



**HAL**  
open science

# Les théories d'apprentissage et leurs touches dans l'éducation

Aime Koudraogo Ramde

► **To cite this version:**

Aime Koudraogo Ramde. Les théories d'apprentissage et leurs touches dans l'éducation. 2022. hal-03741628

**HAL Id: hal-03741628**

**<https://hal.science/hal-03741628v1>**

Preprint submitted on 1 Aug 2022

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

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

# Les théories d'apprentissage et leurs touches dans l'éducation

Dr Koudraogo Aimé RAMDE

Psychologue

[ramde.aime@gmail.com](mailto:ramde.aime@gmail.com)

## Résumé

L'apprentissage, processus par lequel un individu acquière, conserve, enrichit, et se remémore certaines connaissances, semble complexe dans son ensemble. Plusieurs théoriciens ont tout au long de l'histoire apporté des bases d'explication ayant enrichit ce concept d'apprentissage. C'est alors que dans ce présent article, nous explorons les différentes conceptions sur l'apprentissage, et leur apport à l'enseignement.

**Mots clés :** apprentissage - théorie d'apprentissage - béhaviorisme - cognitivisme - constructivisme - socioconstructivisme - ZPD

## ABSTRACT

Learning, the process by which an individual acquires, retains, enriches, and remembers certain knowledge, seems complex as a whole. Several theoreticians have throughout history provided bases of explanation that have enriched this concept of learning. It is then that in this article, we explore the different conceptions of learning, and their contribution to teaching.

**Keywords:** Keywords: learning - learning theory - behaviorism - cognitivism - constructivism - socioconstructivism - ZPD

## **Introduction**

L'éducation dans son ensemble peut être considéré comme un phénomène social, consubstantielle de la vie sociale. C'est alors que toutes les civilisations ont toujours mis l'accent sur la transmission de connaissances et de valeurs qui leur sont propres. Des processus sont alors nécessaires pour l'atteinte d'une transmission de connaissance parfaite. Il s'agit notamment des théories sur l'apprentissage. Quel pourrait être la part de chacun dans l'éducation ?

### **1. Définition**

De façon général, l'apprentissage est le fait d'apprendre, l'état d'un apprenti. Le verbe *apprendre* provient du latin *apprehendere* qui signifie *prendre, appréhender*. L'apprenti est celui qui apprend ou celui qui découvre quelque chose. De là, on peut définir l'apprentissage comme l'ensemble d'activités volontaires et conscientes visant de façon explicite l'appropriation d'une compétence, d'un savoir ou d'une information (Cuq, 2003). Ainsi, dans l'apprentissage, nous percevons le caractère conscient et volontaire qui est typiquement spécifique à celui-ci. Il s'agit ainsi d'une action volontaire et consciente vers des connaissances ou des compétences données. Il se déroule le plus souvent en milieu institutionnel pour parler de l'apprentissage formel. Il peut aussi se dérouler en milieu non institutionnel pour ce qui est de l'apprentissage informel ou apprentissage non formel. C'est alors que Piaget (1970) la considère comme la construction, la création, l'invention et le développement des connaissances.

### **2. Les formes d'apprentissage**

Il existe deux formes d'apprentissages qui sont entre autres *l'apprentissage par action* et *l'apprentissage par tutorat* ou apprentissage par instruction (Cordier, et al., 1990). En ce qui concerne *l'apprentissage par action*, il regroupe plusieurs styles d'apprentissages ayant pour objectif de permettre l'acquisition de connaissances procédurales ou savoir-faire et de connaissances déclaratives ou savoir-être. Ainsi, on soumet l'apprenant un problème dont il n'a pas la solution immédiate. Celui-ci procède par essais, en testant les hypothèses qu'il a formulées au départ, afin de voir s'il parvient à l'état final du problème (Tricot, 1998). Les caractéristiques principales de cette forme

d'*apprentissage par action* sont : la répétition, qui favorise l'apprentissage, et le feedback, qui permet à l'apprenant de se rendre compte s'il approche ou atteint l'objectif.

Pour ce qui est de la deuxième forme d'apprentissage, *l'apprentissage par le tutorat* ou par *instruction*, elle est liée à la transmission de savoirs par un tuteur sous plusieurs formes (Cordier et al., 1990). Il s'agit du processus de traitement et de compréhension de discours oral ou écrit, illustré ou non d'images, par exemple, lors d'un cours magistral. Le principe de cette forme d'*apprentissage par instruction* consiste à transférer des connaissances aux apprenants et à les aider à s'approprier les informations. Il s'agit principalement d'activités de compréhension, dans lesquelles l'apprenant doit élaborer un modèle de la situation décrite à partir d'une lecture ou d'une écoute. Le sujet n'explore donc pas l'espace problème, mais suit un cheminement qui a été déterminé par l'enseignant.

Une troisième forme d'apprentissage a été un peu développée par Tricot, Corinne-Pierre-Demarcy, et Boussarghini (1998). Il s'agit de *l'apprentissage par exploration*. Cette forme d'apprentissage s'apparente à une préparation d'exposé : à partir d'une consigne générale, l'apprenant doit consulter un ensemble d'informations puis produire un document, qui sera éventuellement évalué. Dans ce cas, les sujets ont à la fois une activité de résolution de problème avec l'exploration d'un document, et de compréhension de texte ou d'images. Ils adoptent ainsi une stratégie d'exploration et de sélection de l'information, tout en se représentant le but. Cependant, nous n'avons toutefois pas trouvé de théorie de cette forme d'apprentissage.

### **3. Les styles d'apprentissages**

Les styles d'apprentissages sont la plupart des cas, confondus avec les stratégies d'apprentissage, pourtant, ce sont bien là deux (02) concepts bien différents. En effet, nous retenons que les stratégies d'apprentissage sont des techniques ou méthodes particulières que les apprenants mettent en œuvre dans des situations d'apprentissage afin de résoudre des problèmes, aborder une tâche, préparer un examen, ou participer à des activités en cours. Ces stratégies peuvent être apprises, et les apprenants peuvent choisir consciemment d'appliquer une stratégie spécifique dans une situation donnée.

Par contre, les styles d'apprentissages font partie intégrante de la personnalité d'un individu. Lorsqu'un individu préfère un style d'apprentissage à un autre, cela reflète sa prédilection dans la manière d'apprendre dans une situation particulière. Comme les traits de personnalité changent au fil du temps, les préférences de styles d'apprentissage peuvent également changer ; ces changements de préférences sont souvent un résultat de l'exposition de l'individu à différentes situations de l'apprentissage. Aussi, pour appréhender ce concept de style d'apprentissage, certaines recherches ont mis l'accent sur les caractéristiques du comportement de l'individu, pendant que d'autres analysent les processus ou les structures résultants du comportement de l'individuel. D'autres encore se sont intéressées à l'ensemble des caractéristiques définissant le profil d'apprentissage de l'apprenant. Les dernières ont simplement considéré les styles d'apprentissages comme des résultantes d'une typologie ne caractérisant le type de personne. De là, on définit alors le style d'apprentissage comme étant l'ensemble des facteurs cognitifs, affectifs et physiologiques qui agissent à titre d'indicateurs relativement stables de la manière dont l'apprenant perçoit son environnement d'apprentissage, interagit avec cet environnement et y répond (Keefe, 1987). C'est comme un programme intérieur qui gère le comportement de l'individu en situation d'apprentissage. Il s'agit alors de la manière dont une personne est programmée pour apprendre le plus efficacement, c'est-à-dire pour recevoir, comprendre, retenir et être capable d'utiliser une nouvelle information. Alors, le style d'apprentissage devient une sorte de caractéristique immuable, inchangeable, avec laquelle il faut composer et dont l'origine serait psychologique ou neurophysiologique. Il renvoie ainsi à l'existence d'une structure psychologique chez l'individu, structure correspondant à une prédisposition qui se manifesterait dans le comportement de l'apprenant (Chevrier, Fortin, LeBlanc, et Théberge, 2000). Le style d'apprentissage se résume à la manière dont chaque apprenant commence à se concentrer sur une information nouvelle et difficile, la traite et la retient.

