

Equipe IREM Sciences

IREM de Montpellier

<http://www.irem.univ-montp2.fr/Enseignement-Scientifique>

	RESSOURCE SVT - PASTEUR	
--	--------------------------------	---

Sommaire

1- Fiche d'identification	2
2- Fiches professeur	4
Introduction : analyser mes conceptions sur la science	5
Activité 1 :	6
Activité 2 :	8
Conclusion : analyser mes conceptions sur la science	12
Des prolongements possibles :	14
3- Scénarios d'usage	16
Scénario de l'introduction :	16
Scénario de l'activité 1 :	16
Scénario de l'activité 2 :	17
Scénario de la conclusion :	18
4- Fiches techniques	19
5- Fiches élève	20
Fiche élève n°1 :	20
Fiche élève n°2 :	21
Fiche élève n°3 :	23
6- Traces de travaux d'élèves	24
7- Compte-rendu(s) d'expérimentation au cours des mises en œuvre successives	25
8- Bibliographie	26
9- Évolution de la ressource (CV)	27

	IREM 1- Fiche d'identification	
--	---	---

Discipline scientifique	Sciences de la vie et de la Terre (S.V.T)	
Thème	Histoire des Sciences - Epistémologie	
Niveau	Seconde en option Démarches et Culture Scientifique (DCS) Seconde – Thème « Cellule, ADN et unité du vivant » ou en tant que thème d'étude Applicable à tout autre niveau de lycée	
Cadre	Notions scientifiques travaillées	La fermentation
	Notions épistémologiques mises en scène	<ul style="list-style-type: none"> - Hypothèses théoriques - Observation scientifique - Imagination - Preuve scientifique - Outils technologiques et transdisciplinarité (chimie, biologie)
Objectifs	Compétences épistémologiques	<ul style="list-style-type: none"> • avoir une approche historique de deux découvertes majeures : identifier quelques savants et institutions, théories, idées défendues par ces savants ; les situer dans le temps et dans un contexte socioculturel et économique • appréhender une démarche d'investigation à travers des écrits historiques • appréhender le fonctionnement du monde scientifique, de la construction des savoirs et de l'évolution de ces derniers au cours du temps • constater les divergences possibles de la communauté scientifique face à un problème et les affrontements entre les partisans des différentes théories
	Compétences transversales	<ul style="list-style-type: none"> • identifier sa propre perception sur la science ; voir si elle est amenée à évoluer • argumenter, débattre, prendre position,... • utiliser les TICEs
	Autres compétences travaillées	<ul style="list-style-type: none"> • recueillir des références sur la thématique choisie
Modalités pratiques de déroulement	Durée	Variable : de 3 à 4 séances de 1h30 jusqu'à 6 séances de 1h30 Prolongements possibles

	Equipement spécifique	CDI, salle équipée d'ordinateurs, salle de TP ou salle de TP avec dispositif ExAO
Dispositifs pédagogiques	Travail en groupe de 3 à 4 élèves	
Description de l'activité	Proposition d'un ensemble de 2 activités : - <u>En introduction</u> : analyser mes conceptions sur la science (petit questionnaire – durée : 15 minutes) - <u>Activité 1</u> : Histoire des sciences – Pasteur (3 à 4 séances) - <u>Activité 2</u> : Histoire des sciences – La fermentation (2 séances) - <u>En conclusion</u> : analyser mes conceptions sur la science (retour sur le petit questionnaire – durée : 30 minutes)	
Fichiers constitutifs de la ressource	- Ressource SVT – Pasteur Fichiers : Ressource_SVT_Pasteur.odt - Activité 2 : Histoire des sciences – La fermentation : <i>Texte : « Les ferments d'une théorie »</i> Fichiers : Ressource_SVT_Pasteur_Activite2_Texte.odt	
Mots-clés	Histoire des sciences, Pasteur, controverses scientifiques, protocoles	
Auteurs	Bénédicte Hausberger et le Groupe SCIENCES ¹ IREM de Montpellier	

¹Claude Caussidier, Hélène Hagège, Bénédicte Hausberger, Thomas Hausberger, François Henn, Cécile Morro, Bernadette Rumeau, Ferial Terki. Responsable : Thomas Hausberger (thomas.hausberger@umontpellier.fr)

Programme officiel	Contenus	<p>BO hors série n°2 du 30 août 2001 page 8 L'enseignement des sciences au lycée page 27 Sciences de la vie et de la Terre</p> <p>Rappel de la place de l'histoire des sciences et de l'épistémologie dans l'enseignement des sciences au lycée.</p> <p>Programme de Seconde – Thème « Cellule, ADN et unité du vivant » (toujours en vigueur au 01/09/09) <i>La cellule fonde l'unité et la diversité du vivant.</i> Elle définit un compartiment intracellulaire où a lieu le métabolisme. L'hétérotrophie et l'autotrophie sont deux grands types de métabolisme.</p>
	Commentaires	<p>Identification des besoins nutritifs et énergétiques des cellules. Culture de cellules. Comparaison des cellules autotrophes et hétérotrophes (échange gazeux, besoins nutritifs). Mesure de la croissance d'une population cellulaire (étalement de cellules et comptage de clones, spectrophotométrie).</p>
Prérequis	Pas de prérequis nécessaires	
Intérêt	<p>Analyser le processus de démarche scientifique et le rôle des théories initiatrices. Aborder une thématique scientifique et Analyser le contexte socio-historique dans les recherches scientifiques. Développer l'esprit critique.</p>	

Détail des activités :

Proposition d'un ensemble de **2 activités** :

- En introduction : analyser mes conceptions sur la science (petit questionnaire – durée : 10 minutes)
- Activité 1 : Histoire des sciences – Pasteur (3 à 4 séances)
- Activité 2 : Histoire des sciences – La fermentation (2 séances)
- En conclusion : analyser mes conceptions sur la science (retour sur le petit questionnaire – durée : 30 minutes)

A titre de prolongement possible : différentes manipulations sont proposées pour rendre le phénomène de la fermentation plus concret et illustrer la théorie.

Introduction : analyser mes conceptions sur la science

- L'élève répond rapidement et spontanément à un petit questionnaire sur ses conceptions sur la science (questionnaire issu du travail d'Hélène Hagège). Travail individuel sur sa représentation de la science et du travail des scientifiques.
- Une exploitation du questionnaire est proposée en conclusion.

Activité 1 :

Désignation : HISTOIRE DES SCIENCES - PASTEUR

Objectifs	Compétences épistémologiques	<ul style="list-style-type: none">• avoir une approche historique de deux découvertes majeures : identifier quelques savants et institutions, théories, idées défendues par ces savants ; les situer dans le temps et dans un contexte socioculturel et économique• appréhender le fonctionnement du monde scientifique, de la construction des savoirs et de l'évolution de ces derniers au cours du temps• constater les divergences possibles de la communauté scientifique face à un problème les affrontements entre les partisans des différentes théories
	Compétences transversales	<ul style="list-style-type: none">• identifier sa propre perception sur la science ; voir si elle est amenée à évoluer• argumenter, débattre, prendre position,...• utiliser les TICEs
	Compétences scientifiques	<ul style="list-style-type: none">• acquérir des connaissances sur la thématique choisie

Description de l'activité :

Travail de recherches et de réflexions sur des thématiques liées à l'œuvre de Louis Pasteur.

