

Concepts pédagogiques et intérêts de la classe inversée pour les enseignements de dysfonction de l'appareil manducateur des étudiants de 4e année d'odontologie brestois

Anaëlle Brien

▶ **To cite this version:**

Anaëlle Brien. Concepts pédagogiques et intérêts de la classe inversée pour les enseignements de dysfonction de l'appareil manducateur des étudiants de 4e année d'odontologie brestois. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03361066

HAL Id: dumas-03361066

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03361066

Submitted on 1 Oct 2021

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

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



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

Université de Bretagne Occidentale

UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

THÈSE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Année : 2021

Thèse N° : 29024

Concepts pédagogiques et intérêts de la classe inversée pour les enseignements de dysfonction de l'appareil manducateur des étudiants de 4ème année d'odontologie brestois

présentée par

Anaëlle BRIEN

Née le 09 Juillet 1995 à AURAY

Thèse soutenue le 15 septembre 2021

devant le jury composé de :

Monsieur Le Professeur R. ARBAB-CHIRANI – *Président*

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Madame Le Docteur C. BODERE – *Assesseur*

Maitre de conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Madame Le Docteur V. CHEVALIER – *Assesseur*

Maitre de conférences des Universités – Praticien Hospitalier

FACULTÉ D'ODONTOLOGIE

Madame Le Docteur A. LE FUR- BONNABESSE – *Directrice*

Maitre de conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Madame Le Docteur K. VALLAEYS – *Assesseur*

Maitre de conférences des Universités – Praticien Hospitalier

UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

-=-=-=-=-=-=-=-=-

PRESIDENT	Monsieur Matthieu GALLOU
DIRECTEUR GENERAL DES SERVICES	Madame Brigitte BONIN

CORPS PROFESSORAL DE L'U.F.R. D'ODONTOLOGIE DE BREST

Année Universitaire 2021-2022

-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-

DOYEN Monsieur Reza ARBAB-CHIRANI

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

S57 Parodontologie	Monsieur Hervé BOUTIGNY-VELLA
S57 Chirurgie Orale	Madame Sylvie BOISRAME
S57 Biologie Orale	Monsieur Jacques-Olivier PERS
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Monsieur Reza ARBAB-CHIRANI

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

S56 Odontologie Pédiatrique	Monsieur Hervé FORAY
S56 Odontologie Pédiatrique	Madame Frédérique d'ARBONNEAU
S56 Prévention, Épidémiologie, Économie Santé, Odonto légale	Monsieur Alain ZERILLI
S56 Prévention, Épidémiologie, Économie Santé, Odonto légale	Monsieur Bertrand PIVER
S57 Biologie Orale	Mademoiselle Laëtitia LE POTTIER
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Madame Valérie CHEVALIER-HERISSET
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Madame Karen VALLAEYS
S58 Prothèses	Monsieur Vincent JARDEL
S58 Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux	Madame Céline BODERE
S58 Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux	Madame Anaïs BONNABESSE

ASSISTANTS HOSPITALO-UNIVERSITAIRES

S57 Biologie Orale	Monsieur Jean-Éric ALAR
S57 Chirurgie Orale	Monsieur Sébastien GENEST-BEUCHER
S57 Parodontologie	Madame Gwenola FERREC
S57 Parodontologie	Madame Camille FRAMERY
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Monsieur Kevin-John FOUILLEN
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Madame Fanny BERBEL
S58 Prothèses	Madame Coralie BURLE
S58 Prothèses	Madame Fanny BASSE
S58 Prothèses	Madame Camille BOSSARD

ASSISTANTS ASSOCIES

S56 Odontologie pédiatrique	Madame Caroline DARBIN-LUXCEY
S58 Prothèses	Monsieur Damien ROUSSEL

Au Président du Jury,

Monsieur le Professeur Reza ARBAB-CHIRANI,

Professeur des Universités, U.F.R. d'Odontologie, Brest Doyen de la faculté d'Odontologie, U.B.O., Brest Praticien Hospitalier

Je vous remercie d'avoir accepté la Présidence de mon jury de thèse. Soyez assuré de tout mon respect et de ma reconnaissance pour l'enseignement que vous m'avez dispensé.

Que ce travail en soit le témoignage.

A mon Jury,

Madame le Docteur Céline BODERE

Maître de Conférences des Universités, U.F.R. d'Odontologie, Brest Praticien Hospitalier

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury. Soyez assurée de ma gratitude pour votre disponibilité, votre dynamisme et pour la qualité de votre enseignement tout au long de mes études.

Que ce travail en soit le témoignage.

A mon Jury,

Madame le Docteur Valérie CHEVALIER-HERISSET,

Maître de Conférences des Universités, U.F.R. d'Odontologie, Brest Praticien Hospitalier

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury. Soyez assurée de ma gratitude pour votre disponibilité, votre accessibilité, votre bienveillance et la qualité de votre enseignement tout au long de mon cursus.

Que ce travail en soit le témoignage.

A ma Directrice de Thèse,

Madame le Docteur Anaïs LE FUR-BONNABESSE,

Maître de Conférences des Universités, U.F.R. d'Odontologie, Brest Praticien Hospitalier

Je vous remercie d'avoir accepté la direction de cette thèse. Soyez assurée de ma gratitude pour le temps que vous m'avez consacré, votre disponibilité et votre compétence.

Veuillez trouver ici le témoignage de toute ma reconnaissance ainsi que mes remerciements les plus sincères.

A mon Jury,

Madame le Docteur Karen VALLAEYS,

Maître de Conférences des Universités, U.F.R. d'Odontologie, Brest Praticien Hospitalier

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury. Soyez assurée de ma gratitude pour votre disponibilité, votre accessibilité, votre gentillesse et la clarté de votre enseignement.

Que ce travail en soit le témoignage.

A mes parents et à ma sœur,

Pour leur soutien, leur encouragement, leur implication pendant toutes ces longues années d'étude et leur amour.

A toute ma famille,

Aux petits comme aux grands, toute mon affection.

A tous mes amis,

Pour les bons moments passés ensemble.

Aux enseignants de l'UFR d'odontologie,

Avec toute ma reconnaissance pour cet enseignement de qualité dispensé avec bienveillance.

A l'équipe du SIAME, notamment à Erwan LE MORVAN et Isabelle QUERE,

Pour leur accompagnement dans la conception, le tournage et le montage de la vidéo.

A mon collègue Logan LADROUE,

Pour son implication dans tout le processus de réalisation de la vidéo, un plaisir de travailler avec lui.

A tout le personnel de la faculté et du centre de soins dentaires,

Pour leur disponibilité et leur gentillesse.

Je certifie sur l'honneur ne pas avoir repris pour mon propre compte des propos, des citations, des illustrations déjà publiés.

A BREST, le 15 septembre 2021

BRIEN Anaëlle

Signature

Concepts pédagogiques et intérêts de la classe inversée pour les enseignements de dysfonction de l'appareil manducateur des étudiants de 4ème année d'odontologie brestois

PLAN

INTRODUCTION GENERALE **11**

CHAPITRE 1. Les deux grandes théories de l'apprentissage : béhaviorisme et constructivisme **12**

1.1. LE BEHAVIORISME 12

1.1.1. L'évolution de la théorie béhavioriste 12

1.1.2. Le néo-béhaviorisme 14

1.1.3. Le béhaviorisme appliqué à l'éducation 25

1.1.4. Les avantages et inconvénients du béhaviorisme 27

1.2. LE CONSTRUCTIVISME 28

1.2.1. L'évolution de la théorie constructiviste 29

1.2.2. Les effets du constructivisme dans le contexte éducatif 34

1.3 CONCLUSION : comparaison des courants béhavioriste et constructiviste 42

CHAPITRE 2. La classe inversée et son application pour les enseignements de DAM **45**

2.1. LA CLASSE INVERSÉE : concepts, modalités et intérêts 45

2.1.1. Son histoire 45

2.1.2. Pédagogie basée sur ce concept 45

2.1.3. Différentes déclinaisons 46

2.1.4. Les principes pédagogiques communs 46

2.1.5. Les modalités d'organisation 48

2.1.6. Les principales raisons d'inverser la classe 52

2.1.7. Les principaux inconvénients d'une salle de classe inversée 54

2.1.8. Une réticence à l'égard de l'apprentissage actif 56

2.2. APPLICATION AUX ENSEIGNEMENTS DE DYSFONCTIONS DE L'APPAREIL MANDUCATEURS 57

2.2.1 Les enseignements de DAM à l'UFR d'odontologie de Brest 58

2.2.2 Des propositions de restructuration des enseignements de DAM 59

2.2.3 Un exemple de création de la capsule vidéo 61

2.3. CONLUSION 64

CONCLUSION GENERALE **65**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES **66**

INTRODUCTION GENERALE

Actuellement, les enseignements théoriques en odontologie sont dans la grande majorité dispensés de manière magistrale. Cette méthode d'enseignement est utilisée par les enseignants pour exposer des objets d'apprentissage sous la forme d'un cours didactique devant un groupe d'étudiants, sans réelle implication de ces derniers.

Les enseignements de douleurs oro-faciales en 4ème année d'odontologie concernant le dysfonctionnement de l'appareil manducateur (DAM) sont également basés sur ce modèle. Ces cours sont dispensés en salle de classe sous la forme de diaporamas exposants les différents troubles du fonctionnement de l'appareil manducateur. On y retrouve la description des symptômes, l'établissement de diagnostics et les propositions de traitement adaptées aux diverses pathologies.

Cependant, un nouveau modèle d'enseignement, reposant sur des concepts anciens constructivistes, émerge de plus en plus dans les salles de classes dans l'intention de recentrer l'apprentissage entre les mains des étudiants. Cette nouvelle approche pédagogique est désignée sous le terme de « *classe inversée* ».

Dans quelle mesure l'inversion de la classe peut-elle améliorer l'apprentissage des élèves ?

Dans la première partie de ce manuscrit, les deux grands courants de pensée concernant l'apprentissage seront détaillés : le béhaviorisme et le constructivisme.

Dans une seconde partie, l'organisation de la pédagogie basée sur le concept de la classe inversée sera décrite. Pour illustrer son application aux enseignements de dysfonctions de l'appareil manducateur des étudiants de 4ème année d'odontologie, la conception d'une capsule vidéo, réalisée en collaboration avec le Service d'Ingénierie, d'Appuie et de Médiatisation pour l'Enseignement (SIAME) de l'Université de Bretagne Occidentale, sera présentée.

CHAPITRE 1. Les deux grandes théories de l'apprentissage : béhaviorisme et constructivisme

Deux grands courants de pensées philosophiques, occupant une place importante dans le champ de la psychologie, ont vu le jour ces dernières décennies : le béhaviorisme et le constructivisme. Ces deux approches ont porté une attention particulière sur la façon dont les enfants apprennent et ont eu par la suite un impact important sur l'éducation. De plus, malgré qu'il soit impossible de les fusionner car elles possèdent des caractéristiques bien différentes, il n'est pas étonnant de les retrouver associées dans les programmes actuels d'enseignement ainsi que dans les pratiques des enseignants.

Chaque époque a privilégié l'une ou l'autre des approches. Les décennies 1960 à 1980 ont été marquées par l'approche béhavioriste. Quant au constructivisme, il a pris une grande ampleur dans les années 1990 et occupe une place importante dans l'éducation de nos jours (Boutin, 2000).

1.1. LE BEHAVIORISME

L'étymologie du terme « *béhaviorisme* », « *behaviorism* » en anglais, provient du mot « *behavior* » signifiant « *comportement* ». Le courant béhavioriste trouve son origine à la fin du 19e siècle en se basant sur la théorie du comportementalisme dont les principes de base ont été dressés par John Watson, qui appliqua certains concepts du béhaviorisme aux humains. La théorie béhavioriste a également participé à de grandes avancées notamment dans l'éducation en contribuant à la compréhension de l'apprentissage (Staddon, 2001).

1.1.1. L'évolution de la théorie béhavioriste

1.1.1.1 Le béhaviorisme méthodologique

Introduit par Watson, le béhaviorisme méthodologique refuse de prendre en compte, dans son explication des comportements humains, tout élément qui ne peut faire l'objet d'une observation objective. Selon lui, la psychologie doit se limiter aux comportements observables et mesurables définis par l'environnement et se défaire de toutes les interprétations de la conscience (Pritchard, 2013) notamment en rejetant les activités mentales et événements privés subjectifs, tels que les

émotions et les pensées, considérés comme indéfinissables, inutilisables et donc inobservables (Pérez-Álvarez, 2018). Pour Watson, afin de prédire et contrôler les comportements, le béhavioriste doit concevoir la psychologie seulement à partir du comportement externe d'une personne (Staddon, 2001). En ce sens, il soutient que l'expérimentation contrôlée, suivant le modèle stimulus-réponse, est la meilleure manière d'acquérir, d'accumuler et de perfectionner la connaissance du comportement. D'après ce modèle de relation causale, le béhaviorisme méthodologique attribue la cause d'un comportement à ses antécédents (Watson, 1913).

1.1.1.2 Le béhaviorisme radical

Le modèle béhavioriste de Skinner est souvent qualifié de radical qui, contrairement au béhaviorisme méthodologique de Watson, ne laisse rien de côté et accepte l'idée que des variables internes à l'individu puissent intervenir dans l'analyse du comportement. Ce courant ne rejette pas les processus internes mais les qualifie d'événements « *privés* » (Staddon, 2001) qui, selon Skinner, peuvent et doivent être étudiés à part entière car ils sont observables par soi-même. Il porte donc son attention sur l'analyse du comportement verbal, contrôlé à la fois par des évènements directement observables mais également par des événements mentaux, et va ainsi chercher à démontrer que le développement du monde subjectif et le comportement verbal sont simultanés (Pérez-Álvarez, 2018). Une autre différence observable avec le béhaviorisme méthodologique est l'idée selon laquelle il attribue la cause d'un comportement à ses conséquences.

Skinner a également étendu son analyse scientifique à la conception des cultures. Selon lui, pour qu'une société évolue idéalement elle doit être régulée par le comportementalisme, conçue en s'appuyant sur les connaissances scientifiques du comportement humain et dont l'organisation est basée sur un mode de vie idéal. En ce sens, le béhaviorisme vaut comme une règle de conduite collective où chacun doit se soumettre à une évaluation comportementale permettant de catégoriser les comportements, de les anticiper et ainsi de les contrôler (Douville, 2005). Le béhaviorisme radical skinnérien a donc été conçu comme une utopie dont l'objectif est de contrôler le comportement pour le bien commun. Persuadé que la psychologie est un recueil de données expérimentales ordonnées, il va de ce fait porter un intérêt particulier pour l'étude des variables qui contrôlent le comportement (Staddon, 2001).

1.1.1.3 Le conditionnement classique

Associé aux théoriciens, tels que Pavlov et Watson, le conditionnement classique, ou conditionnement répondant, s'intéresse aux réponses involontaires aux stimuli.

En s'appuyant sur l'idée comportementaliste selon laquelle les animaux et les humains peuvent apprendre à réagir à un stimulus par réflexe basé sur des expériences antérieures, Pavlov démontra le déroulement de l'apprentissage. Pour ce faire, il s'est intéressé à la salivation chez les chiens. Il a d'abord constaté que la présentation d'un stimulus inconditionnel, comme de la nourriture, provoquait chez le chien un réflexe de salivation, puis a remarqué que le chien salivait simplement lorsque l'assistant qui le nourrissait entrait dans la pièce. Il en a donc conclu que c'était l'assistant (stimulus) qui provoquait la salivation (réponse) chez le chien. Ainsi, à partir d'un stimulus, le chien a appris une nouvelle conduite et Pavlov a donc pu mettre en évidence une relation de cause à effet (Depover et al., 2009). Par la suite, il présenta au chien un stimulus neutre ne suscitant pas de réponse salivaire, une cloche, qu'il sonna dès que le chien était sur le point de manger. Ensuite, il proposa simultanément les deux stimuli, la nourriture et la cloche, puis renouvela ce processus plusieurs fois et constata que le chien salivait à la seule audition de la cloche car celui-ci l'avait associé à la nourriture. Ainsi, le stimulus initialement neutre (la cloche) est devenu un stimulus conditionné susceptible de déclencher une réaction salivaire qualifiée de réponse conditionnée (la nourriture). En ce sens, un conditionnement a été établi car un réflexe naturel non appris s'est déclenché lorsque un stimulus neutre a été présenté (Mariné & Escribe, 2012).

Plus tard, ce processus a été mis en évidence chez l'homme, notamment lors de la réaction palpébrale. En effet, une réaction inconditionnelle de clignement de paupières peut être déclenchée suite à un stimulus inconditionnel, tel qu'un jet d'air orienté vers la cornée. Puis, lorsque ce stimulus inconditionnel est précédé à de nombreuses reprises d'un stimulus neutre, comme de la lumière, celui-ci provoque à lui seul la réaction palpébrale. Il y a donc construction d'un nouveau comportement par conditionnement (Depover et al., 2009).

La conception béhavioriste considère l'apprentissage comme un mécanisme de « *cause à effet* » dont des facteurs externes ou des évènements (des stimulus) conduisent à une réponse, et avec le temps, cette réponse devient un comportement appris (Skinner, 1938).

1.1.2. Le néo-béhaviorisme

Le néo-béhaviorisme, ou béhaviorisme moderne, est apparu lorsque Skinner a étendu son analyse scientifique au domaine de l'éducation en souhaitant appliquer la méthodologie du conditionnement opérant à l'apprentissage chez les enfants. Il a ainsi pu mettre en évidence les principes fondamentaux qui gouvernent l'apprentissage en s'appuyant uniquement sur l'observation des comportements et des conditions qui ont généré ce comportement (Skinner, 1954).

1.1.2.1 Le conditionnement opérant

Skinner a introduit la notion de conditionnement opérant où il caractérise « *l'opérant* » comme étant son unité de base de comportement et propose que le sujet prenne une part active dans son apprentissage. A l'inverse d'un comportement répondant, dans un conditionnement opérant aucun stimulus observable ne peut être détecté lorsque le comportement se produit, il s'intéresse donc à la réponse volontaire aux stimuli (Skinner, 1938).

