ne pas savoir qu'il y avait des levures de différentes natures (2 affiches sur 6). Ils ont été également, 2 groupes sur 6, à ne parler que de levure chimique. On peut penser que ces élèves n'ont vu que de la levure chimique, où l'usage est plus fréquent dans les familles. Bachelard (1938) expliquait que l'obstacle de l'expérience première est construit par les tendances spontanées de l'esprit et de ses intuitions premières. Les expériences concrètes des élèves sont directement liées à leurs environnements familiaux. Il n'est donc pas étonnant que les élèves pensent identiques la levure fraîche et la levure chimique. Nous sommes ici dans un obstacle que l'expérimentation doit déconstruire. Les élèves lorsqu'ils réalisent des gâteaux à la maison observent que la levure chimique fait gonfler leur gâteau. La levure chimique n'est pas un être vivant et donc pas un microorganisme, ce qui s'écarte de notre questionnement.

Après l'expérimentation, les élèves continuent de parler de la levure chimique au lieu de la levure de boulanger. Ils savent que la recherche est dans le cadre des sciences. Ils mobilisent beaucoup le terme levure chimique du fait du vocabulaire « chimique » qui leur semble scientifique. Léa nous dit que la levure chimique « *Le pain a plus levé. Parce que ce n'est pas la même levure ce n'est pas de la levure pâtissière mais de la levure chimique. Cela n'a pas la même puissance* » (Léa, tour de parole 21). Le caractère chimique fait penser aux

élèves à un phénomène important et explosif, chargé d'affect pour les élèves. Encore ici nous relevons que le vocabulaire induit les élèves en erreur. Ainsi, nous chercherons à savoir si l'expérimentation a fait bouger la représentation des élèves sur la levure chimique. Coquidé-cantor (2000) nous rappelle que les élèves à travers l'expérimentation peuvent « *aussi se rendre étranger des objets qu'ils croyaient familiers, et développer ainsi un réel questionnement scientifique.* » (p.12). A la maison, les élèves utilisent la levure chimique et savent que celle-ci fait gonfler leurs gâteaux. La levure chimique est plus utilisée dans la vie quotidienne. Leurs croyances les poussent à considérer la levure chimique comme ayant la même action que la levure de boulanger. Il est donc difficile de modifier des représentations qui par leurs observations, semblent être un schéma explicatif suffisant pour l'élève. L'expérience familiale reste ancrée pour les élèves.

De plus, une seule expérience n'est pas forcément convaincante pour tous les élèves. Nolan, en réponse à la question demandant pourquoi le pain des marrons, sans sel n'a pas levé dit : « *Parce qu'il n'y a pas de sel* » (Nolan, tour de parole 17). Nous comprenons avec cette intervention qu'il pense que le sel fait lever le pain. Il est difficile de modifier les représentations des élèves, on peut faire l'hypothèse que Nolan, qui est en CM1, est confronté à l'obstacle de l'infiniment petit.

4.4.3. L'obstacle de l'infiniment petit

Même à travers une expérimentation, les élèves ne voient pas les microorganismes car ils appartiennent à l'infiniment petit. Tom a réalisé le pain avec de la levure chimique. Il a constaté avec son expérimentation que son pain n'était pas aéré. Il pense alors que la levure c'est de l'air car il pense que cela aère le pain. Tom assimile les deux éléments que l'action engendre « *la levure c'est de l'air* ». (Tom, tour de parole 97). On constate ici la résistance à l'obstacle de l'invisible, de l'infiniment petit. Il comprend à travers cette séance que les microorganismes ne sont pas visibles à l'œil nu et l'air est le principal phénomène qu'il connaît qui n'est pas visible lui aussi. Il effectue alors une analogie. Ils sont plusieurs élèves à avoir un raisonnement similaire. Par exemple, Juliette nous explique « *je pense que la levure ça fait gonfler le pain et ça aère.* » (Juliette, tour de parole 100).

4.4.4. L'obstacle de la connaissance

Un autre obstacle que nous avons constaté est la complexité du fonctionnement de l'action des levures pour les élèves. Pour Paul, il n'y a pas de sucre dans le pain car on ne met pas de sucre dans sa fabrication. Il demande avec étonnement : « *dans le pain y'a du sucre ?* » (Paul, tour de parole 107). En effet, il est complexe de comprendre qu'il existe différentes formes de sucres en dehors du saccharose. Pour l'élève, les connaissances nécessaires pour comprendre ce phénomène sont trop importantes. La chimie arrive tardivement dans le cursus scolaire. Nous voyons ici apparaître un des obstacles de notre recherche. Les microorganismes sont à la frontière du cycle 3 et l'étude du fonctionnement des levures est hors programme.

Notre recherche a produit de nombreux inattendus que nous devons maintenant développer dans notre discussion.

4. La discussion

4.1. Les principaux résultats obtenus

Nos résultats montrent que le monde de l'invisible est complexe à étudier avec les élèves. L'analyse des affiches nous a permis de comprendre que les élèves ont peu de connaissances antérieures sur le sujet. L'étude du vocabulaire utilisé par les élèves dans leur rapport d'observation nous rappelle que les levures sont difficiles à saisir et à définir. Leurs actions sont analysées par les élèves à l'aide de l'observation des pains : le pain gonfle/le pain ne gonfle pas.

N'ayant pas forcément de connaissances sur les microorganismes, les apprenants sont donc avides d'imagination pour trouver des explications à la fermentation du pain. Ils prennent en compte leurs expériences personnelles, leur environnement familial et leurs pratiques quotidiennes que la panification est un processus imbriquant plusieurs facteurs. Plusieurs élèves nous ont évoqué des proches faisant du pain, un métier en rapport avec le pain. À partir de ces connaissances, ils ont pu construire des hypothèses variées et les confronter en réalisant une expérience.

La réalisation d'expériences permet aux élèves d'être en contact avec la levure fraîche, de pouvoir la manipuler, la voir, la sentir. Cette approche sensible semble avoir marqué les élèves. De plus, à travers l'expérience, les élèves ont pu observer et comparer les pains. Ils ont pu se rendre compte que certaines hypothèses n'étaient pas vérifiées. Ainsi, l'expérience a fait évoluer leurs représentations. Les élèves ont appris que la levure permettait au pain de lever. Certains élèves restent dans leurs schémas explicatifs initiaux. Le processus d'action des levures sera étudié au collège. Aujourd'hui, les élèves n'ont pas toutes les connaissances nécessaires pour maîtriser le sujet, ce qui est un biais au déroulement de notre analyse. Les élèves sont confrontés à plusieurs obstacles. Tout d'abord, c'est une expérience première au sens de Bachelard (1938). Les élèves n'ont pas ou peu de connaissances antérieures sur le sujet. Les élèves se raccrochent à la forme des levures qu'ils connaissent à la maison : la levure chimique. De plus, les élèves sont confrontés à l'obstacle scientifique de l'infiniment petit. Ils découvrent qu'il existe des phénomènes invisibles à l'œil nu. Ainsi, ils sont difficiles à conceptualiser.