Par exemple :

A. La pasteurisation

B. La fermentation

[C. La vaccination (antirabique)

D. autre...]

Pasteur a, entre autres, et en interaction avec son entourage, élaboré le principe de la pasteurisation, démontré que la fermentation est un processus initié par des organismes vivants, et mis au point un vaccin contre la rage. Pour cela, il a réalisé un certain nombre d'expériences et travaillé avec d'autres scientifiques et différentes institutions.

Dans le cadre d'étude d'une des deux thématiques proposées, la **pasteurisation** ou la **fermentation**, il s'agira pour les élèves :

- de proposer une **définition** simple de la notion considérée ;
- d'identifier sommairement un ensemble d'**expériences** menées par Pasteur ;
- d'établir des **liens** entre Pasteur et d'autres personnes (ou un groupe de personnes ou une institution) qui ont joué un rôle avant, pendant ou après l'expérience et/ou qui ont « fait adhérer le public à la preuve » ou « ont convaincu le public de la portée de la découverte ou de l'utilité de la théorie proposée » ;
- chaque lien devra être **daté** (au moins approximativement) et placé relativement par rapport à l'expérience elle-même ;
- chaque lien sera tiré d'une source **fiable**.

Modalités et mise en oeuvre :

- Les élèves se répartissent par exemple en 6 groupes de 3 élèves ;
- 3 groupes travaillent autour du thème A et les 3 autres groupes autour du thème B ;
- une séance (1h30) préparatoire au travail de recherches pourra avoir lieu en collaboration avec la documentaliste de l'établissement sur « *Comment trouver des informations pertinentes sur Internet ?* », « *Comment établir des liens valables ?* », « *Qu'est-ce qu'une source fiable ?* » ;
- une première séance (1h30) sera consacrée au travail de recherches à partir d'un ensemble documentaire fourni et/ou à partir de ressources en libre accès (livres de la bibliothèque, périodiques scientifiques, sélection de quelques sites Internet,...) ; si le sujet de recherche est annoncé suffisamment en avance (environ 3 semaines), on peut aussi envisager que l'élève fasse des recherches personnelles et ait déjà constitué sa banque de ressources. On peut également imaginer que certains groupes (un A et un B) travaillent à partir d'un ensemble de documents sélectionnés par le professeur et que les autres groupes travaillent en « autonomie de recherches ».
- une seconde séance (1h30) sera consacrée à la mise en forme du travail de recherches : création d'un diaporama ou d'un support visuel faisant appel au traitement de texte,...
- une troisième séance (1h30) sera consacrée à la restitution argumentée du travail de chaque groupe. Ainsi, chaque trinôme disposera d'environ 10 minutes pour présenter le résultat de ses recherches. La demi-heure restante sera consacrée à une analyse comparée des différents travaux et donnera l'occasion de débattre de la pertinence des liens établis et des sources retenues.

Activité 2 :

Désignation : HISTOIRE DES SCIENCES - LA FERMENTATION

Description de l'activité :

Objectifs	Compétences épistémologiques	<ul style="list-style-type: none">• avoir une approche historique de la fermentation : identifier quelques savants et quelques découvertes, théories, idées défendues par ces savants ; les situer dans le temps et dans un contexte socioculturel et économique• appréhender une démarche d'investigation à travers des écrits historiques• appréhender le fonctionnement du monde scientifique, de la construction des savoirs et de l'évolution de ces derniers au cours du temps• mettre en évidence le rôle des outils (techniques)• constater les divergences possibles de la communauté scientifique face à un problème et que parfois deux ou plusieurs théories s'affrontent
	Compétences transversales	<ul style="list-style-type: none">• identifier sa propre perception sur la science ; voir si elle est amenée à évoluer ;• argumenter, débattre, prendre position,...
	Compétences scientifiques	<ul style="list-style-type: none">• prendre des connaissances sur la thématique choisie

Modalités et description de l'activité :

- Chaque élève lit l'extrait remanié de l'article « *Les ferments d'une théorie* » tiré de la revue scientifique trimestrielle *Les Génies de la science* (N°33 – Novembre 2007 / Janvier 2008) puis par groupe de trois, répond aux questions posées.
- Phase de mise en commun :
Par question, un élève porte-parole de son groupe fait part des réponses trouvées. S'ensuit un moment de discussion (les autres groupes confirment, infirment, complètent les éléments de réponse) et de débat des points de vue.
- Phase de bilan :
Chaque élève rédige à partir de ses notes et des éléments qui ont émergé lors de la phase de mise en commun, une synthèse du travail effectué.

Quelques éléments de réponse pour la phase de mise en commun :

1. Quelles sont les deux thèses concernant la fermentation qui s'opposent dans cet article ?

On distingue :

- *la thèse biologique : la fermentation a lieu grâce à la levure qui est une substance vivante ;*
- *la thèse chimique : la fermentation est uniquement un phénomène chimique dans lequel la levure ne joue aucun rôle ou si elle joue un rôle, c'est en tant que substance morte.*

2. Citer les savants défenseurs de chaque thèse. Quelles sont leurs motivations ou leurs projets ?

Quelles informations apporte ce texte en ce qui concerne le fonctionnement des sciences ?

Pour la thèse chimique, on peut citer :

- *LIEBIG (1803-1873) : chimiste allemand, inventeur du lait artificiel, de l'extrait de viande, des tablettes de bouillon, fondateur d'une entreprise ;*
- *LAVOISIER (1743-1794) : chimiste français ;*
- *THENARD (1777-1857) : chimiste français ;*
- *GAY-LUSSAC (1778-1850) : chimiste français.*

Pour la thèse biologique, on peut citer :

- *PASTEUR (1822-1895) : chimiste français, étudie la fermentation lactique (travaux rares, aucune levure lactique n'a encore été décrite, grande production d'acide lactique dans la fermentation de la betterave ce qui préoccupe les industriels) ;*
- *FABBRONI (1752-1822) : physicien et agronome italien ;*
- *CAGNIARD DE LA TOUR (1777-1859) : physicien français ;*
- *SCHWANN (1810-1882) : physiologiste allemand.*

Les sciences fonctionnent sur le principe d'un débat contradictoire entre pairs (par publications et par relectures) : de nombreux exemples dans le texte « les ferments d'une théorie » le soulignent (lignes 12-13 ; 38-42 ; 120-121).

Mais, puisque faites par des hommes, elles intègrent aussi des dimensions sociologiques, psychologiques (luttres de pouvoirs, d'égos : lignes 29-30, 64) et économiques (lignes 94-100) ; il y a également un lien sciences et techniques (cf ci dessous rôle du microscope).

3. Le texte insiste lignes 16 à 27 sur le rôle du microscope et donc des interrelations entre sciences et techniques.

Expliquer le rôle qu'il a eu à l'époque concernant la nature des levures. Préciser la taille des levures.