On peut ainsi apprécier les styles d'apprentissages selon plusieurs dimensions qui ont été appréhendées sous divers modèles théoriques. Curry (1983) propose un modèle qui apprécie les styles d'apprentissages selon trois niveaux allant du niveau le

plus externe, le niveau intermédiaire, pour atteindre le niveau interne. Au niveau le plus externe et le plus observable de ce modèle, on retrouve les préférences de l'apprenant pour les conditions d'enseignement et d'apprentissage, comme la luminosité de la pièce, la présence de certains éléments dans l'environnement d'apprentissage. Au niveau intermédiaire, on a le style de traitement de l'information correspondant aux caractéristiques de l'approche de l'individu au regard des moyens privilégiés pour assimiler l'information, comme, la modalité sensorielle la plus performante pour appréhender une connaissance (Chevrier, Fortin, Leblanc, et Théberge, 2000). Enfin, au niveau interne et le moins observable, on rencontre le style de personnalité cognitive de l'individu. Il s'agit des caractéristiques d'assimilation de connaissance en rapport à la personnalité de l'apprenant du genre introverti ou extraverti (Chevrier J. , Fortin, Leblanc, et Théberge, 2000). Pour Keefe (1987), on retrouve trois types de styles d'apprentissage qui sont les styles cognitifs, les styles affectifs, et les styles physiologiques. Par contre, Grasha (1983) propose un modèle en fonction des variables, comme le cognitif, l'interpersonnel et l'environnement, qui peuvent influencer l'apprentissage. Le processus d'apprentissage, l'orientation à l'égard de l'étude, les préférences à l'égard des méthodes d'enseignement et le développement d'habiletés cognitives (Riding & Rayner, 1998) constituent aussi un modèle représentatif des dimensions du style d'apprentissage.

Ainsi donc, on identifie plusieurs hypothèses sur les différents styles d'apprentissages en fonction des modalités d'encodage et de représentation, en fonction des modalités de traitement de l'information, en fonction du modèle d'apprentissage expérientiel, et en fonction des théories de la personnalité. Par exemple en fonction de l'apprentissage expérientiel, les travaux les plus récents, ceux de Honey et Mumford (1992), ont identifié quatre (04) styles d'apprentissages qui sont entre autres le style actif, le style réfléchi, le style théoricien et le style pragmatique. Le style actif est celui qui décrit le comportement de la personne qui privilégie les attitudes et les conduites propres à la phase d'expérience. Cela implique donc qu'une telle personne va se lancer sans retenue sur une nouvelle expérience et va beaucoup se plaire dans ce qui se fait dans l'immédiat. Ce goût pour le fait nouveau est particulièrement stimulé, dans ce style actif, par la présence de fait nouveau, de défi,

et la possibilité pour l'apprenant de s'impliquer de façon active en interaction avec d'autres personnes. Ainsi donc, il s'engage avec enthousiasme dans les activités avec d'autres personnes et sait confronter ses idées à celles des autres, et par alors va prendre du goût à relever les défis ou résoudre les problèmes en équipe. Ce qui constitue un atout pour développer l'esprit créatif et d'initiation en absences de lignes directrices strictes. Cependant, les individus de ce style sont moins captés par la réalisation de leurs idées ou par les activer à long terme.

Pour ce qui est du style réfléchi, il est beaucoup marqué par la mise au point. Les individus de ce style préfèrent faire des points sur leurs expériences avant d'en acquérir de nouvelles. C'est donc le style du retour sur l'expérience qui est beaucoup marqué par de profondes analyses internes sur leurs différentes expériences. L'expérience nouvelle apparaît pour eux comme une donnée collectée qui va subir une analyse avant qu'on en tire une conclusion. On constate alors qu'il existerait une certaine distance entre ceux-ci et les autres ou entre eux et les choses par la prudence que confère ce style d'apprentissage. C'est le style du réfléchir avant d'agir. Ainsi, ces individus sont discrets, silencieux, calmes et tolérants, tiennent compte de tous les paramètres dans leur réflexion. Ils aiment alors prendre des décisions sans contraintes.

Le style théoricien, quant à lui est celui de la recherche de logique et de cohérence dans l'organisation des informations accumulées. Ainsi, les individus de ce style utilisent les expériences pour consolider des théories complexes établies de façon à obtenir une logique et une cohérence. Ils ont un goût pour l'analyse et la synthèse et aiment la perfection. Ce goût est stimulé lorsqu'il s'agit de comprendre et d'expliquer en explorant de façon méthodique les liens entre les idées ou en étant confronté à des systèmes, des modèles ou des théories. Suivre une démarche systématique est très important pour eux lorsque des problèmes sont abordés,

enfin le style pragmatique est celui de l'application pratique des idées, des théories, des techniques afin de vérifier si celles-ci fonctionnent. Ainsi, il existe alors dans ce style le goût de rechercher de nouvelle idée à mettre en pratique. Ce style a une préférence marquée pour les solutions réalistes et pratiques, le goût de prendre des décisions utiles et de résoudre des problèmes concrets. Répondre à un besoin

immédiat bien identifié, trouver des bénéfices concrets, voir des avantages pratiques est considérée comme des dimensions importantes de l'apprentissage.

#### **4. Théories de l'apprentissage de la langue**

Une théorie de l'apprentissage est un modèle théorique et abstrait qui propose des explications cohérentes des causes, processus et des produits de l'apprentissage. Les théories d'apprentissages ont pour viser l'explication du phénomène de l'acquisition des connaissances. Aussi, elles fournissent un cadre conceptuel pour l'interprétation de ce que nous observons et elles offrent des orientations pour trouver des solutions des problèmes rencontrés (Hill, 1977). L'application directe d'une théorie d'apprentissage permet de formuler des hypothèses de travail et de recherches afin d'améliorer les apprentissages. Apprendre c'est transmettre des savoirs, en renforçant des comportements qui se trouvent être au centre de la théorie béhavioriste. Apprendre c'est aussi, traiter de l'information, par les mécanismes mentaux internes constitutifs de la pensée et de l'action, auquel s'est intéressé la théorie cognitive. Apprendre c'est de même construire des images de la réalité dans des situations d'action comme le développe la théorie constructiviste. Pour terminer, apprendre c'est échanger du sens, dans des rapports sociaux. C'est en cela que s'intéresse la pensée socioconstructiviste. Dès lors, on peut distinguer plusieurs modèles de l'apprentissage qui ont permis de construire des postulats afin de comprendre et de favoriser les apprentissages. De ces théories, on retient la théorie béhavioriste, la théorie cognitive, la théorie constructiviste, et la théorie socioconstructiviste.

##### **4.1. La théorie béhavioriste**

De l'anglais *behavior*, qui signifie comportement, le terme *béhaviorisme* signifiant littéralement comportementalisme, fut employé pour la première dans les travaux du psychologue Watson (1913) au début du XX<sup>e</sup> siècle. Soucieux de faire de la psychologie en général une discipline scientifique, Watson (1972) tenta alors d'utiliser des procédures objectives pour expliquer l'apprentissage des connaissances. C'est en cela qu'influencé par les travaux du physiologiste russe Ivan Pavlov sur le

conditionnement des animaux, il s'intéressa aux expériences de laboratoire pour avoir des données statistiques exploitables. Le béhaviorisme ou comportementalisme est alors une théorie de l'apprentissage qui s'intéresse à l'étude des comportements observables indépendamment des mécanismes internes du cerveau ou à des processus mentaux non directement observables (Good & Brophy, 1995). Il en résulte ainsi la théorie psychologique de l'apprentissage stimulus-réponse ou conditionnement classique. Pour cette théorie, le comportement qui est équivalent à la réaction ou à la réponse est déterminé par le stimulus. Celui-ci est ce qui est dans l'environnement qui entraîne la réponse ou la réaction. C'est ainsi qu'on parle de stimulus-réponse, c'est-à-dire le stimulus qui entraîne ou déclenche la réponse. Cependant, cette première étape de la théorie béhavioriste se contentait des simples comportements observables.



Figure 1 : Modèle de Stimulus-Réponse de Watson

Plus tard, avec le conditionnement opérant de Skinner (1984) la psychologie jusque là, qui se contentait d'étudier le simple comportement observable, a commencé à s'intéresser aux comportements observables qui tenaient compte de la vie mentale interne. La conception stimulus-réponse a donné maintenant stimulus-individu-réponse. C'est alors que Fechner, dans la même logique, compare l'individu à une boîte noire, dont on ne sait rien sur ce qui se passe à l'intérieur. Cependant, on peut prévoir certains comportements puisqu'en proposant des stimuli particuliers on obtient toujours les mêmes résultats à la sortie (Raynal, Rieunier, & Postic, 1997).

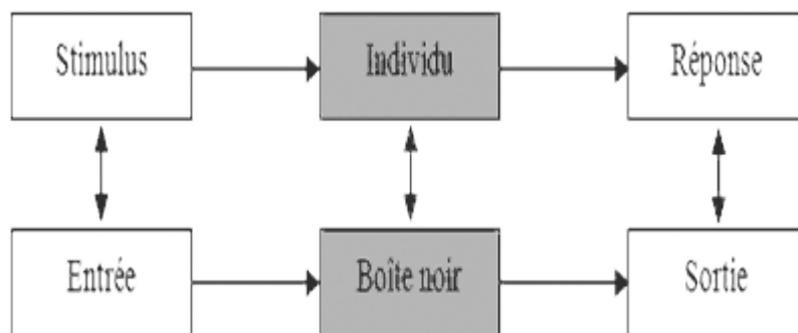


Figure 2 : Modèle comportemental de Fechner

Ainsi, on observe dans cette figure résumant le modèle comportemental de Fechner, que la réponse n'est plus automatique, mais elle dépend d'autres facteurs en lien avec la vie mentale interne de l'individu. Alors, il a été retenu que c'est au niveau de la boîte noire que la réponse est générée.