Pour démontrer le conditionnent opérant, Edward Thorndike a mis en œuvre une expérience où il enferma un chat affamé dans une cage. Ce dernier pouvait voir la nourriture en dehors de la cage sans pouvoir y avoir accès à moins d'appuyer sur le loquet pour ouvrir la cage. Par hasard, l'animal heurta le loquet ce qui lui donna accès à la nourriture. Lorsqu'il recommença l'expérience, il constata que le temps mis par le chat pour sortir de la cage diminuait progressivement et qu'après plusieurs essais il parvenait à appuyer sur le loquet dès qu'il était placé dans la cage. L'apprentissage est alors considéré comme réalisé et le processus de conditionnement opérant a été démontré car le chat a fait quelque chose par lui-même pour sortir de la cage. Thorndike a représenté le comportement de l'animal sous la forme de courbe d'apprentissage (Figure 1.1) en mesurant à chaque essai le temps qui s'écoule entre le moment où le chat est placé dans la cage et celui où il parvient à manœuvrer le loquet pour sortir (Fraisse, 2005).

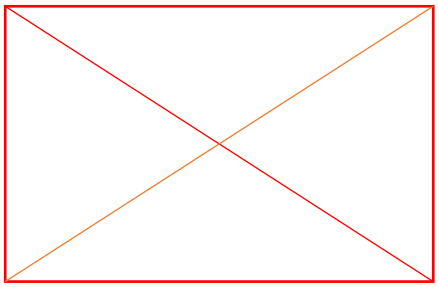


Figure 1.1 : Courbe d'apprentissage de Thorndike (d'après Fraisse, 2005)

A la suite de quoi, Thorndike conçu ses lois de l'apprentissage dont la loi de l'exercice et la loi de l'effet.

- la loi de l'exercice affirme que toute activité régulièrement produite dans une situation donnée aura tendance à se reproduire dans une situation identique puisque la connexion entre la situation (la cage) et la réponse (la manipulation du loquet) aura été renforcée par l'exercice, conduisant ainsi à une augmenter la fréquence d'apparition de la réponse correcte (Goguelin, 1994)
- la loi de l'effet soutient que le comportement peut être renforcé ou affaibli par l'effet de ses conséquences. En ce sens, si une action volontaire est suivie d'un état de satisfaction

(récompense) le comportement est renforcé et a plus de chance d'être reproduit, à l'inverse si elle est suivie d'un état insatisfaisant (punition) le comportement est affaibli et a plus de chance d'être abandonné (Staddon, 2001)

Thorndike met également en évidence la nécessaire complémentarité de ces deux lois. Selon lui, la seule répétition des essais ne conduit à aucune amélioration des performances mais il est essentiel de fournir, à chaque essai, des indications précises sur le résultat de son travail afin de permettre à l'apprenant de juger les conséquences de ses réponses et réduire l'écart existant entre le résultat à une tâche et un but, pour lui permettre de générer des travaux de meilleure qualité (Bosc-Miné, 2014). On voit ici apparaître la notion de feed-back.

Dans le même optique que Thorndike, Skinner chercha à mettre en évidence une relation entre un stimulus et une réponse en analysant le comportement sur les réponses alimentaires des rats. Pour cela, il utilisa un système de cage (Figure 1.2) où il plaça un rat affamé à l'intérieur qui en actionnant un levier, par hasard, provoqua l'apparition de nourriture. Il constata que le rat appuyait davantage sur le levier, et que lorsqu'il supprimait la présentation de la nourriture, le rat continuait d'actionner le levier (Skinner, 1965).

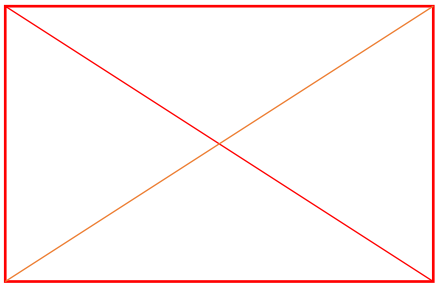


Figure 1.2 : Cage de Skinner (d'après Depover et al., 2009 et Skinner, 1965)

Le conditionnement opérant est donc un modèle opérationnel au cours duquel les rats apprennent par essai-erreur les actions à effectuer pour obtenir une récompense (Skinner, 1954). Le but de ce procédé est de construire de nouvelles conduites en établissant un lien entre un stimulus (le levier) et une réponse (la pression sur le levier) grâce à l'intervention d'un agent de renforcement (la nourriture). L'apprentissage est acquis dès que le stimulus-réponse devient autonome, c'est-à-dire lorsque l'agent de renforcement disparait mais que l'action demeure (Depover et al., 2009).

Skinner s'appuie également sur la loi de l'effet de Thorndike pour développer la notion de renforcement. Il explique que l'acquisition d'une nouvelle conduite est rendue possible par une action de renforcement pouvant être positive ou négative (Figure 1.3). La présentation d'un agent de renfoncement positif augmente la fréquence d'apparition du comportement, il peut s'agir d'une récompense comme la présentation de nourriture pour un rat affamé. L'animal va donc interagir activement avec son environnement pour obtenir une récompense, en exécutant volontairement un comportement spécifique qui a déjà produit un renforcement (Klein & Mowrer, 2014). A l'inverse, un renforcement négatif a pour conséquence d'augmenter la fréquence d'apparition du comportement lorsqu'il est supprimé et disparait dans le cas où la situation est corrigée, comme une décharge électrique qui sanctionne le rat s'il n'actionne pas le levier après un certain temps (Goguelin, 1994).

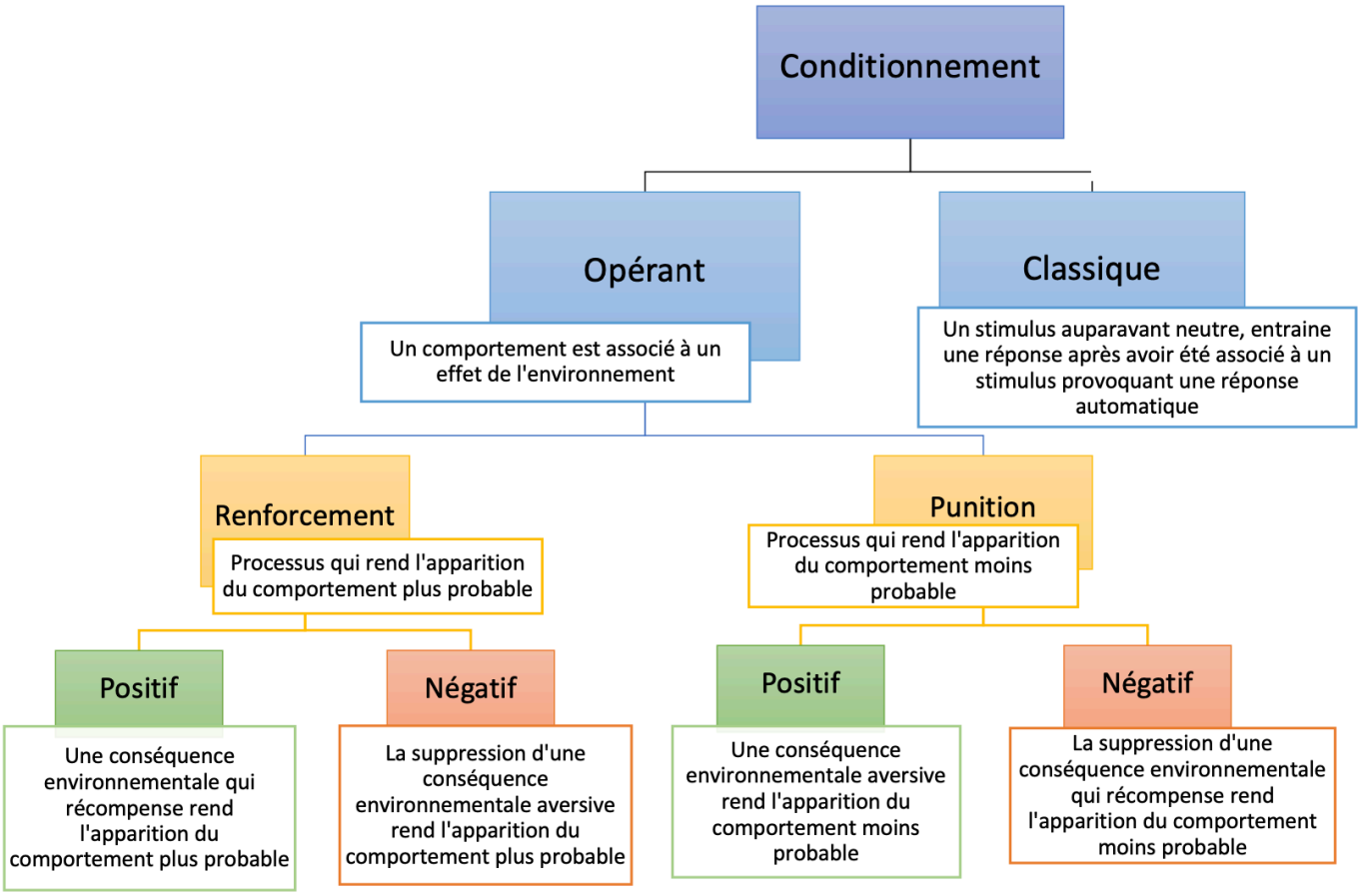


Figure 1.3 : Le conditionnement opérant

Par la suite, Skinner a réalisé que la puissance des renforcements était minimisée dès qu'un renforcement positif était présenté à chaque fois qu'une personne, ou un animal, effectuaient la bonne action. Selon lui, un renforcement intermittent serait donc plus performant dans l'apprentissage. Pour valider sa théorie, il a réalisé une expérience (Tableau 1.1) en appliquant 3 degrés de louanges à des enfants puis a constaté la probabilité de répétition de l'action (Duchesne et al., 2013).

Calendrier de renforcement	Probabilité de répétition
Continu : des félicitations sont données à chaque fois que le comportement se produit	Faible à modéré
Ratio fixe : des félicitations sont données à intervalle régulier (toutes les x fois)	Faible à modéré
Intermittent : des félicitations sont données à des intervalles aléatoires	Modéré à élevé
Absence : des félicitations sont rarement ou jamais données	Pas de répétition

Tableau 1.1 : Probabilité de répétition d'une tâche en fonction des degrés de renforcements (d'après Gray & MacBlain, 2012)

Skinner a ainsi conclu qu'un enfant constamment félicité pour avoir bien réalisé une tâche sera moins susceptible de la répéter que s'il est félicité au hasard. Dans le même ordre d'idées, il observe que le fait de ne renforcer que certains des comportements corrects, comme de féliciter un enfant qu'une fois sur deux ou trois, ne perturbe pas la construction de la conduite. Cependant, il constate que si l'enfant n'est jamais ou que très rarement félicité, il n'apprendra pas (Gray & MacBlain, 2012).

Selon ces théoriciens, l'apprentissage se réalise donc à partir de l'activité du sujet. Ils partagent également les idées selon lesquelles les comportements les moins efficaces sont progressivement éliminés et les conduites les plus adéquates sont sélectionnées en fonction des résultats pour aboutir de plus en plus rapidement à une solution. Néanmoins, ils se distinguent sur la notion d'acquisition d'une nouvelle conduite. En effet, pour Thorndike les essais et les erreurs participent à l'apprentissage car permettent de diminuer la probabilité d'apparition du comportement qui ne conduit pas à un résultat positif. Tandis que pour Skinner, seule la réponse correcte joue un rôle d'agent de renforcement et contribue à l'acquisition d'une nouvelle conduite. En ce sens, l'apprentissage peut se faire de manière efficace en évitant que le sujet ne commette des erreurs (Depover et al., 2009).

1.1.2.2 Les conditions nécessaires à l'installation d'une conduite

Tout d'abord, pour qu'une conduite par conditionnement s'installe il est nécessaire que la nature de l'agent de renforcement soit adaptée aux besoins du sujet, mais également que sa présentation soit considérée comme le résultat de l'action. Ensuite, il ne doit pas se passer trop de temps entre la présentation de l'agent de renforcement et l'action. Enfin, pour construire un lien entre un stimulus et une réponse dans le cadre d'un conditionnement opérant, le sujet doit accomplir une action. A l'inverse, dans un conditionnement répondant, le sujet doit répondre par une action suite à la présentation d'un agent de renforcement (Depover et al., 2009).

D'autres principes régissent également l'installation d'une conduite. On peut citer notamment la discrimination et la généralisation, mais également l'extinction, la contiguïté et la désensibilisation.

1.1.2.2.1. L'extinction

Il est possible de modifier un comportement en supprimant l'apparition de l'agent de renforcement, engendrant la disparition de la relation entre un stimulus et une réponse, il s'agit du phénomène d'extinction (Skinner, 1938). Pavlov a démontré ce processus avec son chien en l'entrainant à ne plus associer la cloche à la nourriture. Pour cela, il lui donna de la nourriture sans faire sonner la cloche, l'extinction s'est produite car l'animal a cessé de saliver au son de la cloche.

1.1.2.2.2. La contiguïté

Une contiguïté se produit lorsqu'un sujet est suffisamment entrainé pour avoir été conditionné à répondre automatiquement avec la bonne réponse, elle désigne donc les associations pouvant être développées entre deux choses et suppose également qu'une seule de ces deux choses doit se produire dans le futur pour que les autres soient mémorisées (Depover et al., 2009). Dans l'exemple de Pavlov, une contiguïté a lieu lorsqu'une association s'est développée entre la cloche et la nourriture, entrainant la salivation du chien quand la cloche sonne même lorsqu'il n'y a pas de nourriture. Par la suite, en s'intéressant à l'augmentation et à la diminution des peurs et des phobies involontaires des animaux chez les enfants, Watson a montré que la théorie de Pavlov fonctionnait aussi avec les humains. Pour cela, il a réalisé une expérience nommée « *Petite Albert* » qui consista à éduquer un enfant, appelé Albert, a avoir peur des lapins blancs. Pour provoquer la peur chez l'enfant, Watson déposa un lapin devant l'enfant puis se cacha derrière lui afin d'émettre des bruits forts et effrayants. Il répéta ce processus jusqu'à ce qu'Albert associe le lapin au bruit. Par la suite, Albert eu peur du lapin même lorsque Watson ne produisait pas de bruit, une contiguïté s'est ainsi produite (Wahl, 2019).

1.1.2.2.3. La désensibilisation

La seconde expérience de Watson est celle du « *Petit Peter* ». A l'inverse d'Albert, Peter était un enfant qui avait déjà peur des lapins et Watson chercha à lui ôter cette phobie. Tout d'abord, il plaça un lapin à l'extrémité opposée de la pièce où se trouvait Peter, puis, chaque jour, il déplaça le lapin de plus en plus près de Peter jusqu'à ce qu'il soit assis sur ses genoux. Cette expérience a permis de démontrer qu'avec un travail progressif, une phobie peut être réduite voire supprimée de l'esprit d'une personne, ce concept introduit la notion de désensibilisation, ou déconditionnement (Wahl, 2019).

1.1.2.2.4. La discrimination

La discrimination est utilisée par Pavlov pour décrire comment il peut enseigner à son chien plus de tours. Après lui avoir appris à associer la nourriture au son d'une cloche, Pavlov a modifié le ton de celle-ci pour lui apprendre à n'associer qu'un seul ton de cloche à la nourriture. Ainsi, la discrimination est atteinte lorsque l'on peut associer un seul type d'un stimulus à une réponse, cela signifie qu'il est possible de distinguer différentes versions d'un même stimulus et répondre différemment pour chacune d'entre elle (Skinner, 1938).

1.1.2.2.5. La généralisation

La généralisation apparaît lorsqu'un sujet fait une réponse particulière à un stimulus particulier, puis fait la même réponse à un autre stimulus. Les réponses à toutes les versions d'un même stimulus sont donc identiques. Dans l'exemple de Pavlov, la généralisation est atteinte si le chien associe la nourriture à la cloche quel que soit le son dégagé par celle-ci (Fraisse, 2005). L'expérience « *Petit Albert* » de Watson lui a également servi à démontrer ce processus car après avoir suscité la peur d'Albert face au lapin blanc, celui-ci commença à être effrayé par tout ce qui lui rappelait l'animal, comme du coton, la barbe du Père Noël et même les cheveux blancs de Watson (Wahl, 2019).

1.1.2.3 Les machines à enseigner

Dans le cadre de l'application du conditionnement à l'apprentissage humain, Skinner conçut des machines à enseigner. Dans un premier temps, il imagina un dispositif présentant des exercices d'arithmétique (Figure 1.4) où l'élève devait construire une réponse en manipulant différents curseurs puis devait la valider en tournant une manivelle lui permettant d'accéder à la situation suivante. Dans le cas d'une réponse correcte, la machine émettait une sonnerie. En revanche, si la réponse était

inexacte, l'élève ne pouvait tourner la manivelle et était donc invité à modifier sa réponse pour pouvoir progresser (Skinner, 1958).

Pour Skinner, les principes du conditionnement opérant sont appliqués par cette machine. D'une part, l'élève rédige une réponse construite ce qui fait de lui un apprenant actif. De plus, l'apparition de l'agent de renforcement, c'est à dire la sonnerie, est fonction de l'exactitude de la réponse donnée par l'élève. D'autre part, la progression dans l'apprentissage de l'élève a été élaborée de manière à ce qu'il commette le moins d'erreurs afin d'optimiser la fréquence de présentation du renforcement.

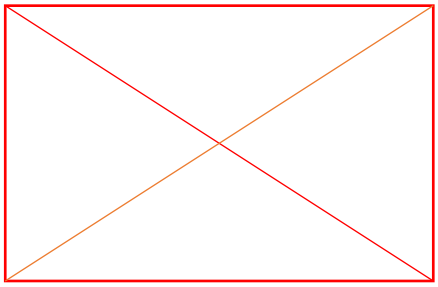


Figure 1.4 : Machine arithmétique de Skinner (d'après Skinner, 1958)

Puis dans la même perspective, il imagina une machine où l'élève devait se charger lui-même d'évaluer la qualité de sa réponse (Figure 1.5) en inscrivant celle-ci sur un rouleur de papier au niveau d'une fenêtre conçu pour cela. Ensuite, la pression sur le levier entrainait le rouleau de papier et la réponse exacte apparaissait dans la fenêtre ayant servi à présenter la situation d'apprentissage, l'élève pouvait ainsi évaluer sa réponse en la comparant à la réponse correcte (Depover et al., 2009).