4.2. Validation de l'hypothèse

Nous pouvons dire que notre hypothèse est validée car réaliser une expérience sur la fabrication du pain permet de mieux saisir la présence des levures. Les élèves ont pu manipuler des levures et se souviendront de ce moment d'expérimentation. Cette expérience à partir de leur hypothèse leur a permis de comprendre que les levures fraîches étaient indispensables à la fabrication du pain. Ils ont pu aussi comprendre par l'observation que la levure chimique n'avait pas la même action que la levure fraîche alors qu'ils pensaient qu'elles étaient similaires dans la fabrication du pain. Cependant, l'obstacle des connaissances antérieures, issus des pratiques quotidiennes des élèves ne permet pas de faire évoluer les croyances des élèves vers des savoirs scientifiques car la levure chimique fait gonfler un gâteau.

Cependant, l'hypothèse doit être complétée. Réaliser une expérience ne suffit pas à elle-même pour faire évoluer les croyances des élèves qui sont très ancrées et difficilement modifiables. Le temps de bilan *a posteriori* de l'expérience a été déterminant à l'apprentissage. Pendant la réalisation d'une expérience, les élèves s'éloignent des savoirs scientifiques car vivent un moment moins formel où leur besoin de manipuler prend le dessus sur les connaissances. Ils agissent plus qu'ils ne développent des compétences.

4.3. Les concordances et discordances avec la recherche

Selon Astolfi (1984), l'apprentissage peut se faire au travers d'une situation et par une méthode. Ici, la situation d'apprentissage étant, faire du pain à l'aide d'une méthode, l'expérimentation. Ces modalités d'apprentissage ont eu comme effet de motiver des élèves. Charpak (2011) ajoute que les élèves sont avides d'expérimentation et qu'ils ont un besoin d'agir important. Ils ont été au cœur de leurs apprentissages en construisant une hypothèse et en la réalisant au travers d'une expérience.

Nous avons aussi constaté comme Astolfi que l'apprentissage est situé entre ce que nous savons déjà et ce que nous pensons connaître. Nous ajouterons que la frontière entre les deux est poreuse. Les élèves ont construit des connaissances à l'aide de la séquence et s'étaient déjà emparés de certaines grâce leur vécu quotidien. Cependant, tous les élèves n'avaient pas déjà manipulé de la levure et tous les élèves ne s'identifient pas à des parents qui cuisinent. Ainsi, la facilité à réaliser l'expérience était très inégalitaire en fonction des milieux de vies et des habitudes alimentaires de chacun.

Pour ce qui est de l'expérimentation en elle-même, Coquidé Cantor (2000) explique que le système vivant est complexe et qu'il est difficile de réaliser un échantillon représentatif. En effet, dans la pratique il n'était pas forcément aisé de voir que le pain témoin était plus levé que d'autres pains. Pour pallier les spécificités du vivant, Bachelard (1938) recommande de favoriser l'expression des obstacles à l'apprentissage par des formes variées afin de les transformer. Nous observons des concordances avec cette affirmation car en trois séances nous n'avons pas eu le temps de transformer les représentations. Cependant, mais nous avons pu constater une évolution entre des élèves qui pensaient que d'autres ingrédients que la levure faisait lever le pain. A la fin de l'expérimentation, ils étaient majoritairement convaincus que c'était le rôle des levures.

Fabre (2018) nous rappelle que les problèmes ne sont pas simples à résoudre pour les élèves lorsqu'ils ne sont pas menés par l'enseignant. En effet, à travers la séquence, les élèves ont pris en charge le problème en formulant des hypothèses et en les réalisant. Toutefois, nous remarquons que la critique permanente des solutions n'est pas aisée à mener avec des élèves de cycle 3. En effet, sur la thématique des microorganismes, thématique de découverte pour eux, il est difficile de remettre en cause leurs connaissances qui restent fragiles. De plus, pour Orange, problématiser ce n'est pas regarder que les résultats mais les élèves voulaient savoir quel pain était « le bon » au moment de la dégustation alors que nous étions dans une démarche d'investigation et donc que pour nous, il n'y avait pas de bon pain ou de mauvais pain.

4.4. L'inattendu de la recherche

Nous avons été surpris de la richesse des propositions des hypothèses des groupes lors de la prise en compte de leurs représentations initiales. Les élèves ont eu de nombreuses idées faisant intervenir différents facteurs dans la fabrication du pain : modifier les ingrédients, modifier la cuisson, modifier le pétrissage, varier le temps de repos. Ils ont parfois formulé plusieurs hypothèses ne sachant pas laquelle choisir. Nous pensions que les élèves allaient parler uniquement des levures ce qui n'a pas été le cas et ce qui nous conforte dans l'idée que cette séquence était une séquence de découverte.

Nous avons espéré que les élèves se posent des questions lors de la réalisation de l'expérience et que celle-ci soit un réel temps d'apprentissage : est-ce que ma pâte se modifie au cours de la réalisation de mon expérience ? Si oui, comment ? Si non, pourquoi ? A quel moment dans ma cuisson j'observe des changements ? Ces questionnements n'ont pas émergé chez les élèves sur ce temps-là. Les élèves n'ont pas l'habitude avec leur enseignant de réaliser

des expériences et nous pensons que cela relève d'un apprentissage. Cependant, cela a perturbé le déroulement de l'observation et de l'analyse de notre recherche.

4.5. La validité des résultats

Nous souhaitons faire part de certains biais ou modifications que nous envisagerions si nous devions poursuivre nos expérimentations. Tout d'abord, nous pouvons réfléchir au fait que la semaine de la science, initialement prévue avec une intervention de deux étudiants tous les l'après-midis aurait eu peut-être plus de validité, de cohérence pour les élèves que des séances décrochées comme nous avons dû les mener à cause de la covid-19. La démarche de projet aurait peut-être eu plus de valeur et aurait sans doute modifié nos résultats.

Notre questionnement doit prendre en compte le fait que nous avons été à la fois chercheur et enseignant. Ainsi, en tant que chercheur nous avons dû manquer des éléments importants à analyser car nous étions dans l'action de « faire classe ». De plus, ce double rôle nous a poussé à faire des choix comme celui d'enregistrer que deux groupes lors des expérimentations, alors que peut être d'autres groupes auraient été plus pertinents et se sont davantage posé de questions. Les temps d'observations ont donc été plus restreints et demandent de se décentrer car s'observer soi-même n'est pas aisé en simultané.

Nous pouvons également nous questionner sur la perspective expérimentale. Le déroulement de six expériences en même temps est complexe en termes d'organisation et de gestion. Nous n'avons pas eu de regard sur le respect ou non des protocoles. Les expérimentations n'étaient peut-être pas conformes aux résultats attendus, ce qui fausse notre analyse. Nous aimerions donc compléter le temps d'analyse par un temps de débat avec des sources documentaires pour alimenter les connaissances scientifiques des élèves.

Par ailleurs, nous avons conscience qu'un réel travail de problématisation n'a pas pu s'effectuer en si peu de temps. C'est un processus long à mettre en place avec des élèves et demande une approche réellement travaillée en tant qu'enseignant que la temporalité du mémoire ne permet pas.

De plus, nous utilisons des supports d'analyse variés : des temps oraux comme le bilan des expériences avec les dégustations des pains et des temps écrits avec le compte rendu d'expérimentation. Nous savons que nous n'accédons pas à la même pensée à l'oral qu'à l'écrit.