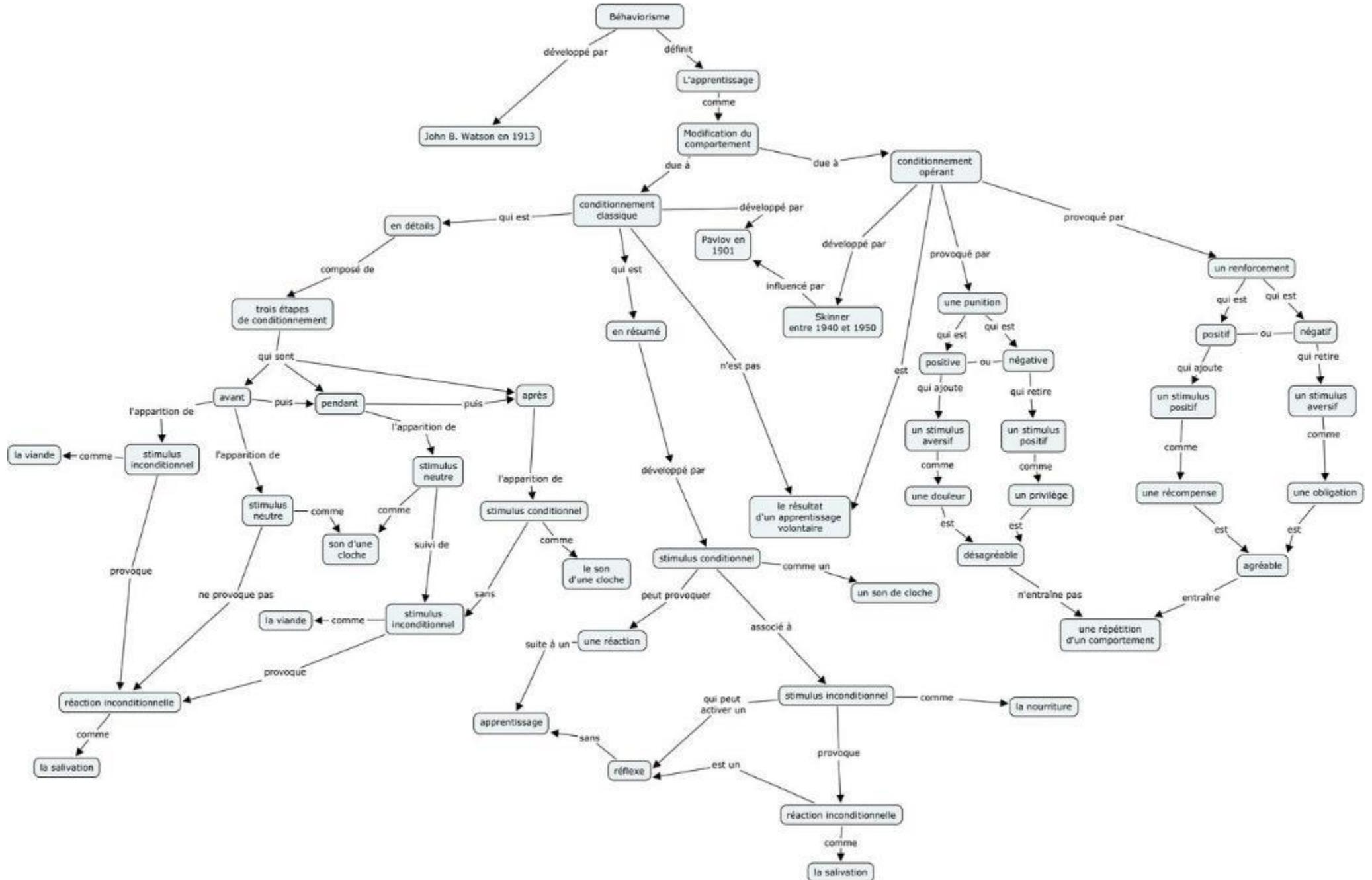
Cette théorie béhavioriste a beaucoup influencé les apprentissages dans beaucoup d'aspects. En effet, le béhaviorisme considère que le processus d'apprentissage fonctionne comme une modification durable du comportement résultant d'un entraînement particulier qui se révèle être du conditionnement (Chekour, Laafou, & Janati-Idrissi, 2015). Le béhaviorisme part du principe que l'acquisition des connaissances s'effectue par paliers successifs en allant du moins difficile, au plus difficile. Alors, le passage d'un niveau de connaissance à un autre s'opère par des renforcements positifs des réponses et comportements attendus. Avec une stimulation adéquate, l'apprenant arrive à produire le résultat attendu. Et à partir de cette première réponse, on le stimule à en produire une seconde, puis, ainsi de suite on progresse vers le plus difficile sans que ce dernier ne se rétracte. De ce fait, l'enseignant peut répéter une notion une ou plusieurs fois lorsqu'il se rend compte à travers les comportements observés que la notion en question n'est pas assimilée par ses apprenants. Le fait de multiplier les répétitions est une forme de conditionnement pour atteindre un niveau d'assimilation chez ses apprenants. Cela a considérablement influencé les apprentissages, et a permis de découper les matières à enseigner en plusieurs séries d'éléments courts pour permettre un renforcement plus rapide possible. Les contenus des apprentissages partent alors du niveau le plus simple, et, le niveau de difficulté augmente de manière graduelle afin de favoriser un apprentissage sans erreur. Aussi, le contenu est présenté sous forme d'une séquence linéaire, mais chacun peut le faire à son propre rythme ce qui va dans le sens d'une individualisation de l'enseignement.

Dans cette perspective béhavioriste, le courant de la pédagogie par objectifs cherche à définir les objectifs d'apprentissage sous forme de comportements observables. Le travail de l'enseignant consistera alors à analyser les réponses de

l'apprenant en fonction des objectifs à atteindre et, à partir de ces réponses, à en déduire les habiletés qui les produisent.

Les renforcements positifs à travers des encouragements, sont favorisés et encouragés dans l'enseignement. De même, l'enseignant a pour tâche de concevoir des exercices progressifs, de guider les élèves dans leurs réalisations et de leur communiquer les rétroactions nécessaires à la prochaine étape. Ainsi, dans cette théorie, l'apprenant est un élève qui écoute, regarde, réagit et tente de reproduire face à un enseignant qui est transmetteur d'informations, de connaissances, qui présente, décrit, schématise, planifie et vérifie. Ainsi, les formes d'enseignements basées sur le béhaviorisme partent du principe que l'apprentissage se fait par le biais d'un enseignant qui peut être un enseignant ou une machine. De nos jours, avec les formations à distance (FAD) l'optique d'une introduction de la machine numérique dans le processus de l'enseignement-apprentissage est devenue de plus en plus courante et incontournable. L'enseignant béhavioriste sera porté à utiliser les exercices, les quizz, les jeux éducatifs et/ou des animations lors de la conception et la réalisation d'une FAD. Si cette théorie est confortable dans l'optique d'une introduction de la machine numérique dans les apprentissages, elle semble trop pauvre pour être durable (Bouhdidi, 2013). Alors dans cette théorie béhavioriste, l'apprenant semble jouer un rôle passif dans l'acquisition des connaissances. Pourtant l'approche constructiviste propose le contraire. Aussi, les béhavioristes ne s'intéressent qu'aux résultats, et non aux processus cognitifs de traitement des informations. L'accent est mis sur l'analyse des comportements observables. Les processus cognitifs internes sont ignorés ou négligés dans cette approche béhavioriste. Ce qui a entraîné la réaction de certains auteurs qui dénoncent cela. On aboutit ainsi à l'apparition et au développement du courant cognitiviste ou cognitivisme.