Le microscope a permis de faire émerger le questionnement sur la nature vivante ou non des levures. C'est ce qui a choqué certains chimistes pour qui la fermentation était un processus purement chimique. D'où la controverse (cf ligne 20).

Comment appelle-t-on les « globules » de nos jours ?

On les nomme des cellules !

L'auteur du texte nous dit que van Leeuwenhoek n'a pas donné une lecture scientifique de son observation.

Qu'est-ce qu'une lecture scientifique ? D'après vous, pourquoi cela n'a-t-il pas été le cas ?

Une lecture scientifique est une interprétation. Cette interprétation prend son sens dans un cadre théorique particulier. Ici, le concept de cellule (prenant son sens dans la théorie cellulaire) fait référence à l'unité vivante élémentaire.

Van Leeuwenhoek n'a pas donné une lecture scientifique de son observation car ce n'était pas son objectif. Ce qui l'intéressait, c'était de mettre au point des instruments d'optique et d'observer différentes substances pour en donner une description. De plus, il n'a pas eu

connaissance des travaux scientifiques qui ont conduit à l'émergence de la notion de cellule. Ainsi, il ne disposait pas non plus d'un cadre théorique lui permettant une telle lecture.

Remarque : on pourra s'inspirer de l'extrait suivant, tiré de la « Revue des deux mondes, volume 1868 – p.398 »

<http://books.google.fr/books?>

[id=pDgoAAAAAYAAJ&pg=PA398&dq=Leeuwenhoek&lr=&ei=4qeTSvnQFKO4ywS2tOCcBw#v=onepage&q=Leeuwenhoek&f=false](http://books.google.fr/books?id=pDgoAAAAAYAAJ&pg=PA398&dq=Leeuwenhoek&lr=&ei=4qeTSvnQFKO4ywS2tOCcBw#v=onepage&q=Leeuwenhoek&f=false)

Pour bien apprécier les travaux de **Leeuwenhoek**, il est essentiel de connaître un peu l'observateur lui-même. Les investigateurs qui nous ont déjà occupé étaient de véritables savans, ils possédaient une instruction solide et souvent une vaste érudition. Profondément versés dans la connaissance des langues anciennes, ils étaient encore plus ou moins familiarisés avec les principales langues modernes. **Leeuwenhoek** au contraire, vivant à une époque où la langue latine était d'un usage général parmi les auteurs, ne sait pas un mot de latin. Tout idiome étranger lui est absolument inconnu ; toute notion scientifique sérieuse concernant l'organisation de l'homme et des animaux lui manque. **Leeuwenhoek** n'a presque rien appris de ce que l'on apprend par la lecture ou par la parole des maîtres. Il ne cherchera jamais à s'instruire davantage. Dominé par une seule pensée, il poursuivra son but avec intelligence et surtout avec une patience inébranlable. Comprenant la nécessité d'avoir des instrumens supérieurs à tous ceux que l'on possède pour porter l'investigation au-delà des limites où elle a déjà été portée, il saura devenir le plus habile constructeur de microscopes. Pourvu d'instrumens sans pareils à son époque, si l'on en juge par les résultats des observations, **Leeuwenhoek** se met au travail. Il regarde presque au hasard avec son microscope, et, comme le plus souvent il est le premier à regarder dans les conditions où il a su se placer, il découvre. Il décrit ce qu'il a observé, et, heureux d'avoir révélé des choses inconnues, son ambition se trouve satisfaite. Pendant près d'un demi-siècle, cet homme ingénieux, doué d'un esprit pénétrant, examinera sans suite, sans méthode, les substances organiques, les liquides, les êtres les plus infimes de la création. Ses études le conduiront à faire les découvertes les plus inattendues, à connaître les faits les plus propres à jeter de nouvelles lumières sur les plus importans phénomènes de la vie, mais jamais son esprit ne saura s'élever à une conception générale.

4. Donner l'équation algébrique de la fermentation proposée par Lavoisier.

L'équation algébrique est : sucre \rightarrow alcool + CO₂

Pourquoi, d'après lui, la levure ne joue-t-elle aucun rôle ?

Au début et à la fin, elle est présente en même quantité.

D'après vos connaissances en chimie, l'argument de Lavoisier est-il encore recevable de nos jours ?

Non, car il existe des catalyseurs, absents de l'équation bilan.

5. En quoi l'explication de Liebig est-elle différente de celle de Lavoisier ?

La levure joue un rôle mais en tant qu'élément mort. La putréfaction se transmet de la levure au sucre.

6. Pourquoi la thèse chimique l'a-t-elle emportée dans un premier temps ?

Parce que Liebig était au sommet de sa gloire, donc très réputé. Ses ouvrages convaincants étaient largement diffusés.

7. Quels sont, avant les travaux de Pasteur, les arguments en faveur de la thèse de la vitalité et du rôle de la levure ? Sont-ils convaincants ?

D'après De La Tour : la levure est un organisme vivant car elle bourgeonne et en tant qu'être vivant consomme du sucre et produit du CO₂ et de l'alcool. A priori, il n'a pas d'expérience à l'appui (à part l'observation du bourgeonnement) et fait un raisonnement analogique.

Schwann fait une expérience : il reproduit le procédé de conservation d'Appert en le modifiant ; il tire la conclusion qu'il y a un élément dans l'air qui est détruit par la chaleur et qui est nécessaire à la fermentation. Les limites : on n'est pas sûr que cet élément soit la levure ; de plus, un composé chimique peut également être détruit par la chaleur.

8. Quelles sont les conclusions de Pasteur ? Il démontre que la fermentation est corrélative de la vie, de l'organisation des globules.

Quelle(s) expérience(s) donne(nt) à penser que ce n'est pas la mort des levures qui provoque la fermentation ?

Pasteur répète l'expérience des chimistes Pelouze et Gélis et observe l'apparition de taches grises dans le milieu. Ces taches grises contiennent les levures.

Il le démontre en inséminant ces particules dans un milieu composé de sucre, craie et d'un nutriment liquide issu d'un extrait de levure de bière (dilué, chauffé et filtré). Il constate la croissance du ferment qui devient alors identifiable au microscope optique.

Il y a donc fermentation lactique de manière corrélative avec le développement des levures et non la mort des levures.

La thèse du rôle des levures est-elle démontrée ?

Si « corrélatif de » n'est pas équivalent à dire que les levures sont des agents responsables de la fermentation, il y a toutefois de grandes présomptions pour que cela soit le cas. D'autant plus que le dernier paragraphe nous dit que si les autres agents supposés : caséine, albumine,... sont remplacés par d'autres substances azotées, on obtient les mêmes résultats : la croissance de la levure aux dépens de ces substances.

Pour être davantage convainquant, il faudrait détailler l'action de la levure sur le sucre. En fait, la thèse du rôle des levures ne peut être démontrée dans l'absolu : il se peut que l'on identifie un jour un autre agent, grâce à l'amélioration des moyens d'investigation, et le développement des levures ne serait qu'une conséquence de l'action de cet agent. La thèse du rôle des levures sera valide tant que la communauté scientifique la jugera la plus pertinente pour expliquer la fermentation.