Une constitution différente des groupes aurait peut-être été plus pertinente pour obtenir des résultats représentatifs. Si nous poursuivons cette recherche, nous aimerions proposer le temps de recueil des représentations initiales de façon individuelle pour permettre de voir les connaissances de chacun et de constituer les groupes en fonction de leurs représentations. Cela aurait peut-être évité que certains élèves ne se sentent pas complètement représentés dans les hypothèses choisies.

5. Conclusion

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons orienté notre réflexion sur la question de recherche suivante : **En quoi l'expérimentation permet de lever certains obstacles à l'apprentissage sur le sujet des levures dans la fabrication du pain ?**

La recherche nous a permis de prendre en compte les représentations initiales des élèves pour construire une problématisation avec eux à travers la réalisation d'une expérience. En sciences, il est essentiel de prendre en compte ces représentations pour fonder une séquence qui part de ce que les élèves savent, de ce qu'ils croient savoir. Réaliser ce temps d'apprentissage sur la fabrication du pain nous a permis de prendre conscience que, pour les élèves, l'intervention des levures dans celui-ci n'était pas évidente. Le questionnement que nous avons traversé au cours de ce mémoire aide à proposer une séquence qui prend en compte les élèves, leurs connaissances et leurs processus d'apprentissage en s'appuyant sur les recherches existantes. Ainsi, nous avons développé la compétence professionnelle du référentiel « *connaître les processus et les mécanismes d'apprentissage, en prenant en compte les apports de la recherche* »²².

De plus, l'expérimentation a été l'occasion pour les élèves de découvrir une méthode d'apprentissage. Cela développe chez eux des nouvelles compétences d'analyse du monde qui les entoure : description, rapport au sens, compréhension, coopération. A l'aide de nos résultats, nous supposons qu'introduire le sujet des microorganismes de façon transmissive n'aurait pas permis de développer aussi efficacement ces compétences. En se confrontant à des expériences, en observant les pains, ils ont questionné leurs représentations initiales. La pratique de l'expérimentation, de la démarche d'investigation et de la problématisation en sciences de la vie nécessite donc de remettre en cause un modèle d'enseignement traditionnel transmissif. Le rôle de l'enseignant est alors d'accompagner les élèves dans leur cheminement mais c'est l'élève qui construit ses connaissances. Elles ne sont pas données par l'enseignant. Cette pratique rend les élèves acteurs de leurs apprentissages et aide « *à la construction des parcours des élèves sur les plans pédagogique et éducatif* » une des compétences du référentiel.

L'apport des chercheurs et notre recherche nous rappelle que l'apprentissage est un processus complexe. Il est important de prendre en compte la diversité des élèves, le contexte

²² Référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation : <https://www.education.gouv.fr/bo/13/Hebdo30/MENE1315928A.htm>

d'exercice mais aussi les obstacles épistémologiques pouvant intervenir dans la séquence. Ce mémoire est un outil pour analyser les difficultés des élèves sur la thématique des microorganismes.

Il nous questionne sur la place que chaque élève peut prendre lors d'une expérimentation. En effet, nous avons constaté que certains élèves prenaient beaucoup en main les expérimentations pendant que d'autres étaient davantage dans un rôle d'observation. Quel dispositif pouvons-nous mettre en place pour que chacun puisse s'emparer des apprentissages ? Cette mise en place importante de la différenciation dans les enseignements scientifiques ferait l'objet d'une piste de recherche à développer.

Bibliographie

Astolfi, J-P., Peterfalvi, B., Vérin, A. (1998) *Comment les enfants apprennent les sciences ?* Clés pour renouveler l'enseignement scientifique. Retz.

Audigier, F., Pache, A. (2014). *Alimentation à l'école (paideia). Enseigner une géographie renouvelée.* Presses universitaires de Rennes.

Bachelard, G. (2015). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective.* Les classiques des sciences sociales.

Beaufils, D. et Larcher, C. (1999). L'expérimental dans la classe. *Aster*, 28. <https://doi.org/10.4267/2042/8713>

Boivin-Delpieu, G., Decousset, D., Duco, A., Duco, D., Fauriat, J., Fouquet, C., Guivarc'H, S., Hihi, J., Lopin, A., Lusseau, M., Pichout, J., R., et Vuillaume-Enon, J. (2018). *Sciences et Technologie cycle 3 CMI-CM2 - Guide pédagogique* (Teacher's éd.). Nathan.

Charpak, G. (2011). *La Main à la pâte : Les sciences à l'école primaire. (French Edition)* Flammarion.

Coquidé-Cantor, M. (2000). Le rapport expérimental au vivant dans la formation des enseignants. *Tréma*, 18, 5-21. <https://doi.org/10.4000/trema.1593>

Flageul, R. et Coquidé. M. (1999). Conceptions d'étudiants professeurs des écoles sur l'expérimentation et obstacles corrélatifs à sa mise en œuvre à l'école primaire, *Aster*, 28, pp. 33-56.

Harlen, W. (2012). *Enseigner les sciences : comment faire ?*, pommier.

Orange, C. (2017). *Enseigner les sciences : Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe (Le point sur. . . Pédagogie) (French Edition)* (Première Édition). De Boeck (Pédagogie et Formation).

Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 38, 69-94. <https://www.cairn.info/revue-les-sciences-de-l-education-pour-l-ere-nouvelle-2005-3-page-69.htm>

Rézeau, J. (2002, 1 décembre). *Médiation, médiatisation et instruments*

d'enseignement : du Triangle au « carré pédagogique » J. Consulté le 27 avril 2022, à

l'adresse <https://journals.openedition.org/asp/1656?lang=en>

Iulio, D. S. et Cardon, P. (2021). *Cantine et friandises : L'école et l'alimentation des enfants*. Rabelais.

Simonneaux, L. et Legardez, A. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité : Enseigner les questions vives*. ESF éditeur.

Springer, (1991). *Levure et panification*. Techno-Nathan.

Stengel, K. (2017). *Enseigner l'alimentation, un projet de société : Les Enseignements pratiques interdisciplinaires (French Edition)*. Editions L'Harmattan.

Thouin, M. (1985). Les représentations de concepts en sciences physiques chez les jeunes. *Revue des sciences de l'éducation*. 11(2), 247-258. <https://doi.org/10.7202/900493ar>

Sitographie

Brigitte Larochette et Joan Sanchez-Gonzalez (2015, 9 octobre). *Cinquante ans de consommation alimentaire : une croissance modérée, mais de profonds changements - Insee Première - 1568*. Consulté le 26 avril 2022 sur <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1379769#:text=Depuis%201960%2C%20les%20m%C3%A9nages%20consacrent,l'ensemble%20de%20la%20consommation>.