Figure 3 : Carte conceptuelle de la vision globale du béhaviorisme



## 4.2. La théorie cognitiviste

Le terme *cognitivism* provient du terme *cognition* qui vient du latin *cognitio*, « action de connaître », dérivé de *cognoscere*, qui signifie « chercher à savoir, s'enquérir ; prendre connaissance, par les yeux ou par oui-dire ». Il s'agit d'un courant de pensée, qui utilise les processus cognitifs pour expliquer le fonctionnement des choses notamment du phénomène d'apprentissage. Ce courant, le cognitivisme, est né par le prolongement de la réintroduction de l'étude des phénomènes mentaux, qui ont été moins considérés par les behavioristes. Même si ceux-ci avaient introduit la boîte noire dans leur conception, ils ne l'ont pas pour autant considéré comme une pièce maîtresse du comportement. C'est en réponse à cela qu'est née cette théorie cognitiviste. La première rupture sérieuse avec les behavioristes remonte à la publication par Miller en 1956, d'un article intitulé « *Le nombre magique 7, plus ou moins 2* ». Dans cet article, il démontre les limites physiologiques de la mémoire humaine, montrant ainsi que la capacité de mémoire normale d'un individu se limite à sept éléments isolés. Par cette étude, on rompt avec la conception behavioriste qui voit la mémoire comme un réceptacle vierge dans lequel viennent s'accumuler les connaissances. Ainsi, l'ouverture pour les processus mentaux et le développement de l'informatique ont permis ce changement de paradigme du modèle comportementaliste au modèle cognitif. L'apprentissage ne pouvait plus être limité à un enregistrement conditionné, mais doit plutôt être envisagé comme nécessitant un traitement complexe de l'information reçue. La mémoire possède une structure propre, qui implique l'organisation de l'information et le recours à des stratégies pour gérer cette organisation (Crozat, 2002). La théorie cognitiviste se subdivise en deux idées essentielles dans la psychologie cognitive. La première idée, qui a emprunté beaucoup à la représentation des opérations qui se déroulent dans un ordinateur, assimile l'esprit humain à un système de traitement de l'information. La seconde est fondée sur l'importance de l'appropriation graduelle et effective de stratégies mentales (stratégies cognitives et métacognitives) jugées nécessaires à une démarche structurée d'apprentissage.

Dans la psychologie cognitive, il y a fondamentalement trois (03) grandes catégories de connaissances qui sont représentées dans la mémoire. Il s'agit des

connaissances déclaratives, des connaissances procédurales et des connaissances conditionnelles. Les connaissances déclaratives répondent au QUOI ? Les connaissances procédurales au COMMENT ? Et les connaissances conditionnelles au QUAND ? Et au POURQUOI ? Ces catégories de connaissances concourent à produire une explication cognitive du fonctionnement des apprentissages. Cette thèse cognitiviste postule que, l'apprenant semble être un genre de système actif de traitement de l'information, identique à un ordinateur, et perçoit des informations qui lui proviennent du monde extérieur, les reconnaît, les emmagasine en mémoire, puis les récupère de sa mémoire lorsqu'il en a besoin pour comprendre son environnement ou résoudre des problèmes (Bibeau, 2007). Dans cette logique, l'enseignant devient le gestionnaire des apprentissages, qui guide, anime, dirige, conseille, explique, régule, remédie. Ce faisant, les connaissances deviennent une réalité externe que l'apprenant doit intégrer à ses schémas mentaux et réutiliser plutôt qu'à acquérir des comportements observables (Bibeau, 2007). Pour ce courant, l'apprentissage doit être structuré de la sorte à favoriser les processus de traitement de l'information chez les élèves. Cependant, il n'est pas pris en compte des facteurs comme la motivation des enfants pour l'apprentissage, puisque ce sont eux qui leur fourniront l'énergie suffisante pour apprendre.

En matière d'apprentissage, la conception cognitiviste semble moins aisée à comprendre. Pour Legendre (1993), il n'est pas si simple de décrire les contours d'une conception cognitive comme on pourrait le faire dans la conception béhaviorisme où la cohérence et l'objectivité semble être poignants. La conception cognitiviste implique l'interprétation de processus cognitifs, tels que le raisonnement par exemple, en matière de calcul et de traitement de l'information. Elle considère l'apprentissage comme le processus par lequel se développent, se transforment et s'acquièrent les structures et les capacités cognitives de chaque personne par ses interactions avec l'environnement. Ainsi tout individu construit ses connaissances et les développe sur ses structures cognitives existantes. Pour les cognitivistes, le postulat de base est que tout apprentissage se réalise à partir de structures cognitives qui sont déjà présentes. Apprendre va donc consister à transformer des structures cognitives préalables en structures nouvelles (Lebrun, 2002).

### 4.3. La théorie constructiviste

Le terme *constructivisme* est composé de *constructif*, et du suffixe *-isme*. *Constructif* vient du latin *constructio*, signifiant construction, structure, conformation, dérivée du verbe *construere*, construire, bâtir, édifier. Le suffixe *-isme*, sert à former des mots correspondant à une attitude, un comportement, une doctrine, un dogme, une idéologie ou une théorie. Ainsi, de son étymologie, le terme *constructivisme* désigne une doctrine, un dogme, une idéologie ou une théorie, qui prône l'aspect construction et structuration de la connaissance. Dans le domaine artistique, le constructivisme est un mouvement artistique et architectural d'avant-garde, d'origine russe apparu en 1914. Il est fondé sur une conception géométrique de l'espace, par l'assemblage de plans et de lignes. En pédagogie, le constructivisme est considéré comme une idéologie selon laquelle, la connaissance provient d'une activité mentale de l'individu. Elle se développerait en fonction de l'interaction avec l'entourage et se construit à partir de ces informations. En sociologie, le constructivisme social est une vision qui considère que la réalité sociale et les phénomènes sociaux sont créés et institutionnalisés avant de se transformer en traditions et s'intéressent à la façon dont cette réalité est construite. En mathématiques, le constructivisme est une philosophie des mathématiques qui considère que pour prouver l'existence d'un objet mathématique, il est nécessaire que celui-ci puisse être « construit ». Ainsi, supposer qu'un objet X n'existe pas et aboutir à une contradiction n'est pas suffisant pour en déduire qu'il existe. En politique, le constructivisme est un courant politique qui proclame que les choix publics doivent être guidés par la volonté de construire un certain type de société, et non par le bien-être immédiat des individus.

Ici, nous retenons que le constructivisme est une théorie qui postule que chaque apprenant construit la réalité, ou du moins l'interprète, en se basant sur sa perception d'expériences passées. Pour cette théorie, l'apprentissage est une adaptation des schèmes de pensées qui se fait de deux manières différentes : le processus d'assimilation et le processus d'accommodation. La théorie s'intéresse au développement des processus cognitifs chez l'apprenant, puisque de son point de vue c'est l'apprenant qui construit son savoir (Henri & Lungren-Cayrol, 2001) en assimilant de nouvelles connaissances ou en l'accommodant. Elle affirme que

l'acquisition des connaissances passe par une réorganisation de conceptions mentales précédentes, un travail de construction ou de reconstruction qui se fait chez chaque individu. À la différence des courants behavioriste et cognitiviste, qui ont été développés en dehors des recherches sur l'apprentissage, le constructivisme est un courant principalement rattaché à l'apprentissage et développé à partir des travaux de recherches en apprentissage. Ce courant de pensée a pris son essor en s'opposant à la pensée behavioriste, qui limitait trop l'apprentissage à l'association stimulus-réponse et ne privilégiant pas la place que l'individu occupe dans la construction de ses connaissances. L'approche constructiviste de l'apprentissage met l'accent sur l'activité du sujet pour appréhender les phénomènes. La compréhension se construit à partir des représentations que le sujet a déjà. Cette théorie est essentiellement connue à travers Piaget (1970) pour lequel la connaissance ne se transmet pas directement, mais est davantage le produit de celui qui apprend. Pour dire que tout individu est responsable de la construction de ses connaissances à travers le processus d'assimilation et celui d'accommodation. Les deux sont des processus inverses, mais complémentaires, qui précèdent un dernier processus qui est l'équilibration.