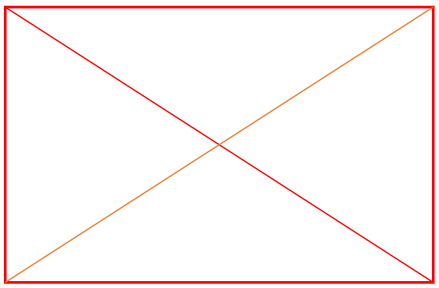


Figure 1.5 : Machine de Skinner

Selon Skinner, les machines à enseigner possèdent de nombreux avantages pédagogiques. Tout d'abord, elles permettent d'individualiser l'enseignement tout en maintenant un échange entre l'apprenant et le programme. De plus, chaque point doit être compris avant de parvenir au suivant ce qui aide les élèves à produire la réponse correcte (Staddon, 2001).

1.1.2.4 L'enseignement programmé

Par la suite, Skinner renonça à ses machines en faveur de cours programmés. Dans sa conception d'un cours programmé, Skinner a répertorié de nombreux principes devant être respectés. Pour commencer, il est nécessaire de toujours commencer un enseignement en définissant et en présentant aux élèves les objectifs qu'ils devront maîtriser à l'issue de l'apprentissage et donc de les informer sur ce que l'on attend d'eux. De plus, afin de diminuer le risque d'apparition de réponses erronées et d'augmenter la fréquence de présentation des renforcements positifs, l'apprentissage doit être divisé en petites étapes. Pour finir, il préconise l'emploi d'outils issus du développement de la technologie pour permettre un usage plus important des renforcements positifs (Skinner, 1958).

En ce sens, il conçut tout d'abord des cours programmés qualifiés de linéaires. Cependant, ces derniers présentaient de nombreux inconvénients. En effet, tous les élèves recevaient le même itinéraire de cours, sans distinguer les différences d'apprentissage entre apprenants. De plus, une certaine exigence était attendue concernant l'apprentissage qui devait être réalisé en minimisant la fréquence d'apparition des erreurs. Selon Skinner, pour qu'un cours soit efficace l'élève devait commettre moins de 10 % d'erreurs, cela rendait souvent les cours programmés linéaires longs et fastidieux (Depover et al., 2009).

A la suite de quoi, une nouvelle conception de cours vu le jour, qualifiée cette fois ci, d'enseignement programmé ramifié. Dans cette optique, Crowder élabora une machine à enseigner nommée Autotutor (Figure 1.6) capable de présenter des questions à l'élève, d'évaluer sa réponse et de l'orienter dans le cours en fonction de celle-ci.

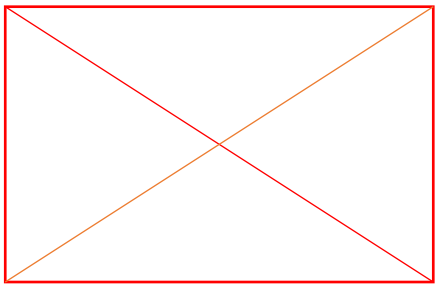


Figure 1.6 : Machine à enseigner Autotutor de Crowder (d'après Depover et al., 2009)

Alors que Skinner s'interdisait le recours aux questionnaires à choix multiples, considérant que le risque de présenter des propositions erronées pouvaient perturber l'apprenant, Crowder explique que la connaissance des résultats n'est pas la priorité et qu'il est pertinent de laisser se manifester une erreur, non seulement pour apprendre à l'élève à les éviter mais aussi afin de lui permettre d'adapter sa stratégie d'apprentissage en le guidant vers des situations correctrices adaptées. En ce sens, il va donc mettre de côté les exercices de difficultés progressivement croissants auxquels la bonne réponse n'est que la seule alternative, pour s'intéresser aux exercices d'une relative difficulté avec un choix de réponses parmi lesquelles une des propositions est juste. En fonction de sa réponse, l'élève sera orienté vers une des situations d'apprentissage (Figure 1.7).

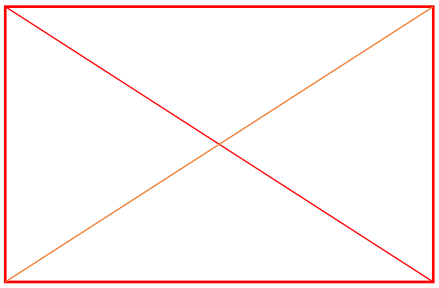


Figure 1.7 : Orientation dans un cours ramifié (d'après Depover et al., 2009)

Si la réponse choisie par l'apprenant est correcte (b7), on lui explique pourquoi cette réponse est la bonne, c'est le renforcement ou feedback positif, et il sera dirigé vers une nouvelle question qui tiendra compte de l'exactitude de sa réponse (Figure 1.8A). Dans le cas d'une réponse erronée, on procède à la correction en démontant le mécanisme que l'apprenant a mis en œuvre pour produire cette erreur, puis il sera orienté vers une nouvelle situation où l'erreur commise par l'élève fera l'objet d'un redressement, également appelé feedback correctif (Figure 1.8B) qui le ramène ensuite vers le chemin principal (Skinner, 1954).

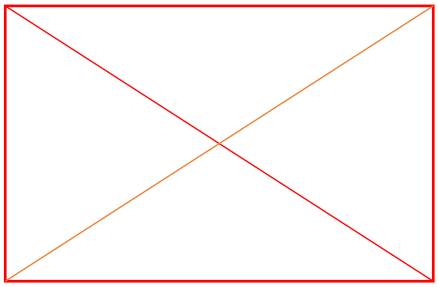


Figure 1.8 : (A) Orientation dans un cours ramifié ; (B) Feedback correctif

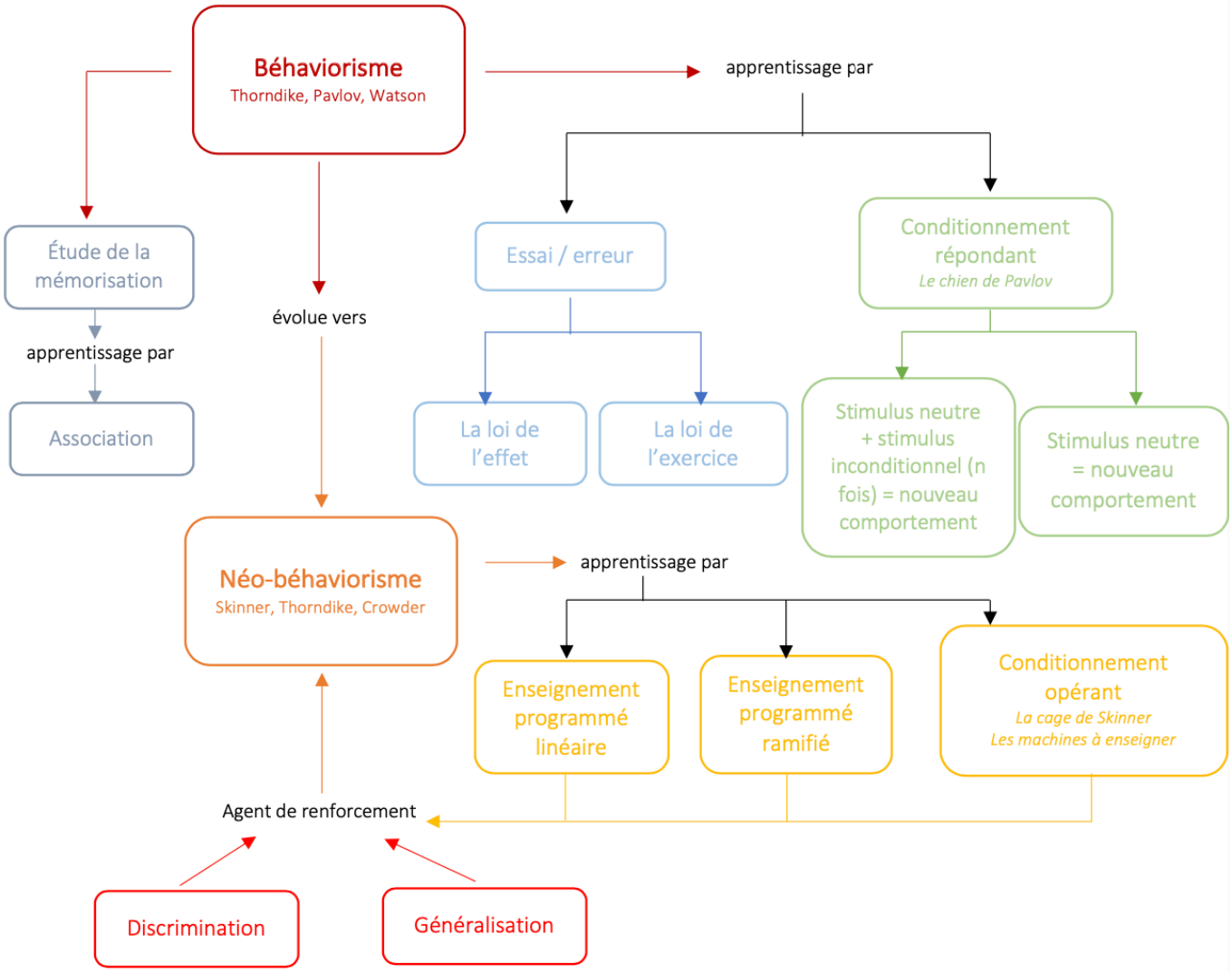


Figure 1.9 : Schéma récapitulatif du Béhaviorisme et Néo-béhaviorisme

1.1.3. Le béhaviorisme appliqué à l'éducation

Selon la conception béhavioriste, l'apprentissage est décrit comme un changement dans le comportement observable causé par le remaniement d'une réponse associée à des stimuli. Les béhavioristes supposent donc que l'on peut être entraîné à changer nos comportements et de ce fait la manière d'apprendre (Duchesne et al., 2013).

1.1.3.1 Le conditionnement opérant en éducation

Certains béhavioristes affirment que, dans le cadre de la théorie du conditionnement opérant, l'apprentissage se fait par le biais de récompenses et de punitions qui mènent à des changements de comportement. Ce conditionnement utilise les conséquences négatives et positives pour modeler des

comportements volontaires et donc renforcer l'apparition de conduites désirées (Gray & MacBlain, 2012). En appliquant ce principe dans le cadre scolaire, les enseignants peuvent encourager et féliciter certains comportements en classe, grâce au renforcement positif, en laissant par exemple un élève choisir sa place ou bien la prochaine activité, ainsi il sera plus susceptible de répéter ce comportement. De même, la punition est souvent utilisée en contexte scolaire pour décourager certains comportements à se répéter, où elle peut prendre des formes telles que les retenues, donner de mauvaises notes ou des travaux supplémentaires à réaliser, et est destinée à réduire la fréquence d'apparition des comportements non désirés. Toutefois, il ne faut pas confondre la punition avec le renforcement négatif qui lui n'a aucun effet sur l'apprentissage (Depover et al., 2009). En effet, le renforcement négatif est une forme de punition mais au lieu de recevoir une sanction, un privilège est retiré, la tâche est donc effectuée afin d'éviter de perdre quelque chose (Ryan & Deci, 2000).

Il a été démontré qu'à court terme les deux formes de renforcement sont tout autant efficaces mais que rapidement l'efficacité du renforcement négatif diminue alors que celui du renforcement positif perdure. Dans un premier temps les élèves acceptent d'être réguliers dans leur travail pour éviter les punitions mais par la suite l'effet des punitions s'estompe et le comportement devient de plus en plus difficile à contrôler (Depover et al., 2009). De ce fait, l'effet du renforcement positif s'observe plus fréquemment en situation de classe.

1.1.3.2 La méthode ABA

Le béhaviorisme est également utilisé dans diverses techniques d'enseignement, notamment dans l'analyse appliquée du comportement, ou ABA (Applied Behavioral Analysis). Cette stratégie d'enseignement éducative et thérapeutique, ciblée et intensive, est utilisée pour modifier les comportements des enfants ayant des difficultés d'apprentissage et est particulièrement efficace chez les enfants diagnostiqués avec des troubles envahissants du développement du spectre autistique. Cette méthode a pour objectif d'aider ces enfants à faire des progrès au niveau de la communication et de l'autonomie (Shea, 2009). Pour cela, l'enseignant fixe des objectifs clairs, puis l'apprentissage est divisé en sous-objectifs répétés en successions rapides. À chaque action réussie, l'enfant est félicité et récompensé pour permettre l'apprentissage de gestes simples, qui une fois combinés, aboutiront à des comportements plus complexes (Ryan & Deci, 2000). Cette méthode d'apprentissage, partant du principe fondamental du comportement opérant, vise la modification du comportement via le renforcement. En ce sens, elle cherche à renforcer les comportements adaptés par l'utilisation de renforçateurs (friandises, jouets, gestes positifs, etc.) qui seront espacés au fur et à mesure de la progression de l'enfant pour qu'il finisse par adopter le comportement souhaité naturellement. Mais elle cherche également à réduire les comportements inappropriés, qui ne seront pas renforcés ce qui amènera l'enfant à les abandonner petit à petit. Une fois l'objectif atteint, le comportement sera

généralisé pour s'assurer qu'il persiste dans le temps et qu'il apparaisse dans d'autres environnements (Philip, 2010).

1.1.4. Les avantages et inconvénients du béhaviorisme

1.1.4.1 Les avantages

Le béhaviorisme demeure une stratégie d'enseignement efficace encore utilisée dans certaines salles de classes de nos jours. Cette méthode fournie des règles claires et précises que les élèves doivent apprendre, ainsi ils savent ce qu'on attend d'eux et sont conscients des récompenses et des punitions qui découlent de leurs comportements. Dans ce type de concept, l'élève est constamment en activité grâce à une interaction continuelle mise en place entre le programme et l'étudiant. De plus, l'enseignement est généralement découpé pour permettre aux étudiants d'avancer point par point, de ce fait des objectifs élevés peuvent être fixés. En outre, la médiation de l'enseignant est essentielle et va aider les étudiants à construire la réponse correcte attendue.

La théorie du béhaviorisme est également régulièrement utilisée dans de nombreuses applications d'apprentissage axées sur un système de récompense symbolique, où le sujet est récompensé par des points en cas de bonne réponse, mais peut également en perdre dans le cas d'une mauvaise réponse. Il peut s'agir, par exemple, d'applications d'apprentissage des langues, où il est possible de franchir des niveaux et de gagner des points en accomplissant des tâches.

1.1.4.2 Les inconvénients

Dans le modèle d'éducation béhavioriste, les enseignants sont considérés comme des formateurs plutôt que des éducateurs. A ce titre, l'enseignement est donc perçu comme une exposition continue par l'instructeur, où l'activité de l'étudiant est supposée se limiter à une écoute passive, à prendre des notes ou à poser des questions occasionnelles à l'enseignant (Freeman et al., 2014). Dans ce modèle, orienté vers la transmission de connaissances et régulé par une culture de reproduction et de conformité sociale des élèves, les enseignants dominent les salles de classes pouvant ainsi priver les élèves de leur rôle d'apprenants et biaisant les relations communicatives entre enseignants et étudiants (Taylor, 1998). Ainsi, le béhaviorisme ne s'intéresse pas au rôle de l'interaction sociale dans l'éducation et n'encourage pas les pensées critiques. De même, il ne s'intéresse essentiellement qu'aux résultats et à l'obtention de la bonne réponse, et ne cherche pas à comprendre comment le sujet y est parvenu. La compréhension de la connaissance n'est donc que partielle (Depover et al., 2009).

Il y a également des limites liées à l'étude comportementaliste objective de l'homme. Les béhavioristes considèrent qu'un apprentissage a lieu seulement s'ils observent des changements de

comportement. Cependant, il est possible qu'une personne apprenne quelque chose de nouveau tout en gardant cette nouvelle connaissance pour elle sans modifier son comportement. En ce sens, la réponse humaine ne peut être décrite que de l'extérieur, mais doit également être comprise de l'intérieur (Staddon, 2001).

De plus, certains aspects du béhaviorisme peuvent être considérés comme immoraux. Au début du 20e siècle, l'éducation scolaire était fortement marquée par des orientations béhavioristes où les enfants devaient répéter des tâches quotidiennement. De nos jours, de nombreuses formes de punition considérées comme contraire à l'éthique, tels que les châtiments corporels dans les écoles, ont disparu. Néanmoins, le béhaviorisme inflige toujours des sanctions sans véritablement aller au cœur des problèmes de comportement. En effet, les béhavioristes ne prennent pas en compte le rôle complexe des émotions dans l'apprentissage et punissent souvent de la même manière quels que soient les comportements (Skinner, 1954).

Le béhaviorisme est également fortement centré sur des facteurs de motivation extrinsèques tels que la distribution de punitions et de récompenses, qui encouragent les apprenants à faire des tâches qu'ils ne feraient pas autrement pour le plaisir et qui leur sont parfois inintéressantes. Cette démarche ne les incite donc pas à aimer apprendre. A l'inverse d'une motivation intrinsèque, qui consiste à réaliser une tâche agréable sans avoir besoin de récompense ou de punition, les apprenants s'intéressent ainsi à ce qu'ils apprennent et au processus d'apprentissage lui-même (Ryan & Deci, 2000).

1.2. LE CONSTRUCTIVISME

L'étymologie du terme « *constructivisme* » provient du mot « *constructif* », dérivé du verbe latin « *construere* » signifiant « *construire* ». Selon la théorie constructiviste, le savoir ne se transmet pas mais il se construit, ce qui l'oppose au courant de pensée du béhaviorisme, qui lui encourage des modèles de communications simplistes comme une simple transmission de sens d'une personne à une autre, limitant ainsi l'apprentissage à l'association de stimulus-réponse. Le constructivisme n'est donc pas une manière de savoir mais une façon de penser le savoir (Dougiamas, 1998). En ce sens, l'apprentissage est assimilé à une enquête et la connaissance découle, non pas d'une perception mais d'une action. En outre, le constructivisme est très présent dans la pédagogie où il sert de référence dans l'élaboration de modèle de l'enseignement.