Remarque : On évitera de dire « cette expérience prouve que... ». Si une expérience permet dans une démarche scientifique d'infirmer ou de valider une hypothèse, cette formulation occulte le fait que c'est la communauté scientifique qui valide, que souvent l'hypothèse ne peut être vérifiée dans l'absolu, que l'hypothèse est une théorie dont on éprouve par l'expérience la fécondité explicative et la cohérence. Il se peut qu'ultérieurement cette cohérence soit remise en question ou qu'un meilleur modèle explicatif soit trouvé.

Conclusion : analyser mes conceptions sur la science

- L'élève répond rapidement et spontanément (sans trop réfléchir) au même petit questionnaire qu'en introduction.

La question qui se pose est : à la vue du travail effectué dans les activités 1 et 2, certaines des réponses données initialement s'en trouvent-elles modifiées ?

- Le professeur anime la discussion et donne des éléments de réponse et de réflexion.

Voici quelques pistes :

Les phrases de ce questionnaire ont été conçues pour correspondre soit à une vision constructiviste/idéaliste (C), soit à une vision positiviste/réaliste (P). On peut donner un éclaircissement succinct de ces différents aspects :

- Selon une vision constructiviste, toute connaissance est liée au sujet qui connaît et est construite par les humains. De plus, toute nouvelle connaissance implique une réorganisation de connaissances antérieures.
- Selon une vision idéaliste, le monde n'est pas intimement connaissable (ce sont les idées qui sont objets de connaissance et non pas les objets réels qui constituent le monde).
- Selon une vision positiviste, il existerait une méthode scientifique qui garantirait la véracité du savoir produit. Chaque connaissance ainsi vérifiée serait ajoutée à la précédente comme on ajoute des unités d'information les unes aux autres (et les connaissances antérieures ne se verraient pas modifiées par les nouvelles).
- Selon une vision réaliste, les sciences expliquent le monde tel qu'il est.

Bien que ce rapprochement ne soit pas philosophiquement exact, les visions ont été regroupées deux par deux pour les raisons suivantes :

La vision C correspond à une image de la science comme une activité humaine, qui est soumise à des changements permanents. Dans cette vision, la place de la sémantique est importante : le sens donné aux concepts et aux théories est construit par une communauté de chercheurs et dépend d'un langage, donc d'une culture et d'une histoire particulière. Cette vision invite donc, si ce n'est à un certain relativisme, du moins à contextualiser les savoirs scientifiques produits pour en saisir le sens. De plus, les changements de théories s'opèrent parfois de manière brutale. Ainsi, les théories de la relativité Einsteinienne ont bouleversé la physique classique : le sens des connaissances antérieures s'en est trouvé changé (la notion de matière n'a plus la même signification sous Einstein que sous Newton). Cette vision est plus cohérente avec les résultats contemporains de l'épistémologie que la vision P, plus « naïve ». En effet, selon cette dernière, les savoirs correspondent à des unités d'informations qui s'ajoutent de manière à tendre asymptotiquement vers la vérité. Leur sens n'est pas construit, mais donné (par la Nature ou par le monde qui nous entoure). Au lieu d'y voir un univers de significations partagées, on voit dans les savoirs scientifiques un moyen d'appréhender le monde *en dehors de toute condition humaine*.

Entre parenthèses, après le numéro de la question, est indiqué si la phrase relève d'une vision P ou C.

■ **Questions Q1** (C) « Le savoir scientifique est construit par les scientifiques. » et **Q2** (P) « Le savoir scientifique est découvert par les scientifiques. » :

Le terme usuel de « découverte » signifie littéralement que l'activité scientifique consiste à révéler du déjà-là (comme on découvre un objet préexistant en retirant la couverture qui le cachait). Les études épistémologiques incitent à envisager les objets (concepts) comme construits et non « donnés par la Nature ». Par exemple, la « découverte de la

fermentation » a nécessité la construction de la notion de « globules », des idées qu'ils pouvaient être vivants, qu'ils pouvaient provoquer des réactions chimiques et être nécessaires à ces dernières. Ce processus long et non linéaire suppose des ajustements, des confrontations entre les différentes subjectivités des savants du domaine, des tests expérimentaux (qui peuvent être différemment interprétés à l'aune de différentes théories, comme la présence de caséine et de fibrine). Il prend place et fait sens dans un certain contexte historico-culturel. Le savoir scientifique n'est donc pas découvert, ni « donné par la Nature » ni déjà-là ; il est construit par une communauté humaine dans un certain contexte.

■ **Questions Q3 (C)** « Le savoir scientifique dépend en partie des préjugés et des opinions des scientifiques. » et **Q8 (P)** « Les chercheurs n'utilisent pas leurs croyances pour faire de la science. »

Les croyances peuvent être définies comme les représentations mentales auxquelles on accorde une certaine confiance. Les scientifiques, comme tout un chacun, ont une grande foi dans leur façon de voir le monde, qui correspond à un fort sentiment de réalité. Cette façon de voir le monde, basée sur des croyances (de comment le monde est fait, comment il fonctionne...), guide chacun dans ses actions et ses attitudes.

Pasteur emploie à plusieurs reprises le terme « d'opinion » pour évoquer les positions adverses (l. 13, 65) et le terme « d'avis » pour sa propre position (l. 120). Bachelard écrivait que la science se construit contre l'opinion (sous-entendue non questionnée). Le produit de cette construction n'est autre qu'une croyance – selon la définition donnée – qui fait que les scientifiques ont confiance dans la façon dont ils voient le monde. Ainsi Lavoisier et ses compères n'imaginaient pas un monde où les transformations de matière puissent nécessiter l'action d'organismes vivants minuscules. Pasteur était guidé par une croyance (une opinion) adverse, qui le motivait à apporter des arguments pour montrer la supériorité de sa théorie sur celle de ses détracteurs (l. 88).

Plus généralement, on peut montrer comment une vision du monde (de la société, de l'humain...) influe sur les théories scientifiques (par exemple Darwin qui s'est inspiré du modèle Malthusien de l'économie pour interpréter l'évolution des formes de vie dans la nature car il était persuadé que c'était une loi de la nature – à l'œuvre dans la société comme en dehors – qu'il y a compétition pour les ressources, que le mieux adapté survit etc.). Cette foi en la manière de voir le monde d'une manière plutôt que d'une autre correspond, sur le plan psychologique, à ce que l'on appelle une croyance. Notez que d'autres modèles sont développés en écologie, qui sont basés sur la coopération comme facteur explicatif de l'évolution au lieu de la compétition...

■ **Questions Q4 (C)** « On ne peut pas faire d'observation scientifique sans une théorie qui guide l'observation. » et **Q6 (P)** « Dans la phase d'observation, un scientifique n'interprète en rien ce qu'il voit. » :

De nombreuses expériences en psychologie (voir notamment T. Kuhn « La structure des révolutions scientifiques » ou Fourez « La construction des sciences ») montrent que l'on ne peut voir que ce que l'on est prêt à voir (c'est-à-dire, en fait, lorsque l'on dispose d'une théorie pour interpréter ce que l'on voit).