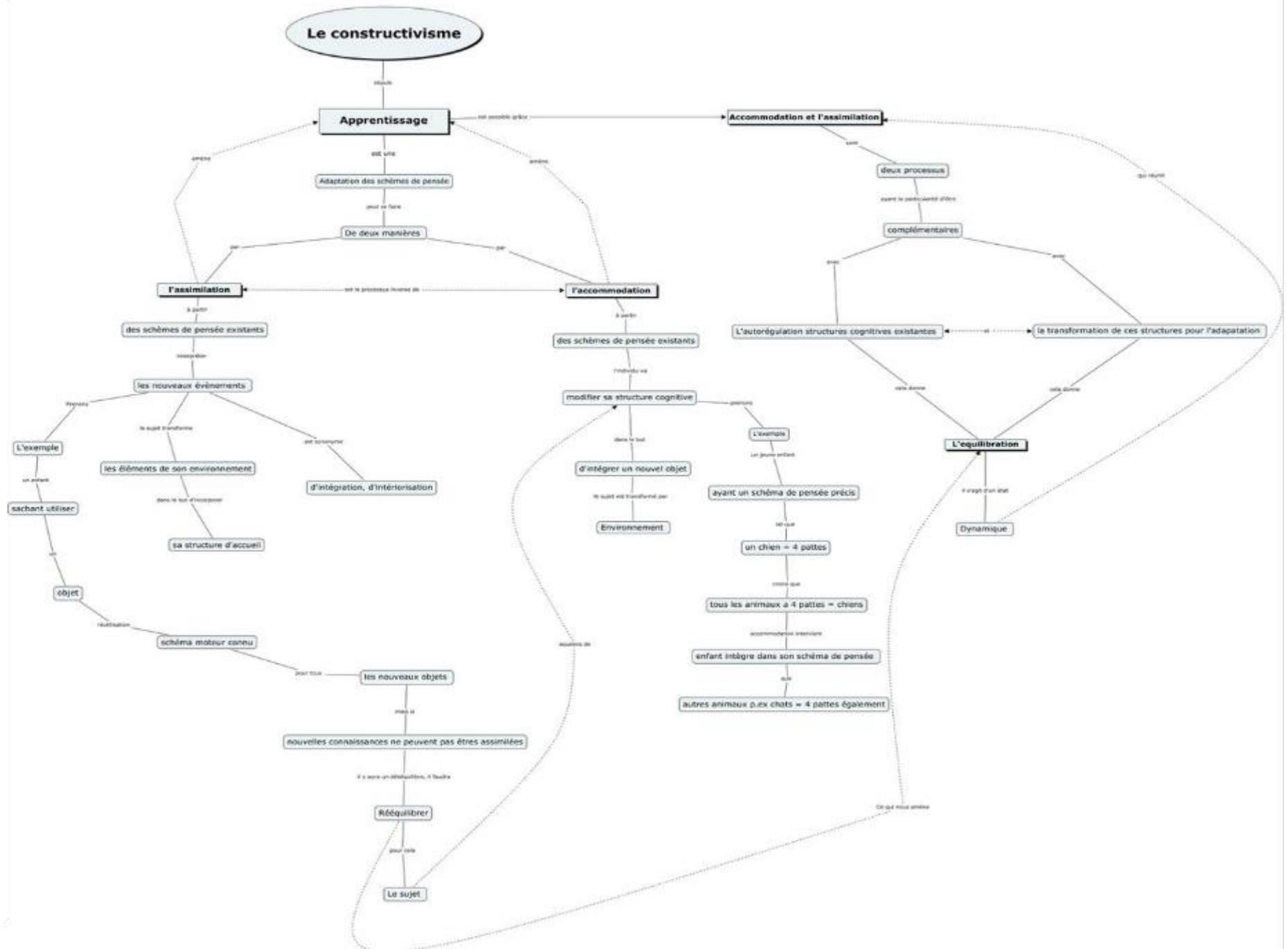
L'assimilation est le processus qui permet l'intégration et l'intériorisation de nouvelles connaissances à celles déjà en place. Ainsi, à la lumière des schèmes déjà existants, les nouveaux événements seront interprétés et intégrés ou intériorisés. Pour ainsi dire, les schèmes déjà existants vont être utilisés pour analyser les nouveaux événements de connaissance. Par exemple, si un enfant utilise un objet particulier d'une certaine manière, il tentera d'appliquer cette manière d'utiliser l'objet à un nouvel objet. S'il y arrive, il intégrera le nouvel objet dans la même catégorie de manière d'utiliser l'objet. Un nouvel objet tel qu'une boule de basket va être utilisé comme un ballon de football. La boule de basket va être alors intériorisée par l'enfant comme un nouvel objet pouvant servir à jouer au football. Au début, l'enfant peut penser que tout ce qui est rond sert à jouer au football. Et en faisant connaissance de la boule de basket, il intègre alors la connaissance d'un nouvel objet différent du ballon de football dans ce schème de pensée. Cependant, quand va venir sa rencontre avec une pastèque qui est aussi ronde comme les deux objets précédents, l'enfant échouera à l'utiliser pour jouer au football. C'est alors qu'il sera tenté de modifier le schème de

penser pour intégrer le nouvel objet. Il se résignera à reconnaître que certains d'objets ronds permettent de jouer au football, et d'autres non, comme le cas de la pastèque. C'est en cela qu'intervient le processus d'accommodation.

Le processus d'accommodation permet à un individu de modifier, à partir de ses schèmes de pensée existants, sa structure cognitive afin d'intégrer de nouvelles connaissances. Dans ce processus, le sujet sera transformé par son environnement. En d'autres termes, si le sujet rencontre de nouvelles connaissances qui ne peuvent pas être assimilées dans ses schèmes de pensée déjà existants, le processus d'accommodation interviendra pour modifier sa structure cognitive afin d'obtenir un schème de pensée qui pourra permettre d'intégrer cette nouvelle connaissance. On y perçoit alors la complémentarité de ces deux processus que sont l'assimilation et l'accommodation. En effet, un nouvel objet de connaissance va vouloir d'abord être assimilé, et en cas d'échec, le processus d'accommodation va alors intervenir dans le but de modifier la structure cognitive pour permettre l'assimilation de l'objet. Ainsi, la complémentarité entre l'assimilation ou autorégulation de structures cognitives existantes, et l'accommodation ou la transformation de ces structures cognitives existantes pour l'adaptation aux nouveaux objets fait intervenir le processus d'équilibration.

Le processus d'équilibration est un processus dynamique qui réunit l'assimilation et l'accommodation.

Figure 4 Carte conceptuelle résumant la vision constructiviste à partir des travaux de Piaget (1970)



Cette pensée cognitiviste porte sur deux aspects différents : les stades du développement cognitif et le processus du fonctionnement cognitif. Piaget (1970), en réaction aux associationnistes, a développé sa théorie du développement de l'intelligence où il a placé le sujet au cœur du processus ; il en a fait l'acteur principal. Il suppose que le sujet construit sa connaissance au fil d'interactions incessantes avec les objets ou phénomènes. Il y aurait équilibration progressive, c'est-à-dire que des processus de régulations internes à l'œuvre ou autorégulation assureraient une meilleure adaptation de l'individu à son environnement. À cet égard, Piaget insiste sur le rôle du processus d'assimilation et d'accommodation : le premier permettant d'assimiler les nouvelles connaissances à celles déjà en place dans les structures cognitives et la deuxième permettant une transformation des activités cognitives afin de s'adapter aux nouvelles situations. Il a donc insisté sur le double dynamique : celle du développement cognitif et celle du fonctionnement cognitif.

Le développement cognitif renseigne sur les différentes étapes ou stades du développement cognitif. Il s'agit entre autres du stade sensorimoteur, du stade préopérateur, du stade des opérations concrètes, et du stade des opérations formelles.

Le stade sensorimoteur se situe entre la naissance et 2 ans. Il se subdivise en six (06) sous-stades qui sont la période de 0 à 1 mois marquée par l'utilisation des réflexes innés. La période de 1 à 4 mois marquée par les actions simples et répétitives. La période de 4 à 8 mois marquée par des actions sur des objets et personnes. La période de 8 à 12 mois marquée par la compréhension des liens de causalité. La période de 12 à 18 mois marquée par l'exploration de l'environnement. Et la période de 18 à 24 mois marquée par la résolution de problème par représentation mentale. Dans le stade sensorimoteur, l'enfant utilise ses sens et ses déplacements pour découvrir le monde qui l'entoure – il rampe, touche à tout, goûte tout.

Le stade préopérateur va de 2 ans à 6 ans. Il est reparti en deux (02) stades que sont la pensée symbolique de 2 à 4 ans, et la pensée intuitive de 4 à 6 ans. La pensée symbolique se caractérise par l'égoïsme, l'artificialisme, la contradiction et l'irréversibilité. Pour la pensée intuitive, elle se traduit par la concentration, la conservation et les précatégories. Au niveau du stade préopérateur, l'enfant

commence à expérimenter puis à maîtriser le langage oral et écrit. Il commence aussi à imiter et à réaliser des actes fictifs.

Le stade opératoire concret ou stade des opérations concrètes de 6 ans à 10 ans marque l'intelligence opératoire de l'enfant. Ce stade se caractérise par la conservation physique et la conservation mentale. À ce stade, l'enfant est capable de raisonner pour classer ou grouper des éléments. Il commence aussi à se socialiser avec empathie, et à prendre en compte les propos d'autrui.

Le stade opératoire formel ou stade des opérations formelles de 10 ans à 16 ans marque le passage de l'enfant pour les réflexions plus complexes en combinant des idées, en émettant des hypothèses et en faisant des déductions. Il caractérise le passage du concret à l'abstrait, le passage du réel au possible, la logique déductive, la résolution systématique de problèmes, et la prévision de conséquences à long terme.