Burillard. L, Daumas. V, Glaz. M, Kouyoumdjian. L, Lobrot. S, Logier. D, Mallot. N, Marchand. C (2016). *Les fermentations alimentaires*. Université de Lorraine. Consulté le 19 décembre 2021 sur https://ensaia.univlorraine.fr/sites/ensaia.univlorraine.fr/files/users/telechargements/rapport_final_fermentation2.pdf

Clément, P. (juin 2004). *Quelle différence entre schéma et dessin ? La Fondation La main à la pâte*. Consulté sur <https://fondation-lamap.org/node/6646#:text=Le%20dessin%20est%20neutre%20et,d'embl%C3%A9e%20dans%20le%20dessin> le 20 avril 2022

Fabre, M. (20 mars 2018). Eduquer pour un monde problématique forum de la maturité professionnelle. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=MwjyBYzBys0&t=2s>

Fondation la main à la pâte (janvier 2013). Présentation des activités de classe du module « du pain et des bulles ». Consulté le 5 janvier sur <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/15742/2-activites-de-classe#z>

Futura santé. Définition micro-organisme - Microbe - Microorganisme (s. d.). Futura. <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-micro-organisme-6183>

Jean-Pierre Gallerand. (Juin 2012). Blog Collège Théophile Vénard. Consulté le 7 janvier sur <https://sites.google.com/site/svttv6/cahier-de-textes-svt-theophile-venard-6/6a>

Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse. (30 juillet 2020). *Bulletin Officiel cycle 3*. Eduscol. Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse. Consulté le 1 décembre sur <https://eduscol.education.fr/87/j-enseigne-au-cycle-3>

Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports. Direction générale de l'enseignement scolaire. Le rôle de la levure dans la fabrication du pain. (s. d.). Eduscol. Consulté le 1 décembre 2021 sur <https://eduscol.education.fr/document/16858/download>

Ministère des Solidarités et de la Santé. Soins et santé maladie. (Mars 2022) Consulté le 18 mars 2022, à l'adresse <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialisees/obesite/>

Socle commun de connaissances, de compétences et de culture. (Mars 2015). Ministère de l'Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports. Consulté le 1 décembre 2021 sur https://www.education.gouv.fr/bo/15/Hebdo17/MENE1506516D.htm#socle_commun

Annexes

Tableau des annexes

Annexe 1 - Affiche collective des représentations initiales

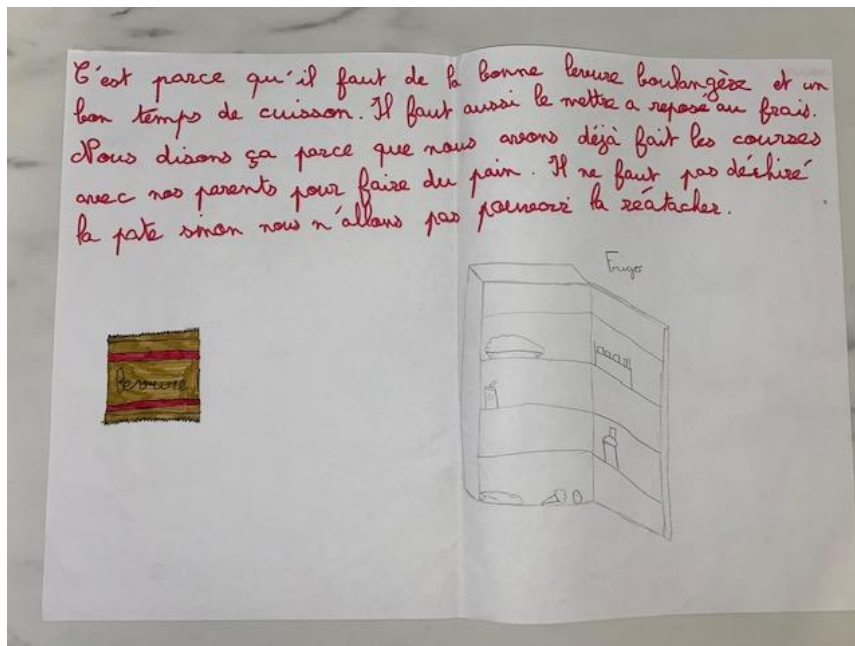
Annexe 2 - Tableau lors du temps de bilan

Annexe 3 - Compte rendu d'observation des expériences par les élèves

Annexe 4 - Grille de transcription du temps collectif

Annexe 5 - Analyse de l'évolution des représentations des élèves

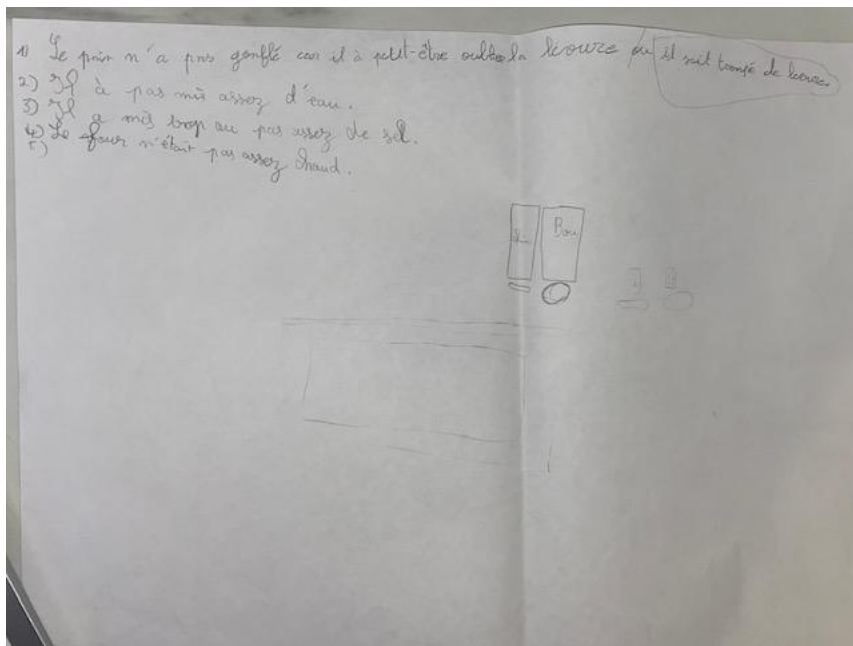
Annexe 1 : Affiche collective des représentations initiales