Par exemple, lorsque Pasteur identifie la levure et la cultivate (l.116), il mobilise, pour observer les résultats de ses expériences, des concepts, des théories (plus ou moins personnelles à l'époque) sur la notion de globule vivant, d'espèce, de croissance, de purification... Pour comprendre l'idée sous-jacente à ce qui est avancé ici, imaginons qu'un papou ou qu'un indien d'Amazonie ait assisté aux expériences de Pasteur : il n'aurait sans

doute pas observé la même chose que lui, car il n'aurait pas disposer des notions évoquées plus haut ni des concepts de milieu de culture, de microscope, de récipient utilisé pour les cultures..."Les instruments sont des théories matérialisées" (Bachelard). Pour un exemple plus caricatural, comment observer les résultats d'une expérience réalisée à l'aide d'un cyclotron sans connaître les concepts modernes d'atome, d'électron, etc.?

De plus, le sentiment de réalité structuré par une théorie peut induire l'observation d'un « objet inexistant » (e.g. l'homonculus de Hartsoecker, qui observait au microscope des petits hommes préformés dans les spermatozoïdes humains). Au contraire, l'absence de théorie empêche de voir ce qui peut être devant les yeux (e.g. les habitants de l'île de Pâques ne voyaient pas un navire à 20 mètres du bord car ils n'en avaient jamais vus et pour eux rien d'une telle taille et flottant sur la mer ne pouvait exister).

■ **Questions Q5 (P)** « Un chercheur isolé peut faire de la science. », **Q9 (C)** « C'est à partir des confrontations au sein de la communauté scientifique que naît le savoir scientifique. » et **Q10 (P)** « Même un chercheur isolé peut décider si une connaissance donnée peut être ajoutée au savoir scientifique. » :

Les sciences sont des activités typiquement collectives : un savoir non validé par une communauté ou dont une seule personne aurait connaissance, ne peut pas prétendre au statut de savoir « scientifique ». Popper, notamment, a montré comment l'objectivité scientifique (c.-à-d. la capacité à standardiser des vues et à les ériger ainsi en « faits » ou en « objets ») naît d'un processus de construction intersubjective.

Par exemple, Pasteur s'appuie sur des travaux antérieurs (l. 70-85) et structure sa pensée et ses expériences en opposition avec d'autres théories (l. 88). La vision populaire de l'histoire des sciences véhicule souvent l'image de génies solitaires (e.g. Mendel), dont les historiens ont montré qu'il ne s'agissait que de mythes, les scientifiques développant leur activité dans un contexte socio-culturel participant de la dynamique de leurs recherches.

L'idée qu'une seule personne pourrait, sans confrontation avec d'autres, développer un savoir de nature scientifique correspond à la vue P qui postule l'existence d'une méthode garantissant la véracité du savoir (méthode que personne n'a jamais vue ni mise en pratique, car les méthodes considérées comme valides sont négociées en permanence dans les différentes disciplines scientifiques et sont donc en évolution permanente).

■ **Question Q7 (P)** « Il y a des connaissances scientifiques qui sont considérées comme acquises et sur lesquelles on ne reviendra jamais. » :

Cf Thomas Kuhn.

Nous mettons aujourd'hui derrière le terme de « levure » des choses bien différentes de ce que Pasteur mettait derrière celui de ferment (et nous n'y mettons pas tous la même chose...). Les biologistes ont depuis lors construit une vision du vivant évolutive, basée aujourd'hui sur l'importance de la notion d'information (par rapport à celle de matière et d'énergie). En fait la sémantique est en évolution constante : penser « la Terre tourne autour du soleil aujourd'hui » n'est pas ancré dans le même réseau de significations que 100 ans après Galilée. De plus, peut-être que dans 100 ans, après des développements de la théorie des cordes, ce « fait » sera considéré comme tout à fait erroné. Ainsi, non seulement le sens des concepts évolue constamment (et dépend du contexte), mais aussi certaines notions « de base » peuvent être remises en question. Par exemple on a pensé que les protéines étaient la base de la spécificité de la vie, puis l'ADN, puis l'ARN. Aujourd'hui on pense cela plus en terme de réseaux de gènes, de protéines etc.

- **Question Q11 (P)** « Une théorie scientifique n'est acceptée que si elle est vérifiée par des tests expérimentaux. » :

Cette affirmation correspond à la théorie falsificationniste de Popper (« une théorie n'est scientifique que si elle peut être réfutée par le crible de l'expérience »). Une théorie n'est en fait acceptée que si elle permet de résoudre des problèmes que l'on a envie de résoudre. D'autres facteurs rentrent également en jeu dans l'acceptation des théories, comme la réputation des personnes qui les soutiennent (l. 64-68, et ce, toujours de nos jours). LA confiance accordée à une « preuve » dépend de bien d'autres facteurs que la « seule force de la preuve ». Notons également que certaines théories « de base » sont non falsifiables (c'est-à-dire que l'on ne peut pas faire d'expériences qui permettraient éventuellement de montrer qu'elles sont fausses) : e.g. « il y a de l'information dans la séquence des bases de l'ADN », « l'énergie de l'univers est constante, son entropie augmente » (2 premiers principes de thermodynamique) : on ne peut pas faire d'expérience qui montre que l'énergie de l'univers est constante. Les éléments théoriques au cœur des disciplines scientifiques sont en général des sortes de croyances non falsifiables sur lesquelles tout le reste de l'édifice théorique repose. Ce sont, selon Michel Morange dans « Histoire de la biologie moléculaire », les « planches pourries » qui servent de fondation à la construction de toute la biologie moléculaire.

- **Question Q12 (P)** « La construction des théories scientifiques se fait indépendamment du milieu socioculturel. »

Le contexte socio-culturel de Pasteur (par exemple les développements industriels) a influé sur l'état de la recherche de l'époque, les objets d'étude, les questionnements posés et même les choix des modèles d'étude (e.g. l. 94-100).

Nous avons déjà cité l'exemple de Darwin, qui s'est inspiré d'une théorie économique contemporaine pour bâtir la sienne. Nous pouvons citer également l'évolution des sciences biologiques à l'échelle moléculaire et cellulaire :

- Dans la première moitié du XX^{ème} siècle, on étudiait les enzymes, le métabolisme, la biochimie et on voyait le vivant comme régi par un flux de matière et d'énergie, dont la croissance et la nutrition s'expliquait par le fonctionnement de ces petites usines thermodynamiques (les enzymes). Dans le reste de la société, le développement des industries, consacrant la transformation de la matière par l'utilisation de l'énergie, faisait suite à la révolution industrielle

- Au milieu du siècle, l'avènement de la théorie de l'information donna un nouvel outil de pensée : le concept d'information... et on vit désormais le vivant comme régi par un flux d'information, tandis que se développait dans la société le secteur tertiaire, lié au commerce des biens immatériels.

- Aujourd'hui, à l'heure de la globalisation et d'internet, on n'espère plus expliquer la physiologie avec des gènes, mais avec des réseaux de gènes...