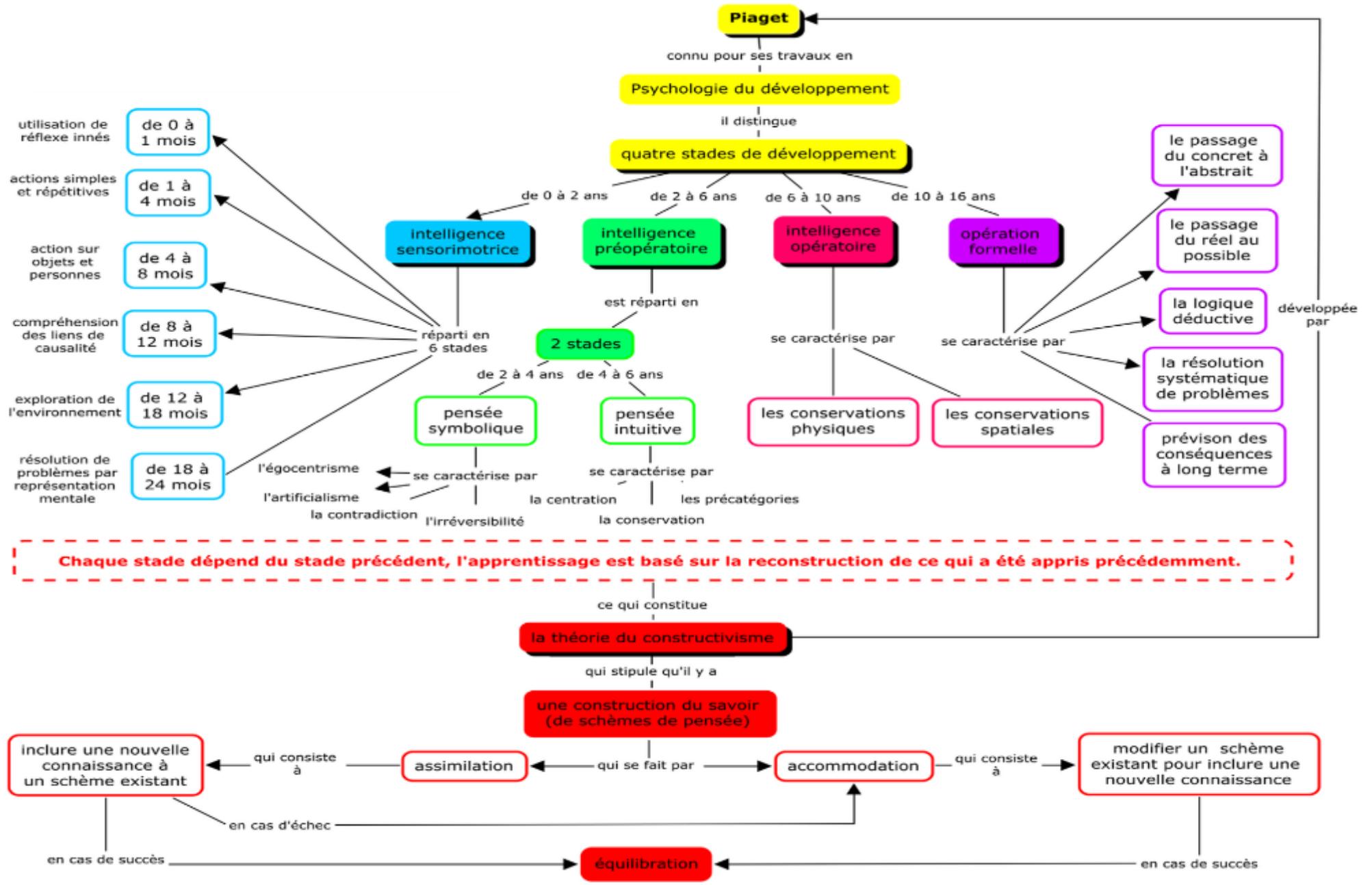
Pour ce qui est de l'analyse du fonctionnement cognitif, il est régi par deux éléments centraux que sont l'organisation et de l'adaptation.

La composante organisationnelle s'explique par la tendance que les êtres vivants ont à intégrer leurs expériences et leurs activités dans des systèmes ou des structures. Il s'agit d'une tendance à catégoriser les événements par des relations de ressemblance, de proximité, d'identité de fonctions. Dans l'optique constructiviste, les stratégies d'enseignement reposent sur la notion de « conceptions préalables » que l'on considère comme le système d'accueil, l'ancrage à partir duquel s'opère le travail de transformation, d'intégration des éléments du nouveau savoir. Les conceptions préalables ne sont pas un point de départ, mais les instruments servant à la construction des connaissances (Marchand, 1992) nouvelles. L'apprenant est donc amené à transformer ses structures conceptuelles en y intégrant de nouvelles informations ou en procédant à une réorganisation des connaissances déjà existantes. Cette construction des connaissances est un processus dynamique qui est optimisé par la prise en compte des profils cognitifs de chaque apprenant (Marchand, 1992). On voit ici que la position constructiviste rejoint le cognitivisme dans la mesure où constructivisme et cognitivisme insistent tous deux sur le rôle actif et structurant de l'apprenant et de ses représentations dans la constitution de savoirs.

La composante adaptative est l'aptitude de ces structures à évoluer, à se transformer en fonction des expériences vécues. Piaget (1970) dégage plusieurs principes pour le développement des structures cognitives et leur fonctionnement, dont le principe d'assimilation et le principe d'accommodation. Dans le premier cas, le « nouvel » apprentissage correspond à une expérience déjà vécue. Il s'agit en fait d'une répétition, d'un réancrage d'une structure cognitive déjà existante. Dans le second cas, la situation d'apprentissage est inédite et ne produit aucun écho au sein des structures cognitives. Se met alors en branle un mécanisme qui cherche à intégrer ce nouvel apprentissage, qui cherche à rétablir une situation d'équilibre. C'est, pour Piaget, dans cette dernière situation que l'on peut véritablement parler d'apprentissage. Les apports des théories de Piaget à notre compréhension de l'apprentissage sont nombreux (Lebrun, 2002).

Pour ce dernier, les connaissances ne viennent pas simplement s'ajouter de façon cumulative, mais s'organisent en structures. C'est par une équilibration progressive que les structures cognitives permettant l'acquisition du langage se fixeront grâce à des « schèmes assimilateurs » (Martinez, 1989). Et en cela, l'action de l'individu sur l'environnement va occasionner sans cesse des rééquilibrations, puisque de nouveaux éléments vont venir mettre en danger l'homéostasie de la structuration précédente. Cette difficulté due à l'adaptation provoquera un « conflit cognitif », il faudra intégrer les éléments nouveaux à la structure cognitive existante et opérer alors une « équilibration majorant ». C'est en cela que les connaissances nouvelles comme une nouvelle langue sont apprises.

Figure 5 : Carte conceptuelle résumant les stades du développement cognitif dans la théorie constructiviste



Source : [http://edutechwiki.unige.ch/fr/Piaget\\_et\\_le\\_constructivisme](http://edutechwiki.unige.ch/fr/Piaget_et_le_constructivisme)