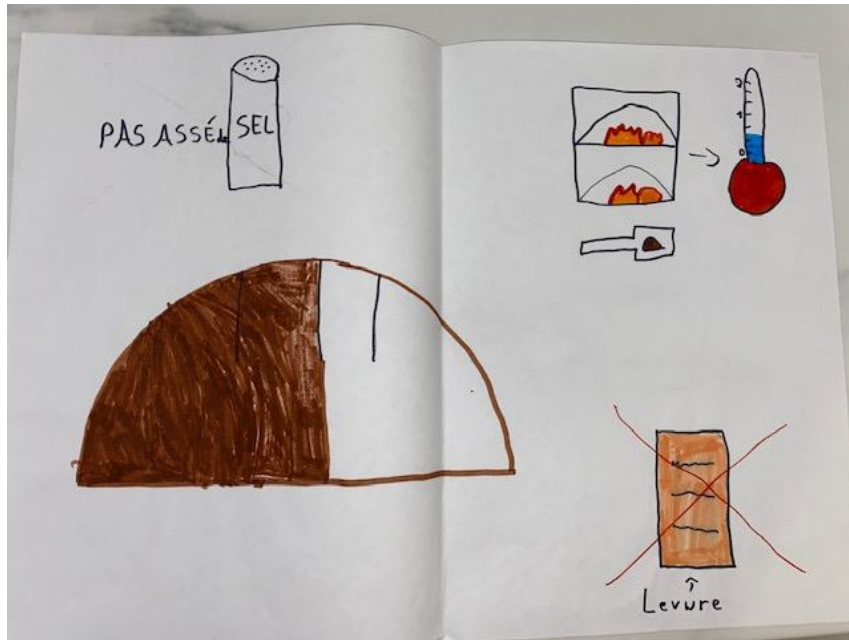
Groupe rouge



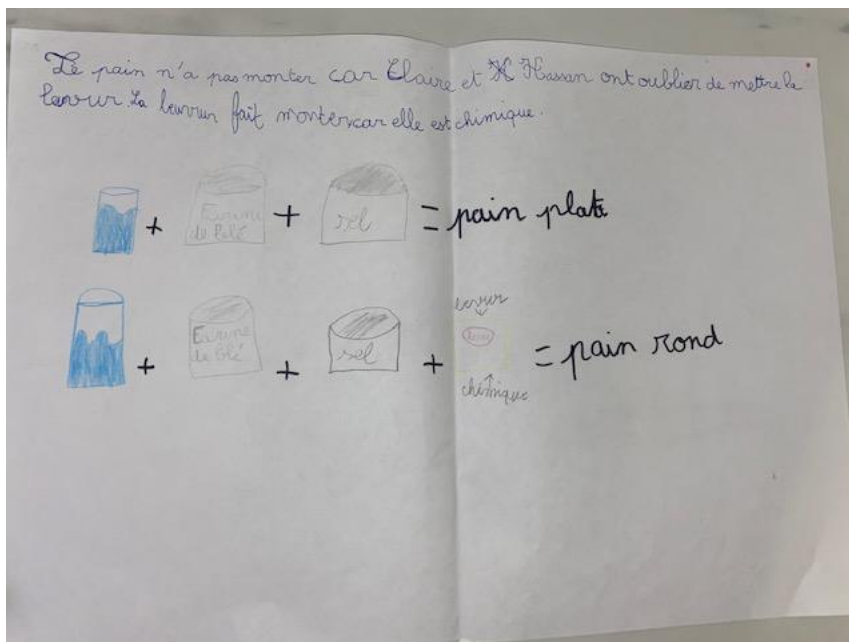
Groupe vert



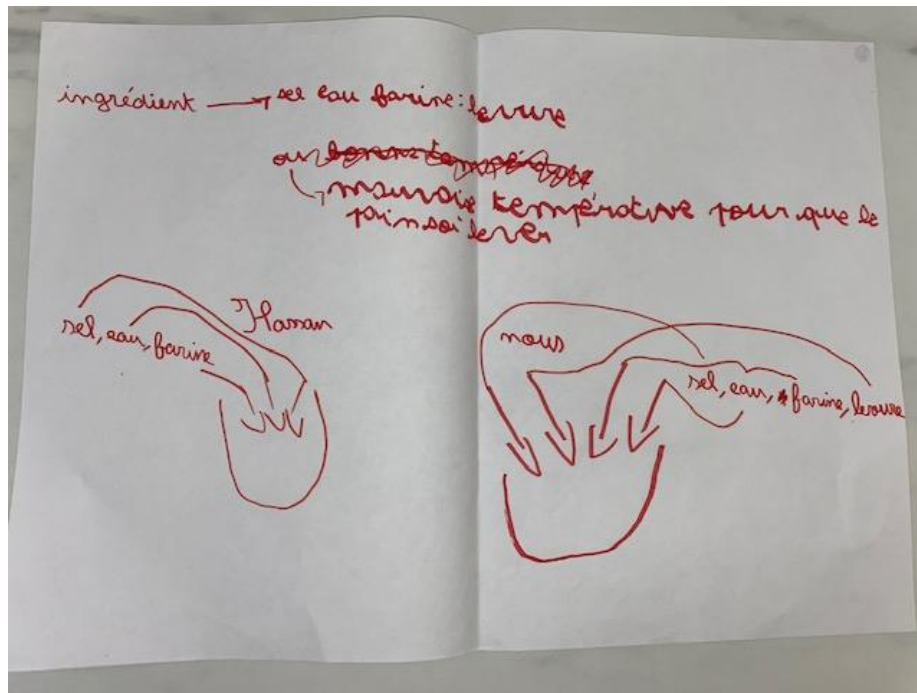
Groupe bleu



Groupe marron



Groupe rose







Groupe violet

Annexe 2 : Tableau lors du temps de bilan

vendredi 4 mars

	frais	sans sel	levure chimique	sans levure	sauf	le matin
Le pain est plat				X		
Le pain a levé mais seulement un peu		X	X		X	X
Le pain a levé	X		/	/	/	X++
Le pain a un bon goût	X		/	/	/	X++
Le pain est mangeable	X	X	X	X	X	X
Le pain est immangeable						

Annexe 3 : Compte rendu d'observation des expériences par les élèves


<p>J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »</p> <p>Je note mon observation :</p> <p>J'observe que <i>la pâte colle les mains avec la farine ne colle pas au plat.</i></p> <p>Je peux aussi faire un schéma</p> 	<p>J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »</p> <p>Je note mon observation :</p> <p>J'observe que <i>la pâte est très facile à faire! on y a pas beaucoup d'ingrédients.</i></p> <p>Je peux aussi faire un schéma</p> 
<p>J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »</p> <p>Je note mon observation :</p> <p>J'observe que <i>est compliqué de travailler en groupe et que la pâte devient dure. On a travaillé pendant 15 minutes et on a fait une pâte qui est dure et qui colle les mains.</i></p> <p>Je peux aussi faire un schéma</p> 	<p>J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »</p> <p>Je note mon observation :</p> <p>J'observe que <i>la pâte est très facile à faire et c'est amusant de travailler en groupe. On a travaillé pendant 15 minutes et on a fait une pâte qui est dure et qui colle les mains.</i></p> <p>Je peux aussi faire un schéma</p> 

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
 La pâte bien soignée était bien saillante, mais lorsqu'on la mélange avec les œufs, elle se déforme.

Je peux aussi faire un schéma




TOM B.

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
 Je n'ai pas aimé le mélange de la pâte car elle collait et qu'elle se déformait quand on la mélangeait avec les œufs.

Je peux aussi faire un schéma




AXELLE

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
 La pâte est plus épaisse et plus collante que celle de la dernière fois. Elle se déforme quand on la mélange avec les œufs.

Je peux aussi faire un schéma




LAURA

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
 La pâte est plus épaisse et plus collante que celle de la dernière fois. Elle se déforme quand on la mélange avec les œufs.

Je peux aussi faire un schéma



ANDONI

Un groupe s'occupe de l'expérience témoin : Lorsqu'on réalise une expérience, il est important de faire un témoin.
 Une expérience témoin est une expérience servant de modèle/ de référence pour comparer les différentes hypothèses.


Observations

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
*mon pailan et liquide et solide, mais
 aussi du gaz qui se forme.*

Je peux aussi faire un schéma

 **FAUSTINE**


LIVRET D'ENQUÊTE | 8

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
*au départ on a vu de la farine
 et de l'eau. On a mélangé avec de la
 farine après on a mélangé à la
 main. On a vu que ma pâte a
 été très bien.*

Je peux aussi faire un schéma


 **NOLAN**

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
*la pâte est devenue solide et on
 a vu du gaz qui se forme.*

Je peux aussi faire un schéma


 **AXEL**

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

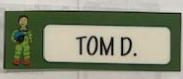
Je note mon observation :

J'observe que
sa pâte solide et on a vu du gaz qui se forme.