Les scientifiques puisent donc leur inspiration dans le monde qui les entourent. Le sens qu'ils donnent aux objets scientifiques - ainsi construits, ainsi que les développements technologiques qui accompagnent cette entreprise, contribuent réciproquement à faire évoluer la société. Ainsi la vision qui paraît plus convaincante est une co-construction sciences/société.

Des prolongements possibles :

Différentes manipulations sont proposées pour rendre le phénomène de la fermentation plus concret et illustrer la théorie.

1. Des observations :

Cette activité sur la fermentation peut être complétée par l'observation au **microscope optique** (MO) d'une préparation de levures :

- à partir d'une solution eau + levures
- à partir d'une solution eau + glucose + levures (bourgeoisement).

L'élève pourra réaliser un (des) dessin(s) de ses observations OU faire une acquisition et un traitement d'image avec le logiciel MESURIM (contour, dénombrement...).

Remarque : pour l'observation au MO, on peut réaliser différents types de coloration à l'aide de colorants :

- Coloration vitale au rouge neutre : mettre une goutte de rouge neutre. Recouvrir d'une lamelle. Observer au microscope au grossissement maximum disponible (à l'immersion dans l'huile si possible).

Si l'observation ne dure pas trop longtemps, les vacuoles seront colorées en rouge-rose. Ensuite, la coloration diffuse dans le cytoplasme.

- Coloration à l'eau iodée : au microscope au grossissement maximum disponible (à l'immersion dans l'huile si possible).

Le cytoplasme des levures prend une couleur jaune, car ces champignons synthétisent du glycogène (polyholoside) qui précipite sous forme de granules bruns acajou.

- Coloration au bleu de méthylène : laisser agir 30 minutes puis tremper la lame dans une solution d'acide chlorhydrique à $0,05 \text{ mole.L}^{-1}$ pendant une à deux minutes. Rincer à l'eau distillée et mettre une lamelle. Observer au microscope au grossissement maximum disponible (à l'immersion dans l'huile si possible). Une coloration des réserves de phosphate est observable dans les vacuoles et les noyaux.

Les observations peuvent être complétées par la recherche de photos de levures prises au **microscope électronique MET ou MEB**. L'élève pourra légender les photos trouvées et travailler sur leur échelle.

On pourra discuter de l'évolution des instruments d'optique et de la découverte des cellules, de l'apport de l'évolution des techniques dans la construction des savoirs (éléments en faveur de la thèse de la vitalité de la levure).

2. Des expériences :

On peut prendre comme point de départ l'équation algébrique de la fermentation donnée par Lavoisier : $\text{sucre} \rightarrow \text{alcool} + \text{CO}_2$

On rappelle que la fermentation se fait en présence de levures (vivantes) et en condition d'anaérobiose (= sans dioxygène).

On peut proposer à l'élève les questions suivantes :

a) Énoncer les **évolutions attendues** au cours du temps de la concentration du substrat (sucre, ici glucose) et de celles des produits (CO_2 et éthanol).

b) Chercher des **protocoles expérimentaux** qui permettent de montrer :

- la consommation de glucose
- la production de CO_2

- la production d'éthanol
- la production de chaleur

c) Mettre en œuvre les différents protocoles trouvés.

d) Observer les résultats obtenus. Interpréter.

e) Les résultats observés sont-ils en accord avec ceux attendus ? Si non, rechercher des facteurs permettant d'expliquer les différences observées.

Les protocoles expérimentaux que l'élève peut proposer :

- montage « du ballon » :

- × Matériel : portoir avec tubes à essai (3) / des ballons de baudruche / alcootests
milieu avec levures + glucose ; milieux témoins (levures + eau / eau + glucose)
- × Milieu avec levures : délayer 5g de levure dans 100 mL d'eau puis rajouter 5g de glucose. Mettre dans le tube à essai et recouvrir du ballon de baudruche. Laisser agir au moins 30 minutes.
- × Résultats attendus : au bout de 30 minutes, le ballon commence à se gonfler (dégagement de CO₂). On peut aussi observer que le liquide commence à bouillonner (présence de quelques bulles).
- × Vérifications à t₀ : présence de glucose (glucotest positif), absence d'éthanol (alcootest négatif).
- × Au bout de 30 minutes (ou plus) :
 - Prélever quelques gouttes du milieu et les déposer sur l'alcootest ouvert aux extrémités (pour cela casser les bouts et verser les petits grains blancs). Normalement, on observe une coloration verte (test positif).
 - Tester la nature du gaz présent dans le ballon grâce à l'eau de chaux ; l'eau de chaux se trouble : c'est bien du CO₂ !
 - Vérifier que du glucose a bien été consommé (glucotest positif mais à une intensité moindre ou alors il est déjà négatif).

- montage avec eau de chaux :

- × Matériel : deux petits cristallisoirs, un aquarium pour contenir les deux cristallisoirs, pas trop grand (pour former une enceinte fermée au dessus d'eux) ; milieu avec levures ; eau de chaux.
OU plus simple : deux tubes à essai, un tube coudé, bouchon, parafilm...
- × Milieu avec levures : délayer 5g de levure dans 100 mL d'eau puis rajouter 5g de glucose. Mettre dans l'un des cristallisoirs. Dans l'autre, verser de l'eau de chaux. Mettre en place le dispositif (aquarium renversé). Laisser agir au moins 30 minutes voire 1 heure (ou plus).
- × Résultats attendus : l'eau de chaux se trouble, ce qui prouve un dégagement de CO₂ dans le milieu.

- montages ExAO avec sondes à O₂, CO₂ et à éthanol :

- × Utilisation du dispositif ExAO pour mettre en évidence les productions de CO₂ et d'éthanol dans un milieu pourvu de levures et auquel on aura ajouté du glucose (injection d'une seringue au bout de deux minutes).
 - × Durée totale de l'enregistrement : 20 minutes (au moins).
 - × On utilise les sondes à O₂ pour voir à partir de quel moment les conditions deviennent anaérobies. A partir de ce moment là, on pourra exploiter les données enregistrées (= fermentation).
- Remarque : le milieu devient anaérobie au bout de 5 à 10 minutes.