1.2.1. L’évolution de la théorie constructiviste

Le constructivisme est un courant de pensée apparu au milieu du 20e siècle qui fut tout d’abord encadrée par la théorie piagétienne. Ce n’est que dans les années 1970 que sont apparues de nouvelles approches constructivistes axées sur le contenu réel de la pensée étudiante maintenant la philosophique structurelle de Piaget mais s'éloignant de l'accent mis sur les étapes mentales de la théorie des stades cognitifs (Cobern, 1993).

1.2.1.1 La théorie piagétienne

Le terme de « *constructivisme* » a été proposé par le psychologue Jean Piaget pour désigner le processus de construction des connaissances qu’il a étudié chez l’enfant. Ce pionnier de la pensée constructiviste considère le constructivisme comme une théorie de l'apprentissage selon laquelle la connaissance est élaborée par l'apprenant, non pas à partir d’un cumul d’informations mais à partir d'une activité mentale, et se construit en fonction de l’interaction entre l’individu et la réalité qui l’entoure (Piaget, 1964).

En effet, selon Piaget, l'intelligence apparaît avant le langage et se développe dès le berceau où l'enfant témoigne déjà à ce stade d'une activité sensorielle et motrice. L'intelligence n'est donc pas innée mais se construit. En ce sens, l’être humain est programmé pour assimiler les connaissances dans un ordre précis, dans la mesure où le milieu dans lequel il grandit lui procure des stimulations dont il a besoin, au moment où il en a besoin (Piaget, 1964). Piaget a donc étudié les différents stades du développement cognitif de l’enfant et a divisé l'acquisition de l'intelligence en quatre stades. Tout d’abord, il y a l’assimilation sensori-motrice, qui se met en place de la naissance jusqu'à 2 ans. Le nouveau-né, de par ses mouvements et ses perceptions, commence à réagir aux stimulations du monde extérieur qui l'entoure et s'approprie son environnement. Puis, il commence à intégrer des réflexes à ses premières tendances instinctives, comme la nutrition et la succion, qui avec l’expérience deviendront des habitudes. Ainsi, l’enfant présente tous les aspects de la compréhension intelligente dès la fin de sa première année marquée par l’apparition des stades d’adaptations intentionnelles, telles que les assimilations reproductrices ou bien les inventions de moyens nouveaux. Par la suite, il traverse le stade préopératoire après ses 2 ans et jusqu’à ses 6 ans, caractérisé par l'apparition du langage, c'est le stade où se développe l'imitation, la représentation ainsi que la réalisation d'actes fictifs. Ensuite, entre 7 ans et 12 ans, on assiste au stade opératoire concret où l’enfant raisonne et se socialise. Pour terminer, vient le stade opératoire formel qui concerne l'enfant à partir de 12 ans. Dès lors, il associe des idées, raisonne par des hypothèses et des déductions, et peut avoir des réflexions construites (Piaget, 1936).

En conséquence, la théorie Piagétienne soutient que nous construisons nos connaissances à partir d'expériences fortuites qui se répètent et se différencient par l'intégration de nouvelles notions, puis ces constructions successives nous permettent d'acquérir des notions de plus en plus étendues. Cette manipulation provoque la création ou la modification de schèmes sensori-moteurs, qui permet au nourrisson de s'adapter au monde extérieur. Ces schèmes sensori-moteurs sont assimilés à des images de la réalité élaborées par association de concepts similaires, tels que des schémas, des paradigmes, des perspectives ou des croyances (Piaget, 1964). Dans l'apprentissage il faut donc se placer dans des situations actives pour rencontrer et résoudre des conflits entre différents schèmes qui se construisent. Cette construction s'effectue par deux mouvements complémentaires : (Figure 1.10)

- soit par un simple mécanisme d'assimilation des données nouvelles aux structures déjà acquises,
- soit par un processus d'accommodation de la pensée aux choses qui modifie la structure cognitive afin d'y incorporer les nouveaux éléments de l'expérience en créant un nouveau schème d'assimilation.

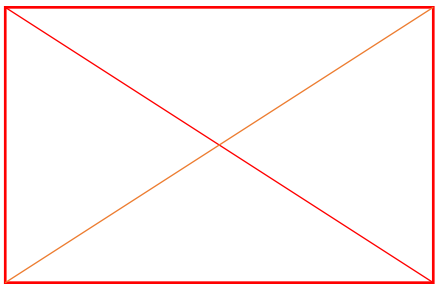


Figure 1.10 : Schéma d'intégration de nouvelles données

Une nouvelle donnée (Figure 1.10) correspond à une nouvelle information à traiter, un phénomène à expliquer, une nouvelle expérience à vivre, etc. Tandis qu'une donnée déjà connue n'entraine pas de conflit cognitif, donc pas d'apprentissage. De la même manière, une donnée complémentaire n'entraine pas de conflit cognitif mais à l'inverse permet un apprentissage. Par ailleurs, une donnée interprétée comme « étrange » entraine un conflit cognitif et nécessite une déconstruction-reconstruction des connaissances antérieures pour être intégrée.

Par conséquent, à chacun des stades, l'enfant va intégrer le réel à partir de l'assimilation ou de l'accommodation en fonction du milieu dans lequel il se trouve. C'est ce cycle réflex qui constitue la base du développement sensori-moteur (Piaget, 1937). Il est donc primordial de comprendre la formation des mécanismes mentaux chez l'enfant pour comprendre leurs natures et leurs fonctionnements chez l'adulte (Piaget, 1964).

1.2.1.2 L'évolution depuis Piaget : les autres visages du constructivisme

Certains chercheurs constructivistes ont mis en évidence des insuffisances dans le constructivisme piagétien, en particulier au niveau des apprentissages scolaires. Ainsi, à la suite de Piaget, d'autres visages du constructivisme ont été catégorisés.

1.2.1.2.1 Le socio-constructivisme

Le socio-constructivisme défend que chaque individu construit ses connaissances dans un cadre social par le biais de l'expérimentation et de la découverte. En ce sens, les personnes qui entourent l'individu, comme les enseignants et les étudiants, l'affectent directement et ont un impact sur son développement cognitif. Les socio-constructivistes vont ainsi intégrer des méthodes coopératives et les interactions sociales en classe comme facteurs d'apprentissage (Solomon, 1987). Ces concepts de « *participation* » et « *d'acquisition* » de l'apprentissage interagissent de façon synergique, l'une étant tout aussi nécessaire que l'autre.

D'autre part, le socio-constructivisme s'inspire de deux grands courants de la psychologie de l'éducation. Le premier courant est le constructivisme Piagétien qui a tendance à considérer l'environnement comme non-social. Pour Piaget, le conflit à la base de l'apprentissage est intra-individuel, c'est-à-dire situé dans l'enfant et par l'enfant. En ce sens, c'est par le conflit entre les buts de l'enfant et la spécificité de son environnement que se construit son intelligence. Le deuxième courant est celui des théories de Vygotsky qui soutient que le développement intellectuel ne peut s'établir sans les interactions sociales entre l'enfant et son environnement. Selon lui, le développement de l'enfant va du social à l'individuel, et non pas de l'individuel au social comme le suppose Piaget. Il va donc intégrer une dimension sociale dans la perspective constructiviste pour sortir de l'impasse Piagétienne de l'individualisme épistémologique (Cole & Wertsch, 1996). Doise et Mugny vont par la suite introduire le terme de conflit socio-cognitif inter-individuel, déclarant que la connaissance est le résultat d'une confrontation de points de vue entre différents individus (Brassac, 2003).

En conclusion, cette théorie constructiviste affirme que c'est en échangeant du sens dans des rapports sociaux que l'individu va pouvoir apprendre. Elle va donc conférer une place de choix au langage et à l'environnement social dans l'apprentissage. De plus, les individus et la dimension sociale de l'apprentissage peuvent interagir dans le temps pour se renforcer réciproquement (Dougiamas, 1998).

1.2.1.2.2 Le constructivisme personnel

Martin Dougiamas va réintroduire la notion de constructivisme personnel de Jean Piaget. Dans cette conception constructiviste, les connaissances sont activement construites par l'apprenant, à partir de ses connaissances préalables, et ne sont pas reçues passivement de l'environnement. En ce sens, un changement conceptuel se manifeste lorsque l'apprenant considère que les conceptions nouvelles sont plus compréhensibles, plausibles et rationnelles que ses propres conceptions antérieures (Posner et al., 1982). La construction du savoir nécessite donc que certaines choses soient apprises avant les autres, de sorte qu'il y ait une progression des idées du simple au complexe (Dougiamas, 1998).

1.2.1.2.3 Le constructivisme contextuel ou culturel

Dans l'optique d'améliorer l'enseignement, certains chercheurs ont commencé à douter de la pertinence conceptuelle du constructivisme personnel et ont ainsi, en se basant sur des travaux de la sociologie de la connaissance, déplacé le travail de recherche en éducation vers un constructivisme contextuel qui illustre l'interactivité du contexte et de l'environnement (Cobern, 1993). Le constructivisme culturel a donc vu le jour lorsque a été mis en évidence la nécessité de prendre en compte le contexte de l'apprenant (coutumes, religions, langages, etc) et celui des connaissances à apprendre (Vosniadou, 1996).

Le contexte culturel comprend deux environnements indissociables l'un de l'autre qui influencent la façon de penser et affectent l'apprentissage en modifiant les compétences, les perspectives et les façons de représenter le monde (Salomon & Perkins, 1998). D'une part, il y a l'environnement conceptuel qui s'intéresse aux individus, à ses croyances et ses connaissances. D'autre part, on retrouve celui qui concerne le milieu social et physique dans lequel les individus vivent. Pour construire ses connaissances, un apprenant doit vivre une expérience contextuelle significative, le constructivisme impose donc d'étudier ces deux contextes, celui de l'apprenant et celui de ce qui doit être appris (Cobern, 1993).

De plus, le constructivisme est attaché aux notions de diversité et d'adaptabilité, celui qui peut s'adapter rapidement en apprenant dans un monde complexe sera ainsi plus en mesure de s'adapter aux conditions changeantes (Dougiamas, 1998). L'objectif de l'apprentissage constructiviste est donc l'autosuffisance, l'échange partagé de relations sociales et l'autonomisation.

1.2.1.2.4 Le constructivisme radical

La création du constructivisme radical d'Ernst Von Glasersfeld a permis de reconceptualiser le processus de connaissance en interprétant le savoir comme un processus d'adaptation continu de construction de nouvelle connaissance directement à partir d'expériences passées (Taylor, 1998).

Ainsi, dans une perspective constructiviste radicale, chacun crée sa propre réalité à partir d'interprétations d'expériences cohérentes et compatibles (Von Glasersfeld, 1991).

1.2.1.2.5 Le constructivisme critique

Afin d'améliorer le succès du constructivisme, une dimension critique est ajoutée visant à remanier l'environnement culturel et social. Il est décrit comme une épistémologie sociale qui aborde le contexte socioculturel de la construction des connaissances et défend une approche bienveillante où les enseignants doivent travailler de manière collégiale (Taylor, 1996). Il cherche à promouvoir la communication en établissant un dialogue orienté vers la compréhension mutuelle des objectifs, des intérêts et des normes (Taylor, 1998), et est ainsi plus ouvert aux questions par la conversation et la réflexion critique sur soi.

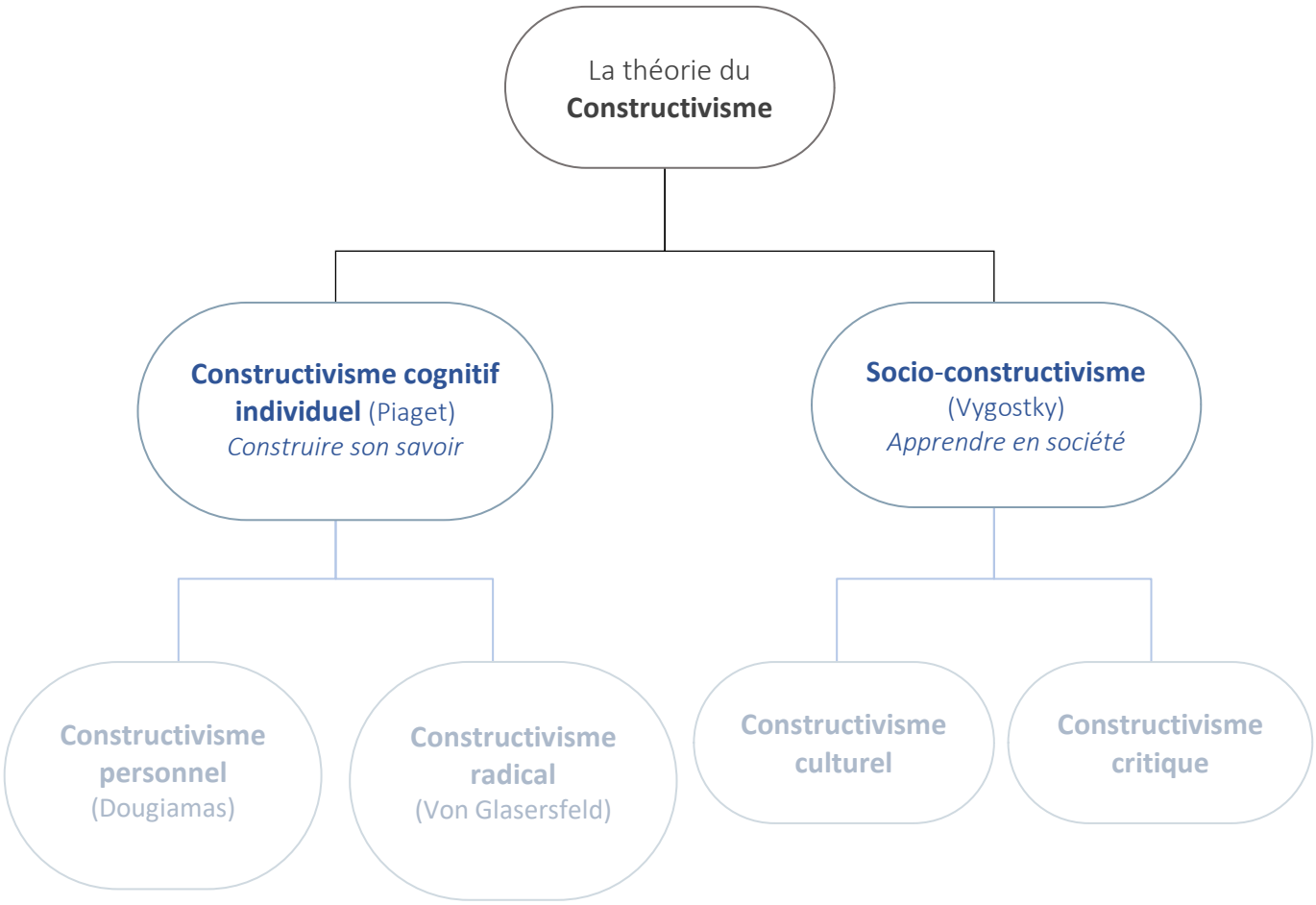


Figure 1.11 : Les différents courants constructivistes

1.2.2. Les effets du constructivisme dans le contexte éducatif

1.2.2.1 Une théorie d'apprentissage

Une solution pour remédier aux problèmes du modèle d'éducation traditionnel a été l'émergence de modes de connaissance alternatifs reposant sur des perspectives constructivistes. Dans un environnement d'apprentissage constructiviste, l'attention pédagogique se concentre sur l'activité cognitive visant à stimuler plutôt qu'à confirmer la recherche, la conscience critique s'appuyant sur une éthique émancipatrice d'autonomie intellectuelle, l'interactivité sociale de l'apprenant et les préoccupations relationnelles entre les enseignants et les étudiants. De ce fait, dès la fin des années 1970, l'accent fut porté sur la place de l'étudiant, souvent cantonné à un rôle d'absorbeur passif de connaissance, ainsi que sur la question du rôle et du contenu des connaissances dans les programmes d'études (Taylor, 1998). Dès lors, il est donc devenu nécessaire de valoriser le contenu et de le considérer comme moyen et non comme une fin.

Le constructivisme est de plus en plus influencé par un modèle de recherche qualitatif (Cobern, 1993) qui s'intéresse à l'utilité du savoir pour répondre à des objectifs. Il est un outil pour l'étude des pratiques éducatives qui s'appuie sur les connaissances connues de l'étudiant, lui permettant de construire de nouvelles connaissances par la recherche de sens et de significations (Dougiamas, 1998). Ainsi, l'épistémologie constructiviste considère les étudiants comme des constructeurs actifs de la connaissance et souligne le rôle essentiel des leurs connaissances préalables dans ce processus (Lorenzo et al., 2006). En effet, la construction de nouvelles connaissances est modelée par les objets extérieurs mais est également fortement influencée par les conceptions antérieures acquises (Solomon, 1987). En ce sens, l'individu détient des connaissances supposées « *avoir un ensemble complexe de référents et de significations* » (Magoon, 1977). L'apprentissage par construction implique un changement, par remplacement, ajout ou modification, dans les connaissances existantes. (Cobern, 1993). Les théoriciens constructivistes soutiennent que l'apprentissage n'est pas un savoir écrit ou transplanté dans l'esprit d'un individu mais se produit lorsque l'apprenant traite activement l'information nouvelle, modifiant ainsi sa structure cognitive (Ausubel, 1968). Par conséquent, la connaissance est « *construite* » par un individu et ne peut donc pas être « *transmise* ».

Par ailleurs, les étudiants viennent en classe avec une représentation du monde défini, formée d'années d'expérience et d'apprentissage antérieurs. Il a un aspect inter-conceptuel de la connaissance où l'apprentissage et l'enseignement sont directement influencés par la culture, ainsi les établissements scolaires ne sont pas les seuls agents formateurs. La recherche conceptuelle étudiante est donc primordiale pour les constructivistes car l'apprentissage est considéré comme un mécanisme d'assimilation et d'accommodement (Cobern, 1993), mais également comme un processus de déconstruction des idées fausses et des conceptions intuitives des étudiants, et de reconstruction de concepts scientifiques correctes (Figure 1.12).