Je peux aussi faire un schéma


 **ISAAC**

Réalisation de l'expérience
 On réalise une expérience en suivant le protocole.
 Un groupe s'occupe de l'expérience témoin. Lorsque l'on réalise une expérience, il est important de faire un témoin. Une expérience témoin est une expérience servant de modèle de référence pour comparer les différentes hypothèses.

Observations
 J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »
 Je note mon observation :
 J'observe que
 La poudre est blanche et se dissout dans l'eau.
 Je peux aussi faire un schéma



LIVRET D'ENQUÊTE | 8

On réalise une expérience, il est important de faire un témoin. Une expérience témoin est une expérience servant de modèle de référence pour comparer les différentes hypothèses.

Observations
 J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »
 Je note mon observation :
 J'observe que
 La poudre est blanche et se dissout dans l'eau.
 Je peux aussi faire un schéma



LIVRET D'ENQUÊTE | 8

Une expérience témoin est une expérience de référence pour comparer les différentes hypothèses.

Observations
 J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »
 Je note mon observation :
 J'observe que
 La poudre est blanche et se dissout dans l'eau.
 Je peux aussi faire un schéma


LIVRET D'ENQUÊTE | 8

Une expérience témoin est une expérience de référence pour comparer les différentes hypothèses.

Observations
 J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »
 Je note mon observation :
 J'observe que
 La poudre est blanche et se dissout dans l'eau.
 Je peux aussi faire un schéma


LIVRET D'ENQUÊTE | 8

Un groupe s'occupe de réaliser une expérience, il est important d'avoir une expérience témoin. Une expérience témoin est une expérience servant de modèle de référence pour comparer les différentes hypothèses.


Observations

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
 J'ai observé que le liquide est devenu plus épais et qu'il a pris une couleur blanche.

Je peux aussi faire un schéma

 EMY

RET D'ENQUÊTE | 8

réaliser une expérience. Une expérience témoin est une expérience servant de modèle de référence pour comparer les différentes hypothèses.


Observations

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que
 Mon pain est devenu plus épais et plus blanc.

Je peux aussi faire un schéma

 MAXENCE

RET D'ENQUÊTE | 8

Un groupe s'occupe de l'expérience. Une expérience témoin est une expérience servant de modèle/ de référence pour comparer les différentes hypothèses.


Observations

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que *monde plus blanc, cadavre et que milieu argente de faire la tache et que on s'agit par deux avec la tache sur le milieu et au dessous de la tache on voit un grand et un petit cadavre.*

Je peux aussi faire un schéma



LIVRET D'ENQUÊTE | 8

On réalise une expérience en suivant le protocole. Un groupe s'occupe de l'expérience témoin. Lorsqu'on réalise une expérience, il est important de faire un témoin. Une expérience témoin est une expérience servant de modèle/ de référence pour comparer les différentes hypothèses.


Observations

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que *la tache blanche et la tache par la base mais je me suis amusé.*

Je peux aussi faire un schéma



ET D'ENQUÊTE | 8

On réalise une expérience en suivant le protocole. Un groupe s'occupe de l'expérience témoin. Lorsqu'on réalise une expérience, il est important de faire un témoin. Une expérience témoin est une expérience servant de modèle/ de référence pour comparer les différentes hypothèses.


Observations

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

Je note mon observation :

J'observe que *la tache est plus blanche que la tache de la tache et la tache de la tache est plus blanche que la tache de la tache.*

Je peux aussi faire un schéma



LIVRET D'ENQUÊTE | 8

On réalise une expérience en suivant le protocole. Un groupe s'occupe de l'expérience témoin. Lorsqu'on réalise une expérience, il est important de faire un témoin. Une expérience témoin est une expérience servant de modèle/ de référence pour comparer les différentes hypothèses.


Observations

J'indique ce que j'ai observé lors de votre expérience sous la forme : « J'observe que..... »

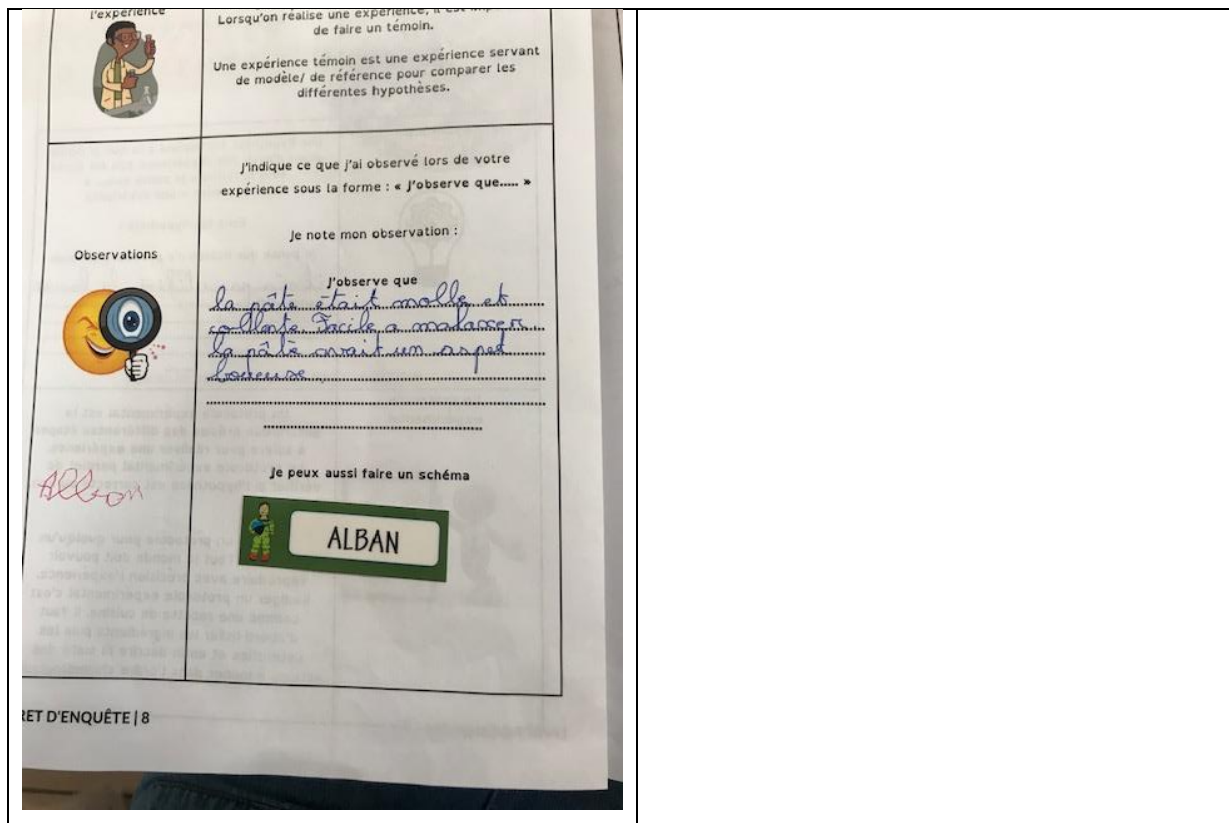
Je note mon observation :

J'observe que *la tache est plus blanche que la tache de la tache et la tache de la tache est plus blanche que la tache de la tache.*

Je peux aussi faire un schéma



LIVRET D'ENQUÊTE | 8



Annexe 4 : Grille de transcription du temps collectif (17 minutes)

01-S : On va reprendre les pains. Pour ça j'ai pensé à vous présenter ce tableau. Il y a des phrases et vous allez cocher si vous êtes d'accord. On va prendre les pains un par un parce que si on commence à prendre tous les pains on va plus savoir lequel est lequel.