Scénario de l'introduction :

Phase	Acteur	Description de la tâche	Situation	Outils et supports	Durée ²
1	Elève	L'élève répond rapidement et spontanément (sans trop réfléchir) à un petit questionnaire évaluant ses conceptions sur la science. Travail individuel sur sa représentation de la science et du travail des scientifiques. Pas d'exploitation du questionnaire à ce stade : elle se fera en conclusion.	Salle de cours	Fiche élève N°1	10 min

Scénario de l'activité 1 :

désignation : **HISTOIRE DES SCIENCES - PASTEUR**

Phase	Acteur	Description de la tâche	Situation	Outils et supports	Durée
[1]	Documentaliste Professeur	Séance préparatoire à l'activité 1, non indispensable	CDI		1h30
2	Elèves	Séance de recherches	CDI	Fiche élève N°2. Ensemble documentaire fourni à l'élève et/ou à constituer par l'élève grâce aux ressources en libre accès (livres de la bibliothèque, périodiques scientifiques, quelques sites Internet,...) ; si le sujet de recherches est annoncé suffisamment en avance (environ 3 semaines), on peut aussi envisager que l'élève fasse des recherches personnelles et ait déjà constitué sa banque de ressources. La dernière solution serait préférable.	1h30

² Cette durée est donnée à titre indicatif et prévisionnel

3	Elèves	Mise en forme du travail de recherches : création d'un diaporama ou d'un support visuel faisant appel au traitement de texte,...	Salle informatisée	Ensemble de documents constitué lors de la séance précédente	1h30
4	Elèves Professeur	Restitution argumentée du travail de chaque groupe ; débat.	Salle informatisée	Diaporamas réalisés par les élèves ou autres supports visuels constitués	1h30

Scénario de l'activité 2 :

désignation : HISTOIRE DES SCIENCES - LA FERMENTATION

Phase	Acteur	Description de la tâche	Situation	Outils et supports	Durée ³
1	Elèves	Chaque élève lit l'extrait remanié de l'article « <i>Les ferments d'une théorie</i> » de la revue scientifique trimestrielle <i>Les Génies de la science</i> (N°33 – Novembre 2007 / Janvier 2008) puis par groupe de trois, répond aux questions posées.	Salle de cours	Fiche élève N°3 Texte « <i>Les ferments d'une théorie</i> »	1h30
2	Elèves Professeur	Un élève porte-parole du groupe fait part des réponses trouvées. S'ensuit un moment de mise en commun et de débat des points de vue.	Salle de cours	Travaux des élèves Fiche professeur activité 2	1h10
3	Elève	Chaque élève rédige à partir de ses notes et des éléments qui ont émergé lors de la phase de mise en commun, une synthèse du travail effectué.	Salle de cours	Travaux des élèves et éléments de correction précédemment énoncés	20 min

³ Cette durée est donnée à titre indicatif et prévisionnel

Scénario de la conclusion :

Phase	Acteur	Description de la tâche	Situation	Outils et supports	Durée
1	Elèves Professeur	L'élève répond à nouveau rapidement et spontanément au même petit questionnaire que celui complété en introduction Travail individuel sur sa représentation de la science et du travail des scientifiques, et de son éventuelle évolution. A la vue du travail effectué dans les activités 1 et 2, certaines des réponses données initialement s'en trouvent-elles modifiées ?	Salle de cours	Retour sur le questionnaire complété en introduction. Fiche professeur conclusion	30 min

Des prolongements possibles :

Différentes manipulations sont proposées pour rendre le phénomène de la fermentation plus concret et illustrer la théorie. (cf fin de la fiche professeur).

IREM 4- Fiches techniques	
--	---

Fiche technique activité 1 :

Désignation : HISTOIRE DES SCIENCES - PASTEUR

Matériel requis	CDI Salle informatisée avec accès Internet et vidéoprojecteur Fiche élève N°2
Description et mode d'emploi	
Documentation de référence	Pour la dimension sociétale peuvent être envisagés des documents relatifs à : <ul style="list-style-type: none"> - la politique hygiéniste - la fondation de l'institut Pasteur et Pasteur lui-même comme homme publique - la vaccination et l'évolution des épidémies (<i>cf.</i> politiques publiques) - la pasteurisation et l'évolution des traitements des produits alimentaires

Fiche technique activité 2 :

Désignation : HISTOIRE DES SCIENCES - LA FERMENTATION

Matériel requis	Texte: « Les ferments d'une théorie ». Fiche élève N°3
Description et mode d'emploi	
Documentation de référence	<ul style="list-style-type: none"> • Mémoire sur la fermentation alcoolique, par Louis Pasteur (http://books.google.fr/books?id=fjCrG114lw8C&pg=RA3-PA323&dq=pasteur+fermentation+alcoolique&ei=_gaTSqH9LYrWyATcz_WwBw#v=onepage&q=pasteur%20fermentation%20alcoolique&f=false) • Mémoire sur la fermentation appelée lactique, par Louis Pasteur (http://books.google.fr/books?id=QwgsAAAAYAAJ&pg=PA13&dq=M%C3%A9moire+sur+la+fermentation+appel%C3%A9+lactique+Pasteur&lr=&ei=g7eSSvr5K4jCMtCG_aMH#v=onepage&q=&f=false)

Fiche élève n°1 :

Introduction : HISTOIRE DES SCIENCES

Petit questionnaire pour analyser mes conceptions sur la science :

Je mets une croix (et une seule) par ligne, plus ou moins proche de « d'accord », en fonction de mon degré d'accord avec la phrase qui précède.

1	Le savoir scientifique est construit par les scientifiques.	D'accord								Pas d'accord
2	Le savoir scientifique est découvert par les scientifiques.	D'accord								Pas d'accord
3	Le savoir scientifique dépend en partie des préjugés et des opinions des scientifiques.	D'accord								Pas d'accord
4	On ne peut pas faire d'observation scientifique sans une théorie qui guide l'observation.	D'accord								Pas d'accord
5	Un chercheur isolé peut faire de la science.	D'accord								Pas d'accord
6	Dans la phase d'observation, un scientifique n'interprète en rien ce qu'il voit.	D'accord								Pas d'accord
7	Il y a des connaissances scientifiques qui sont considérées comme acquises et sur lesquelles on ne reviendra jamais.	D'accord								Pas d'accord
8	Les chercheurs n'utilisent pas leurs croyances pour faire de la science.	D'accord								Pas d'accord
9	C'est à partir des confrontations au sein de la communauté scientifique que naît le savoir scientifique.	D'accord								Pas d'accord
10	Même un chercheur isolé peut décider si une connaissance donnée peut être ajoutée au savoir scientifique.	D'accord								Pas d'accord
11	Une théorie scientifique n'est acceptée que si elle est vérifiée par des tests expérimentaux.	D'accord								Pas d'accord
12	La construction des théories scientifiques se fait indépendamment du milieu économique et socioculturel.	D'accord								Pas d'accord

Fiche élève n°2 :

Activité 1 : HISTOIRE DES SCIENCES - PASTEUR

Travail de recherches et de réflexions sur des thématiques liées à Pasteur.

Par exemple :

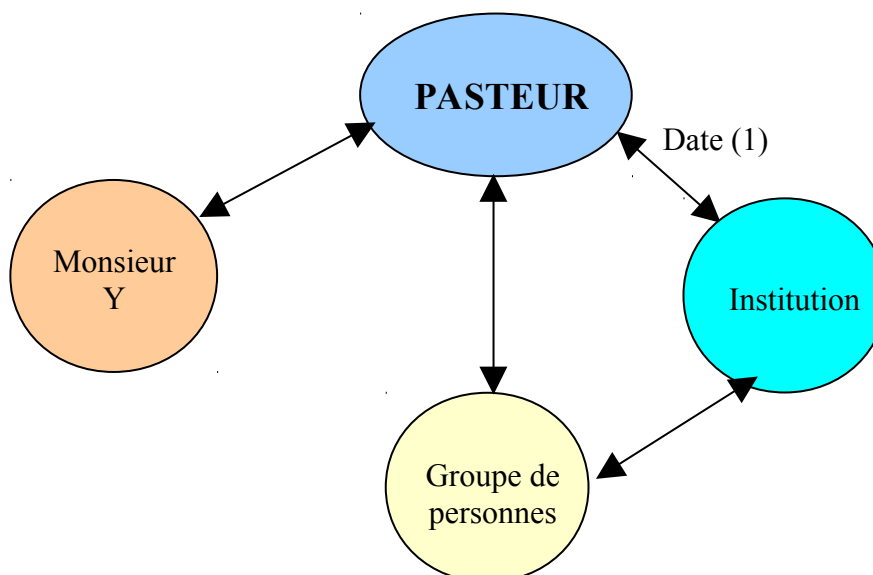
- A. La pasteurisation
- B. La fermentation
- [C. La vaccination (antirabique)
- D. autre...]