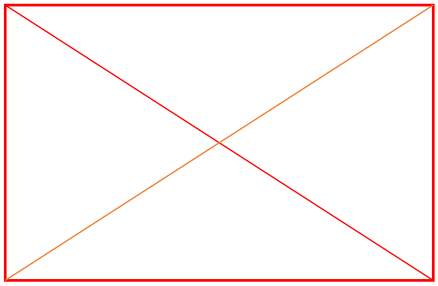


Figure 1.12 : Schéma de l'interprétation d'une nouvelle donnée interprétée comme « étrange »

Pour schématiser (Figure 1.12), une donnée rejetée ou ignorée, est non intégrée et résulte d'un conflit cognitif non résolu ou occulté. En outre, une donnée nouvelle peut être dénaturée pour devenir intégrable aux connaissances antérieures, le conflit cognitif est alors « *résolu* » par « *dissonance cognitive* » et conduit à l'apprentissage d'une connaissance erronée. Enfin, une donnée interprétée comme « étrange » est intégrée lorsque le conflit cognitif est résolu et nécessite une déconstruction-reconstruction des connaissances antérieures par accommodation.

Changer les idées et les conceptions des élèves peut donc s'avérer être un travail difficile car les connaissances construites par les élèves peuvent être très différentes de la structure voulue par les enseignants. Pour cela, ils doivent essayer de comprendre les croyances fondées sur le monde que les élèves apportent en classe. L'apprentissage peut ensuite avoir lieu lorsque les nouvelles connaissances sont cohérentes avec la vision du monde des élèves (Cobern, 1993).

En outre, des stratégies d'enseignement liées au constructivisme social sont de plus en plus utilisées dans les salles de classes et prennent en compte le contexte social de la construction du savoir (Dougiamas, 1998). La collaboration des élèves en petits groupes est devenue essentielle dans la recherche de solutions aux problèmes et les élèves peuvent commencer à exprimer oralement leurs idées (Taylor, 1998).

1.2.2.2 Une éthique de l'émancipation et de l'attention

En promouvant une éthique de l'émancipation et de l'attention, les enseignants cherchent à améliorer la réforme pédagogique constructiviste.

1.2.2.2.1 Une éthique de l'émancipation

Dans le système de la classe constructiviste, les relations communicatives sont valorisées, l'enseignant et les élèves sont coparticipants dans un processus dynamique pour tenter d'aboutir à une compréhension mutuelle et réciproque. Néanmoins, la vision constructiviste de l'environnement social en classe ne garantit pas l'absence d'actions immorales d'autres personnes, qu'ils s'agissent d'enseignants ou d'élèves. Pour préserver les relations éducatives, il faut donc appliquer une éthique qui défend le respect de la dignité humaine et de la liberté égale d'apprendre (Taylor, 1998).

Une éthique émancipatrice s'impose donc aux enseignants constructivistes pour permettre d'améliorer l'apprentissage des élèves tout en les encourageant à développer un discours et une autoréflexion critique (Taylor, 1998). De plus, la création d'une nouvelle relation de communication entre l'enseignant et élèves va transformer l'environnement d'apprentissage en classe, ils pourront ainsi collaborer et échanger aussi bien sur l'organisation, la mise en place ou l'évaluation des activités. En ce sens, les élèves ont la possibilité de remettre en question les pratiques pédagogiques appliquées par l'enseignant dans la mesure où ces dernières peuvent entraver leur égale liberté d'apprendre (Taylor & Campbell-Williams 1993). Cette éthique de l'émancipation offre de nouvelles possibilités d'apprentissage et va aider les étudiants à devenir des apprenants auto-réfléchis.

1.2.2.2.2 Une éthique de l'attention

Cependant, cette éthique de l'émancipation peut perturber les élèves profondément attachés aux méthodes d'apprentissage en classe traditionnelle et appréciant leurs places en tant qu'apprenants à réception passive. De même, les enseignants peuvent éprouver un sentiment de confusion à l'égard de ces méthodes d'enseignements lorsqu'il s'agit de déconstruire le rôle de récepteurs de connaissances des étudiants (Taylor, 1998).

Une grande majorité des élèves répondent favorablement à la transformation de leurs environnements de travail. Ces derniers apprécient la possibilité de pouvoir exprimer leurs doutes et leurs préjugés face aux activités d'apprentissage, de disposer d'une liberté face aux discours critiques dans la recherche d'un consensus avec leurs camarades, et d'exploiter leurs capacités à se forger des opinions personnelles. Cependant, certains élèves participent avec réticence aux activités en groupes et ont le sentiment de moins bien apprendre car pour eux cela consiste uniquement à connaitre des faits et à accroître leur réserve de connaissances réelles. Par la suite, cette résistance peut se transformer en hostilité contre-productive (Taylor & Campbell-Williams 1993).

Pour contrer cela, les enseignants doivent établir une approche relationnelle reposant sur une éthique de l'attention et placer la relation avec les autres au premier plan. A cet effet, il est essentiel d'entretenir une relation emphatique, interdépendante et confiante entre l'enseignant et l'étudiant pour

éviter toutes relations de domination intéressées. Les enseignants ne doivent donc pas imposer ce changement d'enseignements mais adopter une approche attentionnée et encourager le dialogue (Taylor, 1998).

1.2.2.3 Un changement de la méthodologie d'apprentissage

Dans l'éducation, l'émergence du mouvement constructiviste a été soulignée par des changements dans les questions et dans la méthodologie de recherche.

Il est important d'examiner de quelle manière les étudiants travaillent et de comprendre l'environnement d'apprentissage, seul ou en groupe, dans lequel l'enseignement sera mis en œuvre pour sélectionner les plus adéquates (Dunlosky et al., 2013).

Une première étude a été réalisée à l'Université d'Helsinki sur 487 étudiants en médecine dans le but d'analyser leurs stratégies d'apprentissage. Suite à une étude de texte scientifique, il en est ressorti que 12 % des étudiants ont procédé à une lecture simple, 27 % ont souligné des phrases ou mots dans le texte, 34 % ont résumé le texte en reprenant les propos énoncés dans celui-ci, 20 % l'ont résumé avec leur propre vocabulaire, 7 % ont entrepris la réalisation de schéma de synthèse (Lahtinen, 1997). Une seconde étude a été menée par le biais d'une analyse comparative des gains d'apprentissages dans des activités contrastées dont l'objectif était d'évaluer la façon dont les élèves apprennent le mieux pour un sujet spécifique, dans le contexte constructiviste d'un exercice d'apprentissage actif. Les élèves qui ont eu pour instruction de « *construire* » une réponse à partir d'un ensemble de données obtiennent de meilleurs résultats lors de l'évaluation que les élèves qui devaient « *analyser* » des données existantes. Les exercices où les élèves sont activement engagés conduisent à une amélioration plus importante des apprentissages car ils comprennent mieux lorsqu'ils apprennent en construisant et en pratiquant (Eddy et al., 2013). Ces deux études ont permis de mettre en lumière les méthodes de travail les plus valorisées par les étudiants pour apprendre et développer leurs compétences.

Par conséquent, le simple fait de présenter le matériel, d'énoncer les problèmes et de recevoir des réponses n'est pas un processus suffisant pour un apprentissage efficace. Il est essentiel de s'intéresser à des thématiques et à leurs relations, et d'intégrer un processus de communication basé sur le principe du socio-constructivisme. En ce sens, la construction de la connaissance est favorisée par la participation à un dialogue continu, en conversation ou en présentation, permettant à l'individu d'explorer et d'expliquer ses idées (Dougiamas, 1998). A la suite de quoi, il est fréquent de voir apparaitre, au sein d'un groupe et dans une même situation, différentes approches cognitives d'un même problème qui peuvent se complémenter et aboutir à une coopération active. Dans le cadre des

conflits socio-cognitifs, on va chercher à dépasser les contradictions pour parvenir à une réponse commune et ainsi construire de nouveaux savoirs. Cette dynamique interactive favorise ainsi l'apprentissage (Vygotski, 1977).

1.2.2.4 Une augmentation des performances

Malgré la remise en question des fondements théoriques de l'approche traditionnelle centrée sur l'instructeur au profit de théories d'apprentissage mettant l'accent sur la nécessité pour les étudiants de construire leur propre compréhension, le cours magistral reste encore actuellement le mode d'enseignement prédominant. Cependant, les preuves actuelles suggèrent qu'une approche constructiviste peut conduire à une augmentation des performances des étudiants poussant certains enseignants à transformer leurs cours (Henderson et al., 2011).

La performance peut être définie comme un comportement observable d'un individu, dans une situation donnée, constituant l'exécution d'une tâche donnée. Elle rend compte du degré de réussite scolaire fondée sur une progression dans les matières enseignées, les attitudes et comportements constructifs, et la compréhension du monde (Fleishman, 1964). Ce terme est à distinguer de la compétence, caractérisant un ensemble de capacités cognitives, de connaissances et de comportements utilisés pour améliorer la performance. De plus, elle suppose un savoir-agir dans une situation complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficace d'une variété de ressources internes et externes en vue d'une finalité (Tardif et al., 2017).

Pour tester l'efficacité des conceptions constructivistes et donc l'hypothèse selon laquelle les cours d'apprentissage actifs seraient plus performants pour les étudiants, une méta-analyse a été réalisée par comparaison de plusieurs données portant sur les résultats aux examens et sur les taux d'échec des étudiants dans un environnement de cours traditionnels par rapport à un environnement de cours actifs. Pour évaluer les effets de ces apprentissages, 225 études, effectuées dans des cours de premier cycle en STEM (Science, Technologie, Ingénierie et Mathématique) ont été analysées. En moyenne, une diminution du taux d'échec de 12 % dans le cadre d'un apprentissage actif (Figure 1.13A) a été constatée avec un taux d'échec moyen de 21,8 %, tandis que pour les cours magistraux traditionnels celui-ci est de 33,8 % (Figure 1.13B). Une différence qui représente une augmentation de 55 % du taux d'échec dans les cours magistraux par rapport aux taux observés dans le cadre de l'apprentissage actif. Ainsi, les étudiants des cours magistraux traditionnels sont en moyenne plus susceptibles d'échouer que les étudiants des cours avec un apprentissage actif (Figure 1.14) (Freeman et al., 2014).

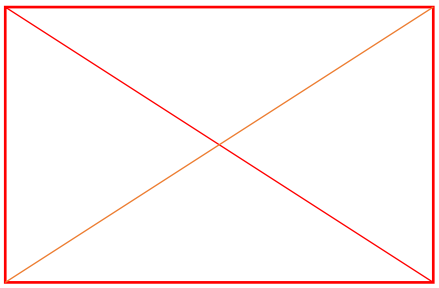


Figure 1.13 : Les changements du taux d'échec (d'après Freeman et al., 2014)

(A) Données représentées en pourcentage de changement du taux d'échec dans le même cours, lors d'un apprentissage actif par rapport aux cours magistraux.

(B) Diagrammes de densité des taux d'échec lors d'un apprentissage actif et lors de cours magistraux.

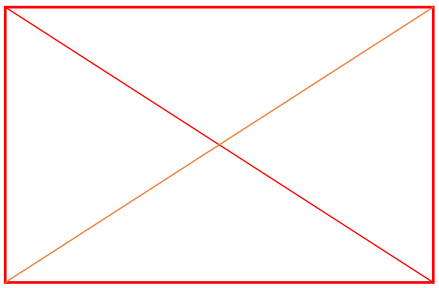


Figure 1.14 : Proportion d'élèves qui échouent après des enseignements sous forme de cours magistraux (traditional lecture) ou d'apprentissage actif (active learning) (d'après (Freeman et al., 2014)

Cette analyse quantitative soutient la théorie selon laquelle les méthodes constructivistes ont un impact positif sur les performances des étudiants et améliorent les résultats aux examens.

Un des aspects importants d'une méta-analyse est l'existence d'une homogénéité ou au contraire d'une hétérogénéité entre les études qui y sont incluses. Dans cette étude, les analyses d'hétérogénéités n'ont indiqué aucune variation significative entre les différentes disciplines STEM concernant les résultats aux examens (Figure 1.15A) ou les taux d'échecs (Figure 1.15B). En effet, les intervalles de confiance de l'effet observé dans les différentes études se chevauchent plus ou moins, ce qui indique que les études sont concordantes (Tableaux 1.2).

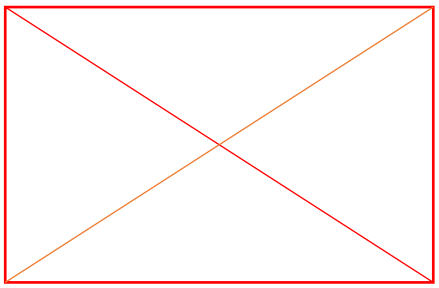


Figure 1.15 : Taille des effets par discipline : (A) Données sur les résultats aux examens, (B) Données sur les taux d'échec. Les nombres sous les points de données indiquent le nombre d'études indépendantes, les lignes horizontales représentent les intervalles de confiance à 95 % (d'après (Freeman et al., 2014)

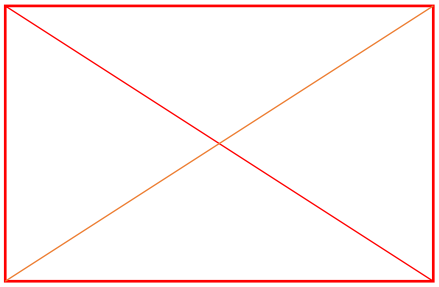


Tableau 1.2 : Analyses d'hétérogénéités des données sur les résultats des examens (a) et sur le taux d'échec (b) (d'après (Freeman et al., 2014)

Les analyses ont indiqué une variation significative des résultats aux examens lorsque les effectifs de classe variaient. L'apprentissage actif a le plus d'impact sur les cours comptant 50 étudiants ou moins (Figure 1.16), il est donc particulièrement bénéfique dans les petites classes. Néanmoins, les effets de l'apprentissage actif sont également statistiquement significatifs pour les autres catégories d'effectifs, ce qui indique que l'apprentissage actif a aussi profité aux classes de taille moyenne (51 à 110 élèves) ou de grande taille (> 110 élèves) (Figure 1.17).

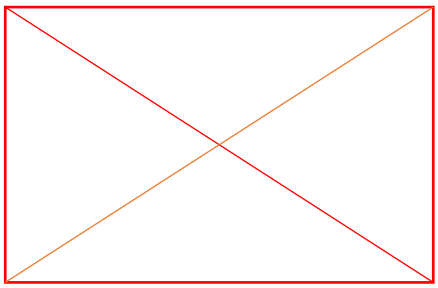


Figure 1.16 : Analyse d'hétérogénéité des données sur les résultats des examens par taille de classe (d'après (Freeman et al., 2014)

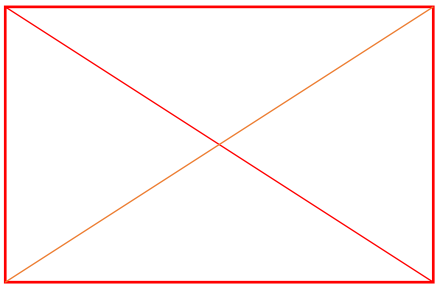


Figure 1.17 : Taille des effets selon les trois catégories d'effectifs de classe (d'après (Freeman et al., 2014)

Les données indiquent que l'apprentissage actif augmente les performances des élèves dans toutes les disciplines STEM et que ces augmentations sont valables dans tous les types de cours et tailles de classes. Compte tenu de ces résultats, il est raisonnable de soulever des inquiétudes quant à l'utilisation continue des cours magistraux. Il serait opportun de modifier la conception des cours en développant les pratiques d'enseignement actif, s'inspirant de la psychologie de l'éducation et des sciences cognitives (Dunlosky et al., 2013).

1.3 CONCLUSION : comparaison des courants béhavioriste et constructiviste

Ces deux approches de l'apprentissage ont eu un impact très différent sur l'éducation et se différencient sur de nombreux aspects.

D'une part, le béhaviorisme s'appuie sur l'acquisition de compétences ou de comportements dont l'enseignant doit observer la manifestation. En cela, l'apprentissage est considéré comme un façonnement des comportements par la répétition, réalisé notamment à travers des programmes devant être parcourus de façon progressive, mais également au moyen de renforcements positifs reçus au

constat de bonnes réponses. Dans cette conception comportementalisme, malgré qu'on lui assigne des objectifs prédéterminés, l'élève reste responsable de son apprentissage et son activité revêt d'une importance primordiale. En outre, contrairement à ce qui est soutenu en général, l'entretien d'une relation entre l'enseignant et l'élève reste essentiel (Gray & MacBlain, 2012).

D'autre part, l'approche constructiviste a été élaborée comme une théorie psychologique de l'apprentissage qui a remis en question la place des étudiants dans l'enseignement. Elle se refuse à imposer aux apprenants des objectifs prédéterminés et considère l'apprentissage comme le résultat d'une construction mentale par un processus d'assimilation de la nouvelle information aux constructions intellectuelles déjà élaborées. L'enseignant devient alors un accompagnant qui guide l'élève et l'incite à développer son autonomie en le poussant à résoudre des problèmes et à utiliser son esprit critique à travers l'observation, la réflexion et l'organisation des idées dans l'esprit (Boutin, 2000).

Cependant, ces deux écoles de pensée ont des limites. Tout d'abord, le béhaviorisme ne cherche pas à comprendre le pourquoi des choses, ce qui va avantager principalement les étudiants ayant des capacités de mémorisations des informations. De plus, ce courant accorde peu de place à la créativité et aux interactions sociales, et encourage à la dépendance. Le constructivisme, de son côté, étant donné son absence de buts prédéterminés, peut rendre le processus d'apprentissage flou et risqué. De même, en incitant les élèves à construire leurs connaissances, il peut les mettre dans des situations difficiles, voire même retarder leur développement scolaire. De plus, tous les élèves ne se ressemblent pas, certains éprouvent plus de difficulté que d'autres à exercer leur esprit critique, à travailler en équipe, ou bien à réaliser des travaux pratiques. Pour certains la construction de connaissance exige également un temps considérable, alors que pour d'autre les choses s'avèrent plus faciles. En outre, tandis que la compréhension de l'étudiant est un pilier important du courant constructiviste, le béhaviorisme rejette tous états émotionnels et processus psychologiques internes (Boutin, 2000).