02-PE : Je vous préviens si ça bavarde de trop je distribue les pains.

03-S : Alors on commence par le premier pain. Vous pouvez le regarder. Est-ce que vous trouvé que le pain est plat ?

04-EE : Non

05-S : On est d'accord. Est-ce que vous trouvez que le pain a levé mais seulement un peu ?

06- EE - Certains élèves répondent oui d'autres non.

07- S : Le pain avait levé davantage d'un côté que de l'autre je leur montre l'autre côté du pain. Est-ce que le pain a levé ?

08- EE : oui !

09- S : lever ça veut dire quoi ?

10- Inès : Il est **gros et il est épais.**

11- Oscar : Il a **gonflé.**

12- S : on va faire d'abord toutes les cases rouges et on va goûter après. Le deuxième pain. C'est le pain sans sel de l'équipe des marrons.

13- EE : il est plat

14- Axel : Non il est bien.

15- S : il est quand même plus plat que celui-ci. Je montre le premier pain. Qui est d'accord pour mettre cette proposition ? Le pain est plat 7 élèves le pain a levé mais seulement un peu 11 personnes ne pensent que le pain a levé. D'après vous pourquoi ça n'a pas levé ?

16- Gaëtane : parce qu'ils ont mal malaxé.

17- Nolan : Parce qu'il n'y a pas de sel.

18- S : on va voir le troisième pain, de l'équipe bleu qu'est-ce que vous en pensez ?

19- Paul : Je pense qu'il n'est pas assez doré.

20- S : Qui pense que le pain est plat ? un élève, qui pense que le pain a levé mais seulement un peu ? tout le monde en fait. Pourquoi ? On lève le doigt.

21- Léa : Le pain a plus levé. Parce que ce n'est pas la même levure ce n'est pas de la levure pâtissière mais de la levure chimique. Cela n'a pas la même puissance.

22- S : Et le pain sans levure qu'est qu'on en pense ?

23-EE : Le pain est plat.

24-Gaëtane : le pain a dégonflé de l'intérieur il n'y a pas de bulle il est tout plat.

25-S : Isaac va le toucher et va nous dire comment est la texture

26-Issac : Brulé et dur.

27-S : le pain est compact. Ce pain-là honnêtement je ne suis pas sûre qu'on arrive à le manger. Le prochain pain qu'est-ce que vous en pensez ?

28- Axelle : il a levé mais seulement un peu.

29- Axel : il a un peu plus levé mais pas complètement.

30- S : quelle est la différence avec les autres pains ? Faustine

31- Faustine : il est beaucoup plus gros car on a rajouté de la farine car c'était trop liquide.

32- S : pourquoi ?

33- Axel : parce qu'on a mis trop d'eau ?

34- Tom : ce sont les jaunes d'œuf. Il est plus clair.

35- EE : Tu peux faire une croix au milieu

36- S : Oui. Le dernier, le pain témoin. Qui me rappelle ce que c'est qu'un pain témoin ?

37- EE : il a tous les ingrédients.

38- S : Oui. C'est le pain avec lequel on va comparer les autres pains.

39- EE : Waouh ! il est grand.

40- S : pourquoi il est grand ? c'est à vous de me le dire.

41- Paul : Parce qu'on a mis de la levure de boulanger, on a bien malaxé. On a aussi rajouté de la farine.

42- S : oui je pense que soit vous aviez mis trop d'eau ne soit pas assez de farine au départ. Isaac c'est quoi ton avis puisque tu n'écoutes pas.

43- Isaac : monter

44- S : est-ce qu'on dit monté pour du pain ?

45- Isaac : levé.

46- S : maintenant on va goûter les pains. Il faut que vous puissiez dire si le pain est mangeable, si on peut le manger ou immangeable si on ne peut pas le manger et si il a bon gout. On va commencer par un pain déjà coupé. On commence par le pain des rouges. Venez prendre un bout.

47- PE : un conseil n'en prenez pas un gros. On a 6 pains à goûter. Vous attendez avant de le manger. Vous ne mangez pas tout de suite.

48- EE : ah il est mou.

49- S : Qu'est-ce que vous en pensez ?

50- EE : Il est mangeable.

51- S : le sans sel. Vous prenez un bout et vous retournez à votre place.

52- EE : ahhh, Il n'a pas de gout.

53- S : d'après vous le sel sert à quoi ?

54- EE : A donner du gout.

55- S : est ce qu'il est mangeable ?

56- Elèves oui mais pas très bon.

57- S : il y a le pain avec les œufs ici. A votre place on ne mange pas tout de suite. On attend d'être assis tous prêts et on peut goûter.

58- Elèves : On dirait de la brioche à cause des œufs. Dans le pain y'à pas d'œuf.

59- S : est-ce que le pain est mangeable ?

60- Elèves : oui

61- S : Goutez le pain témoin.

62- Elèves : oui

63- Léa : il a une bonne texture

64- S : est-ce que vous trouvez que le pain est mangeable ?

65- Elèves : oui

66- S : celui à la levure chimique on ne l'a pas encore goûté.

67- Emy : C'est Alban qui a mis du sel. Tu en as mis trop.

68- S : Est-ce que ce pain est mangeable ?

69- Elèves : non/oui

70- S : je mets entre les deux. Il en reste un, le pain sans levure. Avant d'y aller, vous avez le droit de regarder d'en prendre un bout, goûter mais vous n'êtes pas obligé de finir.

71- Elèves : il est trop bon.

72- Axel : il n'a pas de goût.

73- S : Il faut être objectif par rapport aux autres pains que vous avez mangé vous devez être capable de dire. La levure elle sert à quoi ?

74- EE : **A faire gonfler le pain.**

75- Andoni : **elle fait des trous dans le pain.**

76- S : elle aère. Qui pense que le pain est mangeable ?

77- : Elèves oui

78- S : le premier pain que vous avez mangé il a bon gout ? Il y a plusieurs paramètres on peut pas contrôler si vous avez bien suivi le protocole.

79- Elèves : oui

80- S : Le sans sel ?

81- EE : Non

82- S : Le levure chimique ?

83- EE : Non/ oui

84- S : Je mets qu'un trait.

85- S : Sans levure ?

86- EE : oui/non

87- S : Les œufs ?

88- Elèves : DEGUSTATION

89- S : Le pain témoin ?

90- Elèves : Oui

91- Paul : **La levure sert à faire lever le pain et aussi à faire des petits trous dans le pain.**

92- S : la levure est que ce que vous savez ce que c'est après avoir fait le pain aujourd'hui ?

93- Isaac : **déjà sans levure ça fait déjà gonflé. Ça fait gonfler le pain mais pas toujours.**

94- S : toujours ? qu'est ce qui change ?

95- Gabin : **la levure chimique ça ne fait pas trop gonfler.**

96- S : c'est moins efficace que la levure de boulanger.