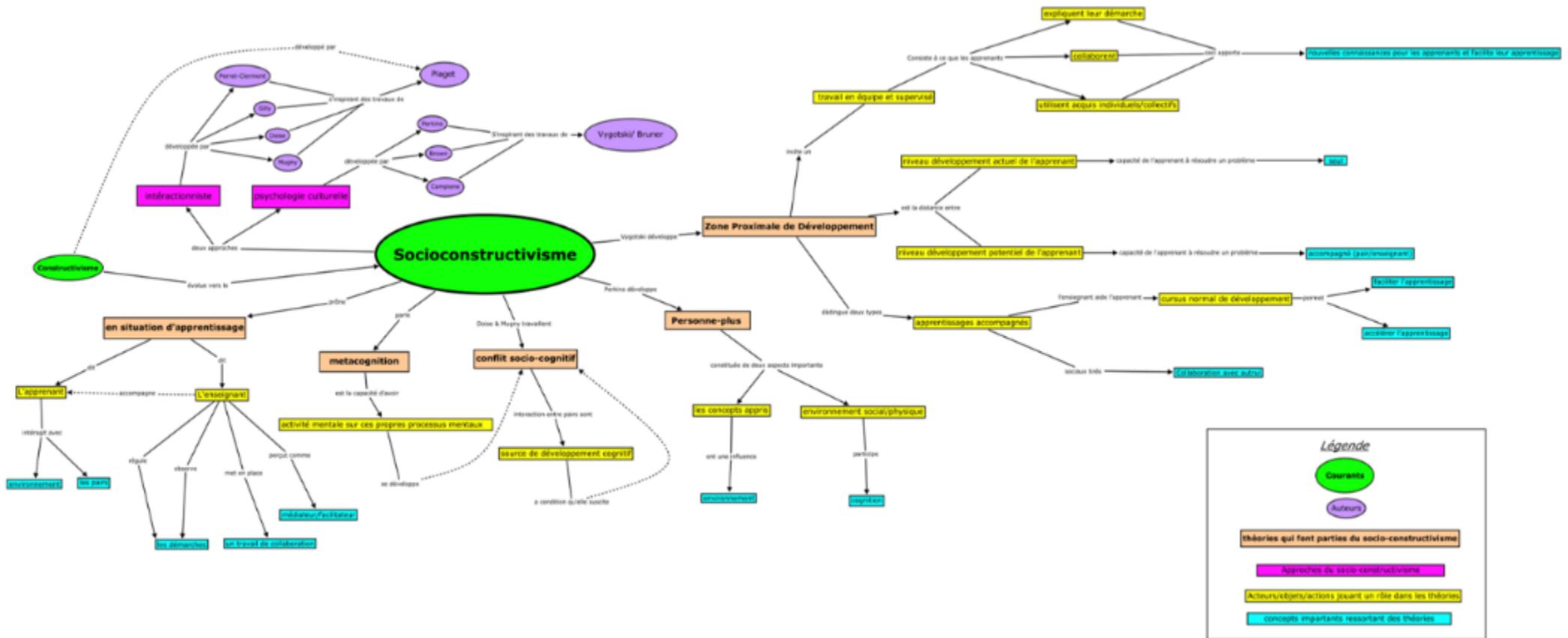
#### 4.4. Le socioconstructivisme

Dérivé du cognitivisme, le socioconstructivisme est une théorie d'apprentissage considérée comme une évolution du constructivisme. Il existe deux approches dans cette théorie, qui sont entre autres l'approche de la psychologie culturelle et l'approche interactionniste. L'approche de la psychologie culturelle s'inspire des travaux de Vygotsky et est développée par des auteurs tels que Perkins, Brown, Campione. L'approche interactionniste, elle, s'inscrit dans les idées des travaux de Piaget, et est développée par des auteurs tels que Pierret-Clement, Gilly, Doise et Mugny. Tout comme le constructivisme, le socioconstructivisme défend l'idée selon laquelle l'individu construit ses connaissances par le biais de l'expérimentation et de la découverte, sauf qu'à son niveau, le socioconstructivisme montre que cela ne peut se faire sans l'intervention de l'environnement social et culturel. Elle met l'accent sur le rôle des interactions sociales multiples dans la construction des savoirs. En effet, même si la construction d'un savoir est personnelle, elle se fait cependant dans un environnement social. En cela, la construction de la connaissance de l'enfant sera donc influencée par celui-ci. Son développement intellectuel se fera dans cette interaction avec l'environnement social et culturel.

Pour les socioconstructivistes, parler de construction de connaissances, c'est en fait parler d'une activité mentale de réorganisation du système de pensée et des connaissances existantes.

L'approche de la psychologie culturelle qui s'inscrit dans l'idée des travaux du psychologue socioculturel Vygotsky et l'approche interactionniste, avec des figures emblématiques comme (Doise & Mugny, 1981), s'inscrivant dans le prolongement des travaux de Vygotsky et de Piaget se sont attelés à expliquer le rôle que le social joue dans la construction de la connaissance chez un individu.

Figure 6 : Carte conceptuelle de la théorie socioconstructiviste



Source : [http://edutechwiki.unige.ch/fr/Socio-constructivisme/De\\_quelle\\_man%C3%A8re\\_l%27apprentissage\\_est-il\\_per%C3%A7ut\\_dans\\_le\\_socio-constructiviste%3F](http://edutechwiki.unige.ch/fr/Socio-constructivisme/De_quelle_man%C3%A8re_l%27apprentissage_est-il_per%C3%A7ut_dans_le_socio-constructiviste%3F)

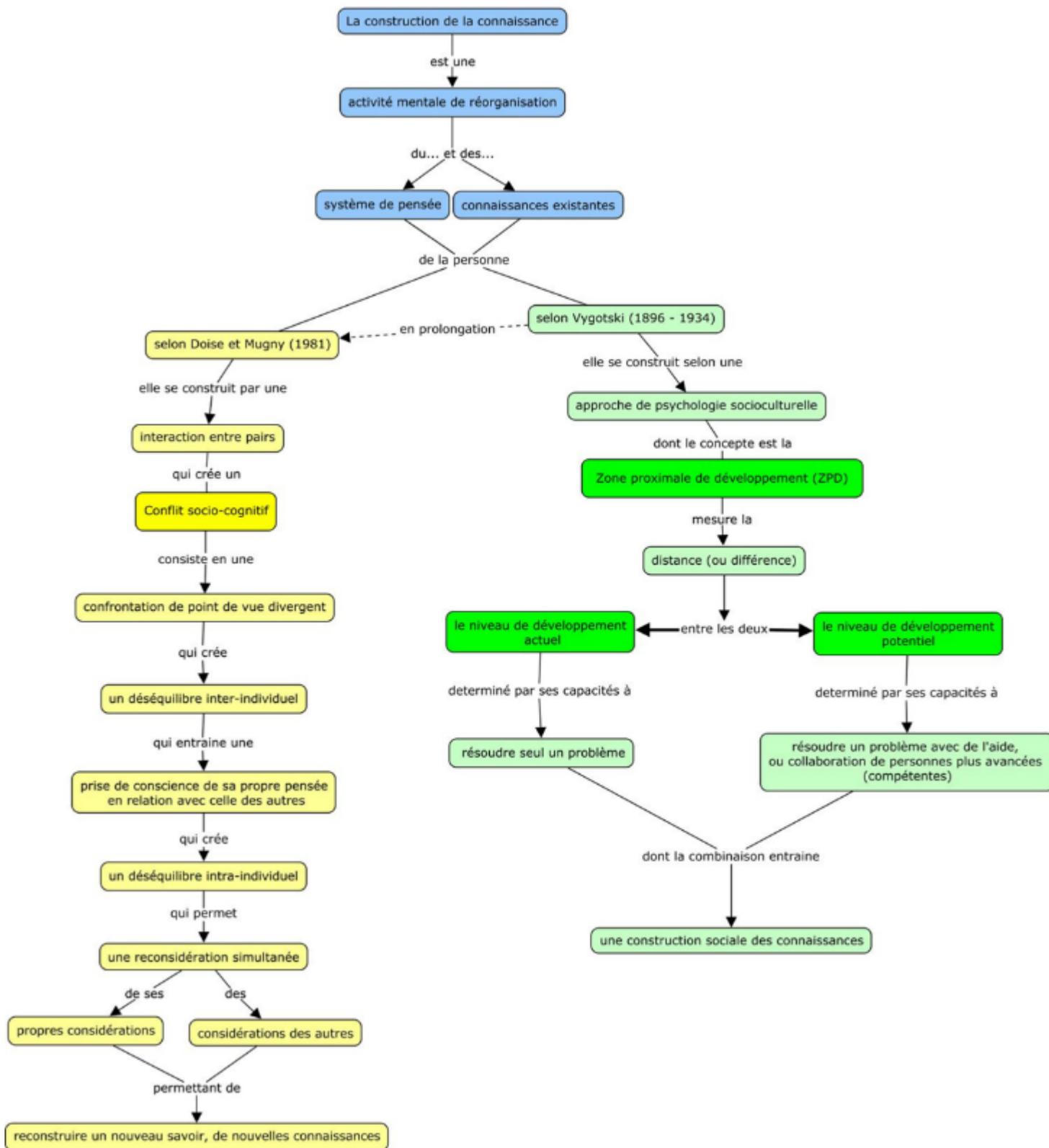
L'approche psychoculturelle évoque l'importance de l'environnement dans le développement intellectuel de l'enfant. Pour cette approche sans interactions sociales entre l'enfant et son environnement, il lui sera impossible d'accéder à un certain développement intellectuel. C'est en cela que dans cette approche, Vygotsky développe la notion de Zone Proximale du Développement (ZPD), qui doit être plus importante que la mesure statique de l'intelligence. En effet, la ZPD est une mesure de la distance entre le niveau de développement potentiel et le niveau de développement actuel. Il s'agit d'une mesure de la différence de ce qu'une personne est capable d'apprendre seule, et de ce qu'elle est capable d'apprendre si elle est accompagnée par un pair ou d'une tierce personne. Cependant, les mesures statiques de l'intelligence sont une sorte d'évaluation des acquis intellectuels d'un individu. L'approche psychoculturelle estime qu'il est préférable de chercher à connaître ce qu'un individu est capable de faire seul, et accompagner par une personne plus compétente (ZPD), plutôt que de chercher à évaluer ses acquis intellectuels dans l'idée de déterminer son Quotient Intellectuel (QI). La ZPD permet de booster les apprentissages en ce sens qu'elle permet d'apporter une aide particulière pour faciliter les apprentissages à la différence du QI qui est une simple évaluation. La Zone Proximale de Développement permet de distinguer deux sortes d'apprentissages : l'apprentissage normal et l'apprentissage social. Les apprentissages que l'individu peut réussir seul, qui seront de toute façon développés dont l'aide d'une tierce personne peut faciliter le processus constituent l'apprentissage normal. Et les apprentissages sociaux, qui sont en lien avec ce que l'on apprend dans la collaboration avec les autres, qui ne peuvent se faire seuls sans autrui. Ces derniers sont en lien avec l'environnement social de l'individu et ne peuvent se faire sans lui. Ces deux sortes d'apprentissages aboutissent à la construction de connaissances cognitives et sociales chez une personne. On en déduit de cette approche psychoculturelle qu'il est préférable d'inciter le travail en équipe et superviser pour acquérir de nouvelles connaissances et faciliter leur apprentissage. L'intérêt de cette approche réside également dans la possibilité d'évaluer les développements proches afin de les faciliter en fonction des acquis de l'individu. On pourrait ainsi évaluer l'enfant selon son potentiel aussi et non seulement selon ses acquis.

Dans la logique de l'approche interactionniste, les connaissances se construisent par des interactions avec les pairs (Mead, 1934). Les interactions entre pairs vont entraîner des confrontations de points de vue. C'est en cela que les tenants de cette approche parlent de conflit sociocognitif qui serait indispensable à la construction de connaissances. Un conflit sociocognitif va entraîner une confrontation de conceptions divergentes puisque chaque apprenant aura un point de vue. L'apprenant à lui seul ne pouvait parvenir à découvrir les points de vue que les autres vont exprimer. Et la prise en conscience que sa pensée est différente de celles des autres va entraîner un déséquilibre interindividuel puisque l'apprenant comprendra également que les pensées des autres entrent en conflit avec ses propres connaissances. Il résultera un deuxième déséquilibre qui sera intra individuel, qui consiste à une reconsidération de ses points de vue et de ceux des autres en vue de reconstruire ses connaissances. Par une profonde réflexion interne, l'apprenant accédera à la compréhension de sa propre pensée ainsi que celle des autres pour parvenir à la construction ou à la reconstruction de nouvelles connaissances. Bruner (1995) emploie les termes de *penser notre propre pensée* pour exprimer cette manière de faire. C'est de cette manière qu'un nouveau savoir est construit dans cette approche interactionniste. Dans cette approche, il est indispensable que l'apprenant fasse une analyse de son propre fonctionnement intellectuel par parvenir à un conflit sociocognitif incontournable à une construction de connaissances. Cette analyse de son propre fonctionnement intellectuel désigne la métacognition. Ainsi, c'est alors par la métacognition que l'apprenant parvient à travers le conflit sociocognitif à se construire des connaissances nouvelles selon cette approche interactionniste. La métacognition peut se définir comme la compétence de se poser des questions pour planifier, s'évaluer avant, pendant et après une tâche pour se réajuster au besoin. Elle est la capacité de l'apprenant à réorganiser ses propres connaissances, à améliorer ses compétences cognitives à travers l'analyse, la planification et l'autoévaluation de son propre apprentissage. Cette métacognition permet à travers les interactions entre l'apprenant et les autres de construire de nouvelles connaissances. Ces nouvelles connaissances sont sociales et ne peuvent se construire sans le concours des autres. Ces autres peuvent être les pairs ou une personne tierce plus compétente. Dans le cas des pairs, il va ainsi naître un conflit

sociocognitif qui selon cette approche interactionniste reste indispensable à la construction de nouvelles connaissances.

Aussi, avec la théorie de cognition distribuée vient pousser cette conception socioconstructiviste à l'extrême. En effet, ces deux approches socioconstructivistes se focalisent sur les processus cognitifs qui se passent au sein de l'apprenant avec le concours de l'environnement et indépendant de cet environnement. Par contre, pour la théorie de cognition située et distribuée, l'accent est mis sur l'environnement dans lequel l'apprentissage intervient. Parlé d'environnement fait ressortir deux contextes : le contexte social caractérisant le lieu, l'environnement ; et le contexte physique caractérisant l'interaction entre les individus. Les approches de psychologie culturelle et d'interactionnistes mettent seulement l'accent sur le contexte physique dans le processus d'apprentissage. Cependant, c'est le processus de coopération et de collaboration entre l'humain et son environnement physique et social qui intéresse l'approche de cognition distribuée ou située. Elle étudie le groupe constitué de l'apprenant et de l'enseignant comme un seul système cognitif complexe. Par exemple, l'enseignant et le cahier de l'étudiant qui lui sert à prendre des notes du cours de l'enseignant vont constituer un seul système cognitif dénommé *personne-plus*. L'étudiant va apprendre les nouvelles connaissances que la personne-plus va développer, que peut être une autre personne ne serait pas à mesure de développer. Ainsi, le cahier de notes et l'enseignant représenteraient un seul système cognitif de qui l'étudiant apprendra de nouvelles connaissances.

Figure 7 : Carte conceptuelle de la construction de connaissances dans l'approche socioconstructiviste



Source : <http://edutechwiki.unige.ch/fr/Socio-constructivisme>



## Conclusion

En somme nous retenons qu'en ce qui concerne les théories d'apprentissage, elles fournissent des bases considérables qui permettent de réorganiser efficacement l'éducation. Que ce soient béhavioristes, cognitivistes, constructivistes, ou socioconstructivistes tous ont aidé à édifier de bonnes pratiques éducatives.

## Références bibliographiques

1. Bibeau, R. (2007). Les technologies de l'information et de la communication peuvent contribuer à améliorer les résultats scolaires des élèves. *Revue de l'EPI*, 94.
2. Bouhdidi, J. E. (2013). *Une Architecture Intelligente Orientée objectifs basée sur les Ontologies et les Systèmes Multi-agents pour la Génération des Parcours d'Apprentissage Personnalisés*. Doctorat, Université abdelmalek essaadi.
3. Chekour, M., Laafou, M., & Janati-Idrissi, R. (2015). L'évolution des théories de l'apprentissage à l'ère du numérique. *Association EPI*.
4. Cordier, F., Denhière, G., George, C., Crépault, J., Hoc, J.-M., & Richard, J.-F. (1990). *Connaissances et Représentations*. Paris: Bordas.
5. Crozat, S. (2002). Éléments pour la conception industrialisée des supports pédagogiques numériques. *Thèse de Doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne*.
6. Cuq, J.-P. (2003). *Dictionnaire de didactique du français langue étrangère et seconde*. Paris: Clé International.
7. Doise, W., & Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence (Vol. 1)*. Paris: InterEditions.
8. Good, T., & Brophy, J. (1995). *Educational Psychology : A Realistic Approach*. New York: Longman.
9. Henri, F., & Lungren-Cayrol, K. (2001). *Apprentissage collaboratif à distance. Pour comprendre et concevoir les environnements d'apprentissage virtuels*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
10. Hill, F. W. (1977). *Learning : A survey of psychological interpretations*.

11. Keefe, J. W. (1987). *Learning Style Theory and Practice*. National Association of Secondary School Principals.
12. Lebrun, M. (2002). *Des technologies pour enseigner et apprendre*. De Boeck.
13. Marchand, L. (1992). Conception de l'apprentissage chez des apprenants adultes qui suivent des cours à distance. *Thèse de doctorat*, Paris VIII.
14. Marlowe, B. A., & Page, M. L. (2005). *Creating and sustaining the constructivist classroom*. California: Corwin Press.
15. Martinez, M.-L. (1989). Le socio-constructivisme et l'innovation en français. *Pratiques : linguistique, littérature, didactique*, n°63, pp. 37-62.
16. Raynal, F., Rieunier, A., & Postic, M. (1997). *Pédagogie : Dictionnaire des concepts clés : Apprentissages, formation, psychologie cognitive*. ESF.
17. Riding, R., & Rayner, S. (1998). *Cognitive Styles and Learning Strategies*. Londres: David Fulton.
18. Tricot, A. (1998). « Définitions d'aides spécifiques en fonction des situations d'apprentissages dans des environnements hypermédias ». *Séminaire de didactique des mathématiques*, p. Consulté le 10 décembre 2019 : [http://perso.wanadoo.fr/andre.tricot/Tricot\\_IREM.pdf](http://perso.wanadoo.fr/andre.tricot/Tricot_IREM.pdf).