Le béhaviorisme n'est plus une théorie d'apprentissage aussi courante qu'autrefois. De nos jours, de nombreux enseignants remettent en cause les approches éducatives et privilégient de plus en plus des méthodes d'apprentissage constructivistes. Cependant, ils ne peuvent se focaliser sur une seule approche et vont donc s'appuyer sur ces deux courants pédagogiques pour, à la fois, encourager leurs élèves à construire leurs savoirs et comprendre en profondeur certains concepts dans des contextes plus souples, mais également, tendre vers l'acquisition de compétences attendues et préétablies.

CHAPITRE 2. La classe inversée et son application pour les enseignements de DAM

Après avoir présenté les courants pédagogiques sur lesquels s'appuient les enseignements, ce chapitre va présenter l'outil de classe inversée, ses avantages, ses inconvénients, ainsi qu'une proposition d'application pour les enseignements de Dysfonction de l'Appareil Manducateur (DAM) destinés aux étudiants de 4ème année d'odontologie.

2.1. LA CLASSE INVERSÉE : concepts, modalités et intérêts

2.1.1. Son histoire

Le concept de la classe inversée découle du constructivisme et s'est développé aux États-Unis en 2007, sous l'appellation de « *flipped classrooms* », grâce à deux professeurs de chimie, Jonathan Bergmann et Aaron Sams, qui ont produit leurs cours magistraux sous forme de vidéos pour permettre aux élèves absents de suivre le cours à la maison. Cette démarche a rencontré un grand succès et fut adoptée par tous les étudiants. La classe est ainsi devenue exclusivement un lieu d'échanges et de mise en application.

En France, le concept a été popularisé par Marcel Lebrun, professeur en sciences de l'éducation, qui réalisa de nombreux ouvrages et conférences dans le but d'aider les enseignants dans la mise en place de dispositifs techno-pédagogiques bénéfique pour l'apprentissage.

2.1.2. Pédagogie basée sur ce concept

Dans sa description la plus commune, la classe inversée est une manière de faciliter l'apprentissage des élèves grâce notamment à l'emploi de nouvelles technologies. Ce modèle éducatif, différenciant le travail fait à distance de celui réalisé en classe, repose sur le principe « *les leçons à la maison, les devoirs en classe* ». En effet, il consiste à inverser le déroulement de la salle de classe traditionnelle, habituellement centrée sur l'enseignant et où l'élève se cantonne dans une posture de réception, en déplaçant la partie magistrale du cours à la maison. De cette manière, les élèves découvrent en amont du cours en classe un aspect de la leçon et réalisent ainsi en autonomie des

activités de faible niveau cognitif, pour ensuite privilégier en classe le travail de plus haut niveau cognitif consacré aux questions, révisions, applications pratiques, travaux collaboratifs, auto-évaluations et production de synthèses (Dufour, 2014).

Pour résumer, la classe inversée permet de rendre accessible (éventuellement en ligne) de nouvelles connaissances, par l'intermédiaire de dossiers, de vidéos, de quizz et/ou de questionnaires, pour permettre aux élèves de se les approprier à leur rythme avant la classe. Par la suite, ils pourront approfondir en classe leurs compétences grâce à des travaux d'apprentissage actifs et coopératifs.

2.1.3. Différentes déclinaisons

La notion de classe inversée recouvre une multitude de réalités avec différents modèles pédagogiques et divers degrés d'autonomie des élèves, il n'existe donc pas un modèle unique de classe inversée. De plus, la souplesse du concept permet à chaque enseignant de se l'approprier pour ensuite l'adapter au mieux à ses besoins.

On peut néanmoins distinguer trois grands types de classes inversées : (Dufour, 2014)

- La plus commune, où l'enseignant fournit à l'élève les ressources pédagogiques et où la compréhension ainsi que la mise en application se font en classe. Dans ce cadre, l'élève est l'acteur.
- La classe où les élèves co-construisent le cours ou les capsules vidéos à partir de leurs connaissances et des ressources à disposition. L'élève est le producteur et l'auteur.
- Celle qui sollicite le plus l'autonomie de l'élève, où il devient, à partir des objectifs énoncés par l'enseignant, concepteur de son propre parcours d'apprentissage.

2.1.4. Les principes pédagogiques communs

2.1.4.1. Une pédagogie active

Ce principe de la pédagogie active a pour mission de rendre l'élève acteur de la construction de son savoir, de le responsabiliser par la conception de son propre plan de travail, de favoriser le travail collaboratif et la coopération entre les étudiants, et donc donner du sens aux apprentissages.

2.1.4.2. Une stratégie d'autonomisation

La classe inversée instaure un nouveau cadre pédagogique qui met en avant la construction et le développement de l'autonomie (Bourdel, 2020). Dans toutes les formes de classes inversées, l'élève aura à effectuer dans un premier temps des activités simples en parfaite autonomie où il sera chargé de consulter les ressources. Alors que les tâches plus complexes exigeant plus d'interactions, d'explications et d'entraînement seront abordées en classe. Ainsi, on va chercher à passer d'une pédagogie de l'application à une pédagogie de l'implication (David & Taillat, 2016).

2.1.4.3. La place de l'enseignant

Les réflexions constructivistes ont conduit les enseignants à mieux apprécier l'intérêt des opinions des étudiants et se sont intéressées à leurs manières d'apprendre pour comprendre les modèles mentaux qu'ils utilisent afin d'adapter au mieux leurs actions pour impliquer les élèves dans l'apprentissage (Dougiamas, 1998). En s'engageant dans une perspective constructiviste, les enseignants doivent donc travailler dur pour remanier leurs pratiques habituelles, en adaptant et ajustant continuellement leur enseignement aux réponses des étudiants, et en transformant leurs classes en sites d'activités intellectuelles (Taylor, 1998). Par ailleurs, les enseignants doivent, pour constamment chercher à faire évoluer leur propre conception de l'enseignement, s'engager dans une réflexion critique sur leur propre pédagogie.

Par conséquent, inverser la classe revient à modifier le rôle traditionnel de l'enseignant, il ne transmet plus seulement son savoir sous la forme d'un cours magistral mais devient un véritable guide dans l'apprentissage des élèves et un intermédiaire entre le savoir et l'élève (Dufour, 2014). Ce changement de posture de l'enseignant lui permet d'apporter plus de temps et des conseils personnalisés pour chaque élève, les aidant et les accompagnant ainsi dans leur progression. Le rapport entre l'enseignant et l'élève est donc repensé (Bourdel, 2020) et repose sur une pédagogie de confiance.

2.1.4.4. Des supports variés

La classe inversée est une modalité d'apprentissage qui, grâce notamment aux outils numériques, propose des supports et tâches variées pour s'adapter aux différents modes et rythmes d'apprentissage des élèves.

De nombreuses solutions, dont de nombreux outils numériques sont à disposition des enseignants pour faire travailler les élèves à distance. Il peut s'agir de séquences filmées, de

simulations (l'enseignant se filmant lui-même), d'extraits de documentaires, de diaporamas, des documents à lire, de site Internet à parcourir, de plateformes ou d'espaces de stockage en ligne, de questionnaires qui précèdent la notion ou bien des exercices autocorrectifs (Dougiamas, 1998). Cependant, la mise en place d'une classe inversée ne requiert pas nécessairement de technologie spécifique dans la mesure où le travail de préparation de la séance en classe peut également être réalisé grâce à des manuels ou bien des documents papiers.

Ces différentes ressources, réunissant tout le matériel pédagogique, sont complémentaires et deviennent donc incontournables dans une classe inversée.

2.1.5. Les modalités d'organisation

Dans une classe inversée, le temps de travail est séparé en deux. Tout d'abord il y a le temps des devoirs à la maison, puis le temps de classe qui est utilisé pour les exercices et le soutien personnalisé.

2.1.5.1. L'assimilation des connaissances à la maison

Pour garantir le succès de l'inversion de la classe, il est important dans un premier temps que l'enseignant expose aux élèves le système pédagogique mis en place ainsi que les raisons de son utilisation (Dufour, 2014). Un des concepts clé de la classe inversée est basé sur l'auto-apprentissage des élèves, cela implique que les élèves consultent et/ou visionnent les différentes ressources portant sur la ou les nouvelles notions théoriques du cours. Il peut également s'agir de la présentation et de l'explication d'une technique qui sera ensuite réalisée en classe (Dougiamas, 1998).

Cette étape permet de préparer les élèves avant l'approfondissement par des exercices et de les rendre réceptifs et plus autonomes lors des futures activités pratiques qui seront effectuées en classe.

2.1.5.2. L'utilisation des connaissances en classe

La classe inversée implique nécessairement un temps en présentiel, indispensable dans la construction des apprentissages des élèves.

2.1.5.2.1 Le temps en classe

Avant chaque début de cours, les enseignants présentent les objectifs ainsi que les capacités qui seront travaillées durant l'activité. La continuité pédagogique menée en classe ne doit pas chercher à construire de nouveaux apprentissages mais doit servir à éclaircir les notions qui seraient restées

obscures. Elle doit donc être conçue comme une séance de révision, d'entraînement et de la consolidation (Bourdel, 2020).

Les connaissances des étudiants sont directement mobilisées dans des activités de mise en pratique et d'approfondissement avec la possibilité de solliciter l'enseignant en cas de besoin. Il peut s'agir de la réalisation d'une tâche complexe ou bien d'une trace écrite à partir d'une étude de documents, ou encore la résolution d'exercices ou de problèmes. Les capsules vidéos peuvent également être utilisées par les élèves durant la séance, pour leurs permettre de trouver par eux-mêmes les réponses aux questions qu'ils se posent (Dufour, 2014).

En pédagogie inversée, l'organisation en classe est également différente car contrairement à une classe traditionnelle où les élèves sont assis devant un tableau à des tables individuelles, la classe inversée va quant à elle favoriser une disposition des tables en groupes pour faciliter la collaboration entre les élèves.

2.1.5.2.2 Un travail collaboratif

La classe inversée met l'accent sur le travail en groupe, grâce à cela les élèves peuvent échanger des pratiques qui sont souvent très personnelles. L'organisation des groupes peut se faire de deux manières différentes : on peut privilégier les groupes de compétences ou bien favoriser les groupes hétérogènes où les élèves peuvent s'entraider.

Une démarche fréquemment utilisée est de demander à chaque élève d'un même groupe de consulter une ressource différente sur l'un des éléments de la notion. Puis, ils ont pour tâche de transmettre à la classe ce qu'ils en ont retenu et ainsi élaborer leur propre trace écrite (Dufour, 2014). Ce travail permet la suppression progressive de la trace écrite de l'enseignant au profit de celle des élèves. Une autre approche pourrait être de diviser en deux parties la période de cours. La première moitié consacrée aux travaux dirigés et activités pratiques où les étudiants ont la possibilité de discuter de questions conceptuelles en petits groupes. La seconde moitié dédiée aux activités coopératives de résolution de problèmes (Lorenzo et al., 2006).

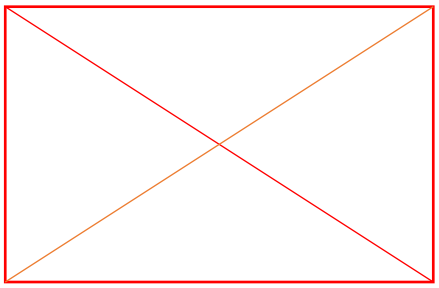


Figure 2.1 : Organisation d'un enseignement sous forme de classe inversée

2.1.5.3. Les méthodes d'évaluation du modèle inversé

L'enseignant doit choisir et mettre en œuvre différents critères et méthodes d'évaluation formative des apprentissages en fonction des objectifs. Ce type d'évaluation a pour ambition de contribuer à la formation en apportant à l'apprenant des informations pertinentes afin qu'il régule son apprentissage et en renvoyant à l'enseignant un feed-back sur son action lui permettant d'adapter son dispositif d'enseignement. Ce procédé d'évaluation insiste davantage sur les processus évalués à travers les critères de réalisation que sur le résultat, s'inscrit dans une relation d'aide et entraine une plus grande implication de l'apprenant. Cependant, l'évaluation formative est à distinguer du processus de certification qui va chercher à évaluer les compétences terminales de l'apprenant en lui attribuant une note. En ce sens, l'évaluateur cherche à établir de façon aussi réaliste et précise que possible le niveau de connaissances et de compétences atteint par l'apprenant (Rufin, 1992).

2.1.5.3.1 L'évaluation au cœur de l'activité enseignante

Il est possible, après avoir réalisé le travail de préparation à la maison, de demander aux élèves de répondre à un questionnaire en ligne de compréhension et de mémorisation de ces nouveaux concepts, composés de questions ou d'exercices d'applications simples. Les résultats sont directement transmis à l'enseignant, lui permettant de contrôler l'assimilation des connaissances, de suivre l'apprentissage de chaque élève et d'avoir une vision d'ensemble précise de leur compréhension sur la notion pour pouvoir ensuite adapter son action en classe (Dufour, 2014), s'il s'aperçoit qu'une majorité de ses élèves n'a pas su répondre à une ou plusieurs questions ou si la compréhension de base n'est pas acquise.

De plus, le questionnaire est également un outil d'autoévaluation pour l'élève. En effet, il donne un retour immédiat sur la validité de ses réponses (Rufin, 1992) permettant à l'étudiant de refaire de nouveaux essais en se basant sur son score. De même, il régule son apprentissage en

l'incitant à reprendre la lecture de la vidéo ou des supports transmis au préalable, s'il éprouve des difficultés à répondre aux questions.

Par ailleurs, la classe inversée abandonne le concept de note et de classement que l'on peut retrouver dans les évaluations dispensées de manière classique, habituellement appliquées en fin de séquence où les élèvent composent en silence face à leur copie et où l'enseignant a pour mission de surveiller, corriger et de donner la note. Ainsi, elle devient formative car les élèves sont évalués en permanence pendant leur travail. Dans ce contexte, l'enseignant n'a plus uniquement ce rôle de surveillant mais va pouvoir aider les élèves qui ont des difficultés (Dufour, 2014). Un autre danger de l'évaluation traditionnelle est celui où les élèves apprennent seulement dans le but d'avoir une bonne note et qui ensuite oublient. En conséquence, la classe inversée essaye de tendre vers l'évaluation de la production de connaissances plutôt que vers l'évaluation de connaissances qui valorise seulement les bonnes réponses (Costa & Liebmann, 1995). Un autre objectif de la classe inversée serait d'arriver à dédramatiser les évaluations, pouvant être source d'angoisse et engendrant une pression importante.

2.1.5.3.2 Les différents procédés d'évaluations

Pour évaluer les élèves dans une classe inversée, différentes méthodes peuvent être envisagées. Les plus employées sont les questionnaires formatifs ou sommatifs, autocorrigés et disponibles directement en ligne. D'une part, les questionnaires formatifs permettent aux élèves d'avoir plusieurs essais possibles pour obtenir la réponse correcte et ainsi pouvoir passer à la question suivante. Ces évaluations formatives profitent autant à l'élève, qui sait où il se trouve dans son apprentissage, qu'à l'enseignant, qui peut jauger de la progression de la classe et ainsi apporter un accompagnement individualisé pour chaque élève. D'autre part, les évaluations sommatives mettent l'accent sur les performances, évaluées en fonction des critères de réussite. Dans ce type de questionnaire, il n'est pas possible de revenir en arrière, les élèves doivent obtenir un certain pourcentage de réussite sinon ils doivent les refaire (Rufin, 1992).

En outre, l'évaluation peut également se faire à travers la conception de grille. Il peut s'agir de grilles rétroactives dans laquelle l'élève explique ces choix et sa stratégie d'apprentissage, ou bien de grilles d'objectifs pour les travaux à réaliser en classe. De plus, les activités en classe ainsi que la capacité à travailler en groupe peuvent être évaluées. Il peut s'agir de réaliser une synthèse, propre à chaque groupe, et dont la forme peut être très variable (schéma, rédaction, carte mentale, podcast, etc). Au fur et à mesure de l'avancée de l'activité, l'enseignant valide les réponses des différents groupes, et ainsi la correction collective ne devient plus nécessaire. L'avantage de cette méthode est que le temps libéré se retrouve réinvesti dans l'activité et dans la phase de structuration des connaissances (Solomon, 1987).

Avant ou après la séance en classe, les étudiants peuvent également compléter des questionnaires à choix multiples pour s'autoévaluer sur ce qu'ils ont mémorisé, au moyen d'un livret d'évaluation qu'ils remplissent lorsqu'ils se sentent prêt à être évalués. La seule obligation est la validation de compétences à des étapes régulières (Dufour, 2014). L'objectif de ce procédé est de responsabiliser l'élève dans son apprentissage mais aussi de l'inciter à relire son cours chez lui.

Pour mesurer les effets pertinents de la classe inversée sur le plan éducatif ainsi que les gains d'apprentissage des élèves, il serait nécessaire de procéder à une évaluation du niveau de compréhension des étudiants à un stade précis de leur apprentissage (Eddy et al., 2013), notamment par le biais de « *pré* » et « *post-tests* ». Les élèves doivent compléter un « *pré-test* » au début du semestre puis un « *post-test* » après la fin de l'enseignement (Lorenzo et al., 2006). L'amélioration des connaissances et des compétences est mesurée à un point de référence pertinent pour évaluer l'impact pédagogique de la pratique (Eddy et al., 2013).

Lorsque l'élève s'évalue, il continue à enregistrer des connaissances lui permettant de progresser. L'évaluation contribue donc à la construction de la formation de l'élève et devient un instrument d'apprentissage fondamental. Dans ce contexte, les évaluations formatives semblent être des outils intéressants à développer dans la conception d'enseignement sous forme de classe inversée (Dunlosky et al., 2013).

2.1.6. Les principales raisons d'inverser la classe

La mise en place de la classe inversée présente de nombreux avantages pour les enseignants comme pour les étudiants.