97- Tom : **la levure c'est de l'air.**

98- S : qui est d'accord ? Maxence

99- Maxence : je suis d'accord parce que mon père a déjà fait du pain et il met de la levure. C'est-à-dire que **le pain a plus levé car il s'est aéré longtemps avec la levure.**

100- Juliette : **je pense que la levure ça fait gonfler le pain et que ça aère.**

101- S : la levure c'est un être vivant.

102- Andoni : **c'est un champignon. Ça dégage du CO2 pour que ça fasse gonfler le pain.**

103- S : c'est comme dans les yaourts ou dans le fromage. Je vous propose de reprendre le carnet de science et d'écrire tout ça.

104- Nolan : ça veut dire que c'est lequel le meilleur ?

105- S : Ya pas de meilleur ou de moins bien. Le pain témoin c'est celui qu'on fait d'habitude.

106- S : le pain est un aliment produit par la transformation d'une matière qui est la farine. Une levure est un champignon de très petite taille. Il faut retenir qu'une levure est très petit. On ne peut pas la voir avec des yeux. En sixième, les CM2, vous allez utiliser les microscopes. La levure utilise le sucre du pain et produit une sorte d'énergie qui fait gonfler le pain.

106- S : La levure utilise le sucre du pain et produit une sorte d'énergie qui fait gonfler le pain.

107- Paul : **dans le pain y'a du sucre ?**

108- S : oui. Il y a différentes sortes de sucre comme aussi l'amidon. Si on reprend vos hypothèses, le fait de mettre les levures au frigo ça a fait développer votre pain différemment que les autres. Les levures elles se développent différemment selon la température. Le sel donne du goût. Un pain sans sel c'est Sns gourmand.

109- S : Pour la levure chimique, vous confondez avec la levure de boulanger. La levure chimique c'est celle des gâteaux. Les boulanger utilise la levure de boulanger, un cube, ça sent fort.

110- S : Les œufs ça donne la pâte, ça donne un autre goût. Mais en réalité dans le pain y'a pas d'œuf. Le pain témoin c'était le pain que claire a réalisé au début.

111- S : pourquoi on n'a pas eu exactement le même pain que celui qu'on achète en boulanger ?

112- Paul : parce que le pain de la boulangerie est en baguette

113- S : pas forcément

114- Juliette : ce n'est pas le même four.

115- Arthur : C'est leur travail. Ce sont des professionnels.

Annexe 5 : Analyse de l'évolution des représentations des élèves

Groupes	Représentations initiales	Représentations pendant l'expérimentation en rapport avec la levure	Représentations à l'issues de la séquence
<p>Le groupe vert Faustine, Laura, Maxence, Axel</p>	<p>« <i>Le pain n'a pas levé car il manquait des œufs</i> »</p>		<p>Maxence, tour de parole 99 : « Le pain a plus levé car il s'est aéré longtemps avec la levure. »</p>
<p>Le groupe violet Nolan, Thomas, Juliette, Paul</p>	<p>« <i>Le pain n'a pas levé car il manquait de la levure</i> ». Le groupe violet a fait le pain témoin.</p>	<p>Juliette : « je n'aimais pas l'eau avec la levure car c'était marron. Je trouvais que les ingrédients c'était bizarre. » Paul : « ça sent l'odeur du pain »</p>	<p>Paul, tour de parole 91 : La levure sert à faire lever le pain et aussi à faire des petits trous dans le pain.</p> <p>Paul, tour de parole 107 : dans le pain y'a du sucre ?</p> <p>Juliette, tour de parole 100 : je pense que la levure ça fait gonfler le pain et que ça aère.</p> <p>Nolan, tour de parole 17 : Parce qu'il n'y a pas de sel. (en réponse à la question pourquoi le pain des marrons n'a pas levé)</p>
<p>Le groupe rouge Léa, Tom, Gaëtane, Isaac</p>	<p>« <i>Le pain n'a pas levé car la pâte n'a pas été mise au frais</i> »</p>		<p>Léa, tour de parole 21 : Le pain a plus levé. Parce que ce n'est pas la même levure ce n'est pas de la levure pâtissière mais de la levure chimique. Cela n'a pas la même puissance.</p> <p>Isaac, tour de parole 93 : déjà sans levure ça fait déjà gonflé. Ça fait gonfler le pain mais pas toujours.</p> <p>Gaëtane, tour de parole 24 : le pain a dégonflé de</p>

			<p>l'intérieur il n'y a pas de bulle il est tout plat.</p> <p>Isaac, tour de parole 43 : « monter » en parlant du pain</p>
<p>Le groupe bleu Andoni, Alban, Emy, Tom</p>	<p>« <i>Le pain n'a pas levé car il a été fabriqué avec de la levure chimique au lieu de la levure de boulanger.</i> »</p>	<p>Alban : « la pâte avait un aspect boueuse »</p>	<p>Tom, tour de parole 97 « <i>la levure c'est de l'air</i> ».</p> <p>Andoni, tour de parole 75 : elle fait des trous dans le pain.</p> <p>Andoni, tour de parole 102 : c'est un champignon. Ça dégage du CO2 pour que ça fasse gonfler le pain.</p>
<p>Le groupe rose Axelle, Lucas, Gabin</p>	<p>« <i>Le pain n'a pas levé car il manquait de la levure</i> ». Le groupe a fait un pain sans levure.</p>	<p>Gabin : « c'est marron la levure de boulanger »</p>	<p>Gabin, tour de parole 95 : la levure chimique ça ne fait pas trop gonfler.</p>
<p>Le groupe marron Inès, Arthur, Oscar, Tyméo</p>	<p>« <i>Le pain n'a pas levé car il manquait de sel.</i> »</p>	<p>Tyméo: « c'est marron la levure de boulanger » Tyméo : « ça sent l'alcool comme dans le vin et ça donne envie de vomir. » Inès : « la levure de boulanger était forte en odeur »</p>	<p>Inès, tour de parole 10 : « il est gros, il est épais » Oscar, tour de parole 11 : « il a gonflé »</p>

4^{ième} de couverture

5 mots clés : pain, levures, obstacles, apprentissage, représentations

Résumé en français :

Ce mémoire est réalisé dans le cadre du Master MEEF mention premier degré. Il s'intéresse à la découverte des microorganismes présents dans les aliments dans une démarche d'éducation à la santé à l'école primaire. L'éducation à l'alimentation, ici, l'origine de nos aliments, est un sujet incontournable à l'heure de l'ultra transformation des aliments.

L'intérêt de cette recherche est de voir l'évolution des représentations des élèves autour d'un sujet inconnu pour eux, les microorganismes.

Pour ce faire, il a été proposé de réaliser des expériences à une classe de CM1-CM2 autour de la fabrication du pain. Nous avons analysé les croyances et les connaissances des élèves autour de la question « Qu'est ce qui fait lever le pain ? ».

Résumé en anglais :

Keywords : bread, yeast, barrier, learning, representation

This submission is written in the context of a Master degrees MEEF mention first degree. This work focuses on discovery of microorganisms that can be found in food in order to sensitive children to health in elementary school. Food education towards is a crucial topic in the era of ultra-food processing.

The goal of this research is to see how the evolution of pupils representations around a subject unknown to them, microorganisms.

In order to do so, we proposed to a class of CM1-CM2 to conduct experiments around the bread making. We analysed the belief and knowledge of children about the following question : « what does make the bread rise ? »