Pasteur a, entre autres, élaboré le principe de la pasteurisation, démontré que la fermentation est un processus initié par des organismes vivants, mis au point un vaccin contre la rage. Pour cela, il a réalisé un certain nombre d'expériences et travaillé avec d'autres scientifiques et des institutions différentes.

Dans le cadre d'étude de votre thématique, la **pasteurisation** ou la **fermentation**, il s'agira :

- de proposer une **définition** simple de la notion considérée ;
- d'identifier sommairement un ensemble d'**expériences** menées par Pasteur ;
- d'établir, pour cet ensemble d'expériences, des **liens*** entre Pasteur et d'autres personnes (ou un groupe de personnes ou une institution) qui ont joué un rôle avant, pendant ou après les expériences menées et/ou qui ont convaincu l'opinion publique de l'efficacité de la preuve ;
- chaque lien devra être **daté** (au moins approximativement) et placé relativement par rapport à l'expérience elle-même ;
- chaque lien sera tiré d'une source **fiable**.

* Etablir des liens selon le modèle suivant :



(1) Référence à la source n°1 qui a permis d'identifier ce lien et de le dater

Documents à votre disposition :

Pour réaliser ce travail, vous avez à votre disposition un **ensemble documentaire** (*cf. articles à chercher*) mais aussi des **livres du CDI** ou d'une autre **bibliothèque**, des **revues scientifiques**, un **accès Internet**,...

Modalités de travail :

- travail par **groupe** de 3 élèves ;
- une première séance (1h30) sera consacrée au travail de **recherche** à partir des diverses sources documentaires ;
- une seconde séance (1h30) sera consacrée à la **mise en forme** du travail de recherche : création d'un diaporama ou d'un support visuel faisant appel au traitement de texte,...
- une troisième séance (1h30) sera consacrée à la **restitution argumentée** du travail de chaque groupe.

Chaque groupe disposera de **10 minutes** pour présenter les différents liens qu'il aura établis entre Pasteur et d'autres personnes ou institutions.

La demi-heure restante sera consacrée à une analyse comparée des différents travaux et donnera l'occasion de débattre de la pertinence des liens établis et des sources retenues.

Fiche élève n°3 :


Activité 2 : HISTOIRE DES SCIENCES - LA FERMENTATION

A partir de l'extrait remanié de l'article « *Les ferments d'une théorie* », tiré de la revue scientifique trimestrielle, *Les Génies de la science* (N°33 – Novembre 2007 / Janvier 2008) sur **Pasteur**, répondre aux questions suivantes :

1. Quelles sont les deux thèses concernant la fermentation qui s'opposent dans cet article ?
2. Citer les savants défenseurs de chaque thèse. Quelles sont leurs motivations ou leurs projets ?
Quelles informations apporte ce texte en ce qui concerne le fonctionnement des sciences ?
3. Le texte insiste lignes 16 à 27 sur le rôle du microscope et donc des interrelations entre sciences et techniques.
Expliquer le rôle qu'il a eu à l'époque concernant la nature des levures. Préciser la taille des levures.
Comment appelle-t-on les « globules » de nos jours ?
L'auteur du texte nous dit que van Leeuwenhoek n'a pas donné une lecture scientifique de son observation. Qu'est-ce qu'une lecture scientifique ? D'après vous, pourquoi cela n'a-t-il pas été le cas ?
4. Donner l'équation algébrique de la fermentation proposée par Lavoisier.
Pourquoi, d'après lui, la levure ne joue-t-elle aucun rôle ?
D'après vos connaissances en chimie, l'argument de Lavoisier est-il encore recevable de nos jours ?
5. En quoi l'explication de Liebig est-elle différente de celle de Lavoisier ?
6. Pourquoi la thèse chimique l'a-t-elle emportée dans un premier temps ?
7. Quels sont, avant les travaux de Pasteur, les arguments en faveur de la thèse de la vitalité et du rôle de la levure ? Sont-ils convaincants ?
8. Quelles sont les conclusions de Pasteur ?
Quelle(s) expérience(s) donne(nt) à penser que ce n'est pas la mort des levures qui provoque la fermentation ?
La thèse du rôle des levures est-elle démontrée ?

	IREM 6- Traces de travaux d'élèves	
--	---	---

Expérimentation prévue en 2009/2010.

	IREM 7- Compte-rendu(s) d'expérimentation au cours des mises en œuvre successives	
--	--	---

Expérimentation prévue en 2009/2010.

- Revue trimestrielle « Les génies de la science », N°33 – Novembre 2007-Janvier 2008
PASTEUR

- Pasteur, L. (1860). *Mémoire sur la fermentation alcoolique*. Annales de chimie et de physique. Paris, Victor Masson.

(http://books.google.fr/books?id=fjCrGl14Iw8C&pg=RA3-PA323&dq=pasteur+fermentation+alcoolique&ei=_gaTSqH9LYrWyATcz_WwBw#v=onepage&q=pasteur%20fermentation%20alcoolique&f=false)

- Pasteur, L. (1859). *Mémoire sur la fermentation appelée lactique*. Mémoires de la société impériale des sciences de l'agriculture et des arts de Lille. Paris, Derache.

(http://books.google.fr/books?id=QwgsAAAAYAAJ&pg=PA13&dq=M%C3%A9moire+sur+la+fermentation+appel%C3%A9e+lactique+Pasteur&lr=&ei=g7eSSvr5K4jCMtCG_aMH#v=onepage&q=&f=false)

- Pol, D. (1996). *Travaux pratiques de Biologie des levures*. Ellipses.
- Sciences de la vie et de la Terre, option sciences expérimentales 1°S. (1993). *Biologie des levures et utilisation des micro-organismes dans les industries de fermentation*. Nathan.

	IREM 9- Évolution de la ressource (CV)	
--	---	---

Étape	Date	Réalisations	Contributeurs
1	Novembre 2008	Conception de l'activité 2 « Histoire des sciences – La fermentation » dans le cadre des travaux de DCS autour du thème « La vigne et le vin »	
2	Février 2009	Conception de l'activité 1 « Histoire des sciences - Pasteur »	
4	Juin 2009	Rédaction d'un premier germe de ressource en intégrant les 2 activités	
5	Été 2009	Evolution des différentes fiches de la ressource	
6			
7			