2.1.6.1. La pratique enseignante

La classe inversée offre une meilleure disponibilité des enseignants pour interagir avec chaque étudiant, notamment ceux qui sont en difficultés. A cet effet, ils accompagnent, conseillent, fournissent des explications particulières ou effectuent des démonstrations, afin d'offrir les mêmes opportunités de réussite en prenant en compte la diversité de chacun. Ainsi, en contrôlant la progression, le niveau d'engagement et d'autonomie face aux tâches proposées, et la qualité de l'apprentissage de chaque élève, la classe inversée permet d'individualiser et de différencier l'enseignement (Bourdel, 2020). Il est également nécessaire que les instructeurs collaborent et s'entretiennent entre eux pour améliorer la réponse des élèves à l'engagement actif en classe (Deslauriers et al., 2019) et ainsi concevoir des projets pédagogiques.

De plus, en se libérant de la partie magistrale du cours, les enseignants se déchargent du côté lassant et répétitif de l'enseignement. De même, les interactions avec les élèves permettent un cours beaucoup plus vivant et personnalisé, le temps de classe devient donc plus agréable (Dougiamas, 1998).

La classe inversée peut ainsi s'appliquer avec succès à n'importe quelle matière, niveau d'enseignement et établissement. Elle n'a en pratique aucune contrainte, sa seule limite serait celle de l'imagination des enseignants.

2.1.6.2. L'importance des outils numériques

De multiples outils numériques offrent des bénéfices dans l'apprentissage, notamment la conception de capsule vidéo. Cette dernière est un excellent support pour introduire des concepts, définir des notions ou bien décrire une technique manuelle. Ce contenu pédagogique offre également plus de flexibilité en permettant à chaque élève d'en prendre connaissance à son rythme. C'est aussi un outil beaucoup plus vivant et engageant qu'un simple manuel. En effet, à travers une vidéo, les élèves écoutent, visionnent et lisent en même temps, rendant la compréhension du cours beaucoup plus facile. De même, les étudiants ont tendance à apprécier l'utilisation d'interface numérique car ce type de ressource vidéo correspond à leurs habitudes et pratiques hors de l'école, ce qui permet d'augmenter leur motivation. Son emploi maintient donc les élèves engagés dans leur apprentissage, augmente leurs formations pratiques et favorise l'évaluation formative en permettant aux élèves de s'autoévaluer en la regardant (Desparois et al., 2014).

De plus, lorsque ce sont les élèves qui réalisent la vidéo, cela peut leur apporter des avantages éducatifs, comme leur apprendre à s'exprimer à l'oral, les entraîner à faire des exercices de synthèse ou bien à s'exercer à transmettre leurs savoirs auprès de leurs camarades (Dufour, 2014).

2.1.6.3. Les intérêts pour l'apprentissage

Dans un environnement de pédagogie inversée, l'apprentissage est centré sur l'apprenant et encourage la progression individuelle. Dans ce cadre, il a une approche positive de l'erreur considérée comme facteur de progrès. En effet, l'erreur commise par l'étudiant doit être prise en compte comme un indice important de son savoir initial et signifie que l'apprenant fait un effort pour apprendre mais aussi qu'il a besoin de l'intervention de l'enseignant (Depover et al., 2009). Il est donc essentiel de laisser apparaître les erreurs pour ensuite pouvoir les traiter.

En outre, l'enseignement est davantage interactif et occasionne un changement dans les performances des élèves qui ont la possibilité d'expliquer leurs idées et d'apprendre de leurs camarades. Pour favoriser le dialogue entre les étudiants, l'enseignant peut également s'appuyer sur des questions ouvertes autour desquelles les étudiants essayent de construire un sens. En plus de renforcer la communication, les activités coopératives de résolution de problèmes peuvent faciliter la compréhension des étudiants tout en atténuant la compétitivité entre les élèves (Bonwell & Eison, 1991). Grace à cette approche dynamique, les étudiants sont encouragés à analyser l'information et expliquer leur raisonnement, au lieu d'apprendre par cœur et d'exposer des faits (Dougiamas, 1998), ce qui leur permet de développer de nombreuses compétences, tels que la communication, la coopération, la réflexion, la créativité, etc. En ce sens, l'activité intellectuelle valorisée par-dessus toutes les autres est la création (Figure 2.2) (David & Taillat, 2016).

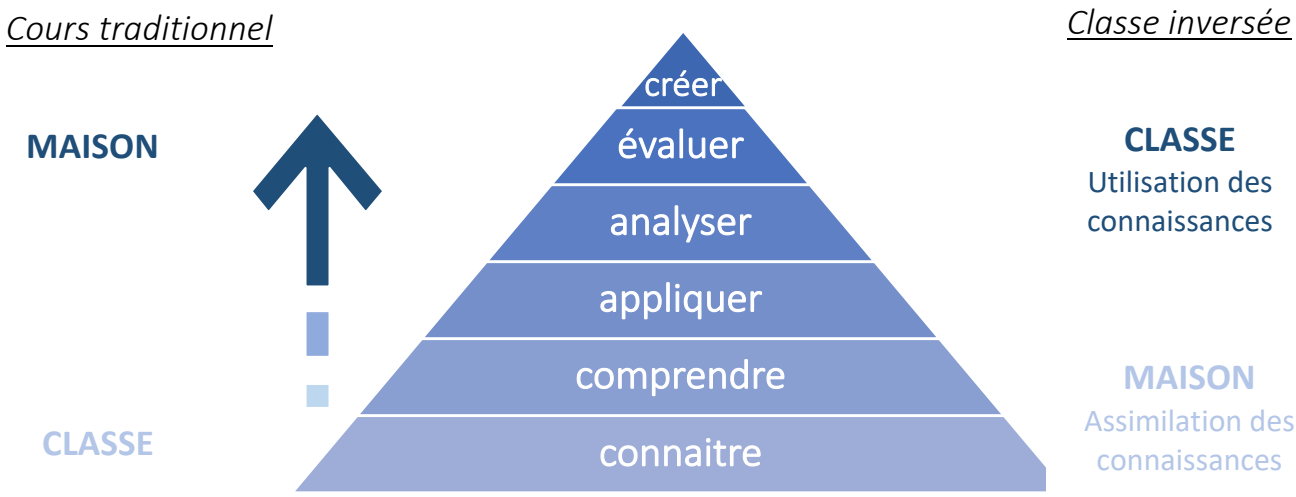


Figure 2.2 : Activités de bas niveau cognitif à la maison et activités de haut niveau en classe

2.1.7. Les principaux inconvénients d'une salle de classe inversée

Comme dans tout système pédagogique, la classe inversée présente, elle aussi, quelques biais et limites.

2.1.7.1 Les ressources en ligne

Certains étudiants ne disposent pas des moyens techniques, des outils numériques ou d'une connexion internet convenable pour consulter les ressources pédagogiques mises en lignes. Dans ce cas, la classe inversée peut donc être amenée à échouer. Cependant, pour y remédier, les enseignants

peuvent prévoir un temps de classe pour permettre aux élèves de consulter les cours. Il pourrait également être intéressant de permettre l'accès des ressources sans connexion internet pour pouvoir les consulter en tout lieu, au moyen de fichiers pouvant être téléchargés ou bien de ressources directement disponibles sur une clé USB. Les étudiants auraient ainsi la possibilité de travailler directement leurs cours téléchargés dans les bibliothèques universitaires. De plus, en cas de mauvaise organisation de la plateforme de travail, les élèves peuvent avoir du mal à s'y retrouver. Des interfaces simples, réunissant tous les outils dont l'élève a besoin, doivent donc être favorisées.

Par ailleurs, il est parfois difficile de vérifier si la consultation des ressources par les élèves a bien été effectuée. De même, dans le cadre des évaluations à faire à la maison, on ne peut pas contrôler que l'élève a répondu au test sans utiliser les réponses présentent dans son cahier ou bien qu'il a lui-même réalisé le test.

2.1.7.2 Les enseignants

L'organisation et l'élaboration des activités demandent un certain investissement en temps de la part des enseignants. En effet, l'autonomie des élèves doit être encadrée et pour ce faire l'enseignant doit préparer, en amont, la séance avec des outils guidant l'élève à chaque étape. Il doit donc réaliser un travail de programmation et de scénarisation assez précis, maitriser les outils numériques et posséder des compétences en création de contenus (Dufour, 2014). Par conséquent, permettre aux élèves de travailler à leur propre rythme peut engendrer une plus grande charge de travail pour l'enseignant. De plus, l'ennui par la répétition peut également survenir chez les élèves qui effectuent des activités similaires. Il devient donc indispensable pour l'enseignant de varier les activités en proposant différentes formes de travaux. L'organisation de la composition des groupes de travail doit être également analysée et son remaniement régulier n'est pas toujours évident.

Les enseignants doivent également apprendre à maîtriser le nombre de tâches confiées aux élèves et essayer d'apporter des indications sur le temps nécessaire à la réalisation de chacune d'elle (durée estimée, durée maximum, etc.). Cependant, il est parfois difficile de prévoir le temps adéquat pour chaque activité dans le cas de travail en groupe avec des corrections collectives, le risque étant de ne pas toujours terminer les activités à temps. Un autre danger de la pratique enseignante serait de tomber dans une sous-traitance excessive des savoirs avec des interactions essentiellement menées à distance (David & Taillat, 2016). La présence de l'enseignant au côté des élèves reste primordiale.

2.1.7.3 Les étudiants

Inverser la pédagogie d'une salle de classe à partir d'un contexte de classe traditionnelle peut comporter des obstacles. En effet, les étudiants ont probablement passé plusieurs années dans un

environnement de classe traditionnelle et venir le modifier peut représenter un changement important pouvant les déstabiliser et entrainer des difficultés dans leur progression. Par ailleurs, le succès de la pédagogie inversée dépend fortement de l'implication et de la participation des étudiants. Ils doivent être capable de montrer une certaine rigueur méthodologique de travail dans la consultation des ressources à domicile afin de participer correctement aux discussions en classe (Lorenzo et al., 2006). Leur adhésion à ce type de système est donc essentielle, faute de quoi cela pourrait entrainer l'échec du dispositif (Dufour, 2014).

De plus, selon les niveaux des élèves, le succès de la méthode peut être contrasté. En effet, si la classe inversée est efficace sur les performances des élèves en difficulté, elle peut l'être beaucoup moins chez les élèves en très grande difficultés qui sont mal à l'aise avec l'autonomie.

2.1.8. Une réticence à l'égard de l'apprentissage actif

Malgré la reconnaissance de la supériorité de l'apprentissage actif par rapport aux méthodes d'enseignement traditionnelles, une réticence des enseignants mais également des étudiants face à ce type d'apprentissage se ressent.

Il a été observé que les étudiants des classes actives avaient l'impression de moins apprendre comparé à ceux des cours magistraux passifs. En réalité, les étudiants apprennent plus et leurs résultats aux tests d'apprentissage sont supérieurs suite à des cours activement enseignés. L'évaluation de l'enseignement en fonction des perceptions des étudiants sur l'apprentissage pourrait ainsi promouvoir des méthodes pédagogiques passives. Un tiers des enseignants qui expérimentent l'enseignement actif retournent finalement aux cours passifs pour différents motifs. D'une part, en raison des plaintes de certains élèves qui n'apprécieraient pas d'être contraints d'échanger avec leurs camarades et seraient contre une augmentation de la responsabilité de leur propre apprentissage et de l'effort cognitif requis. D'autre part, les enseignants évoquent également de nombreux obstacles empêchant la mise en place d'un enseignement actif, comme le temps insuffisant, les ressources ou supports limités, le manque de soutien du département, la problématique concernant les évaluations de leur enseignement (Deslauriers et al., 2019), mais également la charge de travail en amont par les enseignants (préparations des supports, réalisation de capsules vidéo, etc.) qui est souvent très chronophage et requièrent beaucoup d'investissement. Par ailleurs, avec le temps de travail en amont des étudiants à considérer, il y a moins d'heures d'enseignement en présentiel avec les étudiants.

En outre, d'autres problématiques concernant le cadre institutionnel des enseignements surviennent. D'une part, les enseignants universitaires disposent d'un contrat pour réaliser un nombre

précis d'heures, regroupant les cours magistraux (CM), les travaux dirigés (TD) et les travaux pratiques (TP). Cependant une heure de cours est comptabilisée pour 1,5 heures de TD et une heure de TD compte pour 1,5 heures de TP. Ainsi, comment, dans ce système, l'enseignant comptabilise-t-il ses heures de travail ? Dans ce cadre, la classe inversée reste difficilement applicable. Cela est différent pour les enseignants hospitalo-universitaires (HU) qui n'ont pas de nombres d'heures d'enseignement programmées dans leur contrat.

D'autre part, une seconde problématique apparait concernant les modalités de contrôle des connaissances (MCC). Il s'agit d'un document officiel, mis à jour chaque année, validant les modalités d'enseignement et d'évaluation des étudiants. Ce document est voté par différentes instances au niveau de l'UFR, mais également au niveau de l'université. A l'intérieur, il est indiqué le nombre d'heures de CM, de TD et/ou de TP pour chaque matière, il est également noté le temps de travail en autonomie des étudiants. Ce dernier point peut expliquer une partie des réticentes face à la mise en place de classe inversée par les enseignants. En effet, certains peuvent émettre un jugement négatif par rapport à la diminution de leur nombre d'heure d'enseignement sur les documents officiels. Sans explication de cette diminution, cela peut être vu comme une diminution de la qualité de l'enseignement ou bien comme un enseignant « fainéant ».

Il est donc important que l'organisation des enseignements sous forme de classe inversée soit parfaitement exposée aux enseignants, ainsi qu'aux étudiants. De plus, des heures de travail personnel, dans la discipline fonctionnant en classe inversée doivent être prévues dans l'emploi du temps semestriel des étudiants.

2.2. APPLICATION AUX ENSEIGNEMENTS DE DYSFONCTIONS DE L'APPAREIL MANDUCATEURS

Ce dernier chapitre présente le format actuel des enseignements de DAM. Il propose des adaptations à mettre en place afin de proposer cet enseignement sous la forme d'une classe inversée. Pour conclure, les étapes de réalisation d'une capsule vidéo seront détaillées.

2.2.1 Les enseignements de DAM à l'UFR d'odontologie de Brest

Les dysfonctions de l'appareil manducateur (DAM) sont fréquentes. La prévalence des DAM au cours de la vie varie largement selon les études : entre 3 et 15 % de la population occidentale selon (Fernández-de-las-Penas & Svensson, 2016), 31,1 % selon la méta analyse récente et la revue de la littérature de (Valesan et al., 2021), voire jusqu'à presque la moitié des adultes selon des études plus anciennes (Locker & Slade, 1988).

Les DAM ne sont pas une entité unique, mais correspondent à un groupe hétérogène de conditions liées aux muscles masticateurs, à l'articulation temporomandibulaire et aux structures associées, avec la douleur comme caractéristique dominante (Chantaracherd et al., 2015). Ces douleurs peuvent impliquer des difficultés psychosociales et peuvent impacter fortement la qualité de vie des patients (Cahana & Forster, 2006). La prise en charge de la douleur en France est une préoccupation sociétale et définit une priorité de santé publique. La douleur aiguë est un symptôme correspondant à un signal d'alarme permettant à l'organisme de préserver son intégrité face à une atteinte tissulaire brutale (traumatisme, lésion inflammatoire, etc.). La douleur chronique correspond à une douleur qui évolue depuis plus de trois mois avec une perte de sa finalité de protection. Cette douleur chronique multidimensionnelle devient alors une maladie en tant que telle, associée à des altérations des systèmes impliqués dans la neuromodulation de l'information nociceptive (Meunier et al., 2004). Elle peut avoir des retentissements importants sur la vie familiale, sociale et professionnelle du patient, et nécessite majoritairement une prise en charge globale bio-psycho-sociale. Ainsi, la douleur est une expérience complexe impliquant interactivement des composantes sensori-discriminatives, affectives, émotionnelles cognitives et comportementales.

L'accompagnement des patients souffrants de dysfonctions de l'appareil manducateur, regroupant des étiologies musculaires, articulaires et/ou mixtes, fait partie des compétences nécessaires à l'exercice des chirurgiens-dentistes. Selon une étude française de 2009, les étudiants en dernières années de formations d'odontologie se sentent peu compétents pour prendre en soin ces patients. La majeure partie des difficultés pour les chirurgiens-dentistes, pour poser un diagnostic et/ou pour prendre en soin un patient souffrant de douleur orofaciale chronique, semble résulter d'un manque de connaissance, ou d'un manque de compréhension, de la complexité des phénomènes biologiques, physiologiques, psychologiques et neurologiques sous-tendant ces douleurs (Cahana et Forster, 2006). Ces difficultés sont encore plus importantes pour les chirurgiens-dentistes en cours de formation.

Actuellement, les enseignements de DAM sont dispensés aux étudiants de 4ème année d'odontologie (FASO1) lors du semestre 7. Cette unité d'enseignement est complétée en 5ème année (FASO2) par les enseignements de Douleur OroFaciales (DOF) lors du semestre 9.
Les enseignements de DAM comprennent 4 heures de CM et 1 heure de TD. Les objectifs pédagogiques pour les étudiants sont de :

- Savoir définir et diagnostiquer les algies et dysfonctions de l'appareil manducateur,
- Connaître les thérapeutiques associées et savoir si nécessaire, orienter le patient.

L'évaluation se déroule à la fin du semestre lors d'un examen écrit d'une durée de 60 minutes sous la forme de questions rédactionnelles majoritairement orientées vers la pratique clinique.

La première partie de ce cours expose des rappels concernant l'anatomie et la physiologie de l'Articulation Temporo-Mandibulaires (ATM) et des muscles de l'appareil manducateur, ainsi que les mécanismes de modulation de la douleur. Par la suite, les signes cliniques, les diagnostics, ainsi que les thérapeutiques des douleurs musculaires (ADAM-M), des déplacements discaux (ou incoordinations condylodiscales) (ADAM-A) et des douleurs articulaires (ADAM-A) sont développés. Parmi les thérapeutiques, l'indication, l'intérêt et les étapes de réalisation des plaques occlusales (gouttière) sont détaillés.

Même si lors de ce cours magistral, l'enseignant essaye de favoriser les interactions avec les apprenants, ce format ne permet pas réellement de rendre les étudiants actifs dans leur enseignement. Par contre, lors de la séance de TD, ils sont répartis par petit groupe et doivent travailler en collaboration pour proposer des diagnostics et des plans de traitement face à diverses situations cliniques qui leur sont proposées. Ce temps de TD permet aux apprenants de poser plus facilement des questions sur les points qu'ils n'ont pas compris, mais également à l'enseignant d'évaluer les connaissances et compétences des étudiants et de revenir, si nécessaire, sur les éventuelles connaissances erronées ou les points à éclaircir. L'objectif d'appliquer la classe inversée à ces enseignements est donc de construire une nouvelle structure de ce cours pour le rendre plus intéressant auprès des étudiants et également pour améliorer leurs connaissances et leurs compétences concernant les dysfonctions de l'appareil manducateur.

2.2.2 Des propositions de restructuration des enseignements de DAM

Afin de faciliter la transition vers un format de classe inversée, des outils peu chronophages peuvent dans un premier temps être mis en place. Les supports de cours actuels (support PowerPoint), peuvent être découpés par chapitre et proposés aux étudiants sur leur plateforme en ligne sous forme

de screencast, c'est à dire sous la forme d'un enregistrement vidéo de la présentation comprenant l'enregistrement de la voix de l'enseignant. D'une part, ce format doit être relativement court et ne doit pas reprendre tous les éléments d'un cours magistral. D'autre part, il permet à l'étudiant de regarder le cours au moment où il le souhaite et à son rythme.

Ces supports de cours peuvent être disponibles tous en même temps ou alors proposés aux étudiants à des dates successives en amont des séances de TD. Des questionnaires, par exemple de type Questionnaires à Choix Multiples (QCM), pourraient être utilisés comme évaluation formative des étudiants suite à la lecture des supports d'enseignements.

Par la suite, avec du temps et des moyens adaptés, l'ensemble des chapitres du cours de DAM pourrait être présenté sous forme de capsule vidéo, présentant de nombreux intérêts dans l'apprentissage des étudiants. D'une part, la capsule est un outil d'apprentissage moderne, vivant et actuel généralement très apprécié par l'apprenant et par l'enseignant notamment en raison de son accessibilité. L'étudiant peut la visionner n'importe où et n'importe quand, sur une tablette, un smartphone ou un ordinateur, il a donc plusieurs choix, selon ses moyens et sa disponibilité. D'autre part, l'étudiant peut marquer des pauses et revenir en arrière, il possède donc une certaine liberté pour noter des informations. En outre, pour que la capsule soit motivante, il est essentiel qu'elle ne dépasse pas dix minutes car au-delà l'apprenant perd la concentration. De plus, grâce à l'association de l'image et le son, la vidéo a un effet très important sur la mémorisation. En effet, l'étudiant sera davantage attiré par le personnage filmé, les animations, la musique, les mots, les couleurs, et tout cela influence l'attention. Elle permet de construire un sentiment de curiosité chez l'apprenant, qui va également l'aider à synthétiser et schématiser les concepts clés du cours en reformulant les phrases déjà entendues et mémorisées (Desparois et al., 2014).

Dans le cadre de ce travail de thèse, une capsule vidéo illustrant la réalisation d'une gouttière occlusale (outil thérapeutique fréquemment indiqué dans le traitement des DAM d'origine musculaire et articulaire) a été réalisée. Les étapes de conception de cette capsule vidéo, réalisées en collaboration avec le SIAME de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO), sont détaillées dans le chapitre suivant (chap. 2.2.3. *Un exemple de création de capsule vidéo*).

Cette vidéo est accessible via le lien suivant :
https://www.youtube.com/watch?v=bcKqfh2nW70&ab_channel=Ana%C3%ABlleBrien

Concernant le contenu des séances de TD, différents travaux pourraient être proposés aux étudiants :

- La résolution de problèmes autour de situations cliniques (proposer un diagnostic à partir d'un dossier clinique, proposer des pistes thérapeutiques, etc.).
- La réalisation par les étudiants de fiches de synthèse des différents diagnostics de DAM et des thérapeutiques.
- La réalisation de revue de la littérature sur des thèmes précis concernant la prévalence, l'étiologie, les outils diagnostics, les critères diagnostics, les outils thérapeutiques, etc.

Ces séances de TD pourraient également être co-construites avec des patients appelés « patients enseignants », « patients partenaires » ou « patients experts ». Dans ce format de TD, les patients prennent la place d'acteurs de l'évaluation de la prise en charge par les étudiants. En ce sens, les étudiants vont pouvoir apprendre de l'expérience de soins des patients. Il y a ainsi un véritable intérêt de l'implication des patients dans l'enseignement où ils pourront évaluer leurs apprentissages, améliorer les pratiques de soins et participer à la formation des futurs dentistes (Gross, 2017).

La validation de cette unité d'enseignement pourrait associer les résultats d'un « *contrôle continu* » (notes de QCM, évaluation du travail fourni lors des séances de TD) au résultat de l'évaluation terminale.

2.2.3 Un exemple de création de la capsule vidéo

Ce chapitre termine ce travail de thèse en présentant les étapes de réalisation d'une capsule vidéo réalisée en collaboration avec le Service d'Ingénierie, d'Appui et de Médiatisation pour l'Enseignement (SIAME) de l'UBO. Cet outil numérique sera mis à disposition des étudiants pour favoriser leur compréhension des étapes de réalisation des gouttières occlusales.

2.2.3.1 Présentation du SIAME

Le SIAME est un service de l'UBO qui propose un appui et un accompagnement aux enseignants et aux équipes pédagogiques dans la mise en œuvre d'activités pédagogiques et d'enseignements à distance. En ce sens, le SIAME aide les enseignants dans la conception et l'organisation de cours en ligne, la création de supports d'enseignement, la scénarisation pédagogique, l'élaboration de modules interactifs, la mise en place de classes virtuelles ou bien encore la réalisation de visioconférence.

Le projet de création d'une capsule vidéo, dans le but de présenter les différentes étapes de réalisation d'une gouttière occlusale, a donc été exposé à l'équipe du SIAME. A la suite de quoi, des précisions ont été apportées sur la conception, le tournage et le montage de la vidéo.

2.2.3.2 La conception

En premier lieu, un scénario a été conçu détaillant les différentes étapes de la réalisation d'une gouttière occlusale. Par la suite, ce scénario a été utilisé comme voix off de la vidéo.

2.2.3.3 Le tournage

Le tournage a ensuite été réalisé dans le service d'odontologie du CHRU de Brest sur deux matinées. Le premier jour de tournage était consacré à la prise des empreintes primaires, au réglage de la butée occlusale incisive ainsi qu'à l'enregistrement des rapports intermaxillaires. Puis, lors de la deuxième matinée de tournage, la gouttière occlusale a été adaptée en bouche puis équilibrée.



Figure 2.3 : Photos du tournage dans le service d'odontologie du CHRU de Brest





Figure 2.3 : Photos du tournage dans le service d'odontologie du CHRU de Brest

2.2.3.4 Le montage

Certains impératifs devaient être respectés lors du montage de la vidéo. Cette dernière devait être courte et ne pas dépasser les 10 minutes pour rester attrayante auprès des étudiants, les annotations devaient être simples et utiles. Plusieurs maquettes du montage ont dû être réalisé avant de parvenir au modèle final.

2.2.3.5 L’utilisation lors des enseignements

Cette vidéo a pour vocation d’être utilisé dans les cours de DAM afin d’améliorer la compréhension des étudiants et leur permettre de retenir davantage les informations sur le processus de réalisation d’une gouttière occlusale grâce notamment à un aperçu plus détaillé des techniques utilisées. Une évaluation de l’intérêt de cet outil sera réalisée dans un autre travail de thèse.

2.3. CONLUSION

La classe inversée fait partie des nombreuses possibilités offertes aux enseignants pour dynamiser un groupe de travail en classe et favoriser les apprentissages des élèves en facilitant la construction de leurs connaissances. Les étudiants sont alors encouragés à penser et à expliquer leur raisonnement au lieu d'apprendre par cœur et d'exposer des faits qui ne sont pas forcément compris. L’enseignement en classe devient alors un moyen d’interaction, de négociation de notions partagées et de concertation en petits groupes.

CONCLUSION GENERALE

Actuellement, la théorie béhavioriste se retrouve encore dans la majorité des systèmes éducatifs. Dans ce cadre, l'enseignant dispense son programme aux élèves dans un rôle central de transmetteur d'information, créant une relation de pouvoir extrêmement asymétrique conçue pour reproduire, plutôt que pour remettre en question. A l'inverse, l'enseignement constructiviste considère les élèves comme activement investis dans la création de sens et cherche ce qu'ils peuvent interpréter, partager et construire en fonction de ce qu'ils savent déjà.

Du principe constructiviste découle le concept de classe inversée ayant pour intention de recentrer l'apprentissage autour de l'élève, en lui fournissant la possibilité d'être plus autonome et en le rendant responsable de son propre apprentissage. Elle crée un environnement d'enseignement coopératif et non compétitif, où les élèves apprennent les uns des autres et à leur propre rythme et où l'enseignant est en situation d'accompagnement. Grâce à une bonne concordance entre les outils, les méthodes d'enseignement et les objectifs, la classe inversée renforce et améliore l'apprentissage des élèves.

Face aux bénéfices de l'inversion de la classe pour l'enseignant et surtout pour les apprenants, une remise en question de l'application des cours traditionnels dans la pratique quotidienne en faveur d'un apprentissage actif apparait. Le cadre organisationnel et institutionnel de certains enseignements en odontologie est ainsi repensé dans l'intention d'augmenter le niveau d'engagement des étudiants. Dans le cadre des cours de DAM des étudiants de 4ème année d'odontologie, des propositions de modifications de la forme des enseignements et la conception d'une capsule vidéo ont été réalisée pour leur permettre d'apprendre davantage et ainsi leur offrir la possibilité d'améliorer leur performance. A la suite de l'application de la classe inversée aux enseignements de DAM, il sera important d'évaluer ces adaptations auprès des étudiants afin de jauger de l'intérêt et de l'efficacité de cette approche. Une évaluation similaire pourrait également être réalisée auprès des enseignants.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology : A cognitive view*. Holt, R & W.

Bonwell, C. C., & Eison, J. (1991). *Active Learning : Creating Excitement in the Classroom*. 21.

Bosc-Miné, C. (2014). Caractéristiques et fonctions des feed-back dans les apprentissages. *LAnnee psychologique*, *Vol. 114*(2), 315-353.

Bourdel, R. (2020). *S'inspirer des techniques classes inversées pour la continuité pédagogique*. 2.

Boutin, G. (2000). Le béhaviorisme et le constructivisme ou la guerre des paradigmes. *Les Publications Québec français*, *119*, 5.

Brassac, C. (2003). Lev, Ignace, Jerome et les autres... . Vers une perspective constructiviste en psychologie interactionniste. *Idéologie et Pratiques: revue d'anthropologie des connaissances*, *vol 15*(n°1), 17.

Cahana, A., & Forster, A. (2006). Mechanisms by which acute orofacial pain becomes chronic. *Revue De Stomatologie Et De Chirurgie Maxillo-Faciale*, *107*(3), 156-160.

Chantaracherd, P., John, M. T., Hodges, J. S., & Schiffman, E. L. (2015). Temporomandibular joint disorders' impact on pain, function, and disability. *Journal of Dental Research*, *94*(3 Suppl), 79S-86S.

Cobern, W. W. (1993). Contextual Constructivism : The Impact of Culture on the Learning and Teaching of Science. *In: K. Tobin (Ed) The Practice of Constructivism in Science Education*, p51-69.

Cole, M., & Wertsch, J. V. (1996). *Beyond the Individual-Social Antimony in Discussions of Piaget and Vygotsky*. pp 250-256.

Costa, A. L., & Liebmann, R. (1995). *Process is as important as content. Educational Leadership*. *52*(6), 23-24.

David, P., & Taillat, B. (2016). *Une classe inversée à l'ère du numérique*. Réseau Canopé.

Depover, C., De Lièvre, B., Quintin, J.-J., & Decamps, S. (2009). Les théories de l'apprentissage. *Psychologie de l'Education*.

Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*(39), 19251-19257.

Desparois, A., Lambert, C., Collège André-Grasset, & Service de la recherche. (2014). *La vidéo au service des apprentissages : Impact sur la motivation et la réussite des étudiants*.

Dougiamas, M. (1998). *A journey into Constructivism*.

Douville, O. (2005). J. Watson : Le behaviorisme (1924). *Figures de la psychanalyse*, *no 12*(2), 181-184.

Duchesne, S., McMaugh, A., Bochner, S., & Krause, K. (2013). *Educational Psychology for Learning and Teaching* (VIC : Cengage Learning).

Dufour, H. (2014). *Technologie—La classe inversée*. *193*, 44-47.

Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques : Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, *14*(1), 4-58.

Eddy, S. L., Crowe, A. J., Wenderoth, M. P., & Freeman, S. (2013). How should we teach tree-thinking? An experimental test of two hypotheses. *Evolution: Education and Outreach*, *6*(1), 13.

Fernández-de-las-Penas, C., & Svensson, P. (2016). Myofascial Temporomandibular Disorder. *Current Rheumatology Reviews*, *12*(1), 40-54.

Fleishman, E. A. (1964). *The structure and measurement of physical fitness* (p. xvi, 207). Prentice-Hall.

Fraisse, P. (2005). L'apprentissage ; acquisition et mémoire. *Que sais-je?*, *13e éd.*(1207), 36-57.

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(23), 8410-8415.

Goguelin, P. (1994). Chapitre premier—L'apprentissage ou « learning ». *Le Psychologue*, 57-102.

Gray, C., & MacBlain, S. (2012). *Learning Theories in Childhood* (Sage Publications Ltd).

Gross, O. (2017). *L'engagement des patients au service du système de santé*. Doin.

Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices : An analytic review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, *48*(8), 952-984.

Klein, S., & Mowrer, R. (2014). *Contemporary Learning Theories : Instrumental Conditioning Theory and the Impact of Biological Constraints on Learning* (Psychology Press Ltd).

Lahtinen, V. (1997). *Spontaneous study strategies and the quality of knowledge construction*. 13-24.

Locker, D., & Slade, G. (1988). Prevalence of symptoms associated with temporomandibular disorders in a Canadian population. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, *16*(5), 310-313.

Lorenzo, M., Crouch, C. H., & Mazur, E. (2006). Reducing the gender gap in the physics classroom. *American Journal of Physics*, *74*(2), 118-122.

Magoon, A. J. (1977). *Constructivist Approaches in Educational Research*. Vol 47, n°4, pp 651-693.

Mariné, C., & Escribe, C. (2012). *Naissance du behaviorisme*. Éditions Sciences Humaines.

Meunier, A., Braz, J., Cesselin, F., Hamon, M., & Pohl, M. (2004). Inflammation et douleur : Thérapie génique expérimentale. *médecine/sciences*, *20*(3), 325-330.

Pérez-Álvarez, M. (2018). Psychology as a Science of Subject and Comportment, beyond the Mind and Behavior. *Integrative Psychological & Behavioral Science*, *52*(1), 25-51.

Philip, C. (2010). Le recours aux méthodes pour scolariser les élèves avec autisme et TED : L'exemple de l'ABA. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, *N° 51*(3), 123-140.

Piaget, J. (1936). La naissance de l'intelligence chez l'enfant. *Paris, Delachaux et Niestlé*, 12.

Piaget, J. (1937). La construction du réel chez l'enfant. *Paris, Delachaux et Niestlé*, 41.

Piaget, J. (1964). *Six études de psychologie*. Editions Gonthier.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception : Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, *66*(2), 211-227.

Pritchard, A. (2013). *Ways of Learning : Learning Theories and Learning Styles in the Classroom* (Routledge).

Rufin, F. (1992). *L'évaluation en pédagogie : Définitions et concepts- clés*. 5.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations : Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(1), 54-67.

Salomon, G., & Perkins, D. N. (1998). Individual and Social Aspects of Learning. *Review of Research in Education*, *23*(1), 1-24.

Shea, V. (2009). Revue commentée des articles consacrés à la méthode Aba (eibi : Early intensive behavioral intervention) de Lovaas, appliquée aux jeunes enfants avec autisme. *La psychiatrie de l'enfant*, *Vol. 52*(1), 273-299.

Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organisms : An Experimental Analysis*. B. F. Skinner Foundation.

Skinner, B. F. (1954). The Science of Learning and the Art of Teaching. *Harvard Educational Review*, *24*, 86-97.

Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines. *Science*, *128*, 968-977.

Skinner, B. F. (1965). The Technology of Teaching. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *162*(989), 427-443.

Solomon, R. C. (1987). *From Hegel to existentialism*. Oxford University Press.

Staddon, J. E. R. (2001). The new behaviorism : Mind, mechanism and society. *Psychology Press*, 217.

Tardif, J., Poumay, M., & Georges, F. (2017). *Organiser la formation à partir des compétences* (De Boeck Supérieur).

Taylor, P. (1996). Mythmaking and mythbreaking in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, *31*, 151-173.

Taylor, P. (1998). *Constructivism : Value Added* (p. 1111-1123).

Valesan, L. F., Da-Cas, C. D., Réus, J. C., Denardin, A. C. S., Garanhani, R. R., Bonotto, D., Januzzi, E., & de Souza, B. D. M. (2021). Prevalence of temporomandibular joint disorders : A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, *25*(2), 441-453.

Von Glasersfeld, E. (1991). An Exposition of Constructivism : Why Some Like it Radical. In G. J. Klir, *Facets of Systems Science* (p. 229-238). Springer US.

Vosniadou, S. (1996). *Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. Learning and Instruction 6*.

Vygotski, L. S. (1977). *Pensée et langage*. La Dispute.

Wahl, G. (2019). Le béhaviorisme. Une science des comportements. *Les Grands Dossiers des Sciences Humaines*, *N° 54*(3), 11-11.

Watson, J. B. (1913). Psychology as a Behaviorist Views it. *Psychological Review*, *20*, 158